نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۹۱-۷۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 32, No. 1, Spring 2018, P. 75-91
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر مالچ‌های آلی و غیرآلی بر تغییرات رطوبت، دمای خاک، هدایت روزنه‌ای و دمای برگ درختان پسته (*Pistacia vera* L.) در اقلیم خشک و نیمه خشک

مینا نورزاده نامقی[۱]- غلامحسین داوری نژاد[۲*]- حسین انصاری[۳]- سید حسین نعمتی[۴]- احمد زارع فیض آبادی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۹

چکیده

کاربرد انواع مالچ به عنوان یکی از روش‌های مدیریت خاک می‌تواند به طور قابل توجهی میزان تولید محصولات کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه خشک که با محدودیت منابع آب مواجه هستند تحت تأثیر قرار دهد. به همین منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در غرب شهر فیض‌آباد، استان خراسان رضوی بر روی دما، رطوبت خاک، هدایت روزنه‌ای و دمای برگ درختان پسته انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: M_1 (پوشش پلی‌اتیلن سفید زیر خاک با برش عرضی)، M_2 (پوشش پلی‌اتیلن سفید زیر خاک با برش دایره‌ای)، M_3 (پوشش پلی‌اتیلن UV دار بر روی سطح خاک)، M_4 (چیپس چوب)، M_5 (بقایای جو) و CK (شاهد) بود. نتایج نشان داد که میانگین درصد رطوبت خاک در طول دو سال آزمایش در کلیه مالچ‌ها به‌ویژه مالچ‌های پلاستیکی در مقایسه با شاهد بیشتر بود. در دو سال آزمایش در لایه ۳۰-۲۰ سانتی‌متری خاک، مالچ‌های M_1، M_2 و M_3 با ۳۵/۲، ۳۵ و ۳۸/۹ درجه‌سانتی‌گراد بیشترین و مالچ‌های M_4، M_5 و CK با ۲۸/۸، ۲۹/۶ و ۳۲/۸ درجه‌سانتی‌گراد کمترین میانگین دمای خاک را نشان دادند و در لایه ۶۰-۵۰ سانتی‌متری خاک نیز نتایج مشابهی مشاهده گردید. همبستگی صفات نشان داد که هدایت روزنه‌ای و دمای برگ به طور قابل توجهی تحت تأثیر دمای خاک قرار می‌گیرند، به‌طوری‌که افزایش دمای خاک تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد، در صورتی که سایر فاکتورهای خاکی و آب و هوایی محدودکننده نباشند، باعث بهبود این صفات می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که تیمار M_3 با وجود حفظ ذخیره رطوبت بالاتر به علت ایجاد دمای بالا در خاک و همچنین تقاضای بالای درختان برای جذب آب و عناصر غذایی در سال پرمحصول (۱۳۹۴) می‌تواند منجر به ایجاد تنش رطوبتی در خاک شود. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای پلی‌اتیلن سفید به‌ویژه مالچ با برش دایره‌ای (M_2) و مالچ‌های چیپس چوب و کاه و کلش جو به علت ایجاد دمای مطلوب برای رشد ریشه، حفظ ذخیره آب و هزینه کمتر گزینه‌های بهتری برای مدیریت آب در مناطق خشک و نیمه خشک با آبیاری سنتی و غرقابی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تبادلات گازی، مالچ چیپس چوب، مالچ پلاستیکی، مالچ کاه و کلش، مدیریت آب و خاک

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) از جمله مهمترین محصولات کشاورزی در جهان است (۲۱) که به طور عمده در ایران، ایالات متحده، ترکیه، سوریه، ایتالیا، تونس و یونان کشت می‌شود (۲۸). ایران یکی از بزرگترین تولیدکننده‌ها و صادرکننده‌های پسته محسوب می‌شود. به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۳، ۲۳۰ هزار تن تولید پسته و حدود ۱۸۰ هزار تن صادرات به کشورهای مختلف داشت (۲). پسته با ۱۴ درصد سهم اولین جایگاه را در بین صادرات غیرنفتی شامل می‌شود. بنابراین، این محصول به علت صادرات و منحصر بودن، ارزش اقتصادی بالایی برای کشور دارد (۷). استان خراسان بعد از کرمان و یزد از مهمترین مناطق کشت پسته در ایران است (۲۵). در این استان شهرستان فیض آباد محولات اولین جایگاه را از نظر تولید و سطح زیر کشت پسته دارد که کمبود آب و روش‌های آبیاری سنتی عمده‌ترین فاکتورهای محدودکننده تولید پسته در این منطقه به شمار می‌آید.

کمبود آب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از مهمترین عواملی است که تولیدات محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۰). کاهش منابع آب زیرزمینی، کاهش بارندگی، وقوع بیشتر خشکسالی به علت تغییر اقلیم (۱۲) و رشد سریع جمعیت از دلایل عمده کمبود آب به شمار می‌آیند (۵۱). آب خاک رشد و توسعه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۶). به‌طوری‌که، حتی یک

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: davarynej@um.ac.ir)
۳- دانشیار گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- استاد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
DOI: 10.22067/jhorts4.v32i1.60458

تغییر کوچک در محتوای آب خاک می‌تواند بهره‌وری محصولات را به طور قابل توجهی تغییر دهد (۳۱). مطالعات نشان داده است که راه‌کارهای مدیریتی منابع آب و خاک می‌تواند به طور موثری اثرات منفی کمبود آب را جبران کرده و بهره‌وری آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک را افزایش دهد (۳۰).

