نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۸، مرداد - شهریور ۱۴۰۳، ص. ۳۷۶-۳۶۳

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.3, Vol. 18, Aug.-Sep. 2024, p. 363-376

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی کاربرد مالچ برای مدیریت توزیع نمک در آبیاری قطره‌ای سطحی درختان پسته با آب شور

مهرداد حسن‌نیا[۱]، بیژن نظری[۲*]، عباس کاویانی[۲]، عباس ستوده نیا[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۷

چکیده

هدف از انجام این مطالعه مدیریت تجمع نمک در آبیاری قطره‌ای بر پایه نگرش زهکشی خشک و با استفاده از مالچ بوده است. در یک ردیف از درختان، پوشش مالچ اجرا گردید و توزیع رطوبت و شوری با ردیف دیگر که بدون مالچ بوده است مقایسه شد. آبیاری هر دو حالت طبق برنامه کشاورز انجام شد. به منظور تعیین هدایت‌الکتریکی ۴۱۱ نمونه از پروفیل خاک برداشت شد. نتایج نشان داد که تحت کاربرد مالچ رطوبت افزایش و نمک به خارج محدوده ریشه حرکت می‌کند. میانگین کل مقدار شوری، انتهای فصل آبیاری در شاهد ۸/۲۱٪ افزایش و در روش مالچ ۷/۴۲٪ کاهش یافت. همچنین ضریب یکنواختی توزیع شوری در هر دو روش تغییر چندانی پیدا نکرد (۷۰/۹۲-۷۳/۱۱). میانگین رطوبت زیر پوشش مالچ ۱۲ درصد بیشتر از شاهد بود. بین اعمال پوشش مالچ و مشاهده عکس‌العمل حرکت املاح فاصله زمانی وجود داشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کاربرد مالچ با سامانه آبیاری قطره‌ای (بدون اعمال آب اضافی) می‌تواند به‌عنوان یک روش مدیریت توزیع نمک در باغاتی که با تجمع شوری مواجه هستند، استفاده گردد. در این روش لازم است که شوری خاک به‌صورت دوره‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد و در صورت نیاز در فصول پرآبی آبشویی سنگین انجام شود.

واژه‌های کلیدی: آب شور، بهره‌وری آبیاری، رطوبت خاک، زهکشی، مدیریت شوری

مقدمه

موضوع شوری خاک (تجمع املاح در خاک) به‌عنوان یک تهدید بزرگ و عامل محدودکننده برای تولید پایدار محصول کشاورزی در سراسر جهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک معرفی شده است (Li and Kang, 2020). در سطح زمین، حدود ۸۳۰ میلیون هکتار زمین (حدود ۷ درصد از سطح زمین) در معرض شور شدن هستند (Rashid et al., 2023). پس از تبخیر رطوبت خاک حتی اگر آب بهترین کیفیت را نیز داشته باشد، علاوه بر اتلاف آب، خطر شور شدن خاک را نیز به همراه خواهد داشت (کریمی و همکاران، ۱۳۹۷). در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌توان به‌وسیله مالچ از تبخیر جلوگیری نمود و آب را در اختیار گیاه قرار داد (جوانشاه، ۱۳۹۵). آبیاری قطره‌ای به همراه مالچ یک فناوری آبیاری صرفه‌جو در مصرف آب است که می‌تواند تبخیر را کاهش دهد، کارایی مصرف آب را بهبود بخشد و آب را در مناطق بسیار خشک حفظ کند، در نتیجه نیاز آبیاری را کاهش و از اختلالات فیزیولوژیکی مربوط به آب و عناصر غذایی جلوگیری می‌کند (اسلامی و فرزام‌نیا، ۱۳۸۸; رحمانی و همکاران، ۱۴۰۲). افزایش بازده آب مصرفی، حذف قابل‌توجه تبخیر، بهبود شرایط حرارتی، کنترل علف‌های هرز، کاهش نیروی کار و استفاده خودکار از کود همزمان با آبیاری از مزایای این روش است (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۴; Zhang et al., 2014).

در سیستم آبیاری قطره‌ای پیاز رطوبتی به شکل کره ناقص می‌باشد، توزیع و تجمع املاح در نزدیکی سطح خاک بیشتر می‌باشد و با فاصله گرفتن از قطره‌چکان‌ها افزایش می‌یابد (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۲). شور شدن خاک یکی از مهم‌ترین تهدیدات در درختان میوه است، زیرا محصولات باغی جزء محصولات حساس به شوری هستند (FAO, 1985). همچنین شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های زیستی است که بهره‌وری محصولات کشاورزی را محدود می‌کند و با تغییر جذب آب باعث ایجاد تنش در گیاهان می‌شود (Cui et al., 2017).

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۳- استاد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: b.nazari@eng.ikiu.ac.ir)

بر اساس استاندارد فائو ۲۹ سطح تحمل درختان پسته به شوری آب آبیاری پسته و شوری خاک به ترتیب برابر با ۱/۱ و ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (دهقانی سانیج و همکاران، ۱۳۹۸).

در دو دهه گذشته رویکرد جامع و فراگیرتری توسعه‌یافته است که زهکشی را تنها یکی از عناصر اصلی یک طرح مدیریت یکپارچه و جامع آب می‌داند (Parsinejad and Akram, 2018). در مفهوم زهکشی خشک بیان شده اگر منطقه کشت نشده به‌اندازه کافی بزرگ باشد و تبخیر به‌اندازه کافی سریع انجام شود، می‌توان تعادل لازم را بدون زهکشی مصنوعی حاصل کرد (دوستی و همکاران، ۱۳۹۳). در یک منطقه معین، اگر جریان ورودی با جریان خروجی تعادل داشته باشد، آنگاه تراز نمک پایدار خواهد بود. نمک وارد شده به خاک در طول آبیاری با آب لب‌شور می‌تواند به‌طور مؤثری توسط مالچ منتقل گردد بنابراین، آبیاری به همراه استفاده از مالچ پایدارتر از سایر تکنیک‌های آبیاری با آب لب‌شور است. زهکشی خشک به حجم آب مصرفی بسیار حساس است و فقط در جایی مقرون‌به‌صرفه است که آب کمیاب و زمین زیاد باشد (Akram et al., 2008).

صداقتی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از مالچ پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای در درختان پسته بهره‌وری مصرف آب را ۳۶ تا ۱۰۰ درصد و رطوبت خاک را تا ۱۲ درصد افزایش دادند. همچنین استفاده از مالچ پلاستیکی باعث کاهش میانگین شوری از ۲۰/۴ تا ۲۷/۷ درصد می‌شود. اسلامی و فرزام نیا (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که کاربرد مالچ پلاستیکی در مقایسه با مالچ کاه، شن و شخم در باغ‌های پسته می‌تواند باعث افزایش معنی‌دار ذخیره رطوبت خاک گردد و در حدود ۸ درصد رطوبت را بیشتر از تیمار شاهد حفظ نماید. زانگ طی یک مطالعه چهار ساله اثر استفاده از مالچ بر روی تولید پسته را بررسی نمود و گزارش داد که مالچ می‌تواند عملکرد را افزایش دهد. همچنین کاربرد مالچ با فرض اینکه مالچ را می‌توان به مدت سه سال استفاده کرد اقتصادی می‌باشد (Zhang, 2011). جوانشاه (۱۳۹۵) با بررسی کاربرد مالچ پلاستیکی بر رشد و عملکرد درختان پسته نشان داد مالچ پلاستیکی می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش خشکی در پسته را تعدیل کند و مقاومت بیشتری به خشکی داشته باشد. ناماگی و همکاران تأثیر انواع مالچ‌های آلی و غیر آلی بر دما و رطوبت خاک در پسته را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد مقدار رطوبت مالچ نسبت به شاهد ۶۵ درصد افزایش یافت (Namaghi et al., 2018).

نتایج دوستی و همکاران (۱۳۹۳) بر روی زهکش خشک نشان داد که در قسمت نکاشت مقدار شوری به‌تدریج افزایش و در قسمت آبیاری شوری کاهش یافت. آن‌ها نسب نوار ۵۰ درصد کاشت به ۵۰ درصد نکاشت را توصیه نموده‌اند. سلطانی و همکاران دریافتند شوری خاک در قسمت کاشت از سطح خاک به عمق افزایش می‌یابد و نمک خاک از قسمت کاشت به نکاشت حرکت می‌کند. همچنین افزایش نسبت عرض کاشت به نکاشت باعث افزایش شوری خاک منطقه ریشه و عدم ثبات غلظت شوری شد (Soltani et al., 2017).

