مدیریت آب و آبیاری
دوره ۱۰ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۹
صفحه‌های ۹۹-۸۹

تأثیر کاربرد چرخشی آب شور بر تبخیر- تعرق و رشد پاجوش‌های خرمای رقم برحی

مجید علی‌حوری*
استادیار، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۱۶

چکیده

استفاده غیرعلمی از منابع آب با کیفیت پایین، خطرهای جدی برای رشد گیاه و محیط زیست دارد. به‌منظور بررسی امکان استفاده چرخشی از آب غیرشور و شور، این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی پاجوش‌های خرمای رقم برحی در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ در شهرستان اهواز اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل آبیاری با آب رودخانه کارون، آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون، آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون، آبیاری با آب رودخانه کارون پس از دو مرتبه آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری با آب رودخانه کارون پس از دو مرتبه آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر و آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر در طول سال بودند. میزان تبخیر- تعرق سالانه گیاه با ۱۶۶۰/۲ میلی‌متر در لایسیمتر هنگام آبیاری گیاه با آب رودخانه کارون، اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به‌جز آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون داشت. تیمارهای آبیاری بر تمام صفات رویشی پاجوش خرما شامل تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، عرض برگچه و محیط تنه اثر معنی‌دار داشتند. نتایج نشان داد که آبیاری چرخشی با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار مدیریتی برای آبیاری پاجوش‌های خرمای رقم برحی به‌کار رود.

کلیدواژه‌ها: آبیاری یک‌درمیان، اهواز، تنش شوری، رشد رویشی، شوری آب.

Effect of Alternative Application of Saline Water on Evapotranspiration and Growth of *Barhee* Date Offshoots

Majid Alihouri*
Assistant Professor, Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
Received: February 08, 2020 Accepted: April 04, 2020

Abstract

Unscientific use of low quality water resources poses serious risks to plant growth and the environment. In order to investigate the possibility of alternative use of non-saline and saline waters, this research was carried out in a randomized complete block design with three replications on *Barhee* date offshoot at the Ahvaz region in 2017-2018. Experimental treatments were included irrigation with Karun River water, irrigation with saline water of 5 dS/m after twice irrigation with Karun River water, irrigation with saline water of 8 dS/m after twice irrigation with Karun River water, irrigation with Karun River water after twice irrigation with saline water of 5 dS/m, irrigation with Karun River water and twice irrigation with saline water of 8 dS/m and also, irrigation with saline water of 5 dS/m during the year. The plant annual evapotranspiration (1660.2 mm/ly) in treatment of irrigation with Karun River water that had significant difference with other treatments except irrigation with saline water of 5 dS/m after twice irrigation with Karun River water. The irrigation treatments had significant effect on all date offshoot vegetative attributes including number of leaves, leaf length, leaf width, number of leaflets, leaflet length, leaflet width and trunk girth. The results showed that alternative irrigation with saline water of 5 dS/m after twice irrigation with Karun River water can be used as a management practice for irrigation of *Barhee* date offshoots.

Keywords: Ahvaz, Alternative irrigation, Salinity stress, Vegetative growth, Water salinity.

* نویسنده مسئول
Email: alihouri_m@hotmail.com

مقدمه

مناطق دچار کمبود آب، معمولاً با افت کیفیت آب نیز مواجه هستند. این در حالی است که آب‌های شور به‌دلیل نیاز به تولید محصولات کشاورزی، به‌طور فزاینده‌ای برای آبیاری گیاهان زراعی و باغی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به همین دلیل در سال‌های اخیر به‌علت شورشدن خاک در اثر آبیاری نامناسب و سایر دست‌ورزی‌های انسان در طبیعت، حاصلخیزی اراضی کشاورزی به‌شدت کاهش یافته است. از مجموع اراضی فاریاب دنیا حدود ۲۰ درصد در اثر شوری آسیب دیده است (۲۸). شوری خاک بر تمامی جنبه‌های رشدونمو گیاه مؤثر بوده و یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. استفاده غیرعلمی از منابع آب با کیفیت پایین در غیاب استراتژی‌های مناسب مدیریت آب و خاک، خطرات جدی برای سلامت خاک و محیط زیست دارد.

خرما با سطح زیرکشت ۲۵۰۱۳۷ هکتار یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور است و در استان خوزستان با سطح زیرکشت ۳٤۷۹۵ هکتار و تولید ۱٤۷۷۷۹ تن، مهم‌ترین محصول باغی این استان می‌باشد (۲ و ۱۲). بررسی‌های انجام‌شده حاکی است که سطح ایستابی در برخی از مناطق خرماخیز کشور نظیر استان خوزستان در نزدیک سطح زمین قرار دارد. مطالعه موردی در چند شبکه آبیاری استان خوزستان نشان داد که حدود ٤۲ درصد اراضی زیر پوشش شبکه‌های آبیاری، دارای سطح آب زیرزمینی با عمق کم‌تر از یک متر می‌باشند. بالابودن حجم زه‌آب، نامناسب‌بودن کیفیت زه‌آب و عدم وجود تخلیه‌گاه نهایی مناسب از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی زهکشی در استان خوزستان هستند (۱).