پوشش سطح خاک یا مالچ یکی از راهکارهای مدیریتی برای افزایش کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی است (۳۰)، که شامل انواع مالچ‌های آلی (بقایای محصولات، کاه و کلش و کود سبز) و غیرآلی یا مواد مصنوعی (از جمله فیلم‌های پلی اتیلن و شن) می‌باشد. مالچ‌های آلی باعث بهبود رطوبت، عناصر غذایی (۱۰)، حفظ دماهای مطلوب خاک، بهبود استقرار و رشد گیاه (۲۰)، افزایش تخلخل، کنترل رواناب و فرسایش خاک می‌شوند (۴۲). افزایش رشد درختان با کاربرد مالچ‌های آلی در مطالعات متعددی گزارش شده است (۱۶). داونر (۱۵) طی آزمایشی بر روی درختان آواکادو گزارش کرد که مالچ آلی سبب توزیع سیستم ریشه‌ای و افزایش طول ریشه در درختان تیمار شده در مقایسه با شاهد شد. همچنین تردر و همکاران (۵۰) بر روی درختان سیب و باکستر (۸) بر روی هلو افزایش در رشد و عملکرد را تحت تأثیر مالچ‌های آلی گزارش کردند. علاوه بر این، کاربرد انواع مالچ‌های آلی بر روی خصوصیات فیزیولوژیک درختان نیز موثر است. کرگ و اسچوزکی (۱۱) گزارش کردند فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای گیاهان زینتی سرو (*Thuja occidentalis*) و شمشاد (*Euonymus alatus*) با اعمال مالچ چیپس چوب در مقایسه با عدم کاربرد مالچ افزایش یافت. همچنین کاربرد مالچ کمپوست در دوره‌های گلدهی و بلوغ انگور منجر به افزایش در فتوسنتز گیاهان شد (۳۶). در مقابل، هوآنگ و همکاران (۲۶) طی پژوهشی بیان داشتند که کاربرد مالچ‌های آلی بر روی میزان فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و تعرق درختان جنگلی تاثیری نداشت.

کاربرد مالچ با پوشش پلاستیکی در سال ۱۹۷۸ در چین معرفی شد و بسیار سریع در مناطق خشک گسترش یافت (۱۴). فیلم‌های پلاستیکی باعث کنترل تبخیر و حفظ رطوبت، تنظیم دمای خاک، جلوگیری از رشد علف‌های هرز، کاهش آبشویی نیترات و تجمع نمک در ناحیه ریشه می‌شوند (۱). مطالعات نشان داده است که مالچ پلاستیکی با تغییر دما و رطوبت خاک به طور موثری جوانه‌زنی، رشد گیاه و جمعیت حشرات را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵). همچنین این مالچ‌ها به علت گرم کردن خاک باعث بهبود کیفیت میوه، افزایش عملکرد و برداشت زودهنگام می‌شوند (۳۴). ایبارا-جیمنز و همکاران (۲۷) طی پژوهشی مشاهده نمودند که عملکرد بوته‌های خیار (*Cucumis sativus*) به علت افزایش دمای خاک و فتوسنتز در نتیجه کاربرد مالچ‌های پلاستیکی بهبود یافت. شیوخی و همکاران (۴۴) بیان کردند که مالچ‌های پلاستیک رنگی (سیاه، قرمز، و سفید) وزن و کیفیت میوه توت‌فرنگی را به علت تغییر دادن تشعشع و گرمای محیط گیاه تحت تأثیر قرار دادند. تادیک و همکاران (۴۹) نیز افزایش در تجمع مواد جامد محلول در حبه‌های انگور را در نتیجه استفاده از فیلم‌های پلاستیک رنگی نشان دادند. همچنین بهبود در میزان رشد و عملکرد درختان سیب (۴۷) و گیلاس (۵۳) در تیمارهای مالچ‌های پلاستیکی در مقایسه با عدم کاربرد مالچ به دلیل تولید موقعیت‌های میوه‌دهی بیشتر بر روی درختان (۵۳) در نتیجه افزایش رطوبت و دمای خاک نسبت داده شده است (۱۷).

با توجه به اینکه مطالعات محدودی در رابطه با تأثیر مالچ‌های مختلف بر تبادلات گازی برگ درختان انجام شده است و از طرفی عملکرد درختان به طور مستقیم وابسته به این تغییرات است. بنابراین، ابتدا هدف این مطالعه ارزیابی اثر مالچ‌های مختلف آلی و غیرآلی بر روی تغییرات دما و رطوبت خاک در عمق‌های مختلف خاک بود. سپس چگونگی تغییرات هدایت روزنه‌ای و دمای برگ پسته تحت تأثیر دما و رطوبت خاک مورد ارزیابی قرار گرفت.

