نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۵، مرداد - شهریور ۱۴۰۰، ص. ۵۶۶-۵۵۸

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 15, Aug.-Sep. 2021, p. 558-566

## مقاله علمی - پژوهشی

# اثر مالچ‌های مختلف بر کاهش تبخیر و تغییرات شوری در خاک‌هایی با بافت متفاوت

حسین بیرامی[۱*]، حسین رضائی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۰۳

## چکیده

کاهش تلفات آبیاری تبخیر سطحی با استفاده از لایه مالچ در سطح خاک می‌تواند کمک قابل‌توجهی در حفظ آب در شرایط کنونی که کشورمان دچار کمبود آب است، داشته باشد. در پژوهش حاضر، اثر سه نوع مالچ در کاهش تبخیر در سه خاک لوم شنی، لوم و لوم رسی بررسی شد. بدین منظور لایه سه سانتی‌متری از مالچ‌ها (لایه آبگریز، سنگریزه ریز و کود دامی) در سطح خاک قرار داده شده و اثر آن‌ها همراه با یک شاهد (بدون لایه مالچ) بر میزان تبخیر از لایسیمترهای کوچک در مزرعه‌ای در شهرستان یزد بررسی گردید. آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار مقدار تبخیر در هر سه خاک دارای لایه سطحی مالچ بود. همچنین بیشترین میزان کاهش تبخیر در مالچ سنگریزه ریز نسبت به تیمار شاهد در خاک‌های لوم شنی، لوم و لوم‌رسی به‌ترتیب ۵۹/۸، ۵۸/۲ و ۶۱/۴ درصد بود. پس از مالچ سنگریزه ریز، کارایی مالچ کود دامی بیشتر از مالچ لایه آبگریز بود. اثر مالچ‌ها بر تغییرات شوری در عمق خاک متفاوت بود به‌طوری‌که در تیمار مالچ سنگریزه ریز و کود دامی کمترین مقدار شوری در سطح هر سه خاک مشاهده شد. مالچ آبگریز اثر کمتری در کاهش شوری خاک سطحی نسبت به دو مالچ دیگر داشت و مقدار بیشتری از نمک‌ها از عمق به سطح خاک انتقال یافته بودند.

**واژه‌های کلیدی:** آبگریزی، تبخیر، رطوبت خاک، مالچ

## مقدمه

بر اساس آمارهای موجود، در حال حاضر بخش قابل توجهی (حدود ۷۰ درصد) از آب شیرین جهان، شامل آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آبخوان‌های زیرزمینی، به مصرف کشاورزی می‌رسد. از طرفی کل میزان تبخیر و تعرق از اراضی فاریاب، برابر ۲۲۰۰ میلیارد مترمکعب (معادل ۲ درصد بارش) برآورد می‌شود که ۳۰ درصد آن از طریق آب سبز (باران) و ۷۰ درصد آن از طریق آب آبیاری صورت می‌پذیرد (عباسی و همکاران ۱۳۹۴). همچنین آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک دنیا می‌باشد (Zhang et al., 2016).

یکی از راهکارهای مناسب برای حفظ منابع موجود، جلوگیری از تلفات آب است که تبخیر از سطح خاک بخشی از آن می‌باشد. 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 اتفاق‌نظر دارند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۷). در اثر تبخیر، آب زیرزمینی از عمق خاک به سطح آمده و تجمع نمک‌ها در سطح خاک رخ می‌دهد. به این ترتیب شوری آب و خاک منجر به محدودیت در رشد گیاهان می‌شود (تیشه‌زن، ۱۳۹۰). در چنین حالتی، تغییر در عملیات زراعی یکی از روش‌های حفظ رطوبت خاک است. در بسیاری از مناطق برای دستیابی به این هدف، با شخم زدن خاک سطحی، ارتباط لوله‌های موئین درون خاک را قطع می‌نمایند و یا سطح خاک را با موادی مانند مالچ پوشش می‌دهند (Gyssels et al., 2005؛ اسلامی و فرزام‌نیا، ۱۳۸۸). مالچ یا خاک‌پوش لایه متفاوتی از مواد است که سطح خاک را از اتمسفر به منظور اعمال تغییرات مفید جدا می‌کند (Pramanik et al., 2015). از جمله این تغییرات، حفاظت از آب و خاک، افزایش عملکرد محصول با کنترل دما و رطوبت خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین بیان شده است که مالچ‌پاشی روشی است که خاک را از تخریب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محافظت و منجر به افزایش تولید محصول و افزایش بهره وری از آب

۱- استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: beyrami.h@hotmail.com)
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.3.7.1

می‌گردد. این روش شامل قرار دادن مواد آلی یا غیرآلی در سطح خاک است تا محیط مطلوب‌تری برای رشد گیاه فراهم شود (Kamal and Singh, 2011). مالچ‌ها با اهداف مختلفی دیگری نیز به کار برده شده‌اند که از این موارد می‌توان به افزایش ذخیره‌سازی آب (Mulumba and Lal, 2008)، حفاظت از خاک در برابر ضربه قطرات باران (Sadeghi et al., 2015)، بهبود ظرفیت نفوذ، بهبود شرایط فیزیکی خاک مانند ساختمان و ماده آلی خاک اشاره نمود. با این وجود، مقدار رطوبت خاک تحت کاربرد مالچ های مختلف، مشابه نیست (Zhao et al., 2014).

