نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۸، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۳، ص. ۱۱۴-۱۰۳

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.1, Vol. 18, Apr.-May. 2024, p. 103-114

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی توزیع شوری در ناحیه ریشه درختان پسته در روش‌های آبیاری سطحی، بابلر و قطره‌ای

مهدی اکبری[1*] - محمدمهدی قاسمی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۴

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثرات روش‌های آبیاری سطحی، بابلر و قطره‌ای بر توزیع شوری در اطراف درختان پسته تحت مدیریت باغدار در خاکی با بافت لوم رسی شنی انجام شده است. روش‌های آبیاری مذکور در قالب طرح کرت‌های دو بار خرد شده بعنوان کرت اصلی، فاصله اندازه‌گیری شوری خاک از ردیف درختان در چهار سطح (۰/۵، ۱، ۲ و ۳/۵ متر) در کرت فرعی و عمق اندازه‌گیری شوری خاک در چهار سطح (۰تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر) در کرت فرعی فرعی در نظر گرفته شدند و اندازه‌گیری‌ها طی دو سال زراعی انجام گردید. میزان آب کاربردی در روش‌های آبیاری نواری، قطره‌ای و بابلر به ترتیب ۸۱۵۰، ۵۰۶۰ و ۶۳۹۰ متر مکعب بر هکتار بدست آمد. اثر روش‌های آبیاری و فواصل از درخت در شوری خاک در سطح ۱٪ معنی دار شد و نشان داد که میزان شوری خاک در روش‌های آبیاری متفاوت، و آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد. نتایج توزیع شوری خاک در فواصل مختلف از ردیف درختان نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد و بیانگر آن است که با افزایش فاصله از ردیف درختان، شوری خاک نیز افزایش یافته است. تجمع املاح در روش آبیاری قطره‌ای در حاشیه محیط خیس شده و از فاصله ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متری از ردیف درختان، در لایه سطحی خاک شروع شد. نتایج نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای با کاهش ۳۸ درصد آب آبیاری، روشی مناسب برای آبیاری باغات پسته است و در صورتی که بدرستی طراحی، اجرا و بهره‌برداری شود و پایداری خاک مد نظر قرار گیرد، جایگزین مناسبی برای روش آبیاری سطحی مرسوم است. در مناطقی که آب آبیاری از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و بارش سالیانه توان آبشویی خاک را ندارد، برای حفظ و پایداری خاک، باید آبشویی سالیانه خاک با استفاده از روش آبیاری سطحی انجام شود.

واژه‌های کلیدی: پسته، روش آبیاری، شوری، قم

مقدمه

موطن اصلی پسته، منطقه خاورمیانه و بویژه ایران است که سابقه کشت آن به پنج هزار سال می‌رسد. درخت پسته از گیاهان کمیابی است که می‌تواند در نامساعدترین شرایط آب و هوایی و خاکی رشد کرده و تا چندین تن در هکتار هم محصول دهد. سابقه کشت و کار درخت پسته در نواحی دامغان، کرمان، یزد، استان مرکزی، خراسان، فارس و آذربایجان به چند هزار سال می‌رسد (ابریشمی، ۱۳۷۳).

محصول پسته علاوه بر ارزش اقتصادی، به خاطر ارزش غذایی بالا و قابلیت انبارداری طولانی پس از برداشت، به عنوان یک محصول تجاری اهمیت خاصی دارد. درخت پسته به علت سازگاری زیاد با شرایط نامساعد اقلیمی مانند بدی آب و هوا، شوری آب و خاک و کم آبی، به عنوان بهترین و اقتصادی‌ترین محصول کشاورزی کشور ایران شناخته شده است. شرایط اقلیمی کشور و ارزش اقتصادی این محصول باعث شده است که سطح زیرکشت پسته از ۲۵۰ هزار هکتار در سال ۱۳۷۲ به حدود ۶۵۰ هزار هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش یابد (آمارنامه کشاورزی،۱۴۰۲). اما کمبود آب همواره عامل محدود کننده فعالیت‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک کشور است. توسعه بی‌رویه سطح زیرکشت و برداشت نامناسب از منابع آب زیرزمینی، موجب پایین رفتن سطح آب زیرزمینی شده است و کشاورزان را با مشکل کم آبی مواجه کرده است. بیشتر باغات پسته به روش سنتی و بصورت کرتی و یا جوی و پشته‌ای آبیاری می‌شود و باغداران از معیار دقیقی برای مقدار آبی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، استفاده نمی‌کنند (موسوی فضل و همکاران، ۱۳۹۹). گسترش آفات و بیماری‌ها، رشد رویشی زیاد که باعث کاهش باردهی درخت می‌گردد، حاکی از مصرف غیر اصولی آب آبیاری است. اگرچه آب برای تولید محصولات کشاورزی حیاتی است و نقش مهمی در

۱- دانشیار، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج- ایران
۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج- ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: akbari_m43@yahoo.com

امنیت غذایی ایفا می‌کند (Zhang et al., 2021). اما، کمبود منابع آب به طور جدی توسعه پایدار اقتصاد و جامعه را محدود می‌کند. لذا، در چنین شرایطی یکی از راهکارهای موثر و عملی استفاده بهینه و صرفه جویی در مصرف آب است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

با توجه به اینکه کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب است و بیش از ۷۰ درصد برداشت جهانی آب شیرین را به خود اختصاص داده است(FAO, 2021)، هر گونه برنامه‌ریزی در خصوص استفاده بهینه از آب در این بخش، نقش موثری در استفاده بهینه از منابع آب خواهد داشت. آبیاری قطره‌ای روشی موثر برای کاهش کمبود آب منطقه‌ای است (Zhou et al., 2021). گزارش سالانه کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد که سطح کل اراضی آبی، اراضی تحت سامانه‌های آبیاری تحت فشار، به‌ویژه اراضی تحت سامانه آبیاری قطره‌ای در ۱۰ سال گذشته افزایش یافته است. آبیاری قطره‌ای به عنوان یکی از روش‌های آبیاری تحت فشار و کارآمدترین روش صرفه‌جویی در مصرف آب مطرح و به طور گسترده در جهان استفاده می‌شود. علاوه بر این، استفاده از فنآوری کود آبیاری در این سامانه آبیاری به میزان قابل توجهی مصرف کود را کاهش می‌دهد (Zhou, 2013). در سال‌های اخیر، کمبود منابع آب باعث استفاده از منابع مختلف آب از جمله آب بازیافت شده، آب شور و سایر منابع آبی با کیفیت پایین در آبیاری قطره‌ای شده است (Zhangzhong et al., 2022).

توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار با راندمان بالا، یکی از راه‌های کمک به استفاده صحیح از منابع آبی است. فائو تصریح کرد: مدیریت منابع آب باید توسط دولت و سازمان‌های مسئول انجام شود. پس از آن، تخصیص آب به مزارع و باغات برای استفاده در سامانه آبیاری باید محدود و کنترل شود تا بازده مصرف آب بالاتری حاصل گرد (Perry and Steduto, 2017). برنامه ریزی و بهبود مدیریت آبیاری یکی از راه کارهای موثر در صرفه جویی آب و حفظ عملکرد محصول است. در تحقیقی نقش آبیاری هوشمند در بهبود بهره‌وری آب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کنترل و برنامه‌ریزی آبیاری در بهبود بهره‌وری و استفاده کارآمدتر از منابع آب موجود موثر است این محققین راهبردهای آبیاری را برای کمک به کشاورزان در بهبود بهره‌وری آب پیشنهاد کردند (Bwambale et al., 2022).