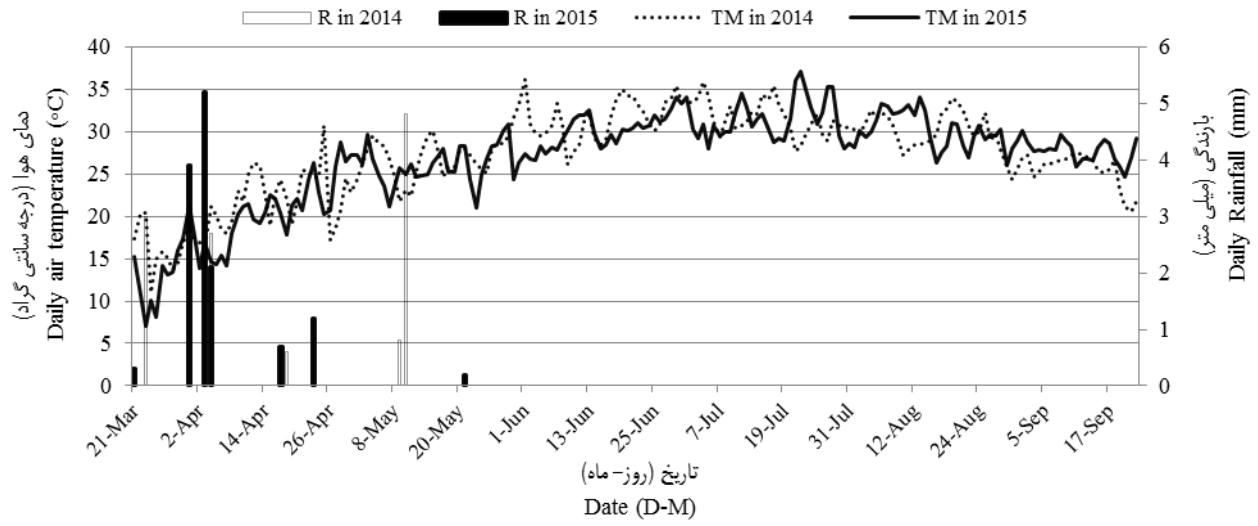
مواد و روش ها

این پژوهش در یک باغ تجاری پسته با درختان بارور حدود ۲۰ ساله در قسمت غربی منطقه فیض آباد مه‌ولات، استان خراسان رضوی (۳۴ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ۵۸ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی، ارتفاع ۱۲۵۳ متر) در دو سال ۱۳۹۳ (سال off) و ۱۳۹۴ (سال on) انجام گرفت. خاک باغ دارای بافت شنی لومی (جدول ۱) و متوسط بارندگی سالانه این منطقه ۱۷۱ میلی‌متر بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil profile under investigation

عمق Depth (cm)	بافت Texture			هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته pH	چگالی ظاهری B.D ($g\ cm^{-3}$)	ظرفیت زراعی FC (%)	نقطه پژمردگی دائم PWP (%)	کربن آلی OC (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)
	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)									
0-30	67	17	16	3.22	7.55	1.39	20.1	6.9	0.23	0.03	5.9	258.3
30-60	68	16	16	2.5	7.53	1.45	19.4	6.8	0.11	0.02	2.7	175
60-100	69	15	16	2.1	7.42	1.48	19	6.6	0.06	0.01	2.5	110



شکل ۱- میانگین دمای هوا و بارندگی روزانه برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ شهر فیض آباد

Figure 1- Average daily air temperature and precipitation for 2014 and 2015 at Faizabad city

حداکثر مطلق درجه حرارت در هنگام ظهر در فصل رشد ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۴۴/۸ و ۴۳/۸ درجه‌سانتی‌گراد بود. شکل (۱) داده‌های دمای هوا و بارندگی طی دو فصل رشد برای این منطقه را نشان داده است.

درختان مورد آزمایش، درختان پسته رقم اکبری (*Pistacia vera* cv. Akbari) پیوند شده بر روی پایه بذری رقم بادامی سفید (بومی منطقه) بودند که به فواصل ۶×۳ متر کاشته شده بودند. آبیاری باغ بر طبق روش معمول منطقه به صورت سطحی نواری و هر ۳۶ روز یکبار صورت می‌گرفت. طول و عرض هر ردیف از درختان (نوار آبیاری) ۶۰×۶ متر بود که مجموعا ۴۰ درخت در دو طرف ردیف و روی پشته کاشته شده بودند.

طرح آزمایشی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار و شش تیمار مالچ انجام شد. تیمارهای مالچ شامل: M_1) مالچ پلی‌اتیلن سفید با ضخامت ۱۵ میکرومتر که برش‌هایی به عرض شش متر در فواصل ۸۰ سانتی‌متری در طول ردیف درختان جهت نفوذ آب بر روی آن اعمال و سپس با دو سانتی‌متر خاک پوشیده شد، M_2) مالچ پلی‌اتیلن سفید با ضخامت ۱۵ میکرومتر که برش‌های دایره‌ای به قطر ۳۰ سانتی‌متر در فواصل ۸۰ سانتی‌متری در طول ردیف جهت نفوذ آب بر روی آن اعمال و سپس با دو سانتی‌متر خاک پوشیده شد، M_3) مالچ پلی‌اتیلن سبز (یووی ۵ درصد) با ضخامت ۲۵ میکرومتر به صورت تک لایه کشیده شده بر روی نوار آب به گونه‌ای که آب آبیاری از زیر پوشش عبور کند، M_4) تیمار چیپس چوب با ضخامت تقریبا پنج سانتی‌متر که به صورت یکنواخت در تمام طول ردیف درختان پخش شد، M_5) مالچ جو، بیومس تازه جو طی دو سال به عنوان مالچ استفاده شد به‌طوری‌که بذر جو در پاییز سال‌های قبل کشت و سپس در بهار در مرحله گلدهی بیومس تازه آن برداشت و در همان محل با ضخامت تقریبا پنج سانتی‌متری اعمال شد و CK) شاهد (بدون اعمال مالچ) بود. هر تیمار مالچ بر روی یک ردیف از درختان اعمال گردید. با توجه به عدم یکنواختی حجم آب موجود در ابتدا و انتهای ردیف‌ها، بلوک‌ها عمود بر جهت ردیف‌ها در نظر گرفته شد به‌طوری‌که هر ردیف به پنج قسمت (تکرار) تقسیم شد و هر قسمت شامل هشت درخت بود. در هر تیمار، چهار درخت مرکزی از هر بلوک انتخاب و شاخه های یکساله با اندازه و تعداد خوشه یکسان در چهار جهت هر درخت به منظور اندازه‌گیری کردن صفات در نظر گرفته شد. شاخه های انتخاب شده دارای یک خوشه در سال کم محصول و چهار خوشه در سال پرمحصول بودند. در طول دو سال در باغ مورد آزمایش مقدار یکسانی نهاده شامل کود، آفت کش و سایر مدیریت‌های زراعی اعمال شد. کلیه مالچها در اوایل اردیبهشت ماه هر سال اعمال و مالچهای پلاستیکی اواسط پاییز هر سال جمع‌آوری شدند.

