

مطالعه آزمایشگاهی اثر مالچ بر توزیع رطوبت و املاح در خاک خارج از فصل کشت

شیرین کریمی^۱، هادی رضوانی اعتدالی^{۲*}، پیمان دانش کار آراسته^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۷

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک در طول دوره آیش حرکت آب زیرزمینی شور توسط نیروی موینگی به سطح خاک نه تنها منجر به کاهش رطوبت خاک خواهد شد بلکه املاح نیز در سطح خاک تجمع می‌یابند که موجب شوری خاک می‌گردند. در این پژوهش برای بررسی تاثیر مالچ بر رطوبت و شوری خاک در خارج از فصل کشت، از دو لایسیمتر آزمایشگاهی به طول ۱ متر، عرض ۰/۵ متر و ارتفاع ۱ متر که آب شور زیرزمینی توسط زهکش های زیرسطحی به خاک آن تزریق می‌شد استفاده گردید. سطح خاک یکی از مدل‌ها با کاه و کلش گندم پوشانده شد. طی دوره‌ی شبیه‌سازی ۱۲۲ روزه مقادیر رطوبت و شوری توسط سنسور دستگاه HH2 از پنج عمق پروفیل خاک (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتیمتر) و در سه موقعیت اندازه‌گیری شده و در پایان دوره نمونه‌های خاک از همان نقاط برداشته و مقدار شوری عصاره اشباع سنجیده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در هر تیمار و برای مقایسه میانگین‌های هر تیمار با یکدیگر از آزمون t استفاده شد. نتایج نشان داد شوری عمق‌های ۰ تا ۲۰ سانتیمتر در تیمار کنترل نسبت به تیمار مالچ حدود دو برابر افزایش یافته است. در بیست روز پایانی دوره اندازه‌گیری، رطوبت عمق ۰ تا ۱۰ سانتیمتر در تیمار مالچ نسبت به شاهد بیشتر و این اختلاف در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. بنابراین استفاده از مالچ خارج از فصل کشت در مناطق با سطح ایستابی بالا مانع از شوری لایه سطحی خاک خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: آیش، شوری، آب زیرزمینی، مالچ

مقدمه

زمانی که حداقل بخشی از سطح خاک، بدون پوشش باشد تبخیر مستقیم از این سطح صورت می‌پذیرد. در غیاب یک پوشش گیاهی سطح خاک در معرض تابش و باد واقع شده و تبخیر به طور کامل از سطح خاک انجام می‌شود. تبخیر رطوبت خاک علاوه بر اتلاف آب، خطر شور شدن خاک را نیز به همراه خواهد داشت. این خطر در نواحی خشک که باران سالیانه اندک، آب آبیاری شور و سطح سفره آب زیرزمینی بالا باشد محسوس تر می‌باشد. پوشاندن سطح با مالچ و یا مواد بازتابشی، می‌تواند از شدت تاثیر عوامل خارجی چون تابش و باد بر روی سطح خاک بکاهد (قهرمان، ۱۳۸۹ و Hanks., 1992). در مناطق خشک استفاده از تکنیک‌هایی که باعث حفظ و نگهداری آب و بهبود نتایج کشاورزی شود، بسیار توصیه شده است. برخی از این فنون هنوز در بسیاری از نقاط دنیا به کار گرفته می‌شوند. یکی از روش‌ها استفاده از مالچ یا پوشش لایه سطحی خاک با مواد غیرآلی است. مطالعات مزرعه‌ای اندکی به ویژه در شرایط عدم انجام

آبیاری صورت گرفته است (Tejedor et al., 2003). بیشتر پژوهش‌ها بر روی اثر مالچ بر خصوصیات خاک بر پایه مشاهدات آزمایشگاهی می‌باشند (Benoit and Kirkham., 1963; Corey and Kemper., 1968; Unger., 1971; Modaihsh et al., 1985).

برخی محققین مقدار نگهداشت رطوبت خاک را با در نظر گرفتن ویژگی‌های مالچ، به خصوص ضخامت، نوع و اندازه ذرات مورد استفاده برای مالچ، مرتبط می‌دانند (Benoit and Kirkham., 1963; Modaihsh et al., 1985; Groenevelt et al., 1989). برخی دیگر به افزایش نفوذ و کاهش رواناب سطحی اشاره می‌نمایند (Poesen et al., 1990; Valentin and Casenave., 1992). لذا در این صورت مالچ سطحی از زیر سطحی بسیار موثرتر است (Groenevelt et al., 1989; Unger., 1971).

مدهایش و همکاران و کمپر به این نتیجه رسیدند که یک لایه مالچ با ضخامت ۵ تا ۶ سانتیمتر بسیار موثرتر از مالچ با ضخامت ۱ تا ۲ سانتیمتر است (Modaihsh et al., 1985; Kemper et al., 1994). پرز نتیجه‌ی مشابهی را با لایه ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متری در مقایسه با لایه ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری به دست آورد. با این وجود ایشان نتیجه گرفتند که ضخامت بیش از ۵ سانتی‌متر سودمند نیست (Pérez, 1991).

گرونولت و همکاران خاکستر آتشفشانی، زئولیت و مالچ‌های شنی

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین
۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین
(* - نویسنده مسئول: Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)

عملکرد و اجزای آن معنی‌دار بود به طوری که بیشترین تأثیر بقایای گیاهی بر افزایش عملکرد دانه ۱۴/۶ درصد و عملکرد بیولوژیکی ۱۹/۸ درصد نسبت به شاهد به دست آمد. از این رو استفاده از بقایای گیاهی به عنوان خاکپوش را می‌توان راهکاری موثر برای کاهش آثار منفی استفاده از آب‌های شور در کشاورزی توصیه نمود.