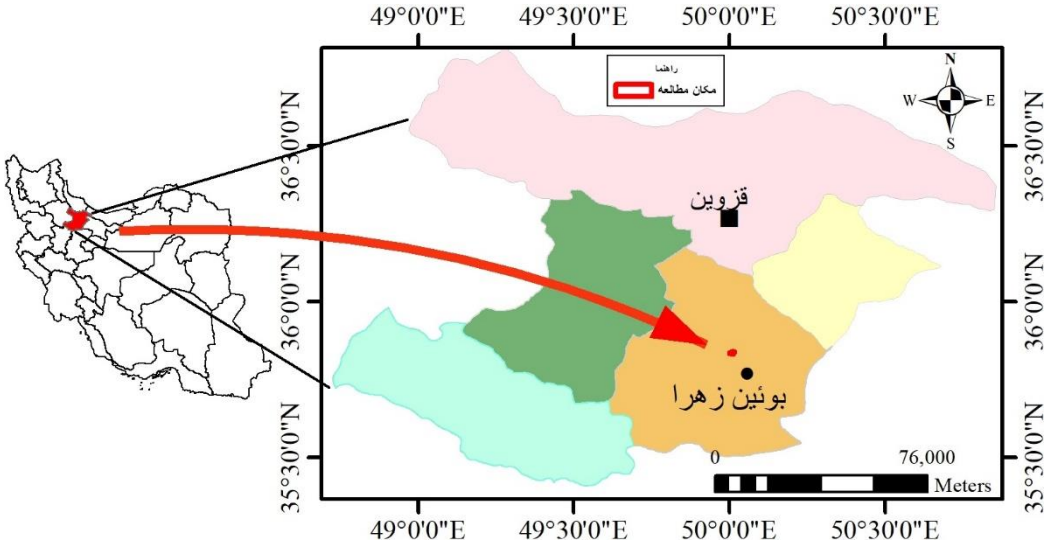
با توجه به مطالعات انجام شده لازم است که تجمع املاح در آبیاری قطره‌ای به‌صورت منظم پایش و روش‌های کاهش شوری و مدیریت تعادل املاح بررسی شود. طبق بررسی‌های صورت گرفته یکی از روش‌هایی که می‌تواند استفاده گردد زهکشی خشک و یا مالچ می‌باشد که تاکنون در باغ‌های پسته در سطح استان قزوین اجرا نشده است. فلذا در این پژوهش تغییرات شوری در یک فصل آبیاری در باغ پسته‌ای که سال‌ها دارای سیستم آبیاری قطره‌ای بود پایش شد و پتانسیل استفاده از ترکیب مالچ و سیستم آبیاری قطره‌ای برای مدیریت تجمع نمک محیط ریشه درختان پسته در آبیاری قطره‌ای با آب لب‌شور بر اساس نگرش زهکشی خشک بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در روستای مشکین‌تپه، شهرستان بویین‌زهرا در استان قزوین انجام گردید. مکان مورد مطالعه در داخل باغ پسته (رقم قزوینی) متعلق به مجتمع کشاورزی و دام‌پروری ماهدشت در محدوده طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۰ دقیقه و ۴۲/۹۸ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲/۹۷ ثانیه شمالی قرار دارد (شکل ۱) (جدول ۱). در باغ مورد پژوهش سیستم آبیاری قطره‌ای با آب لب‌شور به مدت ۱۸ سال نصب شده بود. در جدول (۱) اطلاعات مربوط به سیستم آبیاری و مزرعه مورد مطالعه ارائه شده است.

آب و هوای منطقه بویین‌زهرا استپی محلی و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه به ۲۸۵ میلی‌متر می‌رسد (حسن‌نیا و همکاران، ۱۴۰۳). داده‌های بارش و تشت تبخیر کلاس A از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بویین‌زهرا دریافت شد. مقادیر تشت تبخیر با استفاده از حاصل‌ضرب ضرایب تشت به‌دست‌آمده از مطالعه ابراهیمی پاک و همکاران (۱۳۹۷) در تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_O) به‌دست آمد. آب موردنیاز برای آبیاری به‌وسیله چاه از آب زیرزمینی تأمین می‌گشت. EC آب چاه در ابتدای کاشت درختان (سال ۱۳۷۶) حدود ۱/۹۲ ds/m و در زمان انجام تحقیق حدود ۲/۶۸ ds/m بود. سیستم آبیاری قطره‌ای در باغ پسته مورد مطالعه توسط کشاورز به‌صورت یک ردیفه نصب گردیده بود و پس از گذشت هر ۲ یا ۳ دور آبیاری لترال توسط کارگران به‌صورت دستی به سمت دیگر (مخالف) ردیف درختان منتقل می‌شد.



شکل ۱- موقعیت مکان مورد مطالعه

جدول ۱- اطلاعات سیستم آبیاری و مزرعه مورد مطالعه

محصول:	سال کاشت درخت‌ها:	سیستم آبیاری:	سال احداث سیستم آبیاری:
پسته	۱۳۷۶	قطره‌ای	۱۳۷۸
مساحت مزرعه:	طرح کشت:	آرایش سیستم:	فاصله قطره‌چکان‌ها:
۷۲هکتار	مثلثی	خطی ۲ ردیفه	۱ متر
فاصله ردیف‌ها:	دور آبیاری:	ساعت آبیاری:	دبی اسمی قطره‌چکان‌ها:
۶ متر	۱۰ تا ۱۴ روز	۴۸ ساعت	۴ لیتر بر ساعتinline
فاصله درخت‌ها:	شیب مزرعه:	منبع تأمین آب:	فاصله لترال از درخت‌ها:
۲ متر	۲٪	چاه	۱ متر

جدول ۲- لایه بندی و بافت خاک محل نمونه‌برداری

شماره لایه خاک	عمق(cm)	بافت خاک	درصد رس	دانسیته ظاهری خاک خشک(g/cm^{-3})
۱	۵۰-۰	Loam fine Sandy	۹	۱/۶۵
۲	۸۵-۵۰	Fine Sand	۲/۵	۱/۴۸
۳	۱۲۰-۸۵	Loam fine Sandy	۶	۱/۵۷

روش نمونه‌برداری و آزمایش شوری خاک

تمام نمونه‌های مورد استفاده در این مطالعه از پروفیل خاک مزرعه که از ۳ لایه تشکیل شده بود به‌وسیله نمونه‌بردار دستی (اوگر) از اعماق ۵۰-۰، ۸۵-۵۰ و ۱۲۰-۸۵ به فاصله هر ۲۰ سانتی‌متر از سطح خاک برداشت گردید که اطلاعات آن در جدول (۲) ذکر گردیده است.

در محل بین درخت‌ها و بعضی عمق‌ها به دلیل سفتی خاک نمونه برداشت نگردید. بافت خاک به‌وسیله روش الک کردن با دستگاه لرزاننده (shaker) و هیدرومتری (Day, 1982) تعیین گردید. میزان رطوبت هر نمونه به‌وسیله ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید. هر نمونه درون آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک و از الک ۲ میلی‌متر (#۱۰) عبور داده و تا زمان آزمایش درکیسه پلاستیکی ذخیره شد. برای تبدیل رطوبت جرمی به حجمی از رابطه (۱) استفاده گردید:

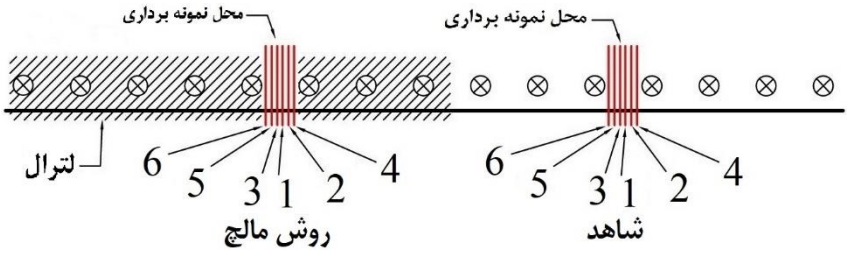
$$\theta_v = \frac{M_w}{M_s} \times \rho_b \qquad (۱)$$

در رابطه بالا: θ_v رطوبت حجمی، M_w جرم آب، M_s جرم خاک خشک و ρ_b دانسیته ظاهری خاک خشک می‌باشد. مقدار دانسیته ظاهری خاک خشک برای هر لایه (جدول ۲) از طریق انجام آزمایش سند باتل (sand bottle) انجام گردید. در این پژوهش در مجموع ۴۱۱ نمونه خاک از پروفیل‌های عرضی برداشت شد. تعداد زیاد نمونه‌های خاک تا حدی می‌تواند بر تغییرات شوری در خاک غلبه یابد و ارزیابی دقیق‌تری از توزیع شوری در پروفیل خاک ارائه دهد.