در این راستا جوردن و همکاران گزارش کردند که کاربرد مالچ کاه و کلش گندم در سطح ۵، ۱۰، ۱۵ تن بر هکتار موجب افزایش ۱/۱، ۱/۲۵، ۱/۲۵ برابر میزان آب قابل دسترس خاک شد، ولی در نسبت‌های پایین‌تر از ۵ تن بر هکتار تأثیر زیادی بر آب قابل دسترس نداشت (Jordán et al., 2010). یوان و همکاران تبخیر سطحی تحت مالچ‌های شنی با اندازه متفاوت را بررسی نمودند. آنان بیان نمودند که مالچ شنی به‌صورت گسترده در کاهش تبخیر سطحی در نقاط مختلف استفاده شده است. تیمارهای استفاده شده در این تحقیق شامل خاک لخت و سه مالچ شنی با اندازه ذرات ۰/۵، ۲/۵ و ۴/۵ سانتی‌متر بود که در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنان نشان داد که در مقدار رطوبت برابر خاک، مقدار کاهش تبخیر تحت مالچ‌های شنی دارای همبستگی منفی با اندازه ذرات شن بود (Yuan et al., 2009). همچنین لیخنر و همکاران در مقایسه اثر خاک آبگریز و غیر آبگریز بر تبخیر از خاک در کشور اسلواکی بیان نمودند که در خاک شنی فاقد لایه آبگریز ۹۸ درصد از مقدار رطوبت خاک در مدت ۲۴۰ ساعت تبخیر یافت، اما در این خاک با لایه سطحی آبگریز به قطر ۰/۳، ۱ و ۲ سانتی‌متر ۷، ۴۵ و ۵۹ درصد از اتلاف رطوبت خاک در این مدت جلوگیری شد. مقدار ۹۸ درصد از تبخیر رطوبت موجود در این خاک با لایه آبگریز به ترتیب پس از ۳۳۰، ۶۰۶ و ۷۷۴ ساعت مشاهده گردید (Lichner et al., 2020). اختر و همکاران در پژوهش خود در شمال غرب چین دریافتند که استفاده از مالچ کاه و کلش گندم منجر به نگهداشت ۷/۴ درصدی رطوبت خاک و کاهش ۳ درصدی دمای خاک در مزارع سویا گردیده است (Akhtar et al., 2019). نتایج چن و همکاران نشان داد که استفاده از مالچ در جوی و پشته‌ها، باعث افزایش بهره‌وری آب و عملکرد سیب‌زمینی شده است (Chen et al., 2019).

نورمهناد و طباطبائی (۱۳۹۳) میزان رطوبت خاک‌های آب‌گریز شده در اثر کاربرد پساب فاضلاب بررسی و با خاک غیر آب‌گریز (آبدوست) در خاک مزرعه سلطانیه فولادشهر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آنان نشان داد با افزایش عمق در هر دو مزرعه میزان رطوبت افزایش یافت که علت آن کاهش تبخیر از خاک سطحی می‌باشد. نتایج پژوهش شاه‌محمدی و بیرامی (۱۳۹۶) نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار مقدار تبخیر خاک‌هایی با لایه سطحی آبگریز در درجات مختلف آبگریزی بود به‌طوری‌که افزایش درجه آبگریزی باعث کاهش بیشتر تبخیر سطحی گردید.

با توجه به تحقیقات پیشین و اینکه در نها بررسی همزمان مالچ های مختلف همراه با مالچ آبگریز صورت نگرفته بود، بنابراین در این تحقیق اثر لایه باریک مالچ‌های آبگریز، مالچ سنگریزه ریز و مالچ کود دامی در سطح خاک بر مقدار تبخیر سطحی و تغییرات شوری در عمق‌های مختلف در خاک‌هایی با بافت‌های متفاوت بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

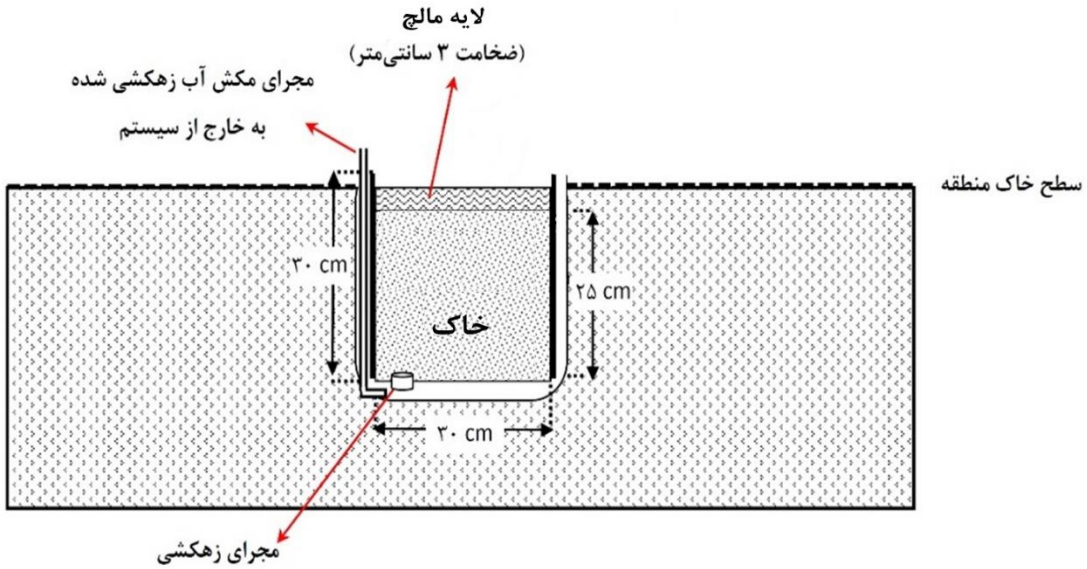
این پژوهش در مزرعه‌ای واقع در شمال غرب شهرستان یزد با مختصات جغرافیایی "۰۶/۰۳ ' ° ۵۵ ۳۱ شمالی و "۵۷/۴۳ ' ° ۱۶ ۵۴ شرقی انجام شد. بر اساس روش دومارتن اصلاح شده، این منطقه از نظر اقلیمی دارای اقلیم فرا خشک سرد می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۶۹ میلی‌متر، میانگین تبخیر سالانه ۳۰۹۰/۵ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بیشینه و کمینه مطلق دمای سالانه به ترتیب ۴۴ و ۶/۵- درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شده است.