اندازه‌گیری صفات

دما و رطوبت خاک در فواصل ۳۰-۲۰ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک به وسیله دستگاه REC-P55 (ساخت دانشگاه فردوسی مشهد، ایران) در ساعت ۱۴ هر ۱۲، ۲۴ و ۳۶ روز بعد از آبیاری مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سنسورهای دستگاه موردنظر با سه تکرار در اوایل اردیبهشت ماه قبل از اعمال تیمارها در دو عمق ذکر شده در فاصله‌ی ۱۰۰ سانتی‌متری از درختان و در داخل نوار آبیاری نصب

شدند. به منظور کالیبره کردن دستگاه، خاک باغ محل اجرای آزمایش در دو گلدان با اندازه مشابه که سنسور اندازه‌گیری در داخل آن نصب شده بود قرار گرفت بعد از پر کردن گلدان ها با خاک، برای تهیه خاک اشباع، گلدان ها سه مرتبه با آب مقطر، اشباع شدند. بعد از آخرین اشباع کامل به مدت ۲۴ ساعت و بلافاصله بعد از خروج آب، اندازه‌گیری‌ها آغاز شد و داده‌های وزنی رطوبت خاک با ترازوی با دقت ۰/۱ گرم و نیز پارامتری که دیتالاگر بر اساس آن ثبت داده می‌کرد، در یک نوبت در هر روز برای مدت ۲۰ روز یادداشت شد. سپس درصد وزنی رطوبت گلدان‌ها به عنوان متغیر وابسته و داده‌های قرائت شده دستگاه به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد و با استفاده از نرم افزار (DataFit 9) و براساس ضریب تبیین (R_2) بهترین معادله برازش داده شده انتخاب شد (معادله ۱). سپس داده‌های قرائت شده دستگاه در طول آزمایش با استفاده از معادله ذکر شده به درصد رطوبت وزنی خاک تبدیل گردید (۶).

معادله (۱) $Y=0.0041\times x^{1.002}$

اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای با استفاده از دستگاه پرومتر (Model SC- 1) و دمای برگ بوسیله ترمومتر مادون قرمز بر روی چهار برگ بالغ کاملا توسعه یافته در چهار جهت هر درخت که در معرض نور کامل آفتاب قرار داشتند در ساعات ۱۵-۱۲ هر ۱۲، ۲۴ و ۳۶ روز بعد از آبیاری انجام گرفت. اندازه‌گیری کلیه پارامترها طی چهار دوره ۳۶ روزه از اواسط اردیبهشت ماه تا پایان شهریور ماه انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و میانگین تیمارهای مختلف توسط آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردید.

نتایج و بحث

دمای خاک

تغییرات دمای خاک طی دو فصل رشد در تیمارهای مختلف در جدول (۲ و۳) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود دمای خاک در تیمارهای مالچ پلاستیکی در اعماق مورد بررسی به طور معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود ($P\leq0.01$). دمای خاک پوشش داده شده با مالچ پلی‌اتیلن روی خاک (M_3) در سال اول در ۵ تیر ماه (۶۵ روز بعد از مالچ همزمان با ۲۴ روز بعد از آبیاری دور دوم) با ۴۴/۰۴ و ۴۲/۱۰ درجه سانتی‌گراد و در سال دوم در ۱۳ تیر ماه (۳۶ روز بعد از آبیاری دور دوم) با ۴۳/۸ و ۴۱/۸۴ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در عمق ۳۰-۲۰ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متری حداکثر دما را در بین تیمارها دارا بود. با توجه به شکل (۱) می‌توان گفت با افزایش دمای هوا در تیر و مرداد ماه با وجود آبیاری، دمای خاک در کلیه تیمارها به حداکثر مقدار خود می‌رسد. تیمارهای مالچ پلاستیکی زیر خاک با برش عرضی (M_1) و برش دایره‌ای (M_2) و مالچ پلاستیک روی خاک (M_3) میانگین دمای خاک را به ترتیب تا ۲/۴، ۲/۲ و ۶/۲ درجه سانتی‌گراد در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری و تا ۳/۱، ۲/۸ و ۶/۸ درجه سانتی‌گراد در عمق ۶۰-۵۰ سانتی‌متری خاک در مقایسه با شاهد در دو سال افزایش دادند. افزایش کمتر در دمای خاک در مالچ‌های پلاستیک زیرخاک نسبت به مالچ روی خاک در مقایسه با شاهد می‌تواند به علت لایه خاکی باشد که بر روی این فیلم‌ها پخش شد. به نظر می‌رسد این لایه خاک به عنوان عایق عمل کرده و از افزایش بیش از حد دمای خاک از طریق محدود کردن تشعشع خورشید و تبادل گرمایی بین خاک و اتمسفر جلوگیری می‌کند (۴۵). پوشش‌های پلاستیکی به علت خصوصیات گرمایی مانند انعکاس، جذب، انتقال و اثرات متقابل آن‌ها با تشعشع خورشیدی تأثیر مستقیمی بر روی دمای خاک دارند (۴۳). پارک و همکاران (۳۷) افزایش ۲/۴ درجه سانتی‌گراد در میانگین دمای خاک در عمق ۱۵ سانتی‌متری تحت تأثیر فیلم پلی‌اتیلن شفاف و ۰/۸ درجه‌سانتی‌گراد تحت تأثیر فیلم پلی‌اتیلن سیاه را گزارش کردند. همچنین راماکریشنا و همکاران (۳۹) طی پژوهشی بر روی بادام زمینی نشان دادند که مالچ پلی‌اتیلن، دمای خاک را حدود ۶ درجه سانتی‌گراد در عمق ۵ سانتی‌متری و ۴ درجه سانتی‌گراد در عمق ۱۰ سانتی‌متر افزایش داد.