هرچند که نخل خرما از جمله گیاهانی است که بالاترین میزان تحمل به شوری را در بین درختان میوه دارد و به‌عنوان گیاهی متحمل به تنش شوری شناخته شده (۲۵)، اما نوع رقم، مرحله رشد، شرایط اقلیمی و شیوه آبیاری در میزان تحمل به شوری آن نقش به‌سزایی دارد (٦). سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO)، آب آبیاری با شوری ۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر را حد شروع اثرات منفی بر رشد نخل خرما ذکر نموده است (۲۵). رامولیا و پندی (۲٤) با کاشت نهال‌های شش ماهه خرمای رقم رتی در خاک‌های با شوری ٤/۳، ٦، ۸/۲، ۱۰/۵، ۱۲/۸ و ۱٤/٦ دسی‌زیمنس بر متر در کشور هند دریافتند که رشدونمو نهال‌ها با افزایش شوری خاک کاهش معنی‌داری داشت. میزان روییدن و ظهور برگ‌ها در شوری ٤/۳ تا ۱۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب معادل ۹۲، ۷۰، ۵۸، ٤۰ و ۲۲ درصد بود. کوراپ و همکاران (۲۲) میزان تحمل به شوری آب در پاجوش (شاخساره یا نهالی را که از جوانه‌های ریشه نخل چندساله یا بارور به‌وجود می‌آید) چهار رقم خرما را به‌مدت یک سال در کشور امارات متحده عربی بررسی نمودند. پاجوش‌های خرما ابتدا با آب شور ۷/۸ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند و سپس شوری آب در فواصل منظم سه‌ماهه به ۱۱/۷، ۱۵/٦، ۱۹/۵، ۲۳/٤ و ۲۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که پاسخ ارقام مختلف خرما نسبت به شوری آب آبیاری معنی‌دار بود، به‌طوری‌که رشد رویشی دو رقم خرما با افزایش شوری آب آبیاری از ۷/۸ تا ۲۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت ولی در دو رقم دیگر، شوری موجب افزایش رشد رویشی گردید. در پژوهش دیگری توسط علی‌حوری و همکاران (۵)، افزایش شوری آب آبیاری از ۲/۵ به ۸ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش معنی‌دار تبخیر- تعرق و برخی صفات رویشی نهال‌های خرمای رقم برحی نظیر تعداد برگ و برگچه شد.

بررسی روش‌های مختلف مدیریتی برای کاربرد آب شور در کشاورزی در کشورهایی مانند آمریکا به‌منظور

کاهش اثرات آلایندگی دفع زه‌آب‌های کشاورزی، با استفاده از کشت گیاهانی مانند اکالیپتوس و هالوفیت‌ها انجام می‌شود (۲۹). در کشور پاکستان، استفاده تلفیقی و چرخشی از آب‌های شور (آب زیرزمینی) و غیرشور (آب سطحی) در اراضی شور، علاوه بر اصلاح اراضی باعث افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول گندم و برنج شد (۲۰). طبق نظر شارما و مینهاس (۲٦) استفاده چرخشی یا متناوب از آب شور به‌ویژه زمانی که آب غیرشور در مرحله استقرار گیاه مورد استفاده قرار گیرد، تأثیر مثبت بر عملکرد گیاه دارد.

بررسی روش‌های مختلف استفاده از آب شور (۸ دسی‌زیمنس بر متر) و غیرشور (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) برای ذرت دانه‌ای توسط کیانی و مساوات (۱۰) نشان داد که عملکرد دانه ذرت با آبیاری یک‌درمیان شیارها با آب شور و غیرشور به‌صورت متناوب و یا ثابت نسبت به انجام کم‌آبیاری با مصرف مشابه آب (۵۰ درصد آب غیرشور)، در حالت متناوب ۲۳ درصد و در حالت ثابت ۳۲ درصد افزایش معنی‌دار داشت. لازم به ذکر است که عملکرد دانه در آبیاری یک‌درمیان شیارها با آب شور و غیرشور به‌صورت ثابت حتی با آبیاری کامل با آب غیرشور اختلاف معنی‌دار نداشت. بهره‌وری آب (نسبت به آب غیرشور) نیز در آبیاری یک‌درمیان شیارها با آب شور و غیرشور به‌صورت متناوب و یا ثابت به‌ترتیب برابر ۲/۷ و ۲/۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود، درحالی‌که در آبیاری کامل و کم‌آبیاری ۵۰ درصد با آب غیرشور، به‌ترتیب ۲/۱ و ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. مولوی و همکاران (۱۳) در پژوهشی دریافتند که استفاده از آب شور در آبیاری ذرت دانه‌ای موجب اثرات معنی‌دار بر ارتفاع گیاه، تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه و عملکرد دانه شد. به‌طوری‌که عملکرد دانه در آبیاری چرخشی با آب غیرشور (۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و شور (۵ دسی‌زیمنس بر متر) و یا آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها به‌طور هم‌زمان با آب شور و غیر شور (یک جویچه با آب شور و جویچه کناری با آب غیر شور به‌طور ثابت تا انتهای فصل) نسبت به آبیاری با آب غیرشور به‌ترتیب ۱٦/۳ و ۸/۸ درصد کاهش یافت. این در حالی بود که آبیاری با آب شور، عملکرد دانه را ٤۱/۵ درصد کاهش داد. مطالعه مرزی و همکاران (۱۱) در مورد آبیاری چرخشی ذرت علوفه‌ای با آب غیرشور (یک دسی‌زیمنس بر متر) در نصف دوره رشد گیاه و با آب شور (۷ دسی‌زیمنس بر متر) در بقیه دوره رشد نشان داد که تفاوت معنی‌داری در صفات رویشی گیاه از جمله ارتفاع، تعداد ریشه، حجم و سطح ریشه‌ها با تیمار آبیاری با آب غیرشور در کل دوره رشد گیاه وجود نداشت.