کاهش تبخیر از سطح خاک و حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از شور شدن خاک‌های زراعی دو هدف مهمی است که کارشناسان و صاحب‌نظران بخش آب و خاک بر آن اتفاق نظر دارند. هرچند که مرور منابع نشان می‌دهد مالچ‌های آلی و غیرآلی می‌تواند با این هدف استفاده شوند ولی مطالعات اندکی در مورد اثر مالچ بر توزیع رطوبت و املاح در صورت وجود سطح ایستابی بالا در خارج از فصل رشد وجود دارد. بیشتر مطالعات صورت گرفته اثر مالچ بر نگهداشت رطوبت خاک و افزایش عملکرد در دوره کشت را بررسی نموده‌اند و مطالعات صورت گرفته در زمینه شوری و نتایج انتهایی فصل کشت اندک است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثر مالچ بر توزیع رطوبت و شوری خاک در فصل آیش در مناطق با سطح ایستابی شور بالا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) در قزوین انجام شد. یک لایسیمتر آزمایشگاهی به طول ۲ متر، عرض ۰/۵ متر و ارتفاع ۱ متر برای شبیه‌سازی شرایط مزرعه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. لایسیمتر از وسط توسط دیوارهای به دو قسمت کاملاً مجزا تقسیم شد. در یک قسمت تیمار کنترل و در قسمت دیگر تیمار مالچ اعمال شد. در تیمار با مالچ در پنج عمق و در هر عمق در سه نقطه (مجموعاً ۱۵ سوراخ) و در تیمار کنترل هم به همین صورت (پنج عمق و در سه نقطه) و در مجموع ۳۰ سوراخ در لایسیمتر ایجاد شد. این سوراخ‌ها توسط مته‌ای با قطر ۹ میلی‌متر و برای عبور سنسور دستگاه اندازه‌گیری رطوبت و شوری ایجاد شد. زهکش‌ها در عمق ۱۵ سانتی‌متری از کف لایسیمتر و به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند (شکل ۱). پس از نصب زهکش‌ها در عمق ۱۵ سانتی‌متری از کف لایسیمتر، اطراف آن‌ها توسط شن و ماسه بادی پوشانده شد. خاک مورد نیاز آزمایش از خاک مزرعه‌ای در منطقه اسماعیل آباد قزوین برداشته شد و به محل آزمایشگاه منتقل گردید. خاک تهیه شده، مورد آزمایش‌های منحنی دانه‌بندی ذرات خاک، تعیین منحنی مشخصه رطوبتی، بافت خاک و شوری خاک قرار گرفت که خصوصیات آن در جدول ۱ و شکل ۲ آمده است.

را به عنوان مالچ با هم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که شن بسیار موثرتر است. از نظر اندازه‌ی دانه‌ها نظر عموم بر این است که به منظور ایجاد یک اثر حائل، اندازه ذرات شن باید درشت‌تر از ذرات خاک زیر آن باشد (Groenevelt et al., 1989). پرز (۱۹۹۸) معتقد بود که این موضوع صرفاً تأثیر قطر دانه‌ها نبوده بلکه تأثیری از تخلخل نیز است: جریان موینیگی در صورتیکه تخلخل خاک کمتر از تخلخل مالچ باشد دچار گسیختگی می‌شود (Pérez 1998). اوتینو حدود یک سال با استفاده از سنگ‌های آتشفشانی خرد شده و الک شده با مش ۱/۲۵ سانتی‌متر در منطقه‌ای با بارش حدود ۷۰۰ میلی‌متر، افزایش ۱۶٪ در رطوبت بخش‌های بالایی خاک را مشاهده کرد، اگرچه افزایش رطوبت در ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری حدود ۱٪ کاهش یافت (Othieno, 1980).

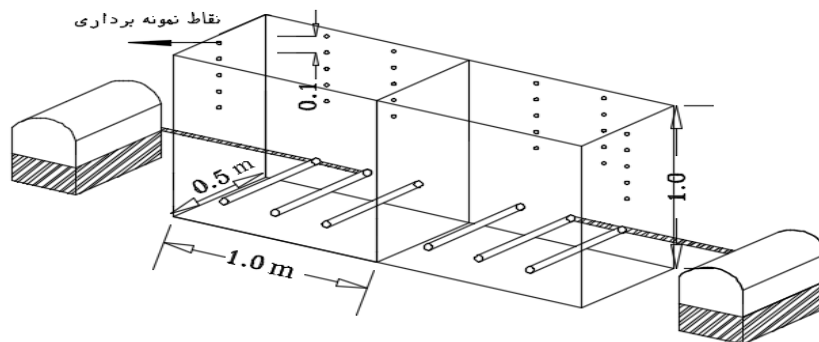
همچنین برخی از مطالعات به مقایسه اثر مالچ ارگانیک و غیرارگانیک بر رطوبت و دمای خاک پرداخته‌اند (Li et al., 2013; Zribi et al., 2015). مطالعات محدودی اثر مالچ گیاهی بر رطوبت، دما و یا شوری خاک را با در نظر گرفتن ریشه گیاهی مورد بررسی قرار داده‌اند (Siczek et al., 2015; Tao et al., 2015; Zhao et al., 2014 and Alharbi., 2015). نتایج تحقیق تیشه‌زن و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد در دو عمق آب زیرزمینی ۶۰ و ۹۰ سانتیمتری، اثر مالچ در تبخیر - تعرق خرما، میزان صعود آب زیرزمینی و رشد برگچه‌های نهال خرما رقم برخی، با احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار است. در واقع، در تیمارهای دارای مالچ به دلیل کاهش تبخیر - تعرق و حفظ رطوبت در خاک و نیاز کمتر به آب، سهم آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی نیز کمتر شده است. همچنین رشد برگچه‌های نهال خرما نیز بیشتر شده بود.

بابازاده و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اثر سطوح مختلف مالچ بر عملکرد لوبیا پرداختند. نتایج ایشان نشان داد اثر مالچ کاه و کلش در سطح پنج درصد بر عملکرد لوبیا موثر بوده و آن را افزایش داده است. سلطانی تمجید و همکاران (۱۳۹۴) و صدقاتی و همکاران (۱۳۹۴) اثر مالچ‌های مختلف بر افزایش عملکرد سبب زمینی و پسته را در سطح معنی‌داری پنج درصد گزارش نمودند. همچنین نتایج کار رضایی (۱۳۹۵) نشان داد اثر مالچ پلی‌اتیلنی بر عملکرد طالبی و شوری خاک در انتهایی فصل در سطح پنج درصد معنی‌دار است. نتایج ایشان نشان می‌دهد به طور متوسط مالچ موجب کاهش شوری خاک به میزان ۲، ۴، ۲/۵ و ۷ ds/m نسبت به خاک لخت به ترتیب در شوری‌های آب آبیاری ۲، ۴، ۶ و ۸ ds/m می‌شود.