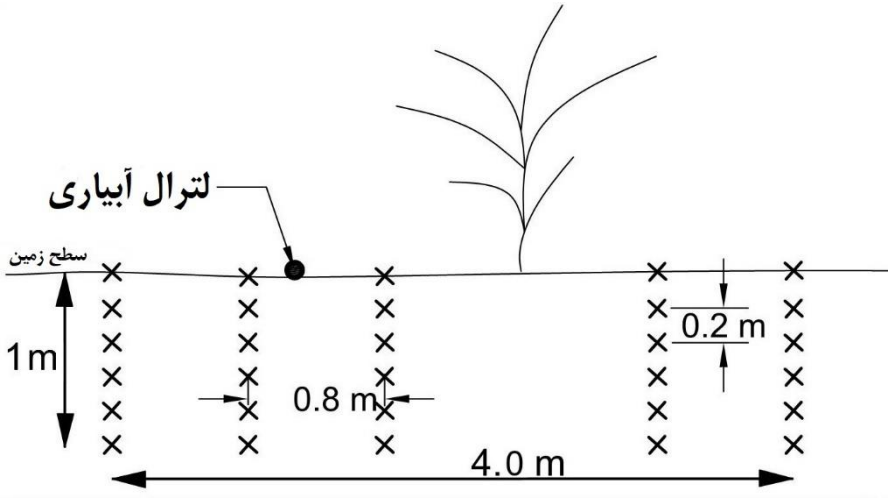
همچنین برای تعیین روابط بین EC_e و $EC_{1:5}$ و کالیبراسیون روش تعیین هدایت الکتریکی از مقاله حسن‌نیا و همکاران استفاده گردید (Hassannia et al., 2020). $EC_{1:5}$ هر نمونه از روش بهم‌زدن با دست تهیه گردید. سوسپانسیون آب‌خاک در روش محلول ۱:۵ با اضافه کردن ۵۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر به ۱۰۰ گرم خاک خشک برای روش بهم‌زدن با دست تهیه گردید و بهم‌زدن نمونه‌ها با استفاده از یک میله شیشه‌ای به مدت ۱۰ ثانیه و ۳ بار تکرار در کل ۲۴ ساعت انجام و بعد از گذشت ۸ ساعت از آخرین بهم‌زدن آنالیز شدند. همچنین در $EC_{1:5}$<0.4 dS/m نمونه‌ها باید به مدت ۲۴ ساعت نگه‌داری شوند تا از تبادل کاتیونی ۹۵٪ الی ۹۸٪ مطمئن شد (He et al., 2015). در این مطالعه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند تا از تبادل کاتیونی مطمئن شویم. در نمونه‌های ۱:۵ مقداری از محلول را از بالای ظرف برداشته و از کاغذ فیلتر شماره ۴۱ واتمن اشلس (بدون خاکستر) سایز ۱۲/۵ با تخلخل ۲۰ میکرون (#۱) (ساخت انگلستان) عبور داده و داخل ظرف شیشه‌ای منتقل گردید. برای نمونه‌های گل اشباع پس از ریختن داخل قیف بوخنر به‌وسیله پمپ خلأ، عصاره از همان نوع کاغذ صافی عبور و داخل ظرف شیشه‌ای منتقل شد. یک قطره سدیم هگزا فسفات (6(PO3)Na) ۰/۱٪ برای جلوگیری از رسوب کربنات کلسیم به عصاره اضافه و هدایت الکتریکی هر عصاره با استفاده از دستگاه شوری سنج (Conductivity Starter 3000C OHAUS.co) تعیین گردید. همه روش‌ها و خواندن داده‌های شوری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام گردید.

طرح آزمایش آبشویی

در این آزمایش برای دستیابی به بهره‌وری بالای آبشویی از مالچ پلاستیکی استفاده گردید که آب موردنیاز برای آبشویی همان آب آبیاری درختان می‌باشد. این مسئله از این جهت مهم است که انجام آبشویی نیاز به عمق زیادی از آب دارد. لازم به ذکر است در باغ مورد مطالعه سیستم زهکشی عمقی لوله‌ای و یا سیستم‌های زهکشی سطحی وجود نداشته است و به همین دلیل مشکل تجمع نمک در محدوده توسعه ریشه باغات موجب نگرانی شده بود. پژوهش حاضر به عبارتی طراحی سامانه زهکشی خشک که انتقال نمک از محدوده توسعه ریشه به محدوده خارج از محدوده توسعه ریشه را در نظر می‌گیرد طراحی شده است. زمان آزمایش از ابتدای رشد درختان تا شروع برگ‌ریزی را شامل می‌شد. برای اطلاع از وضعیت پروفیل شوری و رطوبت خاک در آغاز فصل آبیاری، اولین نمونه‌برداری بعد از آخرین بارندگی (برای حذف اثر بارندگی) انجام شد. برای اجرای روش‌های آبشویی ۱ ردیف شامل ۱۵ اصله درخت انتخاب شد. پس از اولین نمونه‌برداری و برداشت نمونه‌ها از پروفیل خاک اقدام به کشیدن پوشش مالچ بر روی خاک و لترال آبیاری در ۸ درخت نخست گردید (شکل ۵-الف) و مابقی درختان به‌عنوان شاهد با همان سیستم قبلی به کار خود ادامه دادند (شکل۲). سپس بعد از آغاز فصل آبیاری برای مشاهده تغییرات شوری ماهیانه از روش‌های مالچ و شاهد نمونه‌برداری و تجزیه‌وتحلیل انجام گردید. نمونه‌های خاک برای تعیین وجود تجمع شوری و الگوهای توزیع شوری در میان ردیف درختان جمع‌آوری شدند. در طول فصل آبیاری۶ بار نمونه‌برداری (جدول ۳) انجام شد و سپس در آزمایشگاه برای تعیین مقدار شوری، آزمایش تعیین هدایت الکتریکی بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. محل نمونه‌برداری در وسط هر یک از قسمت‌های مالچ و شاهد قرار داشت و پروفیل‌ها به ترتیب در چپ و راست پروفیل اول و با فاصله ۰/۲ متر از هم برداشت گردیدند. مکان و شبکه نمونه‌های گرفته‌شده در شکل ۲ و ۳ نمایش داده شده است. در این مطالعه فقط از خواص مالچ و آبیاری معمول مزرعه (تاریخ‌های آبیاری در جدول۳ نمایش داده شده است) جهت خارج کردن املاح از محیط ریشه استفاده شد و هیچ‌گونه آب اضافی جهت آبشویی به کار نرفت. برای توصیف یکنواختی آبشویی و توزیع یکنواخت شوری نهایی در محدوده آبشویی ریشه درختان، از ضریب یکنواختی توزیع شوری استفاده شد. درصد تغییرات شوری و ضریب یکنواختی توزیع شوری برای مقایسه میانگین شوری باقی‌مانده در محدوده آبشویی نسبت به نمونه‌برداری قبلی در جدول۴ محاسبه شد. جهت محاسبه درصد تغییر شوری و ضریب یکنواختی توزیع شوری از داده‌های شوری منطقه تحت پوشش مالچ و معادل همان منطقه در شاهد که شامل ۱۸ داده در هر نمونه‌برداری می‌شود استفاده شد.



شکل۲- محل جمع‌آوری نمونه‌ها در روش مالچ و شاهد



شکل۳- نقاط برداشت نمونه‌ها از پروفیل‌ها در ردیف‌های مورد آزمایش

روش‌های آماری

برای رسم نمودارهای پروفیل شوری و رطوبت از نرم‌افزار (Golden Software Surfer 16.5) و برای رسم جداول از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید. همچنین برای بررسی یکنواختی آبشویی و توزیع یکنواخت شوری در محیط ریشه درختان ضریب یکنواختی توزیع شوری از رابطه (۲) محاسبه گردید (Wilcox and Swails, 1947):

$$UC = (1 - \frac{S}{\bar{X}}) \times 100 \qquad (۲)$$

در رابطه بالا: UC ضریب یکنواختی توزیع شوری، S انحراف معیار، $\bar{X}$ میانگین مقادیر شوری نهایی پروفیل خاک می‌باشد. هرچه عدد ضریب یکنواختی بالاتر و نزدیک به ۱۰۰ باشد نشان‌دهنده یکنواختی بهتر آبشویی انجام شده می‌باشد (Wilcox and Swails, 1947).

نتایج و بحث:

الف) اثر مالچ بر توزیع املاح

نتایج نشان داد که تبخیر و تعرق و میزان آبیاری در طی فصل آبیاری برای روش مالچ و شاهد برابر بودند (جدول۳). فرض بر این بود که آب آبیاری موجب افزایش پتانسیل رطوبتی در زیر مالچ شده و وجود پتانسیل تبخیری بیشتر، باعث حرکت و جابجایی املاح به قسمت بدون مالچ می‌شود (زهکشی خشک). در شکل۴ پروفیل‌های شوری نمونه‌برداری شده از روش مالچ و شاهد ارائه شده است. در اولین نمونه‌برداری (بدون انجام هیچ‌گونه تغییراتی) از روش مالچ و شاهد (شکل۴ پروفیل a و b) در قسمت‌هایی از سطح و عمق خاک تجمع نمک مشاهده می‌شود. بیشترین میزان تجمع در عمق ۱۰۰-۷۰ سانتی‌متر رخ داده است، ولی به‌طورکلی توزیع شوری الگوی خاصی ندارد. این حالت توزیع املاح می‌تواند به علت جابجایی محل لترال توسط کشاورز بعد از هر ۲ یا ۳ دور آبیاری باشد که باعث شده تجمع املاح به‌صورت ناهمگون صورت پذیرد. در پروفیل‌های شاهد (b, d, f, h, j, l) مشاهده می‌شود در پایان فصل آبیاری میزان املاح خاک افزایش یافته است که با مشاهدات برت و ایزیبل تطبیق دارد (Burt and Isbell, 2005). با توجه به میزان بارش (۰/۵۲۲ cm) و آب آبیاری (۱۰۰/۵۴ cm) و همچنین مجموع تبخیر (۸۵/۷۹ cm) در جدول ۳، افزایش شوری در نتیجه تبخیر و تغییر در کیفیت آب می‌باشد. کوکی و همکاران گزارش دادند که در مناطق با بارندگی ۶۰۰-۵۰۰ میلی‌متر نمک از لایه بالایی خاک شسته می‌شود (Cucci, 2016)، درحالی‌که بارندگی سالیانه منطقه مورد مطالعه در سال قبل از آزمایش ۲۲۰/۶ میلی‌متر بود.