نتیجه پژوهش‌های نارش و همکاران (۲۳) نشان داد در صورتی که در سراسر فصل رشد گندم فقط از آب شور (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) استفاده شود، عملکرد حدود ٤۰ درصد و در صورتی که اولین آبیاری با آب غیرشور (۰/٤ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شود، عملکرد حدود ۲۲ درصد نسبت به عملکرد پتانسیل کاهش می‌یابد. هم‌چنین در تیماری که آبیاری آن با اختلاط دو نوع آب انجام شد، عملکرد حدود ۱٤ درصد، در تیماری که دو آبیاری اول آن با آب غیرشور و دو آبیاری بعدی با آب شور انجام شد، عملکرد حدود ۷ درصد و در تیماری که به‌صورت یک‌درمیان با آب غیرشور و شور آبیاری شد، عملکرد حدود ۳ درصد نسبت به عملکرد پتانسیل کاهش یافت. براساس گزارش شارما و تیاگی (۲۷) استفاده از آبیاری چرخشی به‌مدت چهار سال با استفاده از آب غیرشور (۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و آب زهکش (۱۵- ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) در کشور هند نیز موفقیت‌آمیز بود. در این مطالعه، عملیات آبیاری گندم در طول فصل به پنج روش شامل آبیاری اول و سوم با آب غیرشور و

آبیاری دوم و چهارم با آب زهکش، آبیاری اول و سوم با آب زهکش و آبیاری دوم و چهارم با آب غیرشور، آبیاری اول و دوم با آب غیرشور و آبیاری سوم و چهارم با آب زهکش، آبیاری اول و دوم با آب زهکش و آبیاری سوم و چهارم با آب غیرشور و یا اولین آبیاری با آب غیرشور و آبیاری‌های بعدی با آب زهکش انجام شد. میانگین عملکرد چهارساله گندم در روش‌های مذکور به‌ترتیب معادل ۹۴/٤، ۹۱/۳، ۹٤/۳، ۸۸/۲ و ۸۳/٦ درصد عملکرد پتانسیل گندم (آب غیرشور) بود، درحالی‌که میانگین عملکرد گندم هنگام آبیاری فقط با آب زهکش، برابر ۷۳/۷ درصد عملکرد پتانسیل شد. ایکسو و رن (۳۳) اثرات استفاده از آب غیرشور (۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر یا ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر) و آب زیرزمینی شور (۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر یا ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر) را به‌مدت ۱۰ سال در پنج ناحیه از کشور چین بررسی نمودند. سهم استفاده از آب زیرزمینی شور در نواحی مختلف بین ۱۰/۵ تا ۸۱ درصد متغیر بود که در برخی مراحل رشد گیاهان گندم، ذرت و آفتابگردان مورد استفاده قرار گرفت.

به‌طورکلی پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده چرخشی یا متناوب از آب غیرشور و شور برای برخی گیاهان انجام شده، اما اطلاعاتی در این مورد برای خرما از جمله رقم برحی که یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری کشور است، وجود ندارد. این شیوه می‌تواند یک راهبرد جدید مدیریتی در آبیاری نخلستان‌ها باشد که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در شهرستان اهواز به طول جغرافیایی ٤۰°٤۸' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱°۲۰' شمالی و با ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا به‌مدت ۱۸ ماه (شش ماه مربوط به دوره استقرار گیاه در زمین و ۱۲ ماه مربوط به اولین سال رشد گیاه) اجرا شد. اقلیم این شهرستان براساس طبقه‌بندی دومارتن و اقلیم‌نمای آمبرژه به‌ترتیب خشک و بیابانی گرم میانه می‌باشد.

در این پژوهش شش شیوه مدیریتی در آبیاری، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی پاجوش خرمای رقم برحی بررسی شدند:

۱- آبیاری با آب رودخانه کارون (با میانگین شوری ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر) در طول سال، RW.

۲- آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون، $2(RW)\&S_5$.

۳- آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون، $2(RW)\&S_8$.

٤- دو مرتبه آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از هر آبیاری با آب رودخانه کارون، $RW\&2(S_5)$.

۵- دو مرتبه آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر پس از هر آبیاری با آب رودخانه کارون، $RW\&2(S_8)$.

٦- آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر در طول سال، S_5.

مقادیر تیمارهای مذکور با توجه به نتایج پژوهش انجام‌شده توسط علی‌حوری و ناصری (۱٦)، کیفیت آب رودخانه‌ها و زه‌آب‌های موجود در منطقه و هم‌چنین منابع علمی موجود در زمینه استفاده چرخشی از آب‌های شور انتخاب شدند. به‌منظور اجرای این پژوهش، ۱۸ لایسیمتر استوانه‌ای زهکش‌دار از جنس پلی‌اتیلن به قطر داخلی ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر ساخته شدند. نمونه‌های مرکبی از خاک بستر کاشت پاجوش‌ها (لایسیمتر) تهیه و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). با توجه به مفیدبودن استفاده از خاک‌پوش یا مالچ در حفظ رطوبت خاک (۳۰)، سطح خاک تشتک تمام پاجوش‌ها با برگ خردشده خرما با

تراکم دو کیلوگرم بر مترمربع پوشانده شد. در مرحله استقرار پاجوش‌های خرما که به‌مدت شش ماه بود، آبیاری تمام پاجوش‌ها با استفاده از آب رودخانه کارون انجام گرفت. پس از سپری‌شدن مرحله استقرار گیاه، مقدار اولیه صفات رشد رویشی شامل تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، عرض برگچه و محیط تنه هر یک از پاجوش‌ها اندازه‌گیری شد و تیمارهای آبیاری اعمال شدند.