تیمارهای مالچ آلی (M_4 و M_5) در طول دو سال آزمایش دارای کمترین دمای خاک بودند، به‌طوری‌که تیمار چیپس چوب (M_4) به ترتیب با میانگین اختلاف دمای ۳/۹، ۶/۷، ۶/۵ و ۱۰/۴ و ۰/۹ درجه‌سانتی‌گراد نسبت به شاهد، M_1، M_2، M_3 و M_5 کمترین دما بین تیمارها را در دو سال به خود اختصاص داد (جدول ۲ و ۳). نتایج مطالعه نشان داد مالچ‌های آلی و غیرآلی اثرات متنوعی بر دمای خاک دارند که در این راستا هاندا (۲۴) گزارش کرد فیلم‌های پلی‌اتیلن (سبز، سیاه و شفاف) به طور قابل توجهی دمای خاک را در مقایسه با مالچ‌های آلی (چمن) در مناطق معتدله، نیمه‌گرمسیری و گرمسیری افزایش می‌دهند.

تغییرات دمای خاک در طول دو سال در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری در مقایسه با عمق ۶۰-۵۰ سانتی‌متری از نوسانات بیشتری برخوردار بود و اختلاف دمای بین تیمارها در اوایل فصل (به ویژه ۱۲ روز بعد از آبیاری دور اول) در مقایسه با اواسط و به نسبت اواخر فصل کمتر مشاهده شد (جدول ۲ و ۳) که این امر می‌تواند به علت محتوی بالای رطوبت خاک و دمای کمتر هوا در اوایل فصل باشد. همچنین نتایج نشان داد که دمای خاک تحت تأثیر مالچ‌های آلی و غیرآلی در طول دو سال آزمایش در دو عمق مورد بررسی در مقایسه با دمای خاک تیمار شاهد به‌ویژه در ماه‌های گرم دارای نوسانات کمتری بود (جدول ۲ و ۳). نوسانات دمایی کمتر در ردیف‌های پوشش داده شده با این مالچ‌ها می‌تواند به علت انعکاس بیشتر و هدایت گرمایی کمتر در مقایسه با خاک بدون پوشش باشد.

جدول ۲- تأثیر مالچ‌های مختلف بر دمای خاک در ۱۲، ۲٤ و ۳٦ روز بعد از آبیاری در اعماق ۳۰-۲۰ و ٦۰-۵۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک در سال ۱۳۹۳

Table 2- The effect of different mulches on soil temperature in 12, 24 and 36 days after irrigation at 20 to 30 cm and 50 to 60 cm below the soil surface in 2014

تیمارهای آزمایشی Treatments	روز بعد از مالچ Day after mulching												
	P_1			P_2			P_3			P_4			
عمق ۳۰-۲۰ Depth 20-30 (cm)	T_{12} 8May	T_{24} 20May	T_{36} 31May	T_{12} 12Jun	T_{24} 26Jun	T_{36} 8Jul	T_{12} 20Jul	T_{24} 2Aug	T_{36} 14Aug	T_{12} 27Aug	T_{24} 8Sep	T_{36} 21Sep	Total mean
M_1	28.06^{ab}	34.60^{b}	35.98^{ab}	35.42^{b}	35.88^{b}	35.98^{b}	36.20^{b}	34.94^{b}	36.72^{b}	35.04^{b}	34.62^{bc}	34.34^{b}	34.81
M_2	27.30^{b}	35.04^{b}	34.32^{b}	34.66^{b}	36.56^{b}	35.36^{bc}	36.52^{b}	35.04^{b}	36.28^{bc}	35.92^{b}	35.88^{ab}	34.60^{ab}	34.79
M_3	30.04^{a}	38.36^{a}	37.90^{a}	43.86^{a}	44.04^{a}	39.72^{a}	39.96^{a}	39.22^{a}	40.06^{a}	38.20^{a}	38.04^{a}	36.50^{a}	38.83
M_4	23.04^{c}	28.14^{d}	26.26^{d}	27.20^{d}	30.46^{c}	29.76^{d}	29.60^{c}	28.68^{d}	31.96^{d}	29.70^{d}	29.54^{e}	28.62^{d}	28.58
M_5	23.22^{c}	27.60^{d}	26.72^{d}	30.86^{c}	32.12^{c}	30.52^{d}	31.84^{c}	30.08^{d}	33.20^{dc}	31.28^{dc}	31.14^{de}	27.96^{d}	29.71
CK	25.84^{b}	31.30^{c}	29.84^{c}	35.94^{b}	35.54^{b}	33.66^{c}	34.42^{b}	32.46^{c}	35.96^{bc}	32.56^{c}	33.02^{dc}	30.82^{c}	32.61
LSD	2.5	2.63	2.23	2.41	3.34	2.32	2.5	2.21	3.17	2.19	2.5	1.96	-
CV%	5.34	4.41	3.8	3.7	5.1	3.7	4	3.6	4.9	3.6	4.1	3.7	-
عمق ۶۰-۵۰ Depth 50-60 (cm)													
M_1	28.14^{ab}	33.78^{ab}	34.64^{b}	35.50^{b}	34.10^{b}	33.48^{b}	36.16^{b}	35.50^{b}	38.48^{a}	32.90^{bc}	34.89^{a}	29.66^{bc}	33.94
M_2	25.81^{abc}	31.45^{bc}	33.24^{b}	33.30^{bc}	35.46^{b}	33.92^{b}	34.22^{b}	34.41^{bc}	36.86^{a}	36.02^{ab}	36.41^{a}	32.68^{b}	33.65
M_3	28.46^{a}	35.56^{a}	39.30^{a}	40.62^{a}	42.10^{a}	39.19^{a}	40.76^{a}	38.50^{a}	38.32^{a}	38.31^{a}	37.57^{a}	35.90^{a}	37.88
M_4	22.62^{c}	23.22^{d}	26.92^{c}	26.32^{d}	28.24^{d}	29.50^{c}	29.36^{d}	27.75^{e}	31.14^{c}	28.32^{d}	29.27^{b}	26.80^{c}	27.46
M_5	22.73^{c}	24.66^{d}	27.22^{c}	30.56^{c}	29.02^{dc}	29.06^{c}	30.13^{dc}	29.15^{de}	32.02^{bc}	29.78^{dc}	30.35^{b}	27.92^{c}	28.55
CK	24.64^{bc}	29.18^{c}	29.43^{c}	34.44^{b}	32.47^{bc}	33.68^{b}	33.23^{bc}	31.58^{dc}	34.09^{b}	31.77^{c}	31.96^{b}	29.60^{bc}	31.34
LSD	3.51	3.52	3	2.94	3.99	3.45	3.66	2.91	2.75	3.24	2.85	3.19	-
CV%	7.6	6.6	5.18	4.82	6.54	5.73	5.92	4.87	4.31	5.42	4.69	5.77	-