همچنین باید دقت شود مقدار املاح تجمع یافته در پروفیل‌های b و d یکسان نیست، در نتیجه الگوی تجمع املاح در طی آبیاری درختان متغیر می‌باشد. در برخی نقاط میزان تجمع نمک در عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری و ۱۰۰-۷۰ سانتی‌متری زیاد است که مربوط به سه لایه بودن پروفیل خاک می‌باشد. چون بافت خاک لایه دوم شنی می‌باشد نرخ زهکشی این لایه نسبت به دو لایه دیگر که بافت لومی شنی دارند بیشتر است. این عامل باعث شده املاح بعد از وارد شدن به لایه دوم با سرعت بیشتری حرکت کرده و در لایه سوم تجمع یابند.

در پروفیل c مشاهده می‌گردد که بعد از یک ماه از کشیدن پوشش مالچ بر روی خاک، نمک‌ها شروع به حرکت نموده‌اند (جدول ۴). نتایج نشان داد که در حضور مالچ تبخیر از سطح خاک به‌شدت کاهش یافت و باعث شد نمک‌ها از پتانسیل رطوبتی بیشتر (زیر مالچ) (محدوده ریشه درختان) به سمت پتانسیل رطوبتی کمتر (منطقه بدون پوشش مالچ) حرکت کنند. با توجه به اعداد ارائه شده در جدول ۳، در

روش مالچ ۸ درصد رطوبت بیشتر مشاهده می‌شود. این مشاهده با نتایج دوستی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

با مقایسه اعداد EC ارائه شده در جدول ۴ نیز شاهد آن هستیم که پس از گذشت ۲ ماه از زمان کاربرد مالچ، جابجایی املاح در پروفیل خاک به تعادل رسید. در پروفیل e در قسمت وسط زیر مالچ در سطح و عمق خاک از میزان شوری کم شده است. در کناره چپ و سطح خاک افزایش زیاد در مقدار شوری مشخص می‌باشد که نشان می‌دهد شوری تجمع یافته بعد از اعمال مالچ به سمت منطقه بدون پوشش مالچ حرکت کرده و به‌صورت افقی منتقل شده است. این مشاهده با نتیجه کی و همکاران که نمک خاک به لبه پیشانی رطوبتی هل داده شده بود تطبیق دارد (Qi et al., 2018). حرکت املاح ناشی از افزایش پتانسیل تبخیری در محدوده خارج از ناحیه مالچ است که همان زهکشی خشک می‌باشد. همچنین در این پژوهش کم کردن نسبت عرض منطقه مالچ به منطقه بدون مالچ (عرض مالچ= ۲/۸ متر، فاصله ردیف درختان= ۶ متر) باعث حرکت کامل توده نمک از سمت محیط ریشه گیاه به سمت خارج محیط ریشه شد که با نتایج سلطانی و همکاران مطابقت دارد (Soltani et al., 2017). این مشاهده کارایی بالای ترکیب مالچ و سیستم قطره‌ای را برای زهکشی تجمع املاح باغات نمایان می‌سازد. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که بین اعمال پوشش مالچ و مشاهده عکس‌العمل حرکت املاح فاصله زمانی وجود دارد که ممکن است در خاک‌های مختلف زمان عکس‌العمل متفاوت باشد. در روش مالچ عملکرد بهتری در دور کردن نمک‌ها از محیط ریشه در مقایسه با شاهد مشاهده شد. این شاید به علت میزان نفوذ عمقی بیشتر رطوبت، زمان بیشتر ماندگاری و پتانسیل بیشتر رطوبت در خاک باشد.

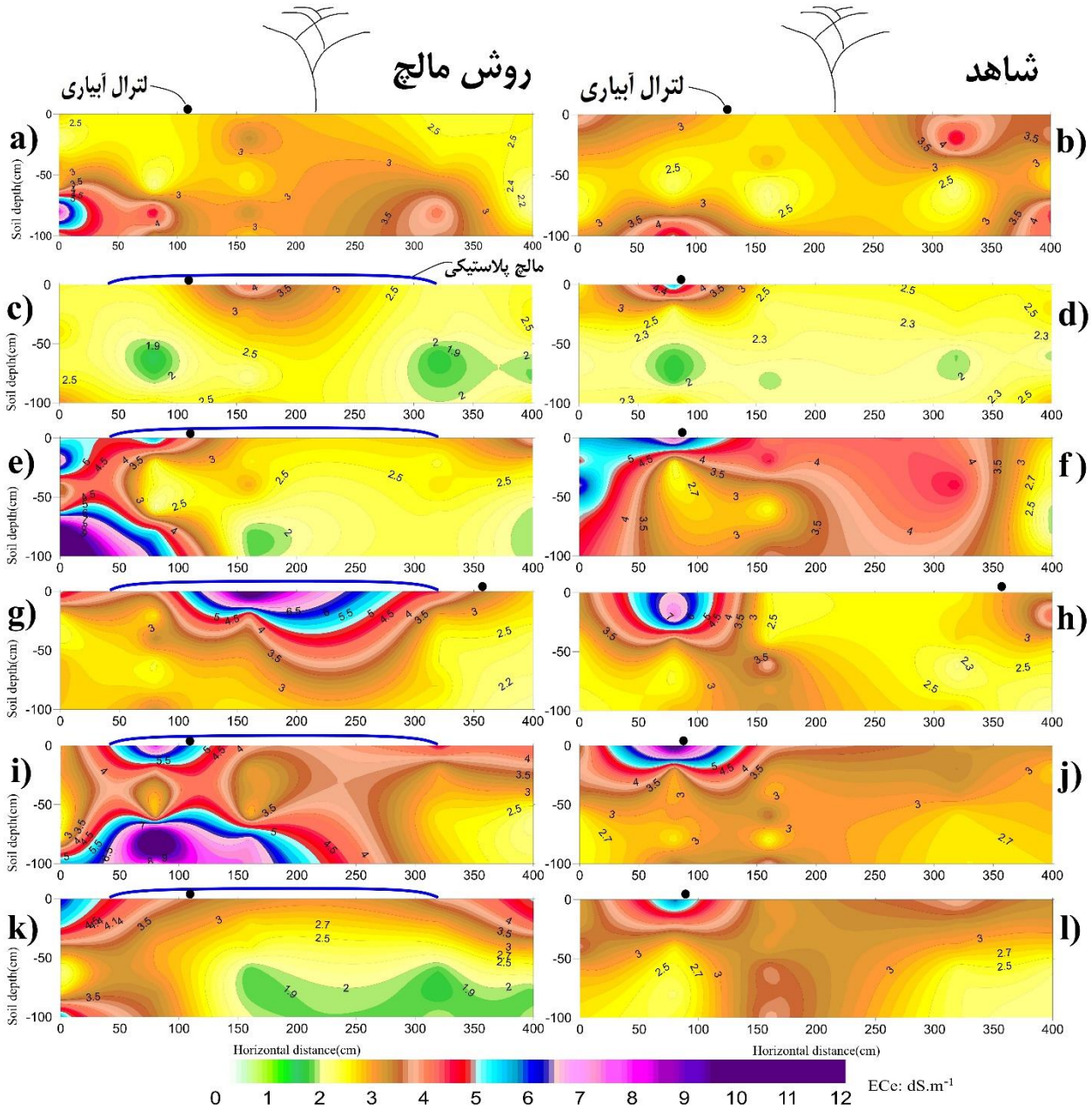
در این تحقیق تمایل به برهم زدن عادت آبیاری کشاورز وجود نداشت در نتیجه طبق برنامه آبیاری لترال به سمت دیگر ردیف درختان منتقل گردید. در پروفیل g مشاهده می‌گردد توده نمک که به سمت خارج مالچ حرکت کرده بود به‌وسیله آبیاری مجدداً به داخل ناحیه مالچ برگشت (در زیر مالچ تجمع پیدا کرد). از این مشاهده یافت می‌شود که کاربرد مالچ فقط در سمت جبهه رطوبتی دارای بیشترین کارایی و عملکرد خود می‌باشد. بعد از انجام نمونه‌برداری چهارم با برگرداندن لترال به جایگاه اولیه خود مجدد شرایط نمونه‌برداری‌های اول تا سوم تکرار شد. در نمونه‌برداری پنجم در پروفیل i مشاهده شد توده املاحی که در اثر جابجایی لترال به سمت ناحیه مالچ حرکت کرده بود از سطح به عمق خاک منتقل شد. در نمونه‌برداری ششم در پروفیل k غلظت بالای توده املاح تقریباً به‌صورت کامل از محدوده مالچ خارج شد. همچنین بیشتر محیط ریشه (به‌جز تجمع شوری باقیمانده در سمت چپ زیر لترال) به حد قابل‌قبول شوری رسید که با نتایج سایر محقق‌ها تطبیق دارد (رضوی نسب و همکاران، ۱۳۹۰). در سمت چپ پروفیل k تجمع شوری در سطح خاک مشاهده شد (در پروفیل g نیز وجود داشت) اما تمرکز کمتری داشت. همچنین زمان اثرگذاری رطوبت بر روی پروفیل شوری در روش مالچ بسیار بیشتر از شاهد بوده است. از این مشاهده می‌توان نتیجه گرفت بعد از آبشویی قسمتی از نمک‌ها با تبخیر به سمت سطح خاک برگشته و باعث تشدید شوری می‌گردند.