به‌منظور تأمین آب مورد نیاز، دو منبع ۲۰۰۰ لیتری برای ذخیره آب رودخانه کارون و آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر و یک منبع ۵۰۰۰ لیتری برای ذخیره آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر تهیه شدند. سپس هر منبع ذخیره آب، به‌طور مجزا به پمپ و سیستم لوله‌کشی آب متصل گردید. تغییرات شوری آب رودخانه کارون طی مدت اجرای پژوهش در شکل (۱) ارائه شده است که میانگین شوری آن در دوره اعمال تیمارها، معادل ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شوری آب رودخانه کارون به‌ترتیب در اسفندماه با ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر و در اردیبهشت‌ماه با ۱/٦ دسی‌زیمنس بر متر بود. آب‌های با شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، از اختلاط زه‌آب‌های شور مربوط به اراضی کشاورزی منطقه با آب رودخانه کارون تهیه شدند. نمونه‌ای از آب‌های آبیاری برای تعیین خصوصیات شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید که تفاوت بین مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها به دلیل عدم امکان اندازه‌گیری سولفات است (جدول ۲).

دور آبیاری براساس یافته‌های پژوهشی، پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A در نظر گرفته شد (٤) که از سه روز در فصل تابستان تا حدود یک ماه در فصل زمستان در نوسان بود. میزان آب آبیاری نیز براساس روش تشت تبخیر فائو برآورد شد. لازم به ذکر است که استفاده از روش تشت تبخیر در این پژوهش، فقط برای تخمین آب مورد نیاز در آبیاری لایسیمترهای خرما بود و تعیین دقیق میزان تبخیر- تعرق خرما، با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک انجام شد.

Table 1. Soil physical and chemical properties

Soil texture	ρ_b (g/cm^3)	PWP (%)	FC (%)	EC (dS/m)	SAR	pH
Loam	1.7	7.0	15.3	3.6	5.3	7.4

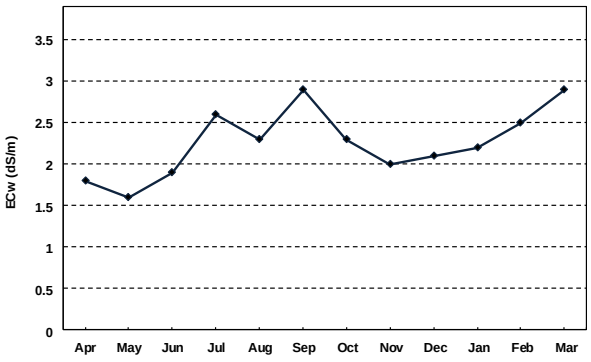

Figure 1. Monthly water salinity of Karun River

Table 2. Chemical properties of irrigation waters

EC (dS/m)	SAR	pH	Anions (meq/lit)			Cations (meq/lit)		
			Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
2.3	4.1	7.6	11.2	1.2	-	10.2	1.4	11.0
5.0	12.0	8.0	64.0	5.3	-	51.2	9.8	25.8
8.0	16.3	8.0	86.0	12.1	-	79.6	18.2	29.1

نیاز آبشویی (LR) نیز با توجه به شوری آب آبیاری تعیین شد و به میزان آب آبیاری اضافه شد:

رابطه ۱) $$LR = \frac{EC_w}{5EC_e - EC_w}$$

در رابطه (۱)، EC_w هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر) و EC_e هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر) برای کاهش عملکرد پیش‌بینی شده است. حد آستانه تحمل خرما به شوری خاک (EC_e) برابر با ٤ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (۲۵). سپس به‌منظور اطمینان از تأمین آب مورد نیاز گیاه و داشتن زه‌آب خروجی، حجم آب آبیاری با استفاده از معادله (۲) به مقدار ۲۰ درصد افزایش یافت (۳ و ۱۹):

رابطه ۲) $$V = 1.2\ (d\ .a)$$

در رابطه (۲)، V حجم آب آبیاری (لیتر)، d عمق خالص آبیاری یا تفاوت بین میزان تبخیر- تعرق گیاه و بارندگی (میلی‌متر) و a مساحت لایسیمتر (مترمربع) است. حجم زه‌آب خروجی از هر لایسیمتر بعد از جمع‌آوری در یک بشکه پلی‌اتیلن، توسط استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. میزان تبخیر- تعرق خرما در هر آبیاری، نیز با استفاده از رابطه بیلان آب در خاک تعیین گردید:

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

در رابطه (۳)، ET_c تبخیر- تعرق گیاه (میلی‌متر در لایسیمتر)، I آب آبیاری (میلی‌متر)، P بارندگی (میلی‌متر)، RO رواناب سطحی که برابر صفر بود (میلی‌متر)، DP نفوذ عمقی یا زه‌آب جمع‌آوری‌شده از هر لایسیمتر (میلی‌متر) و ΔS تغییرات رطوبت خاک که با توجه به برنامه آبیاری، مقدار ماهانه آن برابر صفر بود (میلی‌متر).