گنجی‌خرم‌دل و کیخایی (۱۳۹۵) تأثیر تغییر سامانه آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای بر درختان ۱۰ ساله بارور پسته (رقم احمد آقایی) را طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در منطقه خشکه‌رود زرندیه ساوه بررسی کردند. بر اساس گزارش این محققان عملکرد و شاخص‌های کیفی محصول در روش آبیاری قطره ای نسبت به سطحی در سال اول آزمایش کاهش نشان داد؛ ولی در سال دوم، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت پسته در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی مشاهده شد که نشان دهنده سازگاری درختان پسته نسبت به تغییر سامانه آبیاری بود. میانگین دو ساله عملکرد خشک در روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب برابر ۷۳۹ و ۹۲۷ کیلوگرم در هکتار، میانگین آب کاربردی ۶۳۷۵ و ۴۱۱۰ متر مکعب در هکتار و میزان بهره‌وری آب آبیاری ۱۲۵ و ۱۹۰ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب گزارش گردید. تحقیقات انجام شده روی روش‌های آبیاری قطره‌ای نشان می‌دهد که عموماً کاربرد این سامانه‌ها امکان کاهش حجم آب آبیاری به میزان ۲۵ تا ۳۰ درصد برای گیاهان ردیفی و حتی صرفه‌جویی بیشتر در باغ‌ها را ممکن می‌سازد (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷؛ گنجی‌خرم‌دل و کیخایی، ۱۳۹۵).

در تحقیقی سه مدیریت آبیاری سطحی شامل آبیاری سطحی رایج با دور ۶۰ روز (تیمار شاهد)، آبیاری سطحی یک‌درمیان نوارهای آبیاری با دور ۳۰ روز و آبیاری با عرض نوارهای ۲ متری در هر دو طرف ردیف درختان با دور آبیاری ۳۰ روز برای درختان بارور پسته با سن ۲۵ سال و رقم اکبری با فاصله کاشت ۸×۱/۵ متر در حومه رفسنجان مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با تغییر مدیریت آبیاری اغلب صفات رویشی و زایشی درختان نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت. نتایج مربوط به صفات کمی و کیفی محصول و کارآیی مصرف آب نشان داد، تیمار شاهد با دو تیمار دیگر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشته است. در مجموع، تغییر مدیریت آبیاری باعث افزایش میانگین وزن خشک محصول به ترتیب در تیمارهای دوم و سوم به میزان ۱/۱ و ۱/۴ کیلوگرم در هر درخت، کاهش پوکی به مقدار ۷ و ۱۰/۳ درصد، افزایش خندانی به میزان ۱۲/۷ و ۱۷/۹ درصد، کاهش تعداد دانه در یک انس پسته به اندازه ۱/۸ و ۲/۶ واحد و افزایش کارآیی مصرف آب به میزان ۱۰۱ و ۱۳۳ گرم محصول خشک به‌ازای هر متر مکعب آب مصرفی شد. وضعیت شوری عصاره اشباع خاک در ناحیه ریشه درختان، از نظر توزیع مکانی و نیز میزان شوری در تیمار دوم بهتر از دو تیمار دیگر بود (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین سه روش مدیریت آبیاری سطحی (کرت‌های موازی، آبیاری غلام در گردشی و روش سنتی- تیمار شاهد)، به مدت سه سال در باغات پسته ۷ ساله به فاصله ردیف‌های ۹ متری در شمال اردکان یزد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مقایسه با تیمار شاهد کاربرد دو تیمار دیگر موجب صرفه‌جویی ۵۰ تا ۶۰ درصد در حجم آب آبیاری شد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۱).

اسلامی و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیقی در یک باغ پسته رقم احمدآقایی در شهرستان سروستان طی سال زراعی ۹۸-۹۷ حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری در بسترهای مختلف توزیع آب در روش آبیاری سطحی شامل: روش غرقابی رایج با عرض نوار ۶ متر (تیمار شاهد)، نهر ایجاد شده در دو طرف ردیف درختان (نهرکن)، کاهش عرض نوار از طریق مرز ایجاد شده در وسط ردیف درختان (مرزبند) و

بستر سینه‌مرغی ایجاد شده در دو طرف ردیف درختان (کدول) را مقایسه کردند. نتایج نشان داد که میزان آب آبیاری بر اساس مدیریت اعمال شده باغدار در تیمارهای شاهد، مرزبند، کدول و نهرکن به‌ترتیب ۸۴۰۰، ۴۶۴۸، ۴۲۰۰ و ۳۰۸۰ مترمکعب در هکتار در طی سال زراعی بوده است. تیمار نهرکن و سپس کدول با کاهش آب آبیاری به ترتیب به میزان ۶۳ و ۵۰ درصد و عدم معنی‌داری میزان عملکرد نسبت به تیمار شاهد به‌عنوان روش‌های مناسب آبیاری درختان پسته در منطقه پیشنهاد شدند.

سجادی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تأثیر کیفیت آب آبیاری بر ویژگی‌های خاک و عملکرد پسته گزارش کردند که افزایش شوری آب بیش از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث تجمع شوری در خاک و کاهش عملکرد پسته شده به طوری که در غرب دشت رباط شهربابک، آبیاری با این کیفیت باعث شوری زیاد خاک و تجمع املاح در لایه دوم و سوم خاک و نیز کاهش شدید عملکرد پسته (حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) شده است. اثر شوری در مورد بسیاری از گیاهان زمانی مشهود است که گیاه مدت نسبتا طولانی در معرض نمک قرار گیرد. مقاومت گیاه در مقابل شوری بسته به این است که گیاه در چه مرحله‌ای از رشد در معرض شوری قرار گیرد. درصد رطوبت خاک از عوامل موثر بر تحمل گیاه نسبت به شوری است. شرایط اقلیمی و درجه حرارت هوا نیز در تحمل گیاه نسبت به شوری موثر است. در شرایط خشک و گرم، مقاومت گیاه نسبت به شوری کاهش می‌یابد (Allen et al., 1998).

اگر چه کاربرد آب‌هایی با شوری بالاتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز برای آبیاری درخت پسته گزارش شده است و پسته از جمله گیاهانی است که مقاومت نسبتا زیادی به شوری آب و خاک دارد ولی مقاومت به شوری به معنی شور دوست بودن نیست (اسلامی و نقوی ۱۳۸۹). اسلامی و نقوی (۱۳۸۹) در پژوهشی به مدت پنج سال روی گیاه پسته، از آب آبیاری با هدایت الکتریکی حدود ۷ دسی زیمنس‌بر متر در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی استفاده کرده و گزارش نمودند که استفاده از این آب محدودیت قابل‌توجهی برای رشد و عملکرد گیاه پسته نداشته است. به هرحال شوری بیش از حد آب خاک می‌تواند باعث کاهش رشد، عملکرد و نیز کاهش کیفیت محصول نهایی شود. با این حال، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که اگر مدیریت آبیاری مناسبی برای آبیاری درختان پسته اعمال شود، پسته می‌تواند در شرایط شور رشد کند و عملکرد قابل قبولی داشته باشد. کاربرد روش‌های مناسب آبیاری، برنامه‌ریزی آبیاری، آبشویی خاک، استفاده از مواد آلی مانند کودهای ارگانیک و کمپوست بمنظور بهبود ساختمان خاک از جمله راهکارهای مدیریتی مناسب در شرایط شور بوده که در راستای افزایش تولید پسته می‌تواند موثر واقع شود (Gholami et al., 2015; Bagheri et al., 2019).