ب) اثرات مالچ بر الگوی توزیع رطوبت

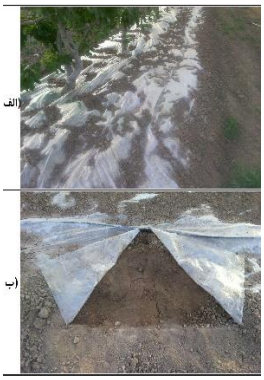
علاوه بر شوری، حرکت آب در لایه‌های خاک با مقایسه مقادیر رطوبت حجمی بررسی شد. شکل۶ پروفیل‌های رطوبت در نمونه‌برداری از روش مالچ و شاهد در طی فصل آبیاری را نمایش می‌دهد. با توجه به اطلاعات جدول۳ فرض شد میزان نفوذ خالص آب آبیاری به محیط ریشه در روش مالچ و شاهد ثابت می‌باشد. در ستون آخر اختلاف میانگین رطوبت ناحیه مالچ و شاهد در ۶ نمونه‌برداری محاسبه شد. مشاهده می‌شود در آغاز فصل آبیاری (پروفیل m و n) میزان رطوبت خاک به علت باران‌های بهاری بالا می‌باشد. در شکل۶ با مقایسه رطوبت در مالچ (o) و شاهد (p) به‌وضوح افزایش میزان نگهداری رطوبت در زیر مالچ مشاهده می‌شود (۸٪ بیشتر از شاهد (جدول۳)) که با نتایج سایر محقق‌ها تطبیق دارد (اسلامی و فرزام نیا، ۱۳۸۸؛ جوانشاه، ۱۳۹۵؛ صداقتی و همکاران, ۱۳۹۴؛ Zhang, 2011; Namaghi et al., 2018). در (شکل۵-ب) تفاوت رطوبت بین ناحیه پوشش شده با مالچ و بدون مالچ بعد از نمونه‌برداری دوم قابل‌مشاهده می‌باشد که می‌تواند به علت کاهش میزان تبخیر باشد. با توجه به تحقیقات گذشته الگوی حرکت جریان آب در پروفیل خاک ثابت نمی‌باشد (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۲).

در نمونه‌برداری سوم (q و r) در زیر لترال پروفیل شاهد (r) مشاهده شد رطوبت به‌صورت عمقی نفوذ نموده و در یک سمت محیط ریشه گیاه بیشتر می‌باشد. ولی در روش مالچ (q) رطوبت به کناره‌ها حرکت کرده و در تمامی پروفیل خاک افزایش یافته است. البته وجود بافت شنی در لایه میانی خاک بی‌تأثیر نمی‌باشد. در نمونه‌برداری سوم نسبت به چهارم به دلیل نزدیکی زمان آبیاری میزان رطوبت در پروفیل‌ها افزایش یافته است (جدول ۳). در نمونه‌برداری چهارم کشاورز اقدام به تغییر مکان لترال به سمت دیگر ردیف درختان نمود. در پروفیل t الگوی توزیع رطوبت به سمت راست منتقل گشته و در پروفیل s میزان رطوبت روش مالچ نسبت به شاهد ۱۳٪ کاهش یافت. بعد از برگرداندن لترال به محل قبلی مجدد الگوی توزیع رطوبت در نمونه‌برداری‌های اول تا سوم تکرار شد. همچنین در جدول۳ در نمونه‌برداری‌های پنجم و ششم میانگین رطوبت به‌طور فراوانی نسبت به شاهد افزایش یافت. با توجه به شکل۶ افزایش رطوبت در زیر مالچ و شاهد ثابت نیست و بستگی به توزیع رطوبت دارد. به‌طور مثال در پروفیل r میزان رطوبت در نقطه‌ای بالای ۳۵٪ است ولی توزیع آن در کل پروفیل صورت نگرفته است، درحالی‌که در

پروفیل q رطوبت ۲۰٪ دیده می‌شود اما رطوبت در کل پروفیل تقریباً به‌طور یکسان توزیع شده است. در مجموع توزیع رطوبت در روش مالچ به علت کاهش میزان تبخیر از سطح خاک بهتر صورت گرفته است. از این مشاهده می‌توان نتیجه گرفت در روش مالچ دور آبیاری افزایش (به‌واسطه قابلیت نگهداری بیشتر رطوبت) و تنش شوری و رطوبتی در گیاه کاهش می‌یابد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌گردد در مجموع در کل نمونه‌برداری‌ها میزان رطوبت در دو روش ۱۲٪ با یکدیگر اختلاف دارند. به بیان دیگر می‌توان نتیجه گرفت پوشش مالچ ۱۲٪ میزان تبخیر را کاهش می‌دهد. روش آبشویی مالچ، به دلیل این‌که بدون هیچ‌گونه آب اضافه‌ای آبشویی را انجام می‌دهد، نسبت به سایر روش‌ها کارایی بهتری برای شستشویی املاح خاک دارد. صداقتی و همکاران (۱۳۹۴) میزان رطوبت خاک در زیر مالچ پلاستیکی را ۱۲٪ و اسلامی و فرزام نیا (۱۳۸۸) در عمق ۰ تا ۶۰ سانتیمتر در حدود ۸٪ بیشتر از شاهد گزارش نمودند.



شکل۴- پروفیل‌های شوری در روش مالچ (a: اولین نمونه‌برداری، c: دومین نمونه‌برداری، e: سومین نمونه‌برداری، g: چهارمین نمونه‌برداری، i: پنجمین نمونه‌برداری، k: ششمین نمونه‌برداری) و شاهد (b: اولین نمونه‌برداری، d: دومین نمونه‌برداری، f: سومین نمونه‌برداری، h: چهارمین نمونه‌برداری، j: پنجمین نمونه‌برداری، l: ششمین نمونه‌برداری)



شکل۵ - اعمال پوشش مالچ بعد از نمونه‌برداری اول (الف)، تفاوت رطوبت بین ناحیه پوشش شده با مالچ و بدون مالچ (ب)

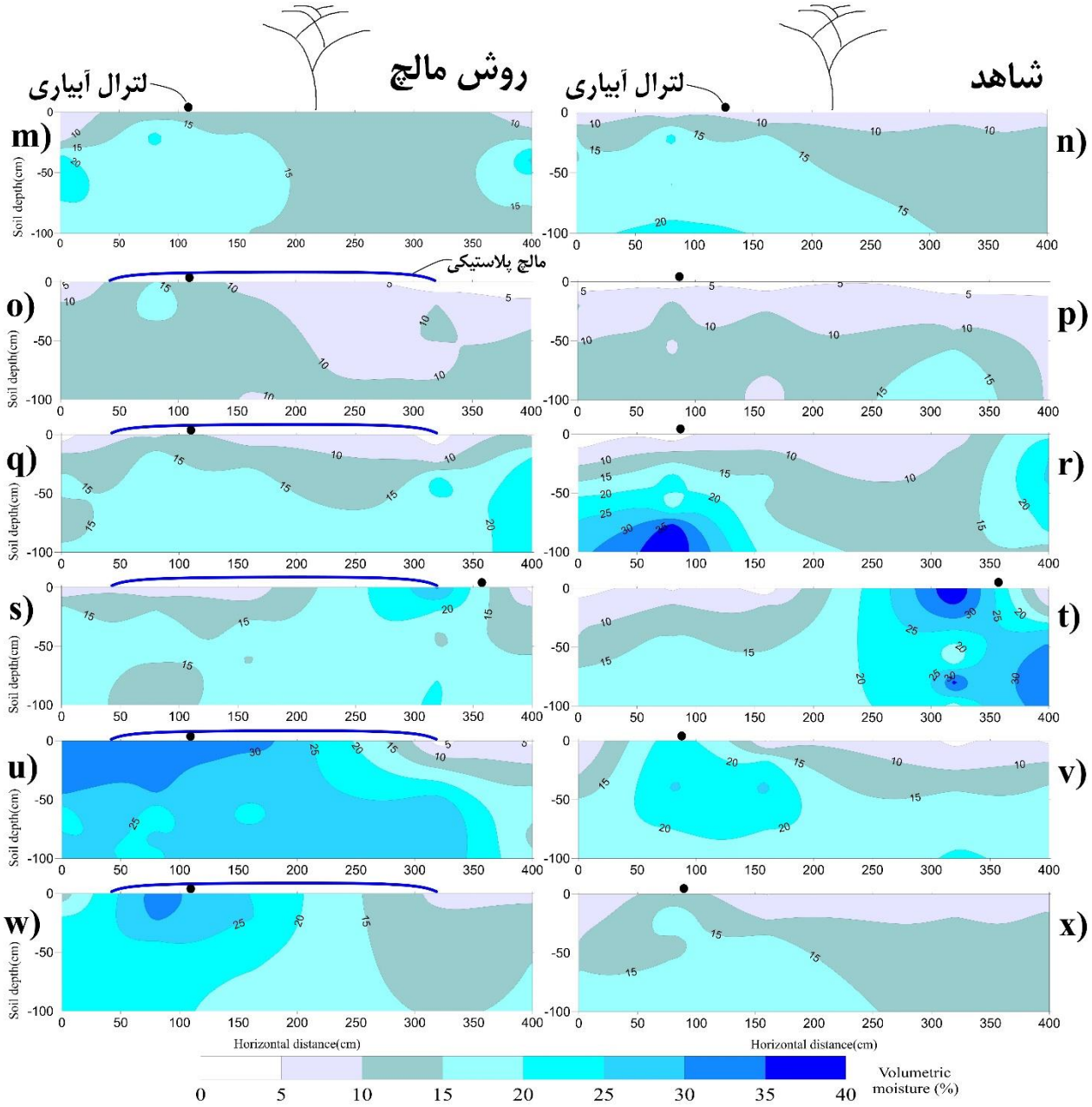
جدول۳- اطلاعات نمونه‌برداری‌ها و آب آبیاری به‌کاربرده شده در مالچ و شاهد