در این پژوهش، پس از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری خصوصیات عمومی، هر یک از سه خاک لوم شنی، لوم و لوم رسی، برای بررسی میزان تبخیر خاک‌ها در سه تکرار درون لایسیمترهای کوچک (با ارتفاع و قطر ۳۰ سانتی‌متر) پر شدند. به‌این‌ترتیب که تا ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری این لایسیمترها خاک با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب پر شد. روی لایه ۲۵ سانتی‌متری هریک از خاک-ها سه سانتی‌متر از لایه مالچ (مالچ آبگریز، مالچ سنگریزه ریز و مالچ کود دامی) تهیه شده اضافه شد. تیمار شاهد فاقد لایه مالچ بوده و سه سانتی‌متر بالایی نیز از همان خاک در روی ۲۵ سانتی‌متر خاک اولیه اضافه گردید. سپس لایسیمترها در درون خاک منطقه آزمایش قرار داده شد (شکل ۱). برای انجام آزمایش‌های تبخیر در شرایط اقلیمی یکسان در هر سه خاک، تمامی لایسیمترها پس از آماده‌سازی درون خاک مزرعه‌ای در اطراف شهرستان یزد استقرار یافتند.

آمار سینوپتیک روزانه ایستگاه هواشناسی یزد در دوره انجام آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. حداکثر و حداقل دمای مشاهده شده در دوره ۲۰ روزه آزمایش به ترتیب ۴۲ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد بود. بیشترین میانگین سرعت باد در منطقه ۳۰ کیلومتر بر ساعت و کمترین مقدار آن ۱۳ کیلومتر بر ساعت بود. در این مدت بیشترین و کمترین ساعات آفتابی ثبت شده به ترتیب ۱۳ و ۱۱ ساعت گزارش شده است. بیشترین مقدار رطوبت نسبی در دوره آزمایش برابر ۹/۶ درصد بود و در مدت ۲۰ روز آزمایش‌ها، بارندگی در منطقه رخ نداد.

جدول ۱- آمار سینوپتیک روزانه ایستگاه هواشناسی یزد در دوره آزمایش (۲ تیر تا ۲۱ تیر ۱۳۹۷)

| روز | دما (°C) | | | رطوبت نسبی | میانگین سرعت باد | ساعات آفتابی | بارش |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | حداکثر | میانگین | حداقل | (٪) | ($km\ h^{-1}$) | | (mm) |
| ۲ | ۴۲ | ۳۵/۷ | ۲۸ | ۷/۰ | ۱۳ | ۱۲ | ۰ |
| ۳ | ۴۲ | ۳۵/۰ | ۲۶ | ۸/۵ | ۱۴ | ۱۲ | ۰ |
| ۴ | ۴۲ | ۳۴/۸ | ۲۷ | ۸/۸ | ۱۹ | ۱۲ | ۰ |
| ۵ | ۳۹ | ۳۳/۹ | ۲۷ | ۹/۶ | ۱۷ | ۱۲ | ۰ |
| ۶ | ۳۹ | ۳۳/۵ | ۲۶ | ۷/۴ | ۱۹ | ۱۱ | ۰ |
| ۷ | ۳۷ | ۳۱/۸ | ۲۵ | ۸/۲ | ۲۲ | ۱۳ | ۰ |
| ۸ | ۳۷ | ۳۱/۶ | ۲۳ | ۷/۳ | ۱۴ | ۱۳ | ۰ |
| ۹ | ۳۹ | ۳۲/۹ | ۲۳ | ۶/۷ | ۱۷ | ۱۳ | ۰ |
| ۱۰ | ۴۰ | ۳۴/۲ | ۲۵ | ۶/۶ | ۱۶ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۱ | ۳۹ | ۳۲/۹ | ۲۴ | ۷/۴ | ۲۰ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۲ | ۳۷ | ۳۲/۱ | ۲۵ | ۷/۱ | ۳۰ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۳ | ۳۶ | ۳۰/۳ | ۲۵ | ۸/۲ | ۲۵ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۴ | ۳۷ | ۳۱/۳ | ۲۲ | ۸/۸ | ۱۵ | ۱۳ | ۰ |
| ۱۵ | ۳۹ | ۳۲/۷ | ۲۳ | ۶/۴ | ۱۵ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۶ | ۴۰ | ۳۳/۷ | ۲۴ | ۶/۵ | ۱۶ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۷ | ۴۲ | ۳۵/۹ | ۲۶ | ۷ | ۱۳ | ۱۲ | ۰ |
| ۱۸ | ۴۱ | ۳۵/۵ | ۲۷ | ۷/۲ | ۱۹ | ۱۱ | ۰ |
| ۱۹ | ۴۰ | ۳۴/۵ | ۲۷ | ۸/۴ | ۲۲ | ۱۱ | ۰ |
| ۲۰ | ۳۹ | ۳۴/۱ | ۲۸ | ۹/۰ | ۲۳ | ۱۲ | ۰ |
| ۲۱ | ۳۸ | ۳۳/۱ | ۲۷ | ۸/۳ | ۲۴ | ۱۱ | ۰ |




شکل ۱- طرح شماتیک لایسیمتر کار گذاشته شده در سطح مزرعه

آزمایش‌های فوق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار (شاهد، مالچ آبگریز، مالچ سنگریزه ریز و