نتایج پژوهش حیدری‌نیا (۱۳۹۶a و ۱۳۹۶b) نیز نشان می‌دهد استفاده از بقایای گیاهی به صورت خاکپوش در مقایسه با عدم استفاده از بقایا در آبیاری با آب شور، سبب کاهش شوری لایه سطحی به طور متوسط حدود ۱/۱۶ درصد و انتقال املاح به لایه‌های پایین‌تر شدند. اثر مدیریت استفاده از کلش گندم بر تبخیر - تعرق،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

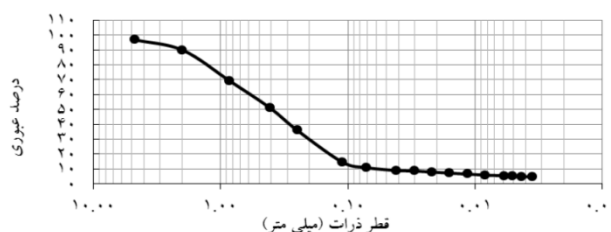
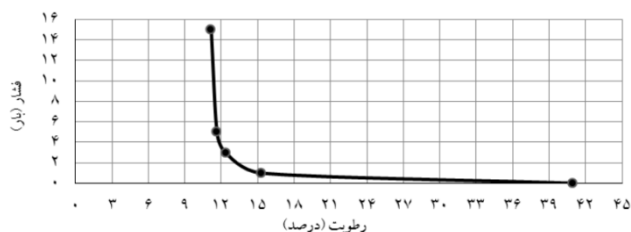
تخلخل موثر (%)	هدایت هیدرولیکی چگالی ظاهری شوری عصاره اشباع (m/day)	چگالی ظاهری (g/cm ³)	شوری (dS/m)
۱۱	۱/۲۷	۱/۵۱۶	۲



شکل ۱- نمایی از لایسیمتر آزمایشگاهی

الف

ب



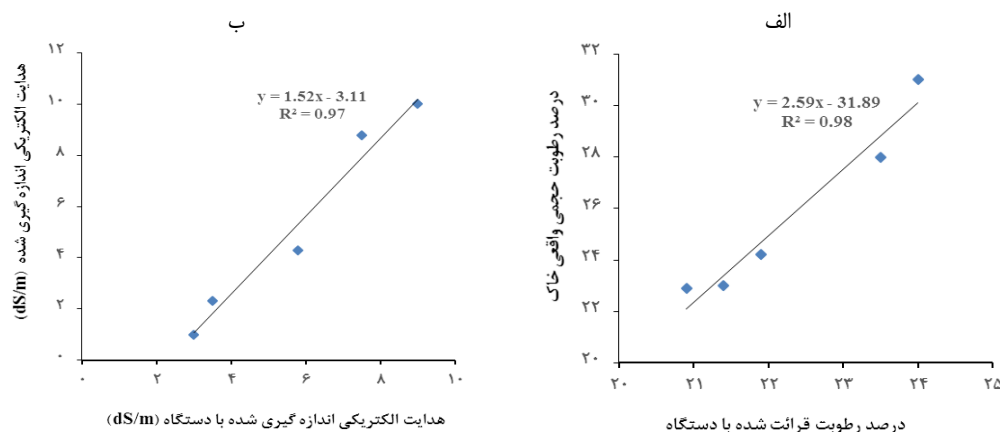
شکل ۲- منحنی دانه بندی خاک (الف) و منحنی مشخصه رطوبتی خاک (ب)

صورت گرفت. برای محاسبه خطای سنسور، رطوبت دو گلدان حاوی خاک مورد آزمایش به مدت چند هفته در روزهایی مشخص به صورت وزنی و همچنین توسط سنسور اندازه گیری شد. پس از انجام محاسبات و ترسیم خطوط رگرسیون با استفاده از داده های به دست آمده، فرمول حاصل که رابطه ای بین اندازه گیری های آزمایشگاهی و تجربی بود برای افزایش دقت آزمایش مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۳). در پایان دوره ۱۲۲ روزه از همان نقاط اندازه گیری شده با سنسور، نمونه برداری صورت گرفت و پس از اشباع کردن آن ها با آب مقطر و با استفاده از پمپ خلاء عصاره گیری انجام گرفت و مقدار شوری با EC متر اندازه گیری شد. شوری خاک در ابتدا در کل ستون خاک یکنواخت در نظر گرفته شد، در پایان دوره آزمایش، برای بررسی انتقال نمک در عمق های مورد نظر، نمونه های خاک برداشته شد و مقدار شوری عصاره اشباع آن ها اندازه گیری شد. از آزمون پارامتری t در سطح معنی داری ۵٪ برای مقایسه میانگین رطوبت و شوری بین دو تیمار در ۵ عمق برای بازه های زمانی متفاوت و همچنین مقایسه میانگین شوری عصاره اشباع خاک در پایان دوره آزمایش استفاده شد.

این خاک پس از عبور از الک به صورت لایه های ۱۰ سانتی متری به داخل لایسیمتر ریخته شده و توسط چکش استاندارد به تراکمی مشابه شرایط طبیعی رسانده شد. سطح یک قسمت لایسیمتر توسط گاه و کلش گندم (۰/۲ kg/m²) به عنوان مالچ به ضخامت ۲ سانتی متر پوشانده شد و برای جلوگیری از جابجا شدن توسط باد بر روی آن تور سیمی قرار گرفت.

لایسیمتر در خارج از محیط آزمایشگاه قرار گرفت تا تبخیر در شرایط طبیعی میسر گردد. در طول دوران شبیه سازی، برای حفظ سطح ایستایی در فاصله ۱۵ سانتی متری از کف لایسیمتر (عمق ۸۵ سانتی متری)، ارتفاع آن توسط پیژومترها اندازه گیری شد. جبران مقدار افت سطح ایستایی از طریق تزریق آب زیرزمینی توسط زهکش ها به مدل انجام گرفت. برای ایجاد سطح ایستایی مورد نظر در هر قسمت یک زهکش به منبع آب با شوری ۱۰ dS/m متصل شد. دو زهکش دیگر در هر قسمت برای قرائت سطح ایستایی تعبیه گردید.

در طول دوره آزمایش ۱۲۲ روزه از تاریخ ۹۴/۳/۱۸ تا ۹۴/۷/۱۵ اندازه گیری شوری و رطوبت خاک در زمان هایی معین از نقاط مشخص در ۵ عمق خاک توسط سنسور دستگاه HH2 شرکت دلتاتی



شکل ۳- رابطه واسنجی بین مقادیر درصد رطوبت حجمی (الف) و هدایت الکتریکی (ب)

نتایج و بحث

بررسی تغییرات رطوبت خاک

با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌گردد مقدار رطوبت در هر دو تیمار در تمامی عمق‌ها روندی افزایشی داشته و در انتهای دوره تقریباً ثابت شده است. چگالی ظاهری خاک حدود $1/5$ گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شده است بنابراین درصد تخلخل و درصد رطوبت اشباع حدود ۴۰ درصد خواهد بود. در عمق‌های ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری به دلیل نزدیکی به سطح ایستابی، درصد رطوبت حجمی به حدود ۴۰ درصد و به حدود نقطه اشباع رسیده است. در لایه‌های نزدیک به سطح زمین درصد رطوبت حجمی کاهش و در عمق ۳۰، ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متری به ترتیب به حدود ۳۵، ۳۰ و ۲۰ درصد رسیده است. لازم به ذکر است در طول آزمایش همواره عمق سطح ایستابی در بازه‌های ۲ یا ۳ روزه ثابت نگهداشته می‌شد.