تاریخ‌های نمونه‌برداری	رویداد	آب آبیاری بکار برده شده (سانتی‌متر)	مجموع بارش (سانتی‌متر)	مجموع تبخیر (سانتی‌متر)	*مقدار خالص آب آبشویی به‌کاربرده شده (سانتی‌متر)		میانگین رطوبت حجمی (درصد)		تفاوت رطوبت مالچ و شاهد (درصد)
							شاهد	مالچ	
۱۳۹۵/۰۳/۱۴	اولین نمونه‌برداری	۰	۰	۰	۰		۱۵/۰۰	۱۴/۸۵	-۱
۱۳۹۵/۰۴/۱۸	دومین نمونه‌برداری	۱۸/۲۸	۰	۲۳/۲۳	-۴/۹۵		۱۰/۳۶	۱۱/۱۹	۸
۱۳۹۵/۰۵/۱۷	سومین نمونه‌برداری	۲۷/۴۲	۰	۲۲/۷۳	۴/۶۹		۱۵/۸۹	۱۴/۷۴	-۷
۱۳۹۵/۰۶/۱۵	چهارمین نمونه‌برداری	۲۷/۴۲	۰/۰۰۱	۱۸/۴۸	۸/۹۴۱		۱۸/۲۸	۱۵/۹۷	-۱۳
۱۳۹۵/۰۷/۱۶	پنجمین نمونه‌برداری	۱۸/۲۸	۰	۱۴/۳۴	۳/۹۴		۱۸/۱۳	۲۵/۵۴	۴۱
۱۳۹۵/۰۸/۱۴	ششمین نمونه‌برداری	۹/۱۴	۰/۵۲۱	۷/۱۶	۲/۵۰۱		۱۳/۵۵	۱۹/۷۱	۴۵
مجموع		۱۰۰/۵۴	۰/۵۲۲	۸۵/۷۹	۱۵/۱۲	میانگین	۱۵/۲۰	۱۷/۰۰	۱۲

*مقدار خالص آب آبشویی به‌کاربرده شده= (مقدار آب آبشویی+ آب آبیاری به‌کاربرده شده + مجموع بارش)- مجموع تبخیر

ج) کارایی آبشویی و یکنواختی توزیع شوری با روش آبشویی مالچ

اطلاعات درصد تغییر شوری نشان می‌دهد در شاهد نمونه‌برداری دوم نسبت به نمونه‌برداری اول میانگین مقدار شوری ۱۸/۶۵٪ و در روش مالچ ۱۹/۴۲٪ کاهش یافته است (جدول۴). در نمونه‌برداری سوم در هر دو پروفیل در مقایسه با نمونه‌برداری قبلی میانگین مقدار شوری افزایش یافته است که ممکن است به خاطر افزایش تبخیر، افزایش نمک واردشده در اثر آبیاری و برگشت نمک‌ها (بالا آمدن) به محدوده آبشویی باشد. در نمونه‌برداری چهارم در شاهد میانگین مقدار شوری کاهش و در روش مالچ افزایش یافته است که به دلیل جابجایی محل لترال، شوری از خارج ناحیه مالچ به زیر ناحیه مالچ جابجا شد. نمونه‌برداری پنجم (جدول۴) نشان می‌دهد در روش مالچ و شاهد میانگین مقدار شوری افزایش یافت اما در روش مالچ مقدار افزایش بسیار بیشتر است و تجمع املاح در سطح و عمق مشاهده شد. شوری در روش مالچ در نمونه‌برداری ششم نسبت به نمونه‌برداری پنجم ۳۴/۲٪ کاهش یافته است. مقایسه پروفیل‌های شوری g و i و k (شکل۴) در روش مالچ نشان داد بعد از جابجایی لترال املاح به زیر ناحیه مالچ حرکت کرده‌اند. ظرفیت نگهداری بالاتر رطوبت در مالچ و تبخیر زیاد در ناحیه خارج از مالچ باعث تقویت زهکشی خشک شد و املاح در مدت دو ماه به خارج از ناحیه مالچ منتقل شدند.



شکل۶- پروفیل‌های رطوبت در روش مالچ (m: اولین نمونه‌برداری، o: دومین نمونه‌برداری، q: سومین نمونه‌برداری، s: چهارمین نمونه‌برداری، u: پنجمین نمونه‌برداری، w: ششمین نمونه‌برداری،) و شاهد (n: اولین نمونه‌برداری، p: دومین نمونه‌برداری، r: سومین نمونه‌برداری، t: چهارمین نمونه‌برداری، v: پنجمین نمونه‌برداری، x: ششمین نمونه‌برداری،)

این مشاهده اثربخشی و عملکرد مناسب ترکیب مالچ و سیستم قطره‌ای را برای زهکشی تجمع شوری در ناحیه ریشه درختان را نمایان می‌سازد. در مجموع در روش مالچ با مقایسه نمونه‌برداری ششم با اول در تمامی عمق‌ها (به‌جز سطح خاک) کاهش شوری اتفاق افتاده است. اگر عملکرد آبشویی در شاهد و روش مالچ بررسی شود (جدول۴) در شاهد میانگین کل مقدار شوری (انتهای فصل) نسبت به نمونه‌برداری اول (ابتدای فصل) ۸/۲۱٪ افزایش یافته است ولی در روش مالچ ۷/۴۲٪ کاهش یافته است. این اعداد از مقادیر گزارش‌شده توسط صداقتی و همکاران (۱۳۹۴) که گزارش کردند استفاده از مالچ پلاستیکی میانگین شوری را از ۲۰/۴٪ تا ۲۷/۷٪ نسبت به شاهد کاهش می‌دهد کمتر می‌باشد. با توجه بیشتر به میانگین اعداد ECe جدول ۴ مشاهده می‌شود روند کاهشی تا عمق ۶۰cm و سپس روند افزایشی تا عمق ۱۰۰ cm وجود دارد. این روند کاهش یا افزایش شوری در خاک مربوط به تفاوت در بافت خاک

می‌باشد. چون بافت لایه اول و سوم یکسان است شوری این لایه‌ها نزدیک به یکدیگر بوده و همچنین به جهت سرعت بیشتر زهکشی در لایه دوم (بافت شنی) نمک‌ها سریع‌تر آبشویی شده و به سمت لایه بعدی حرکت می‌کنند. روند مشاهده‌شده با مطالعه زانگ و همکاران که توزیع اندازه ذرات خاک تأثیر زیادی در انتقال و توزیع نمک خاک دارد مشابه می‌باشد (Zhang et al., 2014). در باغ مورد مطالعه ۲ بار در طول فصل کشت اقدام به مبارزه فیزیکی با علف‌های هرز می‌شد، مشابه یافته‌های محققین قبلی (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۴; Zhang et al., 2014) پوشش مالچ باعث عدم رشد علف‌های هرز گردید در نتیجه مالچ می‌تواند کمک بزرگی در کنترل علف‌های هرز و کاهش هزینه کارگری باشد.