مالچ کود دامی) و در سه خاک (لوم شنی، لوم و لوم رسی) با سه تکرار در تیرماه سال ۱۳۹۷ اجرا شد. برای آبیاری از آبی با هدایت الکتریکی ۲/۸ دسی زیمنس بر متر استفاده گردید. برای ایجاد مالچ آبگریز مقداری از هریک از خاک‌ها با استفاده از استئاریک اسید آبگریز شد. درجه آبگریزی بر اساس درجه‌بندی آبگریزی (Dekker and Ritsema, 1994) درجه زیاد با زمان نفوذ قطره آب (WDPT) ۶۰ تا ۶۰۰ ثانیه در نظر گرفته شد (جدول ۲). با توجه به حلالیت بسیار کم اسید استئاریک در آب (Leelamanie et al., 2008)، از استون به‌عنوان حلال در اضافه نمودن اسید استئاریک به خاک استفاده شد. مقدار اسید استئاریک لازم جهت رسیدن به درجه موردنظر به‌صورت تجربی تعیین شد (شاه‌محمدی و بیرامی، ۱۳۹۶).

در لایسیمترها مقدار تبخیر برحسب تغییرات وزن لایسیمتر در شرایطی که رطوبت اولیه در حالت ظرفیت مزرعه باشد، اندازه‌گیری شد. میزان آب زه‌کش شده از لایسیمترها (در صورت وقوع) نیز از طریق ظروفی که در زیر آن‌ها قرار داده شده بود، جمع‌آوری و توسط ظروف مدرج اندازه‌گیری گردید. برای هر خاک و در هر تیمار، سه لایسیمتر (سه تکرار) درون خاک قرار داده شد. پس از آبیاری، هر دو روز یک‌بار مقدار تبخیر آب از هر لایسیمتر به روش وزنی اندازه‌گیری و ثبت گردید. بدین‌صورت که در روز اول با آبیاری توسط لوله پلی-اتیلنی قرارگرفته درون لایسیمترها، رطوبت خاک موردنظر تا حد رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای رسانده شد. هر دو روز یک‌بار مقدار کاهش وزن لایسیمتر اندازه‌گیری شده و بر اساس آن مقدار تبخیر به‌دست آمد. سپس حدود یک هفته بعد مجدداً آبیاری برای رساندن مقدار رطوبت خاک درون لایسیمتر به حد ظرفیت مزرعه‌ای انجام شد تا کاهش رطوبت مانع کاهش تبخیر نگردد. درنهایت پس از اتمام آزمایش (۲۰ روز) مقدار تبخیر در لایسیمترهای دارای لایه مالچ و لایسیمترهای شاهد در هر سه خاک محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. مقدار تلفات آب در هر یک از خاک‌ها و با لایه‌های مالچ متفاوت محاسبه و درصد کاهش تبخیر در هر یک از تیمارها به‌دست آمد. همچنین برای بررسی تغییرات شوری در عمق لایسیمتر پس از اتمام آزمایش، نمونه‌برداری از سه عمق صفر تا ۳، ۱۱ تا ۱۴ و ۲۲ تا ۲۵ سانتی‌متری انجام و مقدار EC عصاره اشباع در آن‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل نتایج توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و با آزمون دانکن (سطح احتمال ۵ درصد) انجام و مقایسهٔ میانگین بین میزان تبخیر در تیمارهای مختلف برای هر سه خاک انجام شد.

## نتایج و بحث

ویژگی‌های عمومی خاک‌های مورد آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس این جدول مشاهده می‌شود که هر سه خاک ماده آلی کمی دارند. از نظر شوری هر سه خاک با EC بالا دارای مشکل شوری می‌باشند. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش‌ها در جدول ۳ آورده شده است. همچنین جدول ۴ مقدار اسید استئاریک مورد نیاز جهت رسیدن به درجه آبگریزی مورد نظر در سه خاک لوم شنی، لوم و لوم رسی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که برای ایجاد درجه‌های آبگریزی یکسان، خاک لوم شنی کمترین و خاک لوم رسی بیشترین مقدار از اسید استئاریک را نیاز داشت.

**جدول ۲- خصوصیات عمومی خاک‌های مورد آزمایش**

| خصوصیت | لوم شنی | لوم | لوم رسی |
|---|---|---|---|
| رس (٪) | ۱۶٫۰۰ | ۲۴٫۳۲ | ۳۰ |
| سیلت (٪) | ۱۵٫۴۲ | ۳۸٫۱۸ | ۳۹ |
| شن (٪) | ۶۸٫۵۸ | ۳۷٫۵۰ | ۳۱ |
| رطوبت FC (معادل مکش ۳۰ KPa) درصد وزنی | ۱۶٫۴۰ | ۲۱/۳۰ | ۲۶/۵۰ |
| EC عصاره اشباع ($dS\ m^{-1}$) | ۱۱٫۸۳ | ۵٫۴۵ | ۶٫۷۸ |
| pH گل اشباع | ۷٫۴۶ | ۷٫۶۷ | ۷٫۶ |
| کربن آلی (٪) | ۰٫۲۱ | ۰٫۳۲ | ۳٫۹۴ |