عملیات داشت و مراقبت‌های باغی نظیر مبارزه با علف‌های هرز نیز برای تمام لایسمترهای خرما به‌طور یکسان انجام گرفت. در پایان مدت پژوهش، صفات رشد رویشی نهال‌ها دوباره اندازه‌گیری شد و تفاوت مقادیر این صفات نسبت به زمان شروع تیمارها به‌عنوان میزان رشد گیاه در نظر گرفته شد. تمام صفات اندازه‌گیری‌شده با توجه به نوع طرح آزمایشی، تجزیه واریانس شدند و میانگین تیمارهای مورد آزمایش با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. در تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودار از نرم‌افزارهای SPSS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

میزان تبخیر- تعرق ماهانه پاجوش‌های خرما مربوط به تیمارهای مورد آزمایش در شکل (۲) ارائه شده است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر تبخیر- تعرق ماهانه گیاه به‌ترتیب در ماه‌های تیر و دی وجود داشت. میزان تبخیر- تعرق ماهانه در آبیاری با آب رودخانه کارون (RW) از ٦٣/٤ تا ٢٦٠/٩ میلی‌متر در لایسیمتر، در آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون از ۵۷/٦ تا ۲۳۱/۰ میلی‌متر در لایسیمتر و آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون از ۵۳/۹ تا ۲۰۳/۳ میلی‌متر در لایسیمتر در نوسان بود. اما میزان تبخیر- تعرق ماهانه در دو مرتبه آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از هر آبیاری با آب رودخانه کارون از ۵۵/٦ تا ۱۹٦/۲ میلی‌متر در لایسیمتر، دو مرتبه آبیاری با آب شور ۸ دسی‌زیمنس بر متر پس از هر آبیاری با آب رودخانه کارون از ۵۲/۷ تا ۱۷۸/۷ میلی‌متر در لایسیمتر و در آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر از ٥٤/۰ تا ١٦٦/٢ میلی‌متر در لایسیمتر متغیر بود.

تجزیه واریانس مقادیر تبخیر- تعرق تجمعی یا سالانه گیاه نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس مقایسه مقادیر تبخیر- تعرق تجمعی گیاه با آزمون دانکن، بیش‌ترین میزان تبخیر- تعرق با ١٦٦٠/٢ میلی‌متر در

لایسیمتر برای تیمار آبیاری با آب رودخانه کارون وجود داشت که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به‌جز تیمار آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون داشت (شکل ۳).

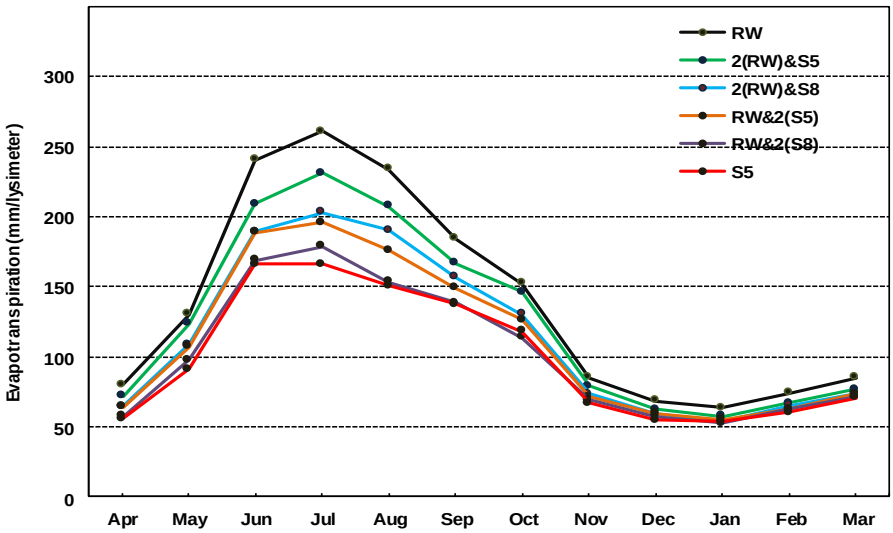

Figure 2. Monthly evapotranspiration of plant

Table 3. Analysis of variance of yearly plant enapotranspiration

Source of variation	df	Sum of squares (SS)	Mean of Squares (MS)	F
Block	2	105783.9	52891.9	4.59 *
Treatment	5	465392.5	93078.5	8.08 **
Error	10	115112.2	11511.2	
Total	17			

***** Significant at P=5% level ****** Significant at P=1% level

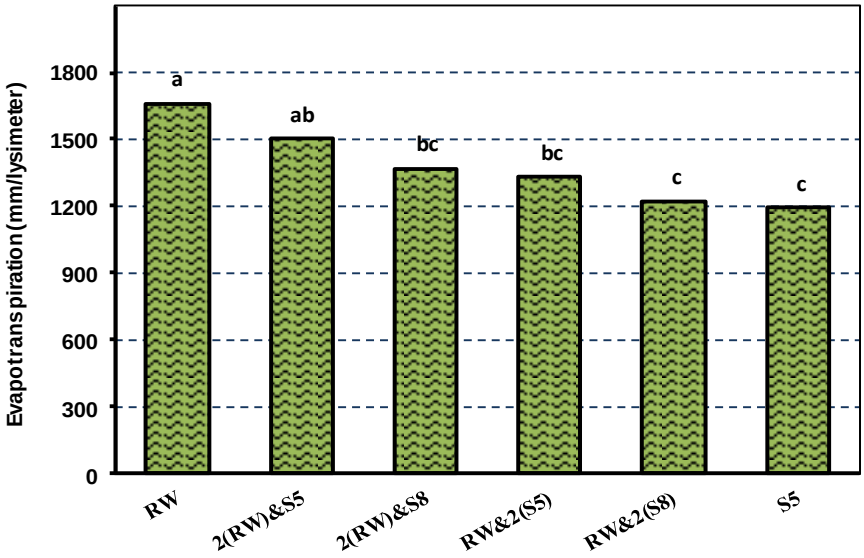

Figure 3. Mean comparison of yearly plant evapotranspiration

همان‌طورکه مشاهده می‌شود میزان کل تبخیر- تعرق پاجوش خرما از ۱٦٦۰/۲ میلی‌متر در لایسیمتر هنگام آبیاری گیاه با آب رودخانه کارون به ۱۱۹۳/۱ میلی‌متر در لایسیمتر هنگام آبیاری گیاه با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است. به‌عبارت دیگر، با افزایش شوری آب آبیاری از ۲/۳ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر، میزان تبخیر- تعرق سالانه گیاه در حد ۲۸/۱ درصد کم‌تر شده که یکی از علت‌های 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 پتانسیل کل خاک می‌شود، هرچند که بسیاری از گیاهان با جذب یون از محلول خاک، اثر پتانسیل اسمزی بر کاهش قابلیت جذب آب خاک را اندکی تعدیل می‌نمایند (۱۵ و ۱۷).