چراغی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی در باغ‌های پسته در دشت سروستان استان فارس با هدف بررسی توزیع و تجمع نمک در خاک با روش آبیاری قطره‌ای و آب شور، گزارش کردند که با توجه به دور بالای آبیاری در این مناطق، در فاصله بین دو آبیاری، گیاه با تنش خشکی روبرو می‌شود و در نتیجه آن فشار اسمزی آب خاک به حدی افزایش می‌یابد که به تنهایی پتانسیل آب خاک را تا حد نقطه پژمردگی دائم کاهش داده و موجب افت شدید عملکرد گیاه می‌گردد. بنابراین پیشنهاد نمودند برای کاهش اثرات شوری بر رشد و عملکرد گیاه در این مناطق و مناطق مشابه، از اجرای تقویم مناسب آبیاری در شرایط شور استفاده شود. همچنین چراغی و کریمی (۱۳۹۵) گزارش نمودند شوری خاک در اطراف حاشیه محیط خیس شده در روش آبیاری قطره‌ای افزایش چشمگیری داشته است.

در مطالعه‌ای نحوه توزیع شوری در پروفیل خاک تحت آبیاری قطره‌ای در باغات پسته ایالت کالیفرنیا مورد بررسی قرار گرفت (Buret et al., 2005). نتایج این بررسی در زمینه پایش شوری خاک در اطراف ریشه درختان پسته نشان داد که مقدار قابل توجهی نمک در حاشیه محیط خیس شده توسط قطره‌چکان‌ها و در امتداد ردیف درختان پسته تجمع یافته است. نتایج مطالعه بررسی الگوی شوری خاک در آبیاری قطره‌ای نشان داد که بافت خاک تاثیر زیادی بر حرکت و توزیع نمک در خاک داشته است. منطقه زیر قطره‌چکان‌ها دارای کمترین شوری بودند در حالیکه بیشترین نمک خاک در حاشیه محیط خیس شده تجمع یافت(Zang et al., 2014). حجم خاک مرطوب شده و شکل توزیع مکانی آب خاک تحت سامانه آبیاری قطره‌ای، با خصوصیات هیدرولیکی خاک، سرعت تخلیه آب از قطره‌چکان‌ها، فاصله قطره‌چکان‌ها، تناوب و مقدار آب آبیاری، سرعت جذب آب توسط گیاه و الگوی توزیع ریشه تغییر می‌کند. سازگاری با شوری و پایش متناسب آن نیازمند بررسی حرکت آب و نمک در نیمرخ خاک با لحاظ کردن عوامل اقلیمی و زراعی است Kamrakji (et al., 2016).

با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از باغات پسته کشور به روش آبیاری سطحی سنتی آبیاری می‌شود، استفاده از روش‌های آبیاری با بازدهی بالاتر از جمله آبیاری قطره‌ای برای باغات پسته امری اجتناب ناپذیر است. لیکن، از آنجایی که منابع آبی مورد استفاده برای باغات پسته محدود و عمدتاً در دستهٔ شور و لب شور طبقه‌بندی می‌شوند، این نگرانی وجود دارد که تغییر روش آبیاری از روش سطحی مرسوم به روش‌های تحت فشار موجب تجمع شوری در منطقه ریشه و وارد آمدن خساراتی به درختان پسته گردد. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثرات روش‌های آبیاری سطحی (نواری)، بابلر و قطره‌ای بر توزیع شوری در اطراف درختان پسته تحت مدیریت باغدار در خاکی با بافت متوسط(لوم رسی شنی) در اراضی شرکت کشت و صنعت آبشیرین قم انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در باغ‌های پسته شرکت کشت و صنعت آبشیرین در کیلومتر ۳۵ جاده قم-کاشان محدود به طول‌های ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه, ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه , ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و شیب طولی حدود یک درصد از سمت جنوب غربی به شمال شرقی انجام گردید. مساحت این اراضی حدود ۳۰۰۰ هکتار است که حدود ۵۰۰ هکتار آن زیر کشت باغات پسته قرار گرفته است. طول متوسط ردیف درختان ۵۰ متر، فاصله ردیف درختان پسته ۷ متر و فاصله درختان در روی ردیف ۳ متر بود. منبع تأمین آب این اراضی سه رشته قنات آب شیرین، نیزار و شورآب و پنج حلقه چاه بود که مجموعاً حدود ۳۰۰ لیتر در ثانیه آب از آنها قابل استحصال بود. بجز قنات آب شیرین که دارای آب نسبتاً شیرین (شوری متوسط ۱/۸۶ دسی زیمنس بر متر) بود، شوری آب سایر منابع بین ۳/۲۸ تا ۸/۸۱ دسی زیمنس بر متر بود که در گروه شور و نسبتاً شور قرار داشتند. مشخصات شیمیایی برخی از منابع آب در جدول ۱ آورده شده است. اگر چه کیفیت آب برخی از چاه‌ها از جمله چاه شماره ۵ به لحاظ شوری درحد مطلوب نبوده و دارای محدودیت‌هایی است، لیکن از این منابع آب عمدتاً برای محصولات زراعی مقاوم به شوری مانند جو و پنبه استفاده می‌شود. منابع آب مورد استفاده برای باغ‌های پسته شامل آب قنات آبشیرین، نیزار و چاه‌های با کیفیت آب نسبتاً مناسب است که در دو استخر ذخیر آب مخلوط شده و سپس برای آبیاری باغ‌های پسته مصرف می‌شود. آبیاری باغ‌های تحت سامانه آبیاری قطره‌ای، سامانه آبیاری بابلر و سطحی مورد مطالعه با استفاده از یک منبع آب که از مخلوط آب قنوات و چاه‌های با کیفیت لب شور انجام شده است.