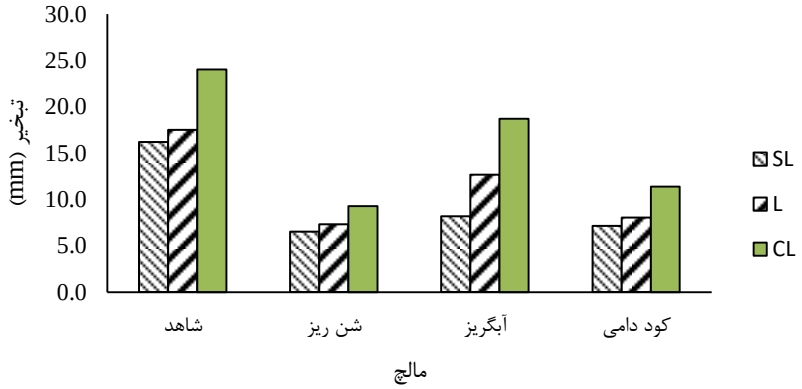
**جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش**

| هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$) | pH | $SO_4^{2-}$ | $Cl^-$ | $K^+$ | $Na^+$ | $HCO_3^-$ | $CO_3^{2-}$ | $Mg^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | نسبت جذب سدیم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ($meq\ l^{-1}$) | | | | | |
| ۲/۸ | ۸/۰۵ | | ۹/۷۵ | ۱۷/۳۱ | ۰/۱۰ | ۱۱/۷۴ | ۲/۸۹ | ۰/۰۰ | ۸/۴۲ | ۹/۷۰ | ۳/۹۰ |

**جدول ٤- مقدار اسید استئاریک مورد نیاز برآورد شده با آزمون WDPT جهت ایجاد آبگریزی مورد نظر در سه خاک**

| درجه آبگریزی | مقدار اسید استئاریک مورد نیاز ($g\ kg^{-1}$ soil) | | |
|---|---|---|---|
| | خاک لوم شنی | خاک لوم | خاک لوم رسی |
| **آبگریزی زیاد** | ۷/۳۵ | ۱۲/۵۵ | ۱۵/۲۵ |

شکل ۲ مقدار میانگین تبخیر روزانه در تیمارهای مختلف در سه خاک لوم شنی، لوم و لوم رسی را نشان می‌دهد. در این شکل مشاهده می‌شود که در تیمار شاهد بیشترین مقدار میانگین تبخیر روزانه از خاک لوم رسی رخ داده است و خاک لوم و لوم شنی از این نظر در مراتب بعدی قرار دارند. قربانیان و همکاران (۱۳۹۳) نیز در تحقیق خود مشاهده نمودند که بافت خاک بر میزان تبخیر مؤثر بوده و در خاک‌های ریزبافت‌تر مقدار تبخیر بیشتری گزارش نمودند. دلیل بیشتر بودن تبخیر در خاک لوم رسی را به علت اثر موئینگی قوی‌تر و تأمین بهتر رطوبت به سطح تبخیر (سطح خاک) می‌باشد. همچنین در این شکل دیده می‌شود مالچ شن ریز، کود دامی و لایه آبگریز به ترتیب بیشترین کاهش را در تلفات تبخیر داشته‌اند. بیشترین کاهش تبخیر نسبت به شاهد در خاک شن لومی به مقدار ۵۹/۸، ۵۵/۹ و ۴۹/۴ درصد به ترتیب در تیمارهای با لایه سطحی مالچ شن ریز، کود دامی و خاک آبگریز مشاهده گردید. مقدار کاهش تلفات در سه مالچ شن ریز، کود دامی و خاک آبگریز در خاک لوم به ترتیب ۵۸/۳، ۵۴/۰ و ۲۷/۷ درصد و در خاک لوم رسی به ترتیب ۶۱/۴، ۵۲/۶ و ۲۲/۲ درصد نسبت به خاک شاهد بود. فنگ و همکاران و چن و همکاران نیز در بررسی اثر تبخیر سطحی تحت مالچ‌های شنی با اندازه متفاوت به کارایی بالای مالچ شنی در کاهش تبخیر سطحی اشاره نموده‌اند (Feng et al., 2018; Chen et al., 2020). همچنین نتایج یوان و همکاران نشان داد که در مقدار رطوبت برابر خاک، مقدار کاهش تبخیر تحت مالچ‌های شنی دارای همبستگی منفی با اندازه ذرات شن بود (Yuan et al., 2009). همچنین شکل ۲ نشان می‌دهد که با ریزتر شدن بافت خاک مقدار اثر لایه مالچ آبگریز در ممانعت از تلفات تبخیری کاهش یافته است. طبق نظر بچمن و همکاران مقدار متفاوت تبخیر از خاک می‌تواند علاوه بر آبگریزی تحت تأثیر عوامل دیگری مانند تخلخل، توزیع اندازه ذرات و منافذ باشد (Bachmann et al., 2001).




**شکل ۲- مقدار میانگین تبخیر روزانه در تیمارهای مختلف در سه خاک لوم شنی، لوم و لوم رسی**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر نوع مالچ بر مقدار تبخیر سطحی از خاک‌های لوم شنی، لوم و لوم رسی در جدول ۵ آورده شده است. جدول ۵ نشان‌دهنده اثر معنی‌دار (در سطح ۱ درصد) لایه مالچ در مقدار تبخیر از لایسیمترها در خاک لوم شنی، لوم، لوم رسی می‌باشد. اثر لایه مالچ سطحی در کاهش تبخیر می‌تواند ناشی از تغییر در مقدار انتقال گرما به سطح خاک و برعکس، تغییر قدرت جذب انرژی خورشید و کاهش نیروهای مویینگی خاک و در نتیجه نرسیدن آب به سطح خاک باشد (Hallett, 2008 ؛ ناظم السادات، ۱۳۹۳). این عامل مانع از رسیدن آب به سطح تبخیر می‌گردد و در یکی از شرایط لازمه تداوم تبخیر که تأمین یا انتقال رطوبت به سطح تبخیر (خاک) است، اختلال ایجاد می‌کند. ناظم السادات (۱۳۹۳) نیز در تحقیق خود در مورد اثر آبگریزی ناشی از مصرف آب فاضلاب در آبیاری، این دلیل را گزارش نموده است. لایه آبگریز موجب کاهش خاصیت موئینگی لایه سطحی در انتقال رطوبت به سطح تبخیر شده و میزان