البته با توجه به شکل (۲)، مشاهده می‌شود که بیش‌ترین اختلاف بین مقادیر تبخیر- تعرق گیاه در تیمارهای مورد آزمایش مربوط به ماه‌های خرداد تا شهریور است که نیاز آبی گیاه به‌علت افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیکی و فتوسنتز گیاه در فصل گرما، به بیش‌ترین مقدار می‌رسد. میزان کل تبخیر- تعرق گیاه در چهار تیمار دیگر، به‌ترتیب معادل ۱۵۰۰/۲، ۱۳٦۹/۲، ۱۳۳۰/۳، ۱۲۲۳/۲ میلی‌متر در لایسیمتر بود. اما میزان تبخیر- تعرق پاجوش خرما هنگام دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون و یک مرتبه با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر یا تیمار $2(RW)\&S_5$ اختلاف معنی‌داری نسبت به آبیاری با آب رودخانه کارون نداشت که بر قابلیت استفاده چرخشی از آب غیرشور و شور برای آبیاری پاجوش‌های خرما دلالت دارد. در پژوهش انجام‌شده توسط علی‌حوری و همکاران (۵)، میزان تبخیر- تعرق سالانه گیاه نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی در اثر آبیاری با آب‌های شور ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ۲۲/٦ و ۳٦/۷ درصد نسبت به آبیاری با آب ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌دار یافت. ترپلر و همکاران (۳۲) با بررسی اثرات شوری آب آبیاری روی نهال‌های یک‌ساله کشت بافتی خرمای رقم مجول دریافتند که میزان تبخیر- تعرق گیاه به‌شدت متأثر از شوری آب بود. افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۸ به ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، به‌ترتیب منجر به کاهش حدود ۲٤، ۵۰ و ٦۵ درصد در میزان تبخیر- تعرق سالانه گیاه گردید. گسترده‌بودن سیستم ریشه در نهال کشت بافتی خرما می‌تواند یکی از دلایل کاهش کم‌تر میزان تبخیر- تعرق آن نسبت به پاجوش خرما باشد. ولی در مطالعه اسکری و همکاران (۱۸)، میزان تعرق نسبی درختان خرما در جنوب کشور تونس با افزایش شوری آب آبیاری از صفر به ٤۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، فقط به میزان چهار درصد کاهش یافت که علت آن وجود سطح ایستابی کم‌عمق در منطقه تشخیص داده شد.

نتایج تجزیه واریانس از جنبه تأثیر شیوه مدیریت آبیاری بر رشد پاجوش‌های خرما نشان داد که تیمارهای آبیاری بر تمام صفات رویشی گیاه اثر معنی‌دار داشتند (جدول ٤). مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون دانکن نشان داد که از نظر تعداد برگ، عرض برگ و تعداد برگچه اختلاف تیمار RW (آبیاری با آب رودخانه کارون) با سایر تیمارها به‌جز تیمار $2(RW)\&S_5$ معنی‌دار بود (جدول ۵).

Table 4. Mean of squares of plant vegetative characteristics

Source of variation	df	Leaf number	Leaf length	Leaf width	Leaflet number	Leaflet length	Leaflet width	Trunk girth
Block	**2**	3.38 **	292.2 *	51.4 **	277.1 **	41.7 **	0.245 **	1.76 **
Treatment	**5**	2.48 **	1712.6 **	176.1 **	1648.9 **	56.9 **	0.576 **	1.16 **
Error	**10**	0.32	66.5	3.7	16.9	6.2	0.021	0.20
Total	**17**							

***** Significant at P=5% level ****** Significant at P=1% level

Table 5. Mean comparison of plant vegetative characteristics*

Treatment	Leaf number	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaflet number	Leaflet length (cm)	Leaflet width (cm)	Trunk girth (cm)
RW	3.7 a	107.8 a	33.7 a	98.0 a	25.1 a	1.8 a	4.5 a
2(RW)&S_5	3.3 ab	100.6 a	32.2 a	92.3 ab	21.9 ab	1.7 a	4.3 a
2(RW)&S_8	2.3 bc	93.3 a	26.9 b	85.8 b	21.0 ab	1.6 a	4.2 a
RW&2(S_5)	2.3 bc	75.3 b	21.3 c	69.5 c	17.8 bc	1.6 a	3.7 ab
RW&2(S_8)	1.7 c	66.9 b	18.4 c	49.6 d	14.9 c	1.1 b	3.2 b
S_5	1.3 c	44.0 c	14.7 d	41.0 e	13.8 c	0.7 c	3.0 b

*** Means followed by same letter in column are not significant different at 1% level.**

از نظر طول برگ و طول برگچه نیز تیمارRW اختلاف معنی‌داری با تیمارهای RW&2(S_5) و S_5 داشت. جدول (۵) نشان می‌دهد که صفات رویشی مهمی از جمله تعداد برگ و برگچه که نقش به‌سزایی در فتوسنتز و رشد گیاه دارند در تیمارهای 2(RW)&S_8 به بعد، کاهش معنی‌داری یافت. علت این وضعیت می‌تواند مصرف‌شدن بخشی از انرژی گیاه برای تعدیل پتاسیل اسمزی کاهش‌یافته در اثر وجود تنش حاصل از وجود نمک‌های محلول در آب آبیاری باشد. هم‌چنین نمک‌های محلول در آب آبیاری موجب اختلال در تعادل عناصر غذایی موجود در گیاه می‌شوند، به‌طوری‌که کمبود مواد غذایی با کاهش رشد و تقسیم سلولی در برگ‌ها باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد (۹ و ۱۵).