جدول ۱- پارامترهای شیمیایی آب برخی از منابع آب کشت و صنعت آبشرین قم

پارامتر	واحد اندازه‌گیری	قنات آبشیرین	چاه توحید	چاه شماره ۵
PH (اسیدیته)	-	۷/۵۳	۷/۷	۷/۸۸
EC (هدایت الکتریکی)	دسی‌زیمنس بر متر	۱/۸۵	۳/۲۸	۸/۸۱
کلر	میلی اکی والان بر لیتر	۸/۰۵	۱۴/۶۹	۵۶/۵۱
کربنات	میلی اکی والان بر لیتر	-	-	-
بیکربنات	میلی اکی والان بر لیتر	۳/۸	۳/۹	۲/۵
سولفات	میلی اکی والان بر لیتر	۶/۱۴	۱۵/۱۶	۳۷/۵۰
کلسیم و منیزیم	میلی اکی والان بر لیتر	۵/۳	۶/۴۱	۱۵/۹۵
SAR (نسبت جذب سدیم)	-	۷/۶	۱۵/۳	۲۶/۱۲
سدیم	میلی اکی والان بر لیتر	۱۲/۵۲	۲۷/۳۹	۷۸/۲۶
مجموع املاح محلول	میلی گرم بر لیتر	۱۱۹۰	۲۰۹۹	۵۶۳۸

برای اجرای این تحقیق سه قطعه حدود ۵ هکتاری باغ پسته همجوار که از نظر بافت خاک یکنواخت بودند و هر کدام به یکی از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، بابلر و سطحی تجهیز شده بودند و با یک منبع آب آبیاری می شدند، انتخاب گردید. در هر سه باغ فاصله دریف درختان ۷ متر و فاصله درختان بر روی هر ردیف حدود ۳ متر بود و درختان از سن یکسانی برخوردار بودند. خصوصیات فیزیکی خاک شامل: بافت، ظرفیت زراعی (FC)، نقطه پژمردگی دائم (PWP)، وزن مخصوص ظاهری و شوری عصاره اشباع خاک (ECe) با نمونه گیری خاک از عمق‌های ۰ تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر و تکرار آن در فاصله‌های ۰/۵، ۱، ۲ و ۳/۵ متری از ردیف درختان تعیین گردید (جدول ۲). برای دست یابی به اهداف این تحقیق ابتدا یکی از قطعات باغ پسته از بین ۵۰۰ هکتار باغ پسته انتخاب شد و برای بررسی تأثیر روش‌های آبیاری بر تجمع شوری در خاک، روش‌های آبیاری در قالب طرح کرت‌های دو بار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) شامل روش آبیاری در سه سطح (سطحی(نواری)، قطره ای و بابلر) بعنوان کرت اصلی، فاصله اندازه‌گیری شوری خاک از ردیف درختان در چهار سطح (۰/۵ ، ۱، ۲ و ۳/۵ متر) بعنوان کرت فرعی و عمق اندازه‌گیری شوری خاک در چهار سطح (۰تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر از سطح خاک) بعنوان کرت فرعی فرعی در نظر گرفته شد و اندازه‌گیری‌ها طی دو سال زراعی انجام شد. مشخصات روش‌های مختلف آبیاری شامل: روش آبیاری سطحی نواری مرسوم با عرض کرت ۲ متر و طول ۵۰ متر، روش آبیاری بابلر با فاصله ۶ متر و آبدهی ۱۹۰ لیتر در ساعت در دو طرف ردیف درختان با فاصله ۰/۵ متر (بابلرها به آرایش مثلثی در طرفین درخت نصب شدند) و روش آبیاری قطره‌ای با فاصله قطره‌چکان‌های ۷۵ سانتی‌متر و قطره چکان‌هایی از نوع میکرو فلاپر با آبدهی ۴ لیتر در ساعت، خود شویندهٔ و تنظیم شونده با آرایش دو ردیفه بودند.

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی خاک قطعه باغ منتخب در کشت و صنعت آبشیرین

عمق (سانتی متر)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری(gr/cm^3)	رطوبت ظرفیت زراعی(درصد وزنی)	رطوبت نقطه پژمردگی(درصد وزنی)	هدایت الکتریکی EC(dS/m)	اسیدیته خاک pH
۳۰-۰	لوم رسی شنی	۱/۳۰	۲۲/۵	۱۲/۸	۷/۳	۷/۵
۶۰-۳۰	لوم رسی شنی	۱/۳۲	۲۳/۰	۱۳/۲	۵/۸۵	۷/۶
۹۰-۶۰	لوم رسی شنی	۱/۳۲	۲۳/۰	۱۳/۲	۶/۵	۷/۸
۱۲۰-۹۰	لوم رسی شنی	۱/۳۴	۲۳/۳	۱۳/۶	۷/۲	۷/۴

حجم آب آبیاری ورودی به کرت‌های آبیاری سطحی (نواری)، در تعدادی از نوبت‌های آبیاری با استفاده از فلوم‌های WSC تیپ ۴ اندازه‌گیری شد. همچنین در این روش آبیاری حجم کل آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از کنتور حجمی چهار اینچ واسنجی شده تعیین گردید. در روش‌های آبیاری بابلر و قطره‌ای ضمن اندازه‌گیری حجم آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از کنتور حجمی واسنجی شده، با داشتن آبدهی بابلرها، قطره‌چکان‌ها و مدت زمان آبیاری، دبی حجمی برآورد و با حجم اندازه گیری شده توسط کنتور حجمی مقایسه شد.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس شوری خاک در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌ها و تجزیه و تحلیل انجام شده، مقادیر شوری عصاره اشباع خاک در روش‌های مختلف آبیاری در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار داشتند. به عبارت دیگر شوری خاک در روش‌های مختلف آبیاری متفاوت بوده و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند.

جدول ۳ - نتایج تجزیه و تحلیل توزیع شوری خاک در روش‌های آبیاری، اعماق و فواصل مختلف از ردیف درختان پسته

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تکرار	۲	۴۲/۲	۲۱/۱	۲/۰۹۳^{ns}
روش های آبیاری	۲	۲۳/۵	۱۱/۷	۱۳/۹**
خطا a	۶	۶۲/۴	۱۰/۴	
عمق	۳	۵/۸	۱/۹	۲/۳^{ns}
فواصل	۳	۳۷۶/۵	۱۲۵/۵	۱۴۸/۷**
روش*فواصل	۶	۳۴/۸	۵/۸	۶/۹**
روش*عمق*فواصل	۲۶	۱۱۷/۲	۴/۵	۵/۳**
خطا b	۹۴	۹۴۶/۶	۱۰/۱	

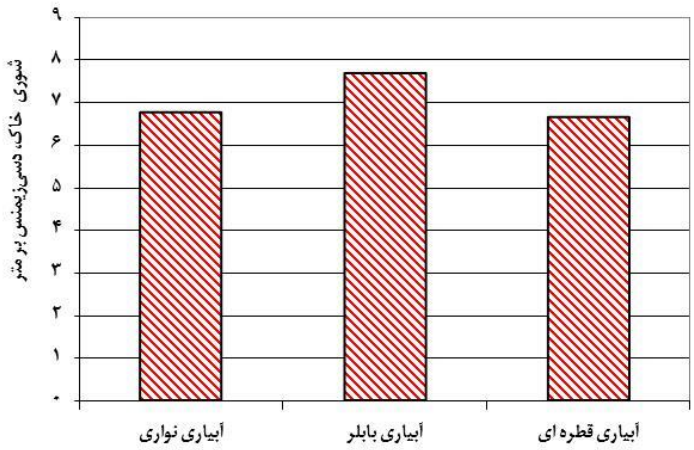
** معنی دار در سطح احتمال ۱٪

نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) نشان داد، که شوری خاک در روش آبیاری قطره‌ای حداقل بوده و این روش آبیاری از نظر تجمع شوری در خاک به عنوان بهترین تیمار آبیاری شناخته شده است (شکل ۱). اگر چه در خصوص شاخص مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی (نواری) مشاهده نشده است (جدول۴)، لیکن همانطوری که در شکل ۱ نشان داده شده است، روش آبیاری قطره‌ای دارای کمترین شوری و روش آبیاری بابلر داری بیشترین شوری خاک بوده است.