تبخیر کاهش می‌یابد (Bachmann et al., 2001؛ Hallett, 2008؛ ناظم السادات، ۱۳۹۳).خورشید و همکاران استفاده از مالچ کاه و کلش گندم را باعث افزایش ذخیره رطوبت در خاک گزارش نمودند (Khurshid et al., 2006). می‌ژیان و همکاران در تحقیق خود بر روی اثر کیفیت آب آبیاری و آرایش قطره‌چکان‌ها همراه با استفاده از مالچ نشان دادند که مالچ تأثیر قابل توجهی بر ممانعت از تبخیر سطحی از خاک دارد (Mei-xian et al., 2012).

مقایسه میانگین تبخیر از خاک‌های مورد آزمایش با لایه‌های مالچ متفاوت آبگریزی در جدول ۶ آمده است. مقادیر جدول مذکور نشان می‌دهد میانگین تبخیر از لایسیمترهایی با لایه مالچ سطحی متفاوت، دارای اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) بوده و میانگین تبخیر از لایسیمترها در خاک لوم رسی بیشتر از خاک لوم و آن نیز بیشتر از خاک لوم شنی است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود تفاوت بین میانگین تبخیر در برخی از مالچها در این خاک‌ها معنی‌دار (سطح ۵ درصد) نیست، یعنی این مالچها در این خاک‌ها اثرات کاهش تبخیر تقریباً یکسانی داشته‌اند. همچنین در این جدول دیده می‌شود که اثر کاهش تبخیر مالچ آبگریز در بافت لوم شنی بسیار بیشتر از بافت‌های لوم و لوم شنی می‌باشد.

**جدول ۵- جدول تجزیه واریانس تأثیر درجه آبگریزی بر مقدار تبخیر سطحی**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| مالچ | ۳ | ۲۴۶/۱۰** |
| خاک | ۲ | ۱۲۷/۲۱** |
| خاک*مالچ | ۶ | ۱۰/۰۳** |
| بلوک | ۲ | ۱۲/۵۲** |
| خطا | ۲۲ | ۰/۰۵ |
| کل | ۳۶ | |

**جدول ٦- مقایسه میانگین میزان تبخیر از خاک‌های متفاوت با لایه مالچ سطحی متفاوت**

| تیمار | میانگین تبخیر ($mm\ day^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | لوم شنی | لوم | لوم رسی |
| شاهد | ۱۶٫۱۷$^{b}$ | ۱۷٫۵۰$^{c}$ | ۲۴٫۰۳$^{b}$ |
| مالچ سنگریزه ریز | ۶٫۵۰$^{a}$ | ۷٫۳۰$^{a}$ | ۹٫۲۷$^{a}$ |
| مالچ لایه آبگریز | ۸٫۲۰$^{a}$ | ۱۲٫۶۷$^{b}$ | ۱۸٫۷۰$^{b}$ |
| مالچ کود دامی | ۷٫۱۳$^{a}$ | ۸٫۰۳$^{a}$ | ۱۱٫۳۷$^{a}$ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه ازنظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

تغییرات شوری خاک در انتهای دوره آزمایش در سه عمق در خاک‌هایی با بافت متفاوت و لایه مالچ مختلف در جدول ۷ آورده شده است. در این جدول دیده می‌شود که لایه مالچ هم‌زمان با اثر بر مقدار تبخیر سطحی موجب تغییرات شوری خاک در لایه‌های مختلف خاک شده است. در هر سه خاک در خاک شاهد (فاقد لایه مالچ سطحی) شوری در سطح خاک بیشترین مقدار را دارا می‌باشد و با افزایش عمق مقدار آن کاهش یافته است. البته آبشویی باعث شده است که مقداری از املاح به لایه سوم خاک انتقال یابند و عمق دوم کمترین مقدار شوری مشاهده شد. مالچ لایه شن ریز در سطح خاک با کاهش تبخیر و کاهش انتقال به سمت بالای املاح در اثر پدیده موئینگی، موجب کاهش شوری در سطح خاک نسبت به میانگین شوری اولیه شده و بیشتر آبشویی املاح به عمق خاک مشاهده گردید. در مالچ کود دامی نیز اثری مشابه ولی با درجه پایین‌تر نسبت به مالچ شن ریز مشاهده گردید و کاهش شوری در سطح خاک و افزایش آن در عمق خاک روی داد. مالچ آبگریز با توجه به اثر کمتری که در کاهش تبخیر داشت، موجب افزایش شوری در سطح خاک نسبت به شوری اولیه شد و در بین سه خاک افزایش شوری در سطح خاک مربوط به خاک لوم رسی بود که نشان‌دهنده انتقال بیشتر املاح به سطح خاک در اثر موئینگی می‌باشد. نتایج پژوهش حیدری نیا (a۱۳۹۶ و ۱۳۹۶b) نیز نشان می‌دهند 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 ۱۶/۱ درصد و انتقال املاح به لایه‌های پایین‌تر شدند. همچنین کریمی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی اثر مالچ کاه و کلش گندم بر شوری خاک گزارش نمودند که در تیمار کنترل (شاهد فاقد لایه مالچ) املاح صعود بیشتری نسبت به تیمار مالچ داشته است و مقدار شوری در تیمار کنترل نسبت به تیمار مالچ 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 بود.