استفاده چرخشی از آب‌های شور ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌ازای دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون موجب شد که اکثر صفات رویشی پاجوش‌های خرما اختلاف معنی‌داری نسبت به آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس داشته باشند، که این وضعیت حاکی از کارایی راه‌کار استفاده چرخشی آب غیرشور و شور برای آبیاری پاجوش‌های خرما دارد. نتایج سایر پژوهش‌های انجام‌شده روی برخی گیاهان زراعی شامل گندم، برنج، ذرت دانه‌ای، سورگوم علوفه‌ای و آفتابگردان مؤید نتایج این پژوهش است (۷، ۸، ۱۰، ۱۳، ۲۰، ۲۳، ۲۷ و ۳۳).

ارزیابی اثرات شوری آب آبیاری بر پاجوش‌های خرمای رقم خضراوی و استعمران در کشور هند توسط جین و پاریک (۲۱)، حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار مصرف آب‌های شور تا ۹ دسی‌زیمنس بر متر روی گیرایی و رشد پاجوش‌های خرما بود که یکی از دلایل اصلی آن، آبشویی مؤثر خاک در اثر بارندگی بوده است. در پژوهش دیگری، ولی‌زاده و همکاران (۱٤) دریافتند که تأثیر آبیاری با آب شور ۹ دسی زیمنس بر متر بر صفات رویشی نهال‌های کشت بافتی خرمای رقم برحی و دیری معنی‌دار نبود. یکی از علت‌های این موضوع می‌تواند کوتاه‌بودن دوره آبیاری نهال‌های مذکور (چهار ماه) باشد. هم‌چنین براساس گزارش تیشه‌زن و همکاران (۳۱)، وجود آب زیرزمینی با شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در عمق ٦۰ سانتی‌متری از سطح زمین، اثر معنی‌داری بر رشد رویشی نهال‌های خرمای رقم برحی نداشت. البته در این پژوهش، آبیاری تمام نهال‌های خرما با آب رودخانه (با میانگین شوری معادل ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر) انجام گرفت که بخش عمده نیاز آبی گیاه را تأمین نمود و موجب شد شوری آب زیرزمینی تأثیری بر صفات رویشی نهال‌ها نداشته باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده چرخشی از آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌ازای دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه کارون منجر به کاهش مضرات استفاده از آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر روی رشد پاجوش‌های خرما شد. با توجه به این‌که اختلاف معنی‌داری در رشد پاجوش‌های خرما هنگام آبیاری با آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر پس از دو مرتبه آبیاری با آب رودخانه

کارون نسبت به آبیاری فقط با آب رودخانه کارون وجود نداشت، این شیوه استفاده چرخشی از آب رودخانه کارون و آب شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار مدیریتی در مصرف منابع آب شور برای آبیاری نخلستان‌های تازه‌احداث خرمای رقم برحی به‌کار رود. به‌عنوان مثال، دو منبع اصلی آب کشاورزی در مناطق خرماخیز آبادان و خرمشهر از استان خوزستان یعنی رودخانه بهمن‌شیر (آب با کیفیت به‌طور نسبی مناسب) و رودخانه اروند کنار (آب شور) می‌توانند در صورت برنامه‌ریزی و ایجاد تمهیدات و سازوکارهای لازم توسط سازمان‌های اجرایی، برای آبیاری نخلستان‌های این مناطق مصرف شوند. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که اثرات بلندمدت استفاده چرخشی از آب غیرشور و شور ۵ دسی‌زیمنس بر متر در سال‌های دیگر رشد رویشی و زایشی، روی خرمای رقم برحی و سایر ارقام تجاری خرما بررسی شود.

منابع

۱. احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، عبدشاه، ه.، رضایی، م. و فضلی استبرق، م. (۱۳۹۶). آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۵، جلد سوم: محصولات باغبانی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. تهران. ۲۳۱ صفحه.

۲. آذری، ا.، ادیمی، م.، اکرم، م.، بختیاری، ز. و پارسی‌نژاد، م. (۱۳۸۸). خوزستان و چالش‌های زهکشی زیرزمینی در سال‌های پیش رو. ششمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست، اهواز، ایران.

۳. شهابی‌فر، م. و رحیمیان م.ح. (۱۳۸٦). تعیین نیاز آبی چغندر قند به روش لایسیمتری در مشهد. چغندر قند. ۲۳(۲): ۱۷۷-۱۸٤.

٤. علی‌حوری، م. (۱۳۹٦). دور و عمق مناسب آبیاری در مرحله رشد رویشی خرمای رقم برحی. مدیریت آب در کشاورزی. ٤(۱): ۲۸-۲۱.

۵. علی‌حوری، م.، ناصری، ع.، برومندنسب، س. و کیانی، ع. (۱۳۹٤). تأثیر تنش آبی و شوری بر تبخیر- تعرق و رشد نهال‌های خرمای برحی. تحقیقات آب و خاک ایران. ٤٦(۳): ٤۷۵-٤۸٦.