در مجموع اختلاف معنی‌داری بین رطوبت در دو تیمار به خصوص در انتهای دوره مشاهده نمی‌شود. اما برای بررسی دقیق‌تر در بازه‌های زمانی مختلف که در نمودارها انحرافی بین دو تیمار مشاهده می‌شود از آزمون t استفاده شد (جدول ۲). قبل از انجام تجزیه‌های آماری، برقراری فرض‌های تجزیه واریانس از نظر نرمال بودن داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از این نرم‌افزار و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تمامی داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند. در عمق‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متری از سطح خاک، نمودارهای تغییرات رطوبت دو تیمار تقریباً مماس بر هم بوده و اختلاف معنی‌دار نداشتند.

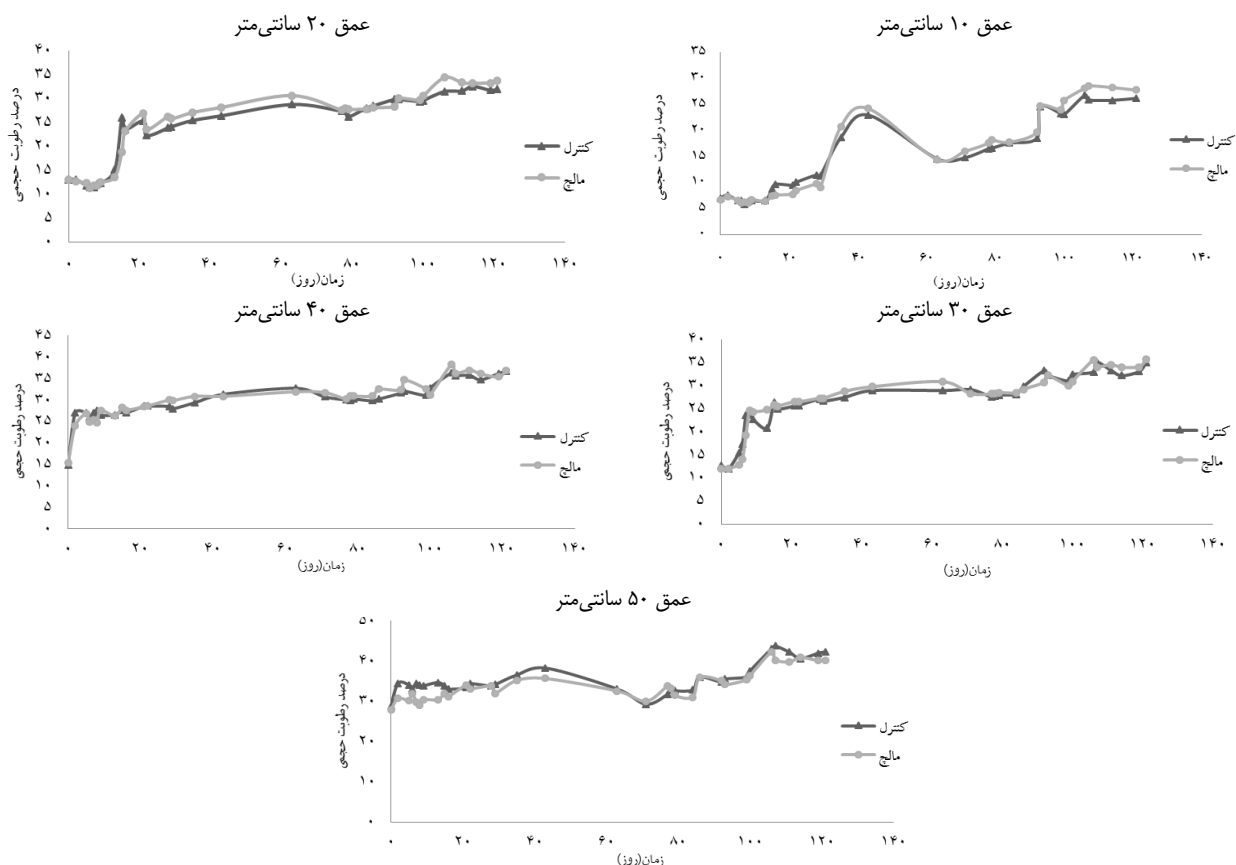
در عمق ۱۰ سانتی‌متر از روز ۱۳ تا ۲۹ ام و ۱۰۰ تا ۱۲۲ ام اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار مشاهده شد. در بازه ۱۳ تا ۲۹ روز پس از شروع آزمایش، در عمق ۱۰ سانتی‌متری مقدار رطوبت در تیمار

کنترل بیشتر بود. در این دوره به دلیل نیروی مکش بیشتر در لایه سطحی در تیمار کنترل نسبت به تیمار مالچ، افزایش رطوبت در این عمق رخ داده است. اما در بازه ۱۰۰ تا ۱۲۲ روز پس از شروع آزمایش رطوبت سطح خاک در تیمار مالچ حدود $3/3$ درصد نسبت به تیمار کنترل افزایش یافت و دلیل آن تاثیر مالچ در حفظ رطوبت ذخیره شده در سطح خاک بود. در عمق ۵۰ سانتی‌متری طی روزهای ۱۱ ام تا ۲۱ ام و ۱۰۶ تا ۱۲۲ ام اختلاف معنی‌دار میان دو تیمار وجود داشت و رطوبت در تیمار کنترل (بدون پوشش) بیشتر بود که دلیل آن را می‌توان تبخیر بیشتر از سطح خاک بدون پوشش و جبران کمبود رطوبت سطح خاک دانست. تغییرات تبخیر از سطح خاک در دو تیمار کنترل و تیمار با مالچ در شکل ۵ آورده شده است. در تمام دوره شدت تبخیر از تیمار کنترل بیشتر از تیمار با مالچ بوده است. در یک ماه اول شروع آزمایش اختلاف تبخیر از سطح خاک در دو تیمار مشهودتر است. بنابراین کاملاً منطقی است که در دوره ۱۳ تا ۲۹ روز به دلیل تبخیر بیشتر از سطح خاک، مکش بیشتر در لایه سطحی باعث صعود مویینگی و افزایش رطوبت لایه سطحی شود. نکته قابل توجه این است که برخلاف اختلاف ناچیز در میزان رطوبت خاک در تیمار کنترل و مالچ، اختلاف تبخیر بین دو تیمار کاملاً مشهود است. این اختلاف در ابتدای دوره بیشتر است ولی هرچه از شروع آزمایش گذشته است از اختلاف دو نمودار کاسته شده است. علت کاهش اختلاف تبخیر در انتهای دوره به دلیل شور شدن لایه سطحی در تیمار کنترل است. تبخیر از آب شور کمتر از تبخیر از آب شیرین است. همچنین در تیمار کنترل به دلیل تشکیل لایه نمک، در حقیقت یک مالچ نمکی در سطح خاک ایجاد می‌شود که تبخیر را کاهش می‌دهد.