جدول ۷- تغییرات شوری خاک در عمق‌های مختلف در تیمارهای متفاوت

| خاک | عمق (سانتی‌متر) | شاهد | مالچ سنگریزه ریز | مالچ لایه آبگریز | مالچ کود دامی |
|---|---|---|---|---|---|
| | | EC dS $m^{-1}$ | | | |
| لوم شنی | صفر | ۱۸/۱۴ | ۹/۸۷ | ۱۲/۶۴ | ۱۰/۲۹ |
| | ۱۰ | ۸/۴۰ | ۱۱/۷۷ | ۱۱/۱۰ | ۱۲/۰۱ |
| | ۱۵ | ۹/۵۴ | ۱۴/۲۴ | ۱۱/۶۹ | ۱۳/۹۶ |
| لوم | صفر | ۹/۱۷ | ۴/۶۸ | ۶/۴۵ | ۵/۱۰ |
| | ۱۰ | ۴/۰۴ | ۵/۶۴ | ۵/۰۱ | ۵/۵۹ |
| | ۱۵ | ۴/۶۱ | ۶/۳۵ | ۵/۶۸ | ۶/۰۲ |
| لوم رسی | صفر | ۱۲/۰۸ | ۵/۷۸ | ۹/۲۱ | ۶/۴۷ |
| | ۱۰ | ۴/۷۸ | ۶/۷۴ | ۵/۸۷ | ۶/۶۰ |
| | ۱۵ | ۵/۰۵ | ۷/۸۰ | ۷/۰۶ | ۶/۹۵ |

## نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد مالچ‌ها موجب کاهش معنی‌دار تبخیر و تعرق نسبت به خاک فاقد پوشش مالچ در هر سه بافت خاک گردید. بیشترین اثر در کاهش تبخیر سطحی را مالچ سنگریزه ریز داشت به‌طوری‌که این مالچ موجب کاهش ۵۹/۸، ۵۸/۲ و ۶۱/۴ درصدی تبخیر سطحی به‌ترتیب در خاک‌های لوم شنی، لوم و لوم رسی گردید. بعد از مالچ سنگریزه ریز، مالچ کود دامی و پس از آن مالچ لایه آبگریز موجب کاهش تبخیر سطحی از خاک گردید. همچنین نتایج نشان داد که اثر مالچ لایه آبگریز در خاک لوم شنی در کاهش تبخیر بیشتر از دو خاک دیگر بود (۴۹/۲ درصد) ولی در خاک لوم و لوم رسی به‌ترتیب کارایی کمتری نشان داد، به‌طوری‌که مقدار کاهش تبخیر در این دو خاک به ترتیب برابر ۲۷/۶ و ۲۲/۱ درصد بود. اثر لایه سنگریزه ریز و کود دامی در کاهش تبخیر سطحی نزدیک به هم بوده و مقدار کاهش تبخیر کود دامی در هر سه خاک به‌ترتیب ۵۵/۹، ۵۴/۱۱ و ۵۲/۶۸ درصد بود. بنابراین نتایج کلی نشان داد که مالچ سنگریزه ریز اثر بهتری در کاهش تبخیر و حفظ رطوبت خاک نسبت به دیگر مالچ‌ها داشت. در بین مالچ‌ها به ترتیب اثر سنگریزه ریز و کود دامی بر تغییرات شوری در عمق در خاک بیشتر بود به طوری که در این تیمارها کمترین مقدار شوری در سطح هر سه خاک مشاهده شد. اثر مالچ آبگریز نسبت به دیگر تیمارها در کاهش شوری خاک سطحی کمتر بود و مقدار بیشتری از نمک‌ها از عمق به سطح خاک‌ها انتقال یافته بود.

## منابع


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): ۸۷-۷۹.

تیشه‌زن، پ. ۱۳۹۰ . بررسی تغییرات شوری ناحیه ریشه تحت شرایط سطح ایستابی و کاربرد خاک پوش (مالچ) در مرحله گیرایی نهال خرما. پایان نامه دکتری، رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۳ صفحه.

شاه‌محمدی کلالق، ش. و بیرامی، ح. ۱۳۹۶. اثر آبگریزی لایه سطحی خاک بر میزان تبخیر از سه خاک با بافت متفاوت. نشریه حفاظت منابع آب و خاک. ۷(۲): ۱۳۶-۱۲۳.

حیدری‌نیا، م.، برومند نسب، س.، ناصری، ع. و الباجی، م. ۱۳۹۶a. تأثیر آبیاری با آب شور بر تبخیر و تعرق و کارآیی مصرف آب ذرت در مدیریت‌های مختلف زراعی. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۴۰ (۱): ۱۱۰-۹۹.

حیدری نیا، م.، برومند نسب، س.، ناصری، ع. و الباجی، م. ۱۳۹۶b. 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.

عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره‌وری مصرف آب. نشریه ۳۴/۹۴ک مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

قربانیان، م.، لیاقت، ع. و نوری، ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر تراکم و بافت خاک بر تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی ذرت علوفه‌ای. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۸(۲): ۴۶۳-۴۵۳.

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):۴۹۰-۴۸۱.

ناظم السادات، ن. ۱۳۹۳. تأثیر استفاده از لجن فاضلاب بر آب‌گریزی

و تبخیر از سطح خاک در دو بافت مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پژوهشکده مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد.

نور مهناد ن. و طباطبائی س.ج. ۱۳۹۳. تأثیر آب‌گریزی ناشی از کاربرد پساب فاضلاب بر میزان رطوبت خاک، اولین همایش ملی محیطزیست، دهاقان، دانشگاه پیام نور واحد دهاقان.

یوسفی، ا.، فرخیان فیروزی، ا. و امین زاده، م. ۱۳۹۸. اثر مالچ بر تغییرات رطوبت، دما و شار گرمایی خاک در حضور سطح ایستابی کم عمق. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰(۹): ۲۲۲۵-۲۲۱۳.