جدول۴- میانگین، درصد تغییر شوری و یکنواختی توزیع شوری محدوده تحت پوشش مالچ و معادل آن در شاهد

عمق خاک (cm)	میانگین شوری روش شاهد (dS/m)										
	نمونه‌بردار ی اول	نمونه‌بردار ی دوم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی دوم به اول (٪)	نمونه‌بردار ی سوم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی سوم به دوم (٪)	نمونه‌بردار ی چهارم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی چهارم به سوم (٪)	نمونه‌بردار ی پنجم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی پنجم به چهارم (٪)	نمونه‌بردار ی ششم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی ششم به پنجم (٪)	تغییرات شوری کل نمونه‌بردار ی ششم به اول (٪)
۰	۳/۱۵	۳/۶۳	۱۵	۵/۳۱	۴۶	۳/۸۵	−۲۸	۶/۰۳	۵۷	۴/۳۳	−۲۸	۳۸
۲۰	۳/۴۶	۲/۳۵	−۳۲	۳/۷۲	۵۸	۴/۳۱	۱۶	۳/۱۹	−۲۶	۳/۵۰	۱۰	۱
۴۰	۲/۸۳	۲/۳۳	−۱۸	۳/۴۸	۴۹	۲/۷۸	−۲۰	۳/۰۲	۹	۲/۹۱	−۴	۳
۶۰	۲/۱۹	۱/۹۳	−۱۲	۳/۱۲	۶۲	۲/۸۶	−۸	۳/۱۰	۸	۲/۸۳	−۹	۲۹
۸۰	۲/۶۲	۱/۸۸	−۲۸	۳/۳۲	۷۷	۲/۶۵	−۲۰	۲/۵۲	−۵	۲/۷۱	۷	۳
۱۰۰	۳/۷۷	۲/۳۷	−۳۷	۳/۵۱	۴۹	۳/۰۳	−۱۴	۳/۳۴	۱۰	۲/۸۴	−۱۵	−۲۵
میانگین	۳/۰۰	۲/۴۱	−۱۸/۶۵	۳/۷۴	۵۶/۷۷	۳/۲۵	−۱۲/۳۶	۳/۵۳	۸/۸۷	۳/۱۹	−۶/۴۲	۸/۲۱
یکنواختی توزیع شوری(٪)	۷۱/۷۸	۶۳/۳۵		۶۶/۶۲		۵۴/۶۸		۴۶/۴۱		۷۰/۹۲		

عمق خاک (cm)	میانگین شوری روش مالچ (dS/m)										
	نمونه‌بردار ی اول*	نمونه‌بردار ی دوم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی دوم به اول (٪)	نمونه‌بردار ی سوم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی سوم به دوم (٪)	نمونه‌بردار ی چهارم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی چهارم به سوم (٪)	نمونه‌بردار ی پنجم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی پنجم به چهارم (٪)	نمونه‌بردار ی ششم	تغییرات شوری نمونه‌بردار ی ششم به پنجم (٪)	تغییرات شوری کل نمونه‌بردار ی ششم به اول (٪)
۰	۲/۶۰	۳/۰۱	۱۶	۳/۸۹	۲۹	۶/۷۲	۷۳	۵/۶۵	۴۶	۳/۶۹	−۳۵	۳۵۴۲
۲۰	۳/۰۳	۲/۴۹	−۱۸	۲/۴۶	−۱	۳/۱۲	۲۷	۳/۳۴	−۴۲	۳/۰۰	−۱۰	−۱
۴۰	۲/۷۳	۲/۴۳	−۱۱	۲/۷۳	۱۳	۳/۱۲	۱۴	۳/۰۷	−۷	۲/۶۸	−۱۲	−۲
۶۰	۲/۶۵	۱/۹۱	−۲۸	۲/۲۴	۱۷	۲/۶۴	۱۸	۲/۷۳	−۲	۲/۲۰	−۱۹	−۱۷
۸۰	۴/۱۰	۱/۹۳	−۵۳	۳/۲۲	۶۸	۲/۷۱	−۱۶	۸/۱۶	۱۹۶	۲/۳۰	−۷۲	−۴۴
۱۰۰	۳/۲۳	۲/۵۲	−۲۲	۳/۴۸	۳۸	۲/۸۷	−۱۸	۵/۷۷	۱۰۲	۲/۴۹	−۵۷	−۲۳
میانگین	۳/۰۶	۲/۳۸	−۱۹/۴۲	۳/۰۰	۲۷/۳۵	۳/۵۳	۱۶/۳۶	۴/۷۹	۴۸/۷۸	۲/۷۳	−۳۴/۲۰	−۷/۴۲
یکنواختی توزیع شوری(٪)	۷۸/۳۴	۷۳/۸۰		۵۴/۹۸		۳۹/۰۱		۳۵/۵۹		۷۳/۱۱		

*در محاسبه از تعداد ۱۸ داده منطقه تحت پوشش مالچ و معادل آن در شاهد استفاده شده است.

ضریب یکنواختی در هر دو روش مالچ و شاهد در طول نمونه‌برداری کاهش می‌یابند ولی در انتهای فصل مجدد افزایش می‌یابند. دلیل این تغییرات حرکت آب و املاح درون خاک می‌باشد. در شاهد ضریب یکنواختی از ۷۱/۷۸ در اولین نمونه‌برداری به ۷۰/۹۲ درصد در نمونه‌برداری ششم کاهش می‌یابد. در روش مالچ ضریب یکنواختی از ۷۸/۳۴ در اولین نمونه‌برداری به ۷۳/۱۱ درصد در نمونه‌برداری ششم کاهش می‌یابد (جدول۴). ملاحظه می‌شود در کل در هر دو روش ضریب یکنواختی توزیع شوری تغییر چندانی نمی‌یابد. در پژوهشی که درباره یکنواختی آبشویی نیمرخ خاک توسط سعیدی و ستوده نیا انجام گردید مشاهده شد از طریق کرت‌بندی علاوه بر توزیع مناسب و مساوی آب در سطح خاک، فرصت بیشتری داده شد تا نیمرخ خاک آن ناحیه شستشوی بهتری داشته باشد (سعیدی و ستوده نیا، ۱۳۹۹).

نتیجه‌گیری

ترکیب مالچ و آبیاری قطره‌ای را می‌توان به‌عنوان یک شیوه مدیریتی مناسب برای جلوگیری از تجمع املاح در باغ‌هایی که با مشکل تجمع شوری مواجه هستند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در طی یک فصل آبیاری به‌وسیله سیستم آبیاری قطره‌ای میزان املاح خاک افزایش یافت. این تحقیق نشان داد بین اعمال پوشش مالچ و مشاهده عکس‌العمل حرکت املاح فاصله زمانی وجود دارد. با مقایسه رطوبت مالچ و شاهد افزایش میزان نگهداری رطوبت در مالچ مشاهده گردید و تنش شوری و رطوبتی در گیاه کاهش یافت. بعد از گذشت یک ماه از اعمال پوشش مالچ تبخیر از سطح خاک به‌شدت کاهش یافت و باعث حرکت املاح از زیر مالچ به سمت منطقه بدون پوشش مالچ شد (زهکشی خشک) و بیشتر محیط ریشه به حد قابل‌قبول شوری رسید. با بررسی عملکرد آبشویی استفاده از مالچ می‌تواند در مدیریت توزیع املاح مؤثر باشد. این تحقیق نشان داد که می‌توان به‌وسیله ترکیب مالچ به همراه آبیاری قطره‌ای (بدون اعمال آب اضافی) به‌عنوان یک سیستم آبشویی مؤثر در باغاتی که با مشکل تجمع املاح مواجه هستند استفاده گردد. برای بهبود اثربخشی آبشویی باغات با نرخ کم و به‌صورت متناوب استفاده گردد و در صورت نیاز در فصول پرآبی آبشویی سنگین انجام شود. در استفاده از پوشش مالچ نگرانی‌هایی از قبیل افزایش بیماری و آفات به‌علت افزایش رطوبت زیر مالچ، هزینه تهیه مالچ، دوام مالچ، جمع‌آوری و رها شدن در محیط زیست، بازیافت، استفاده از مالچ تجزیه‌پذیر و زمان انجام آبشویی سنگین هنگام استفاده از مالچ وجود دارد که پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی مورد مطالعه قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آقای مهندس مهرداد عشقی مالک مزرعه کشاورزی ماهدشت برای در اختیار قراردادن مکان نمونه‌برداری و از آقای مهندس حمید گرامی که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

منابع

ابراهیمی پاک، ن.، تافته، آ.، اگدرنژاد، ا. و اسدی کپورچال، ص. ۱۳۹۷. تعیین ضرایب تبخیر- تعرق ماهانه گندم زمستانه با استفاده از روش‌های مختلف تخمین تبخیر- تعرق و تشت تبخیر در دشت قزوین، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. ۸(۴): ۱۲۱-۱۰۷.

اسلامی، ا. و فرزام نیا، م. ۱۳۸۸. اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۳(۲): ۷۹-۸۷. https://sid.ir/paper/131535/fa

جوانشاه، ا. ۱۳۹۵. بررسی اثرات کاربرد مالچ پلاستیکی بر رشد و عملکرد درختان پسته. کنفرانس بین‌المللی نوآوری در علوم و تکنولوژی. https://sid.ir/paper/853831/fa

حسن‌نیا، م.، نظری، ب.، کاویانی، ع. و ستوده نیا، ع. ۱۴۰۳. بررسی راهکارهای آبشویی در سیستم آبیاری موضعی پسته با رویکرد استفاده پایدار از منابع آب شور (مطالعه موردی دشت قزوین). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۸(۱): ۱-۱۴.