جدول ۲- تجزیه واریانس رطوبت مورد ارزیابی

عمق (سانتیمتر)	زمان (روز)	اختلاف معنی داری sig(2-tailed)
۱۰ تا ۱۰	۱۳ تا ۲۹	۰,۰۱۰*
۱۰ تا ۱۰	۱۰۰ تا ۱۲۲	۰,۰۲۹*
۵۰ تا ۴۰	۱ تا ۲۱	۰,۰۰۱*
۵۰ تا ۴۰	۱۰۶ تا ۱۲۲	۰,۰۱۴*

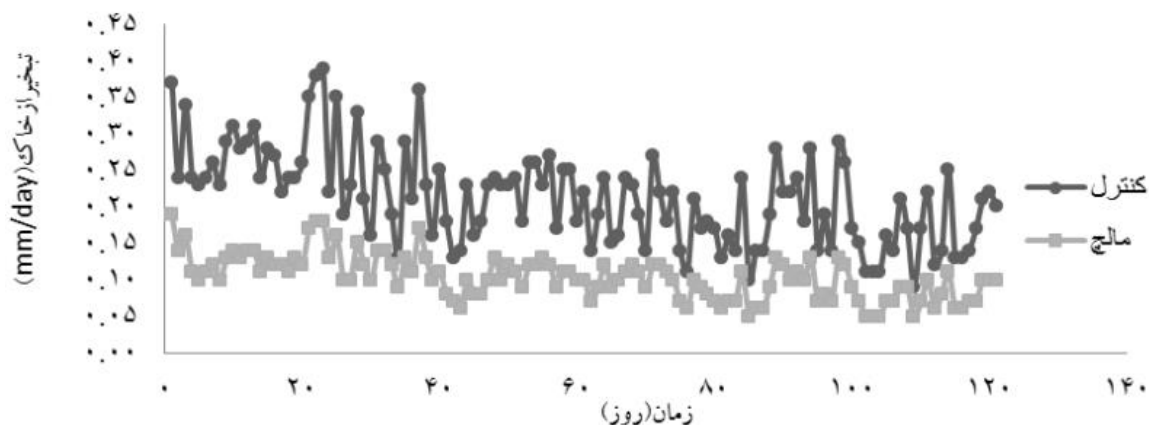
* معنی داری در سطح پنج درصد



شکل ۴- تغییرات درصد رطوبت حجمی نسبت به زمان در اعماق مختلف

محصول و کارایی مصرف آب به این نتیجه دست یافتند که مالچ باعث کاهش تبخیر از سطح خاک و نگهداشت آب شده و میزان محصول و شدت رشد را افزایش می‌دهد (Yaghi et al., 2013). چسورث نیز در مطالعه‌ای که از مالچ خاکستر شن و سنگ بازالت خورد شده استفاده کرده بودند به این نتیجه دست یافتند که مقدار رطوبت در ۴۰ سانتی متری خاک با پوشش مالچ ۴۰٪ بیشتر از خاک بدون پوشش بود (Chesworth et al., 1994).

خورشید و همکاران نیز استفاده از کاه و کلش گندم را موجب افزایش ذخیره رطوبت خاک اعلام کردند (Khurshid et al., 2006). می‌ژیان و همکاران در تحقیق خود بر روی اثر کیفیت آب آبیاری و آرایش قطره‌چکان‌ها با استفاده از مالچ در یکی از تیمارهای خود نشان دادند که مالچ تاثیر قابل توجهی بر جلوگیری از تبخیر از سطح خاک دارد (Mei-xian et al., 2012). یاغی و همکاران طی پژوهشی بر روی تاثیر آبیاری قطره‌ای به همراه مالچ پلاستیکی بر روی بازده



شکل ۵- تغییرات تبخیر از سطح خاک در دو تیمار کنترل و مالج در دوره آزمایش

بررسی تغییرات شوری خاک

شکل ۶ مقادیر شوری اندازه‌گیری شده را نسبت به زمان نشان می‌دهند. با توجه به نمودارها در عمق‌های ۱۰ سانتی‌متر و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب تقریباً از روز ۷۲ام و ۴۴ام به بعد شوری در تیمار کنترل صعود بیشتری نسبت به تیمار مالج داشته است و مقدار شوری در تیمار کنترل نسبت به تیمار مالج حدود دو برابر افزایش یافته است. در تیمار کنترل به دلیل تبخیر بیشتر و صعود موئینگی، جریان آب شور زیرزمینی باعث شوری لایه‌های فوقانی شده است. به دلیل فاصله‌های مختلف از سطح آب زیرزمینی شور، شروع زمان شور شدن در عمق ۲۰ سانتی‌متری زودتر از عمق ۱۰ سانتی‌متری بوده است. اما در سایر عمق‌های نیم‌رخ خاک در دو تیمار، نمودارها تقریباً بر هم منطبق بوده و مقادیر شوری اختلاف قابل توجهی ندارند. اما برای بررسی دقیق‌تر و معنی‌داری اختلاف‌ها در بازه‌های زمانی مختلف از آزمون t استفاده شد. همان‌طور که در بالا ذکر شد فقط در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری اختلاف شوری در بین دو تیمار در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۳). همان‌طور که اشاره گردید در عمق ۲۰ سانتی‌متری ۴۴ روز پس از شروع آزمایش و در عمق ۱۰ سانتی‌متری ۷۲ روز پس از شروع آزمایش تفاوت بین شوری‌ها در دو تیمار کنترل و مالج آغاز می‌گردد. این تفاوت در شکل ۶ مشهود است. انتقال املاح از آب زیرزمینی بیشتر به صورت جریان توده‌ای و در اثر پدیده موئینگی در بالای سطح ایستابی رخ می‌دهد. هرچه میزان تبخیر بیشتر شود، میزان جریان موئینگی و به تبع آن جریان توده‌ای و

انتقال املاح از آب زیرزمینی بیشتر می‌گردد. در عمق ۲۰ سانتی‌متری به دلیل نزدیکی به سطح ایستابی تفاوت شوری در دو تیمار زودتر رخ داده و در عمق ۱۰ سانتی‌متری با تاخیر این تفاوت مشاهده می‌شود. در عمق‌های پایین‌تر تبخیر از سطح خاک اثر چشمگیری بر میزان جریان توده‌ای و شوری بین دو تیمار نداشته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اثر مالج برای جلوگیری از شور شدن در لایه‌های سطحی خاک بیشتر است. همچنین در ابتدا آزمایش به دلیل یکسان بودن رطوبت اولیه در نیم‌رخ خاک و میزان مکش تقریباً برابر در لایه‌های بالای سطح ایستابی، تفاوتی در بین دو تیمار در هیچ عمقی مشاهده نشده است.