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

In each columns, means followed by the same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$ by the LSD

P_1، P_2، P_3 و P_4 به ترتیب دوره اول، دوره دوم، دوره سوم و دوره چهارم آبیاری می‌باشند (هر دوره آبیاری ۳۶ روز می‌باشد)

P_1, P_2, P_3 and P_4 are first period, second period, third period and the fourth period of irrigation, respectively

T_1، T_2 و T_3 به ترتیب نشان‌دهنده ۱۲، ۲۴ و ۳۶ روز بعد از آبیاری در هر دوره هستند

T_1, T_2 and T_3 are 12, 24 and 36 days after the irrigation in each period, respectively

جدول ۳- تأثیر مالچ‌های مختلف بر دمای خاک در ۱۲، ۲٤ و ۳٦ روز بعد از آبیاری در اعماق ۳۰-۲۰ و ٦۰-۵۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک در سال ۱۳۹٤

Table 3- The effect of different mulches on soil temperature in 12, 24 and 36 days after irrigation at 20 to 30 cm and 50 to 60 cm below the soil surface in 2015

تیمارهای آزمایشی Treatments	روز بعد از مالچ Day after mulching												
	P_1			P_2			P_3			P_4			
عمق ۳۰-۲۰ Depth 20-30 (cm)	T_{12} 5May	T_{24} 17May	T_{36} 29May	T_{12} 10Jun	T_{24} 22Jun	T_{36} 4Jul	T_{12} 16Jul	T_{24} 28Jul	T_{36} 9Aug	T_{12} 21Aug	T_{24} 3Sep	T_{36} 16Sep	Total mean
M_1	32.36^{a}	31.78^{bc}	36.02^{ab}	34.92^{b}	37.58^{b}	39.74^{b}	36.4^{b}	36.42^{b}	36.02^{ab}	35.8^{b}	34.12^{ab}	34.7^{ab}	35.49
M_2	33.18^{a}	32.46^{b}	35.52^{b}	33.64^{bc}	37.7^{b}	37.94^{b}	36.78^{b}	35.68^{bc}	35.5^{ab}	37^{b}	33.62^{b}	33.7^{b}	35.23
M_3	34.46^{a}	35.52^{a}	38.26^{a}	38.98^{a}	41.82^{a}	43.8^{a}	40.86^{a}	39.36^{a}	38.62^{a}	41.82^{a}	37.52^{a}	37.66^{a}	39.06
M_4	28.02^{c}	24.74^{d}	28.84^{d}	27.98^{d}	31.32^{c}	31.78^{c}	31.14^{c}	29.3^{d}	28.46^{d}	31.12^{c}	27.58^{c}	26.86^{d}	28.93
M_5	28.4^{bc}	26.18^{d}	28.56^{d}	28.38^{d}	31.88^{c}	33.02^{c}	30.84^{c}	30.14^{d}	29.74^{cd}	32.4^{c}	27.18^{c}	28^{cd}	29.56
CK	31.58^{ab}	29.16^{c}	32.08^{c}	31.74^{c}	36.02^{b}	37.12^{b}	36.12^{b}	34.02^{c}	32.8^{bc}	35.96^{b}	28.88^{c}	30.1^{c}	32.97
LSD	3.26	2.85	2.54	2.88	3.36	4.01	3.16	3.02	4.3	3	3.54	3.16	-
CV%	5.72	5.24	4.21	4.86	5.12	5.93	4.92	3.13	7.05	4.71	6.18	5.45	-
عمق ۶۰-۵۰ Depth 50-60 (cm)													
M_1	32.52^{ab}	32.27^{b}	34.20^{b}	34.08^{b}	36.93^{b}	37.75^{bc}	35.31^{b}	37.25^{b}	35.66^{ab}	35.68^{b}	34.28^{b}	35.00^{ab}	35.08
M_2	31.86^{ab}	30.54^{b}	33.28^{b}	34.32^{b}	37.17^{b}	38.06^{b}	36.08^{b}	36.81^{b}	34.00^{bc}	35.38^{b}	33.68^{b}	34.06^{b}	34.60
M_3	33.28^{a}	34.95^{a}	37.37^{a}	38.52^{a}	40.20^{a}	41.84^{a}	40.48^{a}	40.22^{a}	38.26^{a}	40.24^{a}	37.12^{a}	36.90^{a}	38.28
M_4	26.04^{d}	24.87^{d}	26.74^{d}	26.84^{d}	28.29^{d}	30.04^{d}	28.57^{c}	28.96^{d}	27.03^{e}	29.27^{d}	25.62^{d}	27.08^{c}	27.45
M_5	27.06^{cd}	25.91^{cd}	27.45^{d}	27.69^{d}	29.17^{d}	31.62^{d}	30.06^{c}	29.46^{d}	27.84^{de}	30.27^{cd}	25.70^{d}	26.88^{c}	28.26
CK	30.02^{bc}	28.19^{c}	30.91^{c}	30.18^{c}	33.13^{c}	35.37^{c}	34.01^{b}	33.04^{c}	31.16^{cd}	33.26^{bc}	27.74^{c}	28.52^{c}	31.29
LSD	3.03	2.29	1.8	2.29	2.05	2.57	2.78	2.53	3.4	3.7	1.87	2.55	-
CV%	5.53	4.28	3.14	3.69	4.54	3.94	4.48	4.05	5.83	6	3.34	4.4	-