اگر چه در مدیریت آبیاری مورد بررسی (مدیریت آبیاری در کشت و صنعت آبشرین قم) آبشویی سالیانه برای همه روش‌های آبیاری انجام گردید، اما با توجه به بافت نسبتاً سبک خاک اراضی مخصوصاً خاک تحت الارض و دبی بابلرها به نظر می‌رسد، تجمع شوری در

روش آبیاری بابلر به دلیل سطح مرطوب شده کم نسبت به روش آبیاری قطره‌ای و تجمع املاح در پشته‌ها در دو طرف شیارهای خیس شده است. در روش آبیاری سطحی به دلیل بالا بودن میزان جریان در واحد عرض نوار، سرعت پیشروی زیاد بوده و سطح بیشتری از مزرعه آبیاری می‌شود. اگر چه در این روش، آب بیشتری استفاده می‌گردد، لیکن، میزان نفوذ عمقی در هر نوبت آبیاری زیاد بود و می‌توان گفت که آبشویی خاک در هر نوبت آبیاری انجام شده است. لذا در سطح نوار آبیاری، شوری خاک پایین بوده و تفاوت معنی‌داری با روش آبیاری قطره‌ای نداشته است. بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌ها و تجزیه و تحلیل انجام شده (جدول ۴)، شوری عصاره اشباع خاک در فواصل مختلف از درخت در روش‌های مختلف آبیاری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بدیهی است که سطح خیس شده به علت آبشویی خاک، دارای شوری خاک کمتری بوده و نمک در فواصل بین نوارهای آبیاری تجمع یافته است که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Buret et al., 2005; Zang et al., 2014; Kamrakji et al., 2016). نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) نشان داد که شوری خاک در فواصل مختلف از ردیف درختان بسیار متفاوت بوده و بین فواصل مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و هر فاصله در یک طبقه آماری قرار گرفت (جدول ۵).

علاوه بر میزان نفوذ عمقی آب آبیاری در سطح کرت و نزدیکی ردیف درختان، آبشویی سالیانه نیز باعث شد که شوری خاک در سطوح تحت آبیاری کاهش یابد. ولی میزان بارندگی اندک سالیانه نقش قابل ملاحظه‌ای در آبشویی فواصل ردیف درختان نداشت و میزان شوری در این فواصل افزایش یافت (شکل ۲).



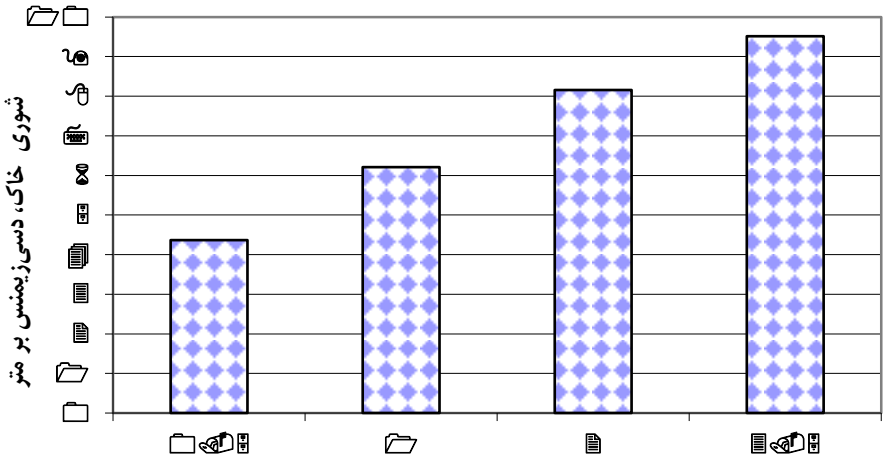
شکل ۱- میانگین شوری خاک در اعماق ۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری در روش‌های مختلف آبیاری باغ‌های پسته

جدول ٤- نتایج گروه بندی شوری خاک در روش‌های مختلف آبیاری

روش‌های مختلف آبیاری	شوری خاک، دسی‌زیمنس بر متر
آبیاری قطره‌ای	۶/۳[a]
آبیاری سطحی (نواری)	۶/۶[a]
آبیاری بابلر	۷/۷[b]

جدول ۵- نتایج گروه بندی شوری خاک در فواصل مختلف از ردیف درختان پسته

فواصل مختلف از ردیف درختان، متر	شوری خاک، دسی‌زیمنس بر متر
۰/۵	۴/۴[a]
۱	۶/۲ [b]
۲	۸/۲ [c]
۳/۵	۹/۵ [d]

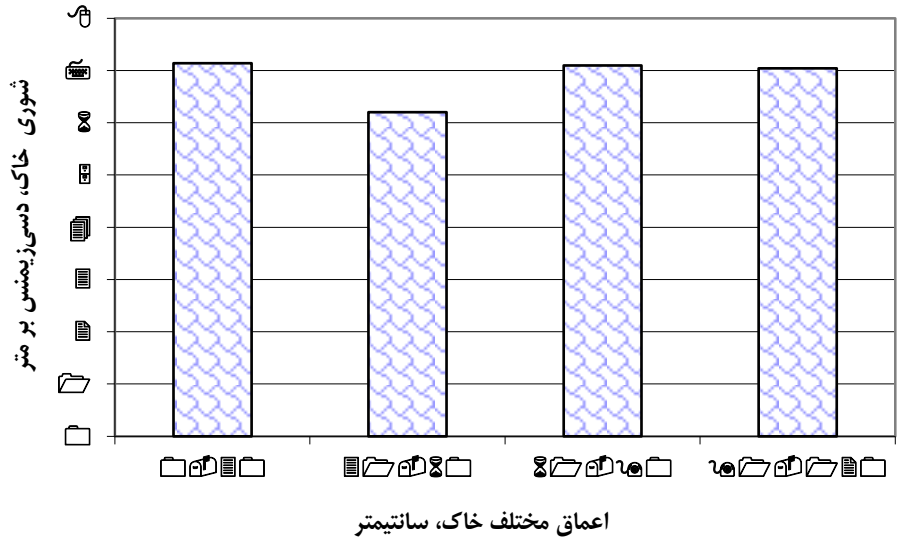


شکل ۲- شوری خاک در فواصل مختلف از ردیف درختان پسته

اگر چه فواصل ۰/۵ و ۱ متر از طرفین ردیف درختان در روش آبیاری سطحی نواری، آبیاری می‌شود، لیکن در روش آبیاری بابلر فقط دو شیار به فاصله ۵۰ سانتیمتر از طرفین ردیف درختان آبیاری می‌گردد. این مسئله باعث شده است که عرض نوار مرطوب شده ۱ تا ۱/۲ متر در اطراف درختان ایجاد شود. در روش آبیاری قطره‌ای نیز دو لوله آبده در طرفین ردیف درختان قرار گرفت که در سطح زمین دو نوار مرطوب به عرض ۶۰ تا ۷۵ سانتیمتر ایجاد کرد و تا حدودی اطراف درختان آبیاری می‌شود. بدیهی است که پیاز رطوبتی دو نوار مرطوب شده در عمق خاک همپوشانی داشته و یکدیگر را پوشش می‌دهند. این عوامل باعث شده است که شوری خاک در فواصل نزدیک درختان کاهش یابد که با نتایج تحقیقات چراغی و کریمی (۱۳۹۵) مطابقت دارد.