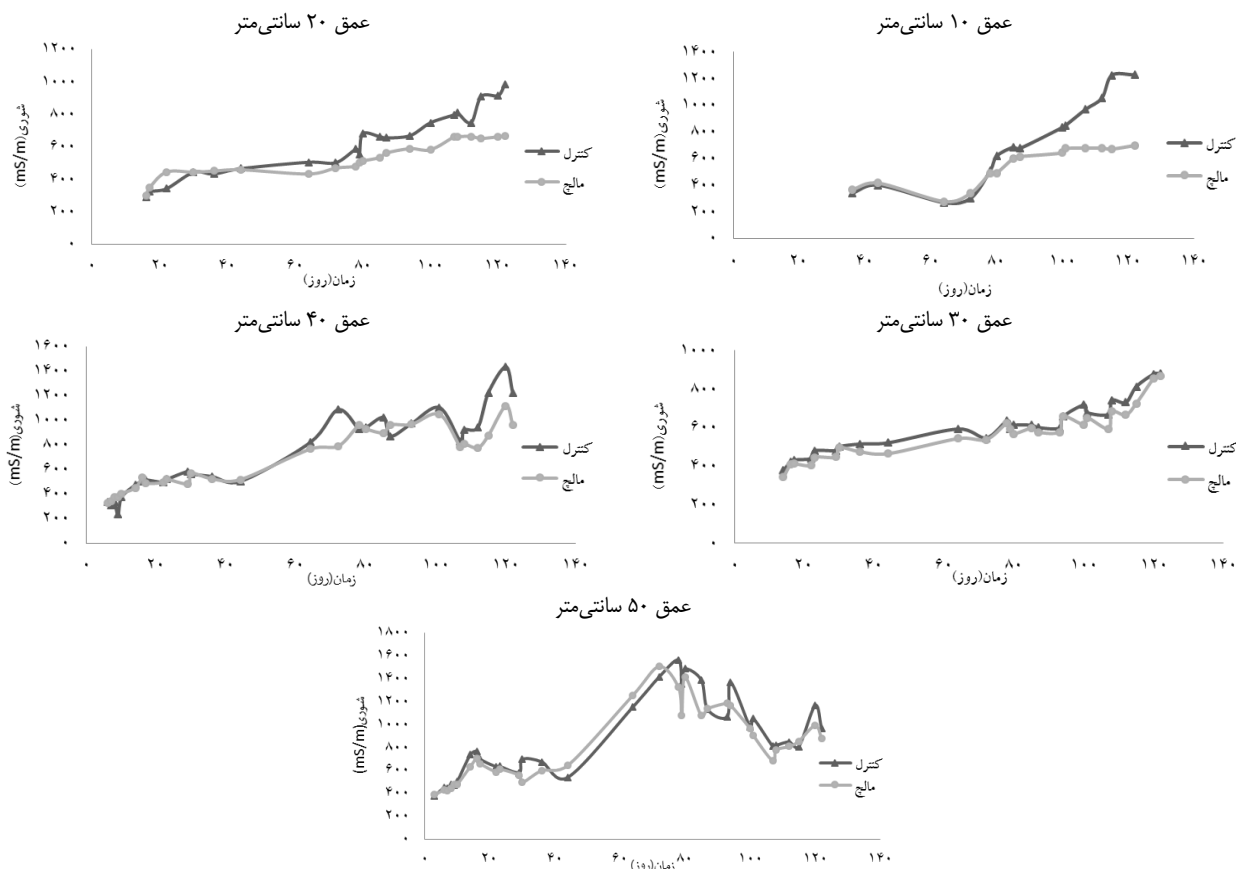
بررسی شوری خاک در انتهای دوره آزمایش

در انتهای آزمایش از عمق‌های مختلف نمونه خاک تهیه و در آزمایشگاه با تهیه عصاره اشباع، شوری تعیین گردید. با توجه به بیان آب و نمک، به علت وجود نمک در آب زیرزمینی، ذخیره نمک در پروفیل خاک اتفاق افتاده است، آزمون پارامتری t مستقل برای بررسی اثر مالج در عمق‌های مختلف بر شوری خاک مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آزمون در شکل ۷ آورده شده است. همان‌طور که در شکل ۸ قابل مشاهده است، بیشترین تجمع نمک در عمق‌های نزدیک به سطح خاک به خصوص در تیمار کنترل اتفاق افتاده است. با توجه به یکسان بودن غلظت اولیه املاح در کل پروفیل خاک، اختلاف مشاهده شده در عمق‌های مختلف در پایان دوره آزمایش، حرکت املاح در طول دوره شبیه‌سازی را به خوبی نشان می‌دهد.

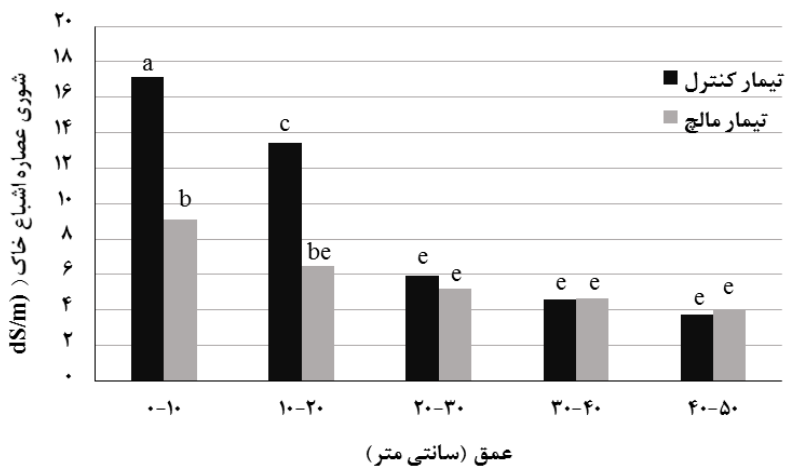
جدول ۳- تجزیه واریانس شوری مورد ارزیابی

عمق (سانتی‌متر)	زمان (روز)	اختلاف معنی‌داری sig(2-tailed)
۱۰ تا ۲۰	۷۲ تا ۱۲۲	۰,۰۳۴*
۲۰ تا ۴۰	۴۴ تا ۱۲۲	۰,۰۰۶*