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

In each columns, means followed by the same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$ by the LSD

P_1، P_2، P_3 و P_4 به ترتیب دوره اول، دوره دوم، دوره سوم و دوره چهارم آبیاری می‌باشند (هر دوره آبیاری ۳۶ روز می‌باشد)

P_1, P_2, P_3 and P_4 are first period, second period, third period and the fourth period of irrigation, respectively

T_1، T_2 و T_3 به ترتیب نشان‌دهنده ۱۲، ۲۴ و ۳۶ روز بعد از آبیاری در هر دوره هستند

T_1, T_2 and T_3 are 12, 24 and 36 days after the irrigation in each period, respectively

رطوبت خاک

محتوی آب خاک در دو عمق ۳۰-۲۰ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متری در دو سال الگوی تقریبا مشابهی را نشان داد (شکل ۲). در دو سال آزمایش، اختلاف رطوبت بین تیمارها در لایه بالایی خاک نسبت به لایه پایین‌تر بیشتر مشاهده شد. حفظ ذخیره رطوبت خاک مالچ‌ها به ویژه مالچ‌های پلاستیکی به طور قابل توجهی بیشتر از تیمار بدون مالچ ثبت شد و مالچ پلاستیکی روی سطح خاک (M_3) دارای بیشترین محتوی رطوبت خاک بود. همچنین بین مالچ‌های آلی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در سال ۱۳۹۳، میانگین محتوی آب خاک در لایه ۳۰-۲۰ سانتی‌متری در طول چهار دوره آبیاری در تیمارهای M_1، M_2، M_3، M_4 و M_5 به ترتیب ۱۳/۵، ۱۴/۱، ۱۵/۹، ۱۲/۳ و ۱۲/۲ درصد مشاهده شد که در مقایسه با شاهد (۱۰/۳) بالاتر بود. محتوی رطوبت خاک در لایه ۶۰-۵۰ سانتی‌متری روند مشابهی را با لایه بالایی خاک نشان داد با این تفاوت که محتوی رطوبت تیمارها در این عمق در اوایل فصل نسبت به لایه بالایی خاک احتمالا به علت ذخیره رطوبتی خاک، بیشتر مشاهده شد و با نزدیک شدن به اواخر فصل اختلاف رطوبتی لایه‌های خاک ناچیز نشان داد (شکل ۲).

در سال ۱۳۹۴، میانگین محتوی آب خاک در لایه بالایی طی چهار دوره آبیاری در تیمارهای M_1، M_2، M_3، M_4 و M_5 به ترتیب ۱۳/۲، ۱۳/۱، ۱۵/۴، ۱۲ و ۱۱/۴ درصد بود که نسبت به تیمار بدون مالچ (۹/۸) بیشتر بود (شکل ۲). بیشترین تفاوت در ذخیره آب خاک بین مالچ‌ها و شاهد در این عمق در ماه‌های گرم (۱۹ تیر تا ۱۸ مرداد ماه) مشاهده شد. روند تغییرات رطوبت نیز در لایه ۶۰-۵۰ سانتی‌متری خاک مشابه لایه ۳۰-۲۰ سانتی‌متری خاک بود (شکل ۲). این مطالعه نشان داد که طی دو سال در طول ۳۶ روز بعد از آبیاری دور سوم و چهارم رطوبت خاک در دو عمق ۳۰-۲۰ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متری خاک در تیمار شاهد از ظرفیت زراعی به نقطه پژمردگی دائم یا زیر آن کاهش یافت، در حالی که رطوبت خاک در ردیف‌های پوشش داده شده با مالچ بالای نقطه پژمردگی دائم باقی ماند (جدول ۱ و شکل ۲).