٦. علی‌حوری، م. و تیشه‌زن، پ. (۱۳۹۰). برنامه راهبردی بخش خرما در کشور: زیر برنامه آبیاری. انتشارات کردگار. اهواز. ٤۳ صفحه.

۷. فیضی، م. و سعادت، س. (۱۳۹٤). اثر مدیریت آبیاری با آب شور بر شوری خاک در یک دورهٔ تناوب زراعی. مدیریت آب و آبیاری. ۵(۱): ۱۱-۲۵.

۸. قائدی، س.، افراسیاب، پ. و دلبری، م. (۱۳۹٦). بررسی مدیریت‌های مختلف تلفیق آب شور و غیر شور بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیم رخ خاک. مدیریت آب و آبیاری. ۷(۲): ۲۲۷-۲٤۰.

۹. کافی، م.، صالحی، م. و عشقی‌زاده، م. (۱۳۸۹). کشاورزی شورزیست: راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی. مشهد. ۳۷۷ صفحه.

۱۰. کیانی، ع. و مساوات، ا. (۱۳۹٤). بررسی راه‌کارهای مختلف آبیاری یک‌درمیان با استفاده از آب‌شور- غیرشور در عملکرد و بهره‌وری آب ذرت دانه‌ای در آبیاری قطره‌ای. تحقیقات آب و خاک ایران. ٤٦(۱): ۱-۱۰.

۱۱. مرزی، م.، میرزایی، ف. و لیاقت، ع. (۱۳۹۸). بررسی میزان جذب آب و عملکرد ذرت علوفه‌ای در شرایط مختلف تلفیق آب شور و غیرشور. مدیریت آب و آبیاری. ۹(۱): ۱-۱٤.

۱۲. مستعان، ا.، لطیفیان، م.، تراهی، ع.، امانی، م.، محبی، ع. و علی‌حوری، م. (۱۳۹٦). راهنمای فنی کاشت، داشت و برداشت خرما. انتشارات آموزش کشاورزی. تهران. ۲۸۲ صفحه.

۱۳. مولوی، ح.، محمدی، م. و لیاقت، ع. (۱۳۹۰). اثر مدیریت آب شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و پروفیل شوری خاک. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۵(۳): ۱۱-۱۸.

۱٤. 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، ایران.

۱۵. همایی، م. (۱۳۸۱). واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۹۷ صفحه.

16. Alihouri, M. & Naseri, A. A. (2017). Effect of agricultural drain water consumption on the growth of juvenile date palm. 13th International Drainage Workshop of ICID, Ahwaz, Iran.
17. Allen, R.G., Pereira, L. S., Raes, D. & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
18. Askri, B., Ahmed, A. T., Abichou, T. & Bouhlila, R. (2014). Effects of shallow water table, salinity and frequency of irrigation water on the date palm water use. *Hydrology*, 513: 81-90.
19. Bhantana, P. & Lazarovitch, N. (2010). Evapotranspiration, crop coefficient and growth of two young pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties under salt stress. *Agricultural Water Management*, 97, 715-722.
20. Chaudhry, M. R. & Bhutte, M. N. (2002). Conjunctive use of water: impact on soil and crops. Proceeding of the International Workshop on conjunctive water management for sustainable irrigated agriculture in south Asia, Lahour, Pakistan.
21. Jain, B. L. & Pareek, O. P. (1989). Effect of drip irrigation and mulch on soil and performance of date palm under saline water irrigation. *Annuals of Arid Zone*, 28(3-4), 245-248.
22. Kurap, S. S., Hedar, Y. S., Al-Dhaheri, M. A., El-Heawiety, A. Y., Aly, M. A. M. & Alhadrami, G. (2009). Morpho-physiological evaluation and RAPD markers -assisted characterization of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) varieties for salinity tolerance. *Food, Agriculture & Environment*, 7(3&4), 503-507.
23. Naresh, R.K., Minhas, P.S., Goyal, A.K., Chauhan, C.P.S. & Gupta, R.K. (1993). Conjunctive use of saline and non-saline waters. II. Field comparisons of cyclic uses and mixing for wheat. *Agricultural Water Management*, 23, 139-148.
24. Ramoilya, P. J. & 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.
25. Rhoades, J. D., Kandiah, A. & Mashali, A. M. (1992). The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and Drainage Paper 48. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
26. Sharma, B. R. & Minhas, P. S. (2005). Strategies for managing saline/alkali waters for sustainable agricultural production in South Asia. *Agricultural Water Management*, 78, 136-151.
27. Sharma, D. P. & Tyagi, N. K. (2004). On-farm management of saline drainage water in arid and semi-arid regions. *Irrigation and Drainage*, 53, 87-103.
28. Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T. & Savoure, A. (2015). Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. *Annals of Botany*, 115, 433-447.
29. Tanwar, B.S. (2003). Saline water management for irrigation. International Commission on Irrigation and Drainage, New Delhi, India.
30. Terasaki, H., Fukuhara, T., Ito, M. & He, Ch. (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*, 1, 320-325.
31. Tishehzan, P., Naseri, A., Hassanoghli, A. & Meskarbashi, M. (2011). Effects of shallow saline water table management on the root zone salt balance and date palm growth in South-West Iran. *Research on Crops*, 12(3), 839-847.
32. Tripler, E., Ben-Gal, A. & 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.
33. Xue, J. & Ren, L. (2017). Conjunctive use of saline and non-saline water in an irrigation district of the Yellow River Basin. *Irrigation and Drainage*, 66(2), 147-162.