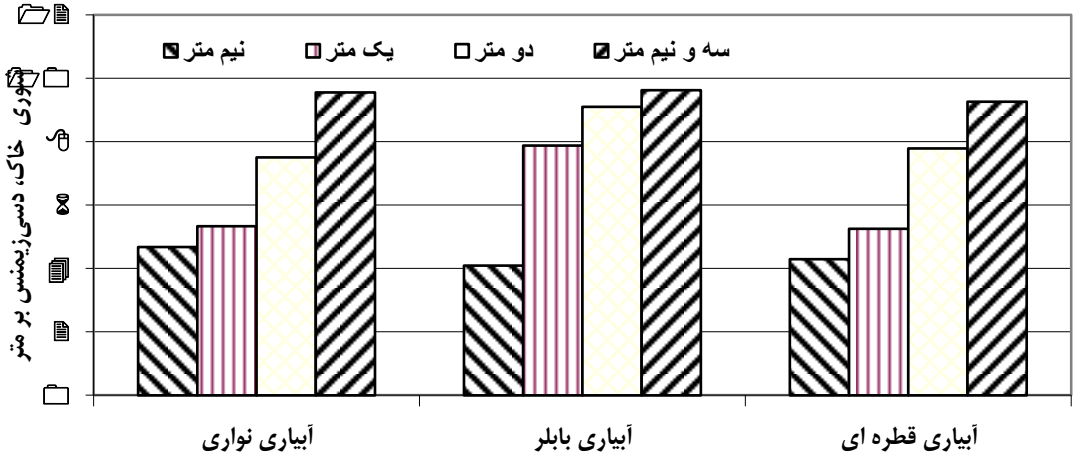
نتایج مقایسه میانگین‌ها در خصوص شوری درعمق‌های مختلف و روش‌های آبیاری مورد مطالعه بیانگر آن است که اختلاف معنی‌داری در عمق‌های مختلف وجود ندارد (جدول۳). علت عدم اختلاف معنی‌دار شوری خاک در عمق‌های مختلف را می‌توان به عدم آبیاری و آبشویی فواصل ردیف درختان (نواری به عرض ۴ تا ۵ متر) مرتبط دانست. به عبارت دیگر فاصله ردیف درختان پسته در کشت و صنعت آبشرین قم ۷ متر بود که از این فاصله فقط نواری به عرض ۲ تا ۳ متر آبیاری می‌شود که ۵۰ درصد محل‌های اندازه‌گیری شوری خاک در این فاصله قرار گرفته است. نتایج ارائه شده در شکل ۳ حاکی از آن است که مقدار شوری خاک در عمق ۶۰ سانتیمتری خاک اندکی نسبت به سایر عمق‌های خاک کاهش داشته است. این مقدار کاهش می‌تواند به علت کاهش تاثیر عمق آبشویی و حرکت معکوس املاح در سطح خاک باشد. به عبارت دیگر میزان آب آبشویی یا نفوذ عمقی فقط توانسته است املاح را تا عمق حدود ۶۰ سانتیمتری هدایت کند. لیکن پس از اتمام آبیاری و پایان یافتن جریان عمقی، در اثر پتانسیل تبخیر مسیر جریان آب تغییر یافته و تبخیر از سطح خاک موجب افزایش مجدد شوری در سطح خاک شده است. از طرف دیگر با توجه به عدم آبیاری و آبشویی فواصل بین کرت‌های آبیاری، جهت جریان در این فواصل به سمت بالا بوده و تبخیر از سطح خاک موجب تجمع شوری در لایه سطحی خاک شده است. زانگ و همکاران نیز نتایج مشابهی بدست آوردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد(Zang et al., 2014). با توجه به محدوده ریشه درختان پسته، شوری خاک در این فواصل نقشی در رشد درختان نداشته است، لیکن با بالا رفتن سن درختان و توسعه منطقه ریشه، امکان نفوذ ریشه به این منطقه وجود دارد لذا لازم است با انجام عملیات زراعی مناسب تمهیداتی برای آبشویی سالیانه در این فواصل ایجاد گردد.

همچنین نتایج تجزیه واریانس انجام شده (جدول ۴) مبین آن است که اثر متقابل روش‌های مختلف آبیاری در فواصل مختلف از ردیف درختان بر شوری خاک موثر بوده و این تغییرات با احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار است. این نتایج حاکی از آن است که روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی نواری نقش موثرتری در کاهش شوری خاک در فواصل نزدیک به ردیف درختان داشته‌اند. همانطوری که نتایج ارائه شده در شکل ۴ نشان می‌دهد در تمام روش‌های آبیاری شوری خاک در فاصله ۰/۵ متری از ردیف درختان در حدود ۴ دسی‌زیمنس بر متر است که با توجه به شوری آب آبیاری و آبشویی انجام شده در حد مناسبی است.



شکل ۳- شوری خاک در اعماق مختلف خاک باغ‌های پسته

با افزایش فاصله از ردیف درختان، شوری خاک در تمام روش‌های آبیاری افزایش یافته است، لیکن شدت افزایش در روش آبیاری بابلر بیش از روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی نواری بوده است. به نظر می‌رسد که به علت میزان دبی کم بابلرها، سرعت پیشروی آب در شیار پایین بوده و بیشتر جریان خروجی در نزدیکی بابلر نفوذ کرده و نتوانسته است سطح مورد نظر را کاملاً آبیاری نماید. از دیگر علل آبیاری غیر یکنواخت در این روش آبیاری می‌توان به مشکل بودن انجام عملیات مناسب زراعی از جمله شخم و ایجاد شیارهای مناسب اشاره کرد.



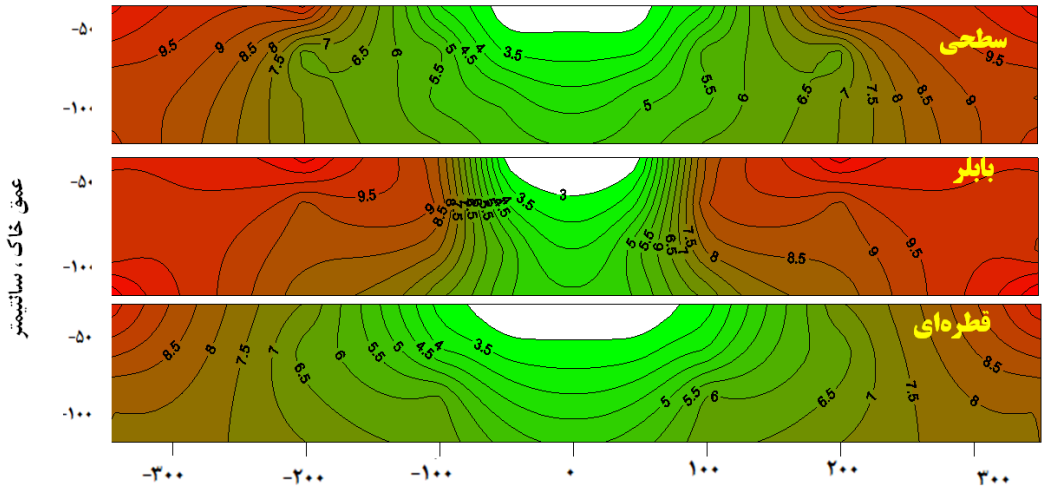
شکل ٤- توزیع شوری خاک در روش‌های مختلف آبیاری و فواصل مختلف از ردیف درختان