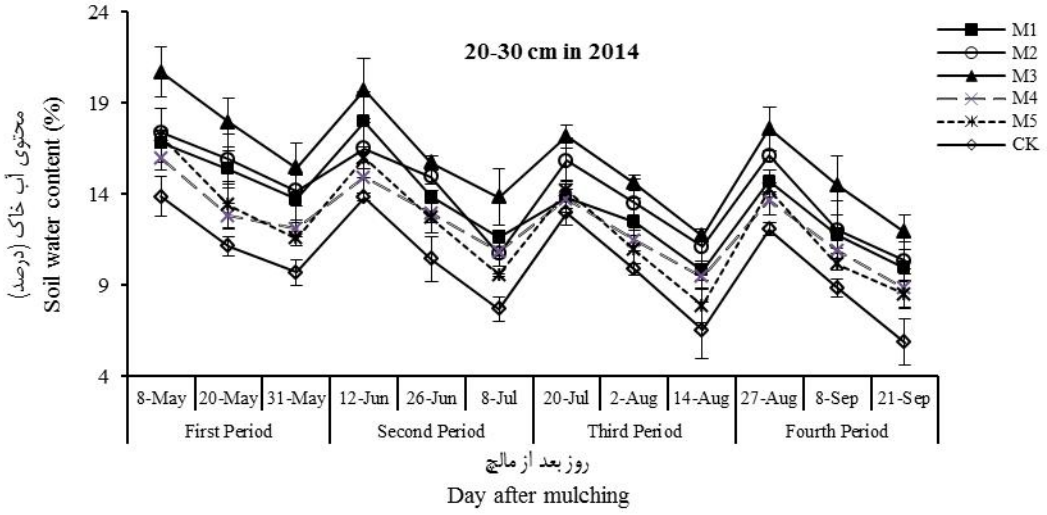
همانطور که انتظار می‌رود مالچ‌های پلی‌اتیلن و آلی با کاهش تبخیر از سطح خاک، درصد رطوبت خاک را در دو عمق ۳۰-۲۰ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متری در طول دو سال در مقایسه با شاهد حفظ کردند. راماکریشنا و همکاران (۳۹) طی مطالعه‌ای بر روی بادام زمینی تحت تأثیر فیلم پلی‌اتیلن و کاه و کلش برنج، افزایش محتوی رطوبت خاک را در لایه ۶۰-۰ سانتی‌متری خاک در مقایسه با تیمار بدون مالچ گزارش کردند. تاپاوراسکین و میسکات (۴۸) با بررسی مالچ کاه و کلش بر روی توت‌فرنگی بیان کردند که میانگین محتوی رطوبت در طول سه سال آزمایش ۱۸ درصد در تیمار کاه و کلش و ۱۶/۲ درصد در شاهد مشاهده شد. بعلاوه لیو و همکاران (۳۲) ذخیره رطوبت در ۱۰۰ سانتی‌متری بالای پروفیل خاک در مالچ کاه و کلش نسبت به شاهد در درختان مرکبات را به نفوذ بیشر آب از طریق منافذ بزرگ در بقایای محصولات، کنترل رواناب و تبخیر کمتر نسبت دادند.

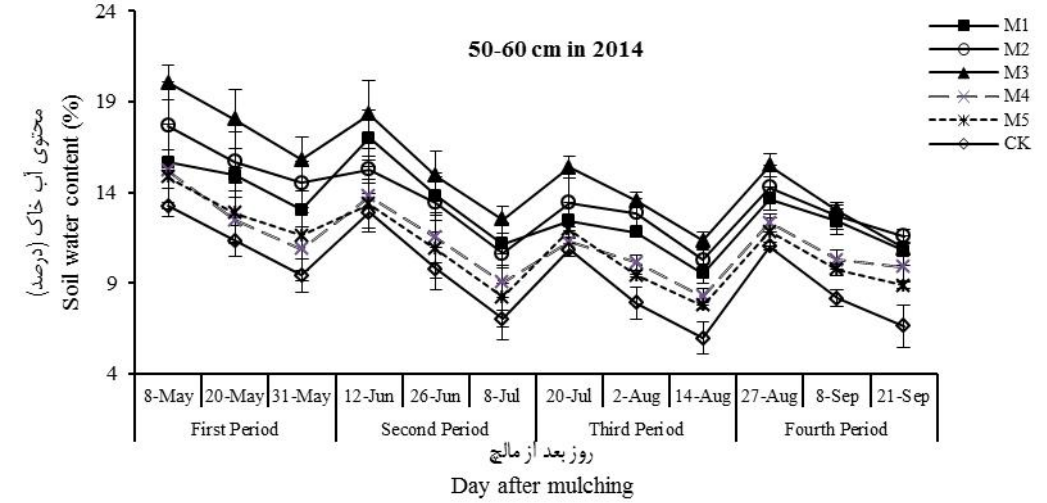
نتایج مطالعه نشان داد که مالچ‌های پلی‌اتیلن در مقایسه با مالچ‌های آلی محتوی رطوبت خاک را بیشتر حفظ می‌کنند. مالچ‌های پلی‌اتیلن به طور موثری جذب و انتقال اشعه نورانی و فرآیند هدایت گرمایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. زمانی که فیلم پلی‌اتیلن اعمال می‌شود یک سیستم میکرواکولوژیک نسبتا مستقل در زیر پوشش ایجاد می‌شود که باعث تغییر تبادل آب و تغییر گرما بین سیستم ایجاد شده و هوا می‌شود. فیلم پلی‌اتیلن می‌تواند از تبخیر آب خاک جلوگیری کند و مانع از تابش اشعه با طول موج بزرگ از سطح خاک شود که به علت ریزش قطرات آب سطح داخلی فیلم و حجم آب خاک بالاتر می‌باشد (۵۵). زانگ و همکاران (۵۴) اظهار داشتند که فیلم‌های پلی‌اتیلن با ایجاد مانعی بین خاک و اتمسفر، تبخیر آب از سطح خاک را کاهش و بنابراین باعث حفظ بیشتر ذخیره آب می‌شوند. بنابراین ردیف‌های تیمار شده با مالچ پلی‌اتیلن به‌ویژه تیمار M_3 (مالچ پلاستیک روی سطح خاک) دارای کمترین تبخیر از خاک، بالاترین رطوبت خاک و بیشترین دمای خاک در این مطالعه بود.