* معنی داری در سطح پنج درصد



شکل ۶- تغییرات شوری نسبت به زمان در اعماق سانتی متر



شکل ۷- بررسی میانگین شوری عمق‌های مختلف در تیمار کنترل و مالچ (وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ستون از گراف‌ها به منزله‌ی نبود اختلاف معنی‌دار بین آن‌هاست)

نزدیک به سطح خاک یعنی ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر بین دو تیمار اختلاف قابل توجهی وجود دارد. این اختلاف به دلیل تبخیر بیشتر از سطح خاک در تیمار کنترل و کشش موئینگی بیشتر و انتقال املاح در اثر جریان توده‌ای است. اثر مالچ در کاهش تبخیر در لایه‌های سطحی معنی‌دارتر بوده و در لایه‌های زیرین، تبخیر در میزان

همچنین از آزمون پارامتری t مستقل برای مقایسه میانگین شوری پنج عمق بین تیمار مالچ و کنترل به طور جداگانه برای هر عمق انجام شد. نتایج آزمون در جدول ۶ آورده شده است. با توجه به جدول ۶ بین مقادیر شوری در سه عمق پایین پروفیل خاک در دو تیمار کنترل و مالچ اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ولی برای دو عمق

رطوبت و به تبع آن انتقال املاح اثر چشمگیری نداشته است.

جدول ۶- آزمون آماری برای مقایسه دو به دوی عمق‌های هر دو تیمار

عمق (سانتیمتر)	اختلاف معنی داری sig(2-tailed)
۱۰-۰	۰/۰۰۲*
۲۰-۱۰	۰/۰۳۵*
۳۰-۲۰	۰/۳۸۹ ^{NS}
۴۰-۳۰	۰/۸۸۰ ^{NS}
۵۰-۴۰	۰/۲۸۳ ^{NS}

* معنی داری در سطح پنج درصد و NS عدم معنی داری است

ژاؤ و همکاران طی آزمایشی سه ساله در خاک‌های شور مغولستان به این نتیجه دست یافتند که شخم عمیق با مالچ پاشی به همراه مالچ دفن شده در عمق ۴۰ سانتی متری خاک موثرترین روش مدیریت خاک شور در منطقه مورد مطالعه آزمایش و مناطق زیست محیطی مشابه می‌باشد (Zhao et al., 2014). الحربی نیز به این نتیجه دست یافت که شوری لایه‌ی سطحی خاک نسبت به زیر سطحی در تیمار مالچ کمتر است (Alharbi, 2015).

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد شوری عمق‌های ۰ تا ۲۰ سانتی متر در تیمار کنترل نسبت به تیمار مالچ کاه و کلش حدود دو برابر افزایش یافته است و عمق‌های ۲۰ تا ۵۰ سانتی متری خاک، تقریباً شوری یکسانی داشتند. حدود بیست روز پایانی دوران اندازه-گیری، رطوبت عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متر در تیمار مالچ نسبت به شاهد بیشتر و این اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار بود. میان رطوبت سایر عمق‌های دو تیمار اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت. فرایند توزیع رطوبت و حرکت املاح در نیمرخ خاک پیچیده است ولی اختلافات دو تیمار نشان‌دهنده این است که در حضور آب زیرزمینی شور، خاک با سطح بدون پوشش به دلیل تبخیر بیشتر و حرکت رو به بالای آب شور زیرزمینی در اثر صعود مویبندی برای جبران کمبود رطوبت از دست رفته در عمق نزدیک به سطح خاک نمک بیشتری انباشته می‌کند. حضور مالچ در طی بازه زمانی طولانی‌تر اثر عمده خود را در ذخیره رطوبت سطح خاک و کاهش تبخیر به وضوح نشان می‌دهد و هر چه دوران اندازه‌گیری طولانی‌تر شود تاثیر مثبت مالچ وضوح بیشتری خواهد داشت. در آخر می‌توان خاطر نشان کرد در مناطقی با موقعیت جغرافیایی مشابه و دارای آب زیرزمینی شور، پس از برداشت محصول، با برجای گذاشتن بقایای گیاهی به عنوان پوشش کاه و کلش در طول دوره آیش که سطح خاک بدون پوشش است علاوه بر ذخیره رطوبت به همراه کاهش تجمع نمک در سطح

خاک، دیگر نیازی به عمل آبیاری پیش از کاشت نخواهد بود. با بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش برای بدست آوردن نتایج دقیق‌تر به محققین در این زمینه پیشنهاد می‌گردد تا آزمایش در شرایط مزرعه‌ای صورت گیرد، از ضخامت‌های مختلف مالچ استفاده شود، بافت‌های خاک ریزدانه‌تر مورد استفاده قرار گیرند، دوران اندازه-گیری طولانی‌تر گردد، تعداد نقاط اندازه‌گیری به خصوص نزدیک سطح خاک افزایش یابند.

منابع

بابازاده، ح.، عبدزاد گوهری، ع. و خنک، آ. ۱۳۹۴. اثر مدیریت آبیاری و سطوح مالچ کاه بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹: ۲. ۱۲۹-۱۴۰.

تیشه‌زن، پ.، ناصری، ع.، حسن اقلی، ع. و مسگرباشی، م. ۱۳۹۶. تعیین اثر عمق و شوری آب زیرزمینی بر سهم آن در تامین نیاز آبی و رشد نهال‌های خرما با کاربرد مالچ. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۸: ۳-۵۳۳-۵۴۱.

حیدری‌نیا، م.، برومند نسب، س.، ناصری، ع. و الباجی، م. ۱۳۹۶ا. تاثیر آبیاری با آب شور بر تبخیر و ترق و کارایی مصرف آب ذرت در مدیریت‌های مختلف زراعی. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۴۰: ۱۱۰-۱۹۹-۱.

حیدری‌نیا، م.، برومند نسب، س.، ناصری، ع. و الباجی، م. ۱۳۹۶ب. ارزیابی مدل AquaCrop در تخمین عملکرد ذرت و شوری خاک تحت شرایط مدیریت‌های مختلف زراعی و آبیاری با آب شور. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۸: ۱. ۴۹-۶۱.

رضایی، م. ۱۳۹۵. کاربرد خاکپوش‌های پلاستیکی برای کاهش اثرات شوری و افزایش عملکرد طالبی. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰: ۴. ۴۹۷-۵۱۰.

سلطانی تمجید، ا.، فتحی، پ. و حسین پناهی، ف. ۱۳۹۴. اثر مقدار آب آبیاری و خاکپوش پلاستیک و کاه و کلش گندم بر عملکرد و کارایی مصرف آب سیب زمینی تحت آبیاری قطره‌ای-نواری در دشت دهگلان. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹: ۳. ۳۴۱-۳۵۱.