نتایج اندازه‌گیری‌ها و تجزیه و تحلیل نشان داده شده در جدول ۴ حاکی از آن است که اثرات متقابل روش‌های آبیاری، فواصل مختلف از ردیف درختان و اعماق مختلف خاک بر شوری خاک موثر بوده و این اثرات در سطح ۱٪ معنی دار است. با توجه به این که تفسیر اثرات

متقابل سه گانه بسیار پیچیده است در این پژوهش اثرات متقابل سه گانه در هر کدام از روش‌های آبیاری به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور نتایج اندازه‌گیری‌های شوری خاک در اعماق و فواصل مختلف از ردیف درختان با استفاده از نرم افزار Surfer ترسیم گردید. لازم به ذکر است که نتایج اندازه‌گیری برای یک طرف ردیف درختان انجام شده و برای طرف دیگر مشابه سازی شده است (شکل۵). همانطوری که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، شوری لایه سطحی خاک در محدوده خیس شده پایین است و در حاشیه محیط خیس شده به علت تجمع املاح در این منطقه افزایش یافته است که با نتایج سایر تحقیقات انجام شده مطابقت دارد (Buret et al., 2005; Zang et al., 2014; Kamrakji et al., 2016; Rafie and El-Boraie, 2017). شوری خاک در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی در محدوده بیشتری کاهش یافته است لیکن، شوری خاک در روش آبیاری بابلر محدوده کمتری را تحت تاثیر قرار داده است. با توجه به منحنی‌های هم شوری واضح است که روش آبیاری قطره‌ای در صورتی که به صورت سالیانه با روش آبیاری سطحی آبشویی شود، می‌تواند محدوده مناسبی را برای توسعه رشد ریشه‌ها فراهم نماید.

میزان آب آبیاری

میزان آب آبیاری یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی و تعیین برتری‌های نسبی روش‌ها و مدیریت آبیاری در مناطقی است که محدودیت آب آبیاری در مقایسه با سطح زیرکشت وجود دارد. در جدول(۶) میزان آب آبیاری بر حسب مترمکعب در هکتار برای روشهای مختلف آبیاری مورد مطالعه آورده شده است.



شکل ۵- منحنی‌های شوری خاک(dS/m) در روش‌های مختلف آبیاری، اعماق و فواصل مختلف از ردیف درختان

جدول٦- میانگین میزان آب کاربردی در روش‌های مختلف آبیاری

روش آبیاری	میزان آب کاربردی (مترمکعب در هکتار)	تعداد آبیاری
آبیاری سطحی (نواری)	۸۱۵۰	۶
آبیاری قطره‌ای	۵۰۶۰	۱۷
آبیاری بابلر	۶۳۹۰	۱۴

نتایج اندازه‌گیری‌ها حاکی از آن است که روش آبیاری قطره‌ای دارای کمترین میزان آب آبیاری بوده، لیکن بیشترین تعداد آبیاری را به خود اختصاص داده است. افزایش تعداد آبیاری‌ها و توزیع مناسب آب در سطح خیس شده موجب شده است که نمک‌های موجود در خاک به توانند در آب موجود در خاک حل شوند و به صورت نفوذ عمقی از لایه سطحی خاک خارج شوند (شکل ۵). متوسط میزان رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری نشان داد که پروفیل رطوبت خاک بعد از آبیاری نسبت به روش آبیاری بابلر یکنواخت‌تر است. به نظر می‌رسد که بیشتر بودن مدت زمان آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری بابلر و توزیع یکنواخت‌تر آب آبیاری علت اصلی این یکنواختی است. میزان رطوبت خاک قبل از انجام آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای بیشتر از روش‌های آبیاری سطحی و بابلر بود. علت

این امر را می‌توان به فواصل کمتر آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی و بابلر دانست. اگر چه تعداد آبیاری‌ها در روش آبیاری قطره‌ای و بابلر تفاوت چشمگیری نداشت، لیکن توزیع غیریکنواخت آب در روش آبیاری بابلر(انجام آبیاری در شیارهایی در اطراف درخت) می‌تواند موجب غیریکنواختی توزیع رطوبت در خاک شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در شرایط موجود، آبیاری بخش قابل توجهی از باغات پسته کشور بصورت آبیاری سطحی سنتی صورت می‌گیرد لیکن، باکمبود منابع آب، استفاده از روش‌های آبیاری با بازدهی بالاتر اجتناب ناپذیر است. نتایج این تحقیق نشان داده است که روش آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌های مناسب آبیاری باغات پسته در خاک‌های با بافت متوسط (لوم رسی شنی) است و در صورتی که بدرستی طراحی، اجرا و بهره‌برداری شود، جایگزین مناسبی برای روش آبیاری سطحی مرسوم (آبیاری سطحی نواری) خواهد بود. در این روش آبیاری با در نظر گرفتن میزان آب آبشویی سالیانه خاک می‌توان حدود ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار در حجم آب آبیاری صرفه‌جویی کرد. با توجه به سطح ۵۰۰ هکتاری باغ‌های پسته در این کشت و صنعت، حجم صرفه‌جویی آب آبیاری حدود ۱/۵ میلیون متر مکعب می‌رسد که با توجه به کمبود آب در این منطقه رقم قابل ملاحظه‌ای است. بدیهی است که در این منطقه که آب آبیاری از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و بارش موثر سالیانه برای آبشویی خاک کافی نمی‌باشد، برای حفظ و پایداری خاک، باید سالیانه آبشویی خاک به روش آبیاری سطحی انجام شود.

قدردانی

بدین وسیله از مدیریت محترم شرکت کشت و صنعت آبشرین قم که در کلیه مراحل اجرای پروژه و اندازه‌گیری‌های مربوطه با مجری پروژه همکاری بسیار خوب و صمیمانه‌ای داشتند، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

ابریشمی، م. ح. ۱۳۷۳.پسته ایران (شناخت تاریخی) مرکز نشر دانشگاهی

اسلامی، ا. و نقوی، ه. ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از آب با کیفیت نامتعارف در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در کانال کود باغات پسته. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۷۵ صفحه.

اسلامی، ا.، شاکر، م. و جوکار، ا. ۱۴۰۱. تاثیر مدیریت آبیاری در شرایط باغدار بر بهره‌وری آب آبیاری درختان پسته. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. ۱۰(۱): ۱-۱۴.

اسماعیلی، ش.، چراغی، س. ع. م.، مصطفوی، م. ح. و طباطبایی، س. ض. ۱۳۹۱. مقایسه روش‌های آبیاری سطحی در باغات پسته شمال اردکان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد. ۴۹ صفحه.

آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۲ (جلد سوم، محصولات باغی، قارچ و گلخانه‌ای). مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. ۴۰۱ صفحه.

چراغی، س. ع. م.، دهقانی‌سانیج، ح.، عنایتی، ک. و شجری، ش. ۱۳۹۹. تأثیر استفاده دراز مدت از آب شور بر شوری خاک در سامانه آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه: باغ‌های پسته دشت سروستان- استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴(۱). ۲۴-۳۸.

چراغی، س. ع. م. و کریمی، م. ۱۳۹۵. تبیین رابطه شوری آب آبیاری و خاک. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. ۳(۱). ۱-۸.

سجادی، م.، زین‌الدینی، ع. و محمودی، ش. ۱۳۹۱. تاثیر کیفیت آب آبیاری بر خصوصیات خاک و عملکرد پسته در دشت رباط شهربابک. مجله مهندسی آبیاری و آب. ۲(۳): ۳۶- ۴۵.

-صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج. و محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۹۱ . مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته .نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۳) :۵۷۵-۵۸۵.

عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره وری مصرف آب. دستاورد پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ناشر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۶۸ صفحه.

گنجی خرم‌دل، ن. و کیخایی، ف. ۱۳۹۵. مقایسه تغییرات رشد و عملکرد محصول درختان بارور پسته در گذار از آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای در ساوه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰(۱): ۳۹- ۴۹.

محمدی محمدآبادی، ا.، حسینی فرد، س. ج.، و صداقتی، ن، .۱۳۸۷ . اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی بر درختان بارور پسته در کرمان .علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۴۳): ۲۹-۴۵.

موسوی فضل، س.ح.، رحیمیان، م. ح.، کوهی، ن.، ریاحی، ح.،

کرامتی، م.، عباسی، ف. و باغانی، ج. ۱۳۹۹. ارزیابی حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در کانون‌های اصلی تولید پسته کشور (استان‌های کرمان، خراسان رضوی، یزد و سمنان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴(۶): ۲۲۴۴-۲۲۵۶.

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: 159-181.

Bagheri R., Khorasaninejad S., Fathi G., and Gholizadeh A. 2019. Effect of irrigation with saline water on growth, yield and quality of pistachio (Pistacia Vera L.) cultivars. Scientia Horticulturae, 246, 138-143.

Burt, C.M., and Isbell, B. 2005. Leaching of accumulated soil salinity under drip irrigation, ASAE. 48(6): 2115−2121.

Bwambale, E., Abagalea, F. K. and Anornud, G. K. 2022. Smart irrigation monitoring and control strategies for improving water use efficiency in precision agriculture: A review. Agric. Water Man. 260: 107324. DOI: 10.1016/j.agwat.2021.107324.

FAO. The State of Food and Agriculture 2021. Overcoming Water Challenges in Agriculture; FAO: Rome, Italy, 2021.

Gholami M., Khorasaninejad S., and Fotuhi K. 2015. Effects of irrigation with saline water on yield and quality of pistachio (Pistacia Vera L.) cultivars. Agricultural Water Management. 148: 194-200.

ICID. Annual Report 2019–20. Agricultural Water Management for Sustainable Rural Development; Word Irrigated Area, Sprinkler and Micro Irrigated Area: New Delhi, India, 2020. Available online: https://icid-ciid.org/publication/info/33.

Kamrakji, S.S., Amer, A.-W.M., El-Didy, S.M., and Tawfik, A.M., 2016. Salt accumulation in irrigated loamy soil; Lower Euphrates Valley, Syria. Water Science 30(1): 1-9.

Perry, C. J. and Steduto, P. 2017. Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence. FAO, Cairo.

Rafie, R.M. and El-Boraie, F.M. 2017. Effect of Drip Irrigation System on Moisture and Salt Distribution Patterns under North Sinai Conditions. Egyptian Journal of Soil Science 57, No. 3

Zang, Z., Hongchang, H., Fuqiang, T., Heping, H., Xinhua, Y., and Ruisen, Z. 2014. Soil salt distribution under mulched drip irrigation in an arid area of northwestern China. Journal of Arid Environments. 104, 23-33.

Zhang, T., Zou, Y., Kisekka, I., Biswas, A. and Cai, H. 2021. Comparison of different irrigation methods to synergistically improve maize's yield, water productivity and economic benefits in an arid irrigation area. Agricultural Water Management. 243, 106497.

Zhangzhong, L.L., Yang, P.L., Zheng, W.G. and Li, Y.K. 2022. Effects of water salinity on emitter clogging in surface drip irrigation systems. Irrigation Science. 39: 209–222.

Zhou, B. 2013. Characteristics, Evalution and Mechanism of Bio-Clogging Process in Drip Irrigation Emitters. Ph.D. Thesis, China Agricultural University, Beijing, China.

Zhou, X., Zhang, Y., Sheng, Z., Manevski, K.; Andersen, M.N.; Han, S.; Li, H. and Yang, Y. 2021. Did water-saving irrigation protect water resources over the past 40 years? A global analysis based on water accounting framework. Agric. Water. Manag. 249, 106793..

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.1, Vol. 18, Apr.-May. 2024, p. 103-114

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۸، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۳، ص. ۱۱۴-۱۰۳

Investigation of Salinity Distribution in the Root Zone of Pistachio Trees in Surface, Bubbler and Drip irrigation Methods

M. Akbari[1*], M. M. Ghasemi[2]

Recived: Dec.26, 2023 Accepted: Jan.14, 2023

Abstract

The objective of this research was to investigate the effects of surface, bubbler and drip irrigation methods on salinity distribution around pistachio trees under gardener management in a soil with sandy clay loam texture. For this purpose, an experiment in the form of split split plots with three treatments of irrigation methods in the main plot, the distance from the row of trees at four levels (0.5, 1, 2 and 3.5 meters) in the sub-plot and the depth of soil at four levels (0 to 30, 30 to 60, 60 to 90 and 90 to 120 cm) in the sub-sub plot in three replications was done. Then applied water and soil salinity during two crop years were measured. According to the results, the amount of applied water in border, drip and bubbler irrigation was 8150, 5060 and 6390 m3c/ha, respectively. The effect of irrigation methods and distances from trees on soil salinity was significant at 1% level and showed that drip irrigation is superior to other methods. Salt distribution at different distances from the trees row also showed a significant difference. Solutes accumulation under drip irrigation has started in surface layer at the edge of the wet environment and at a distance of 70 to 80 cm from the row of trees. Accordingly, the drip irrigation is one of the suitable irrigation methods for pistachio gardens, under properly designed, implemented and operated and soil sustainability consideration, and it is a suitable alternative to the conventional surface irrigation. In drip irrigation, the amount of irrigation water was 38% less than the surface irrigation. It is obvious that in the areas where the irrigation water is not a good quality and the effective annual rainfall unable to leaching the soil, the soil should be leaching annually using the surface irrigation method.

Keywords: Irrigation system, Pistachio, Qom, Salinity

1 - Associated Prof., Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
2 - Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
(*-Corresponding author: akbari_m43@yahoo.com)