Akhtar, K, Wang, W., Khan, A., Ren, G., Afridi, M.Z. and Feng, Y. 2019. Wheat straw mulching offset soil moisture deficient for improving physiological and growth performance of summer sown soybean. Agricultural Water Management. 211 (1): 16-25.

Bachmann, J., Horton, R. and van der Ploeg, R.R. 2001. Isothermal and nonisothermal evaporation from four sandy soils of different water repellency. Soil Science Society of America Journal. 65: 1599–1607.

Chen, Y., Chai, S., Tian, H., Chai, H., Li, Y., Cheng, L. and Cheng, H. 2019. Straw strips mulch on furrows improves water use efficiency and yield of potato in a rain fed semiarid area. Agricultural Water Management. 211 (1): 142-151.

Chen, J., Xie, X., Zheng, X., Zheng, X., Xue, J., Miao, C., Du, Q. and Xu, Y. 2020. Effects of sand-mulch thickness on soil evaporation during the freeze–thaw period. Hydrological Processes. 34: 2830– 2842.

Dekker, L.W. and Ritsema, C.J. 1994. How water moves in a water repellent sandy soil: 1. Potential and actual water repellency. Water Resources Research. 30: 2507–2517.

Feng, H., Chen, J., Zheng, X., Xue, J., Miao, C., Du, Q. and Xu, Y. 2018. Effect of Sand Mulches of Different Particle Sizes on Soil Evaporation during the Freeze–Thaw Period. Water. 10 (5): 536-551.

Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E. and Li., Y. 2005. Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review, Progress in Physical Geography: Earth and Environment. 29: 189–217.

Hallett, P.D. 2008. A brief overview of the causes, impacts, and amelioration of soil water repellency. Soil and Water Resources. 3: S21–S29.

Jordán, A., Zavala, L.M. and Gil, J. 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain, Catena. 81: 77–85.

Kamal, S. and Singh, A.K. 2011, Effect of black plastic mulch on soil temperature and tomato yield, Progressive Horticulture. 43 (2): 337-339.

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.

Leelamanie, D.A.L, Karube, J. and Yoshida, A. 2008. Characterizing water repellency indices: Contact angle and water drop penetration time of hydrophobized sand. Soil Science and Plant Nutrition. 54: 179–187.

Lichner, L., Alagna, V., Iovino, M., Laudicina,V.A. and Novák,V. 2020. Evaporation from soils of different texture covered by layers of water repellent and wettable soils. Biologia. 75: 865–872.

Mei-xian, L., Jing-song, Y., Xiao-ming, L., Mei, Y. and Jin, W. 2012. Effects ofirrigation 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.

Mulumba, L.N. and Lal, R. 2008. Mulching effects on selected soil physical properties. Soil Tillage Research. 98: 106–111.

Pramanik, P., Bandyopadhyay, K., Bhaduri, D. and Bhattacharyya, R. 2015. Effect of mulch on soil thermal regimes-a review, International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. 8 (3): 667-681.

Sadeghi, S.H.R., Gholami, L., Homaee, M. and Khaledi Darvishan, A. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. Solid Earth. 6: 445–455.

Yuan, C., Lei, T., Mao, L., Liu, H. and Wu, Y. 2009. Soil surface evaporation processes under mulches of different sized gravel.Catena. 78: 117–121.

Zhang, S., Yang, X. and Lovdahl, L. 2016. Soil management practice effect on water balance of a dryland soil during fallow period on the Loess Plateau of China. Soil and Water Research. 11: 64-73.

Zhao, H., Wang, R.Y., Ma, B.L., Xiong, Y.C., Qiang, S.C. and Wang, C.L. 2014. Ridge-furrow with full plastic film mulching improves water use efficiency and tuber yields of potato in a semiarid rain-fed ecosystem. Field Crop Research. 161: 137–148.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 15, Aug.-Sep. 2021, p. 558-566

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۵، مرداد - شهریور ۱۴۰۰، ص. ۵۶۶-۵۵۸

# Effect of Different Mulches on Evaporation Reduction and Salinity Changes in Soils with Different Texture

**H. Beyrami[1*], H. Rezaei[2]**

Recived: Feb.08, 2021 Accepted: Mar.23, 2021

## Abstract

Reducing irrigation losses due to surface evaporation using mulch layer on soil surface can help in maintaining water in the current situation that our country is suffering from water deficit. In this research, the effect three types of mulch layer on evaporation reduction was evaluated on three soil textures (sandy loam, loam and clay loam). For this purpose, a layer of three centimeters mulches (water repellent layer, fine gravel and manure) was placed on the soil surface, and their effect and control (without mulch layers) on the evaporation rate of small lysimeters in Yazd city was investigated. The experiments were performed in a in a factorial experiment with completely randomized design with four treatments and three replications. The results showed that the surface mulch layer significantly decreased evaporation in the mentioned three soils. The maximum evaporation reduction in fine gravel layer compared to the control was 59.8, 58.2 and 61.4% in the sandy loam, loam and clay loam soil, respectively. After fine gravel, the manure was more effective than the water repellent layer mulch in evaporation reduction. The effect of mulches on salinity changes in soil depth was different, so that the lowest amount of salinity was observed in the treatment of fine gravel and manure mulches on the surface of the three soils. Water repellent mulch had less effect on reducing the salinity of topsoil than the other two mulches and more salts were transferred from the depth to the soil surface.

**Keywords:** Evaporation, Mulch, Soil moisture, Water repellency

1- Assistant Professor., National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran
2- Assistant Profrssor., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Tabriz, Iran
(*-Corresponding Author Email: beyrami.h@hotmail.com)