صداقتی، ن.، علیزاده، ا.، انصاری، ح. و حسینی فرد، س. ج. ۱۳۹۴. اثر استفاده از خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای بر رشد، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پسته. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹: ۴. ۴۸۳-۴۹۵.

قهرمان، ب. ۱۳۸۹. فیزیک خاک و محیط زیست. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

- Pe´rez,F.L. 1991. Soil moisture and the distribution of giant Andean rosettes on talus slopes of a desert paramo. *Climate Research*. 1: 217-231.
- Pe´rez,F.L. 1998. Conservation of soil moisture by different stone covers on alpine talus slopes (Lassen, California). *Catena*. 33: 155-177.
- Pe´rez,F.L. 2000. The influence of surface volcanoclastic layers from Haleakala (Maui, Hawaii) on soil water conservation. *Catena*. 38: 301-332.
- Poesen,J., Ingelmo-Sa´nchez,F and Mcher,H. 1990. The hydrological response of soil surfaces to rainfall as affected by cover and position of rock fragments in the top layer. *Earth Surface Processes and Landforms*. 15: 653-671.
- Siczek,A., Horn,R., Lipiec,J., Usowicz,B and Lukowski,M. 2015. Effects of soil deformation and surface mulching on soil physical properties and soybean response related to weather conditions. *Soil and Tillage Research*. 153:175-184.
- Tao,Z., Li,C., Li,J., Ding,Z., Xu,J., Sun,X., Zhou,P and Zhao,M. 2015. Tillage and straw mulching impacts on grain yield and water use efficiency of spring maize in Northern. *The crop*. 3: 445-450.
- Tejedor,M., Jim´nez,C and Dı´az,J. 2003. Volcanic materials as mulches for water conservation. *Geoderma*. 117: 283-295.
- Unger,P.W. 1971. Soil profile gravel layers: I. Effect on water storage, distribution, and evaporation. *Soil Science Society of America Proceedings*. 35: 631-634.
- Valentin,C and Casenave,A. 1992. Infiltration into sealed soils as influenced by gravel cover. *Soil Science Society of America Journal*. 56.6: 1667-1673.
- Yaghi,T., Arslan,A and Naoum,F. 2013. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. *Agricultural Water Management*.128: 149-157.
- Zhao,Y., Li,Y., Wang,J., Pang,H and Li,Y. 2014. Effects of straw mulch and buried straw on soil moisture and salinity in relation to sunflower growth and yield. *Field Crops Research*. 161: 16-25.
- Zribi,W., Aragues,R., Medina,E and Faci,J.M. 2015. Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. *Soil & Tillage Research*. 148:40-45.
- Alharbi,A. 2015. Effect of mulch on soil properties under organic farming conditions in center of Saudi Arabia. *American Science*. 11.1: 108-111.
- Benoit,G.R. and Kirkham,D. 1963. The effect of soil surface conditions on evaporation of soil water. *Soil Science Society of America Proceedings*. 27: 495-498.
- Chesworth,W., Woldeab,A., Assefa,A., Yematawork,A., Abera,S., Van Straaten,P and Groenevelt,P. 1994. Report on the Results of the Ethiopia – Canada Agrogeology, Project-Rock Mulch, IDRC-Project. 88-1032.
- Corey,A.T and Kemper,W.D. 1968. Conservation of soil water by gravel mulches. *Hydrology Papers*. 30: 1-23.
- Groenevelt,P.H., Van Straaten,P., Rasiyah,V and Simpson,J. 1989. Modifications in evaporation by rock mulches. *Soil Technology*. 2: 279-285.
- Hanks,R.J. 1992. *Applied soil physics: Soil Water and Temperature Applications*. New York: Springer-Verlag
- Kemper,W.D., Nicks,A.D and Corey,A.T. 1994. Accumulation of water in soils under gravel and sand mulches. *Soil Science Society of America Journal*. 58: 56-63.
- Khurshid,K., IQBAL,M., Saleem Arif,M and Nawaz,A. 2006. Effect of Tillage and Mulch on Soil Physical Properties and Growth of Maize. *International journal of agriculture and biology*. 8.5:593-596.
- Li,R., Hou,X., Jia,Z., Han,Q., Ren,X. and Yang,B. 2013. Effects on soil temperature, moisture, and maize yield of cultivation with ridge and furrow mulching in the rainfed area of the Loess Plateau, China. *Agricultural Water Management*. 116:101-109.
- Mei-xian,L., Jing-song,Y., Xiao-ming,L., Mei,Y and Jin,W. 2012. Effects of irrigation water quality and drip tape arrangement on soil salinity, soil moisture distribution, and cotton yield (*Gossypiumhirsutum* L.) under mulched drip irrigation in xinjiang, china. *Integrative Agriculture*. 11.3: 502-511.
- Modaihsh,A.S., Horton,R and Kirkham,D. 1985. Soil water evaporation suppression by sand mulches. *Soil Science*. 139.4: 357-361.
- Othieno,C.O. 1980. Effects of mulches on soil water content and water status of tea plants in Kenya. *Experimental Agriculture*. 16: 295-302.

Experimental Study of Mulch Effect on Distribution of Soil Moisture and Salt in Fallow Season

Sh. Karimi¹, H. Ramezani Etedali^{2*}, P. Daneshkar Arasteh³

Recived: Jan.01, 2018

Accepted: Feb.06, 2018

Abstract

In arid and semi-arid areas during fallow seasons, saline groundwater movement toward soil surface not only leads to soil moisture loss, but also leads to accumulation of salts in the soil salinity. In this study in order to examine the effects of mulch on soil moisture and salinity in fallow season, two laboratory model with $1 \times 1 \times 0.5$ m which underground saline water was injected by using subsurface drainage to its soil was used. Part of soil surface was covered with wheat straw. During the 122-day simulation period, moisture and salinity were measured with HH2 sensors in three locations and five depths (10, 20, 30, 40 and 50 cm), soil samples were taken from the same locations and extraction saturate was measured. The Duncan's test and t test are used for mean comparisons. Salinity of 0-20 cm depth in the control treatment has increased two times compared to the mulch treatment. In the final twenty days, humidity of 0-10 cm depths of mulch treatment was more than control and this difference was significant at the 5% level. So using of mulch in fallow season with the high groundwater table, it prevents the salinity of the soil surface layer.

Keywords: fallow, salinity, Groundwater, Mulch

1- Master graduate, Department. of Water Sciences and Engineering, Imam Khomeini International University

2- Assistant professor, Department. of Sciences and Water Engineering, Imam Khomeini International University

3- Associate professor, Department of Water Sciences and Engineering, Imam Khomeini International University

(*- Corresponding Author Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)