دهقانی سانیج، ح.، حاجی آقا بزرگی، ح.، قائمی، ع. و نوشادی، م. ۱۳۹۸. بررسی تجمع املاح در خاک تحت سیستم قطره‌ای زیرسطحی. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰(۲): ۳۳۹-۳۵۱. https://doi.org/10.22059/ijswr.2018.255182.667881

دوستی، ا.، ستوده نیا، ع.، لیاقت، ع. و دانش‌کار آراسته، پ. ۱۳۹۳. شبیه‌سازی زهکش خشک به‌منظور تعیین نسبت عرض نکاشت به کاشت در کشت نواری. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۵(۱): ۴۷-۵۴. https://doi.org/10.22059/ijswr.2014.51170.

رحمانی، ک.، دلبری، م.، افراسیاب، پ.، عباسی، ف. و یوسف‌آبادی، و. ۱۴۰۲. واسنجی مدل HYDRUS-2D و شبیه‌سازی الگوی رطوبتی خاک در آبیاری نواری تیپ کشت نشائی چغندرقند با و بدون مالچ. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۷(۵): ۸۶۹-۸۸۷.

رضوی نسب، ا.، شیرانی، ح.، تاج‌آبادی پور، ا. و دشتی، ح. ۱۳۹۰. تأثیر شوری و ماده آلی بر ترکیب شیمیایی و مرفولوژی نهال‌های

پســـــته. بـــــه زراعـــــی کشـــــاورزی. ۱۳(۱): ۴۲-۳۱. DOR:۲۰,۱۰۰۱,۱,۸۳۳۷۲۰۰۸,۱۳۹۰,۱۳,۱,۳,۷

سعیدی، ر. و ستوده نیا، ع. ۱۳۹۹. اثر کرت‌بندی بر یکنواختی آبشویی نیمرخ خاک در مدل آزمایشگاهی. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۱(۱۱): ۲۷۳۹-۲۷۴۹. https://doi.org/10.22059/ijswr.2020.307559.668693

صداقتی، ن.، علیزاده، ا.، انصاری، ح. و حسینی فرد، س. ۱۳۹۴. اثر استفاده از خاک‌پوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای بر رشد، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پسته. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹(۴): ۴۸۳-۴۹۵. https://doi.org/10.22092/jwra.2016.105823

کریمی، ش.، رمضانی اعتدالی، ه. و دانش‌کار آراسته، پ. ۱۳۹۷. مطالعه آزمایشگاهی اثر مالچ بر توزیع رطوبت و املاح در خاک خارج از فصل کشت. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۲(۲): ۴۸۱-۴۹۰.

Akram, M., Azari, A., Nahvi, A., Bakhtiari, Z., and Safaee, H. D. 2013. Subsurface drainage in Khuzestan, Iran: environmentally revisited criteria. Irrigation and Drainage. 62(3): 306-314. https://doi.org/10.1002/ird.1774.

Akram, S., Kashkouli, H. A., and Akram, M. 2008. Salinity and water table control in dry drainage. In Proceedings of the 10th International Drainage Workshop of ICID Working Group on Drainage. July. (pp. 6-11).

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. FAO Irrigation and drainage paper No. 56. Rome Food Agric. Organ. United Nations. 56, e156. ISBN :92-5-104219-5.

Burt, CM. and Isbell, B. 2005. Leaching of accumulated soil salinity under drip irrigation. Transactions of the ASAE 48(6): 2115-2121. https://doi.org/10.13031/2013.20097

Cucci, G., Lacolla, G., Mastro, M. A., and Caranfa, G. 2016. Leaching effect of rainfall on soil under four-year saline water irrigation. Soil and Water Research. 11(3): 181-189. https://doi.org/10.17221/20/2015-SWR

Cui, S., Zhang, J., Sun, M., Chen, H. and Feng, Z. 2017. Leaching effectiveness of desalinization by rainfall combined with wheat straw mulching on heavy saline soil. Arch. Agron. Soil Science. 64: 891-902. https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1407871.

Day, PR. 1982. Particle Fractionation and Particle Size Analysis. Soil Science Society of America. Madison. Wisconsin. 545.

FAO, 1985. Water quality for agriculture. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage. Paper 29. Ayers, R.S., Westcot, D.W. (eds). Rome (Italy). 174.

FAO. 2005. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. Rome. http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/intro.htm

Golden software. 2019. Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers. Version 7. Golden Software, Inc. www.goldensoftware.com

Hassannia, M., Nazari, B., Kaviani, A. and Sotoodehnia, A. 2020. Evaluation and analysis of different regression models for estimation of ECe from EC1:5—With a case study from Buin-Zahra, Iran. Irrigation and Drainage. 69(5): 1192-1203. https://doi.org/10.1002/ird.2488

He, Y., DeSutter, TM., Hopkins, DG., Wysocki, DA. and Clay, DE. 2015. Relationship between 1:5 Soil/water and Saturated Paste Extract Sodium Adsorption Ratios by Three Extraction Methods. Soil Science Society of America Journal. 79(2): 681-687. https://doi.org/10.2136/sssaj2014.09.0384

Konukcu, F., Gowing, J. W., and Rose, D. A. 2006. Dry drainage: A sustainable solution to waterlogging and salinity problems in irrigation areas?. Agricultural water management. 83(1-2): 1-12. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.09.003

Li, X., and Kang, Y. 2020. Agricultural utilization and vegetation establishment on saline-sodic soils using a water–salt regulation method for scheduled drip irrigation. Agricultural water management. 231, 105995. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105995.

Namaghi, M.N., Davarynejad, G.H., Ansary, H., Nemati, H. and Feyzabady, A.Z. 2018. Effects of mulching on soil temperature and moisture variations, leaf nutrient status, growth and yield of pistachio trees (Pistacia vera. L). Science Horticulture. 241: 115–123. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.092

Parsinejad, M., and Akram, M. 2018. A Fresh Look at Drainage for Agriculture. Irrigation and drainage. 67: 8-16. https://doi.org/10.1002/ird.2255.

Qi, Z., Feng, H., Zhao, Y., Zhang, T., Yang, A. and Zhang, Z. 2018. Spatial distribution and simulation of soil moisture and salinity under mulched drip irrigation combined with tillage in an arid saline irrigation district, northwest China. Agricultural water management. 201: 219–231. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.12.032.

Rashid, M. B., Sheik, M. R., Haque, A. E., Siddique, M. A. B., Habib, M. A., and Patwary, M. A. A. 2023. Salinity-induced change in green vegetation and land use patterns using remote sensing, NDVI, and GIS techniques: A case study on the southwestern

Zhang, J. 2011. Application of reflective mulch in pistachio production. Acta Horticulturae. 912: 667-674. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.912.100.

Zhang, Z., Hu, H., Tian, F., Hu, H., Yao, X. and Zhong, R. 2014. Soil salt distribution under mulched drip irrigation in an arid area of northwestern China. Journal of Arid Environments. 104: 23-33. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.01.012.

coast of Bangladesh. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. 7, 100314. https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100314.

Soltani, M., Rahimikhoob, A., Sotoodehnia, A., Mendicino, G., Akram, M. and Senatore, A. 2017. Numerical evaluation of the effects of increasing ratio of cropped to uncropped width on dry drainage efficiency in salty soils. Irrigation and Drainage. 67: 91-100. https://doi.org/10.1002/ird.2199.

Wilcox, JC. and Swails, GE. 1947. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinkler. Scientific agriculture. 27:565-586.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.3, Vol. 18, Aug.-Sep. 2024, p. 363-376

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۸، مرداد - شهریور ۱۴۰۳، ص. ۳۷۶-۳۶۳

Application of Mulch for Salt Distribution Management in Pistachio Surface Drip Irrigation with Saline Water

M. Hassannia[1] , B. Nazari*[2], A. kaviany[2], A. sotoodehnia[3]

Recived: Apr.13, 2024 Accepted: Jun.06, 2024

ABSTRACT:

The purpose of this research was to investigate salt accumulation management with application of drip irrigation and mulch based on dry drainage approach. In one row of trees, mulch cover was pulled and distribution of moisture and salinity was compared with the other row without mulch. Irrigation in both cases was done based on farmer's schedule. In order to determine the electrical conductivity, 411 samples were taken from the soil profile. Results showed that the use of mulch increased humidity and salt moves to outside of root zone. The average total salinity amount, at the end of irrigation season in the control %8.21 increased and %7.42 decreased in the mulch method. Also, in both methods the uniformity coefficient of salinity distribution does not change much (%70.92-%73.11). The moisture average amount under the mulch cover was 12% higher than the control. There is a time gap between applying mulch and observing the salts movement reaction. The study showed that combination of mulch with drip irrigation (without applying excess water) could be used as an effective drainage system in orchards with salt accumulation. It is necessary to evaluate soil salinity periodically and heavy leaching should be done during rainy season.

Keywords: Irrigation Productivity, Semi-Saline Water, Salinity, Soil Salinity, Salt Management

1- PHD Student of Irrigation and Drainage Engineering, Water Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
2- Associate Professor of Water Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
3- Professor of Water Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
(*-Corresponding Author Email: b.nazari@eng.ikiu.ac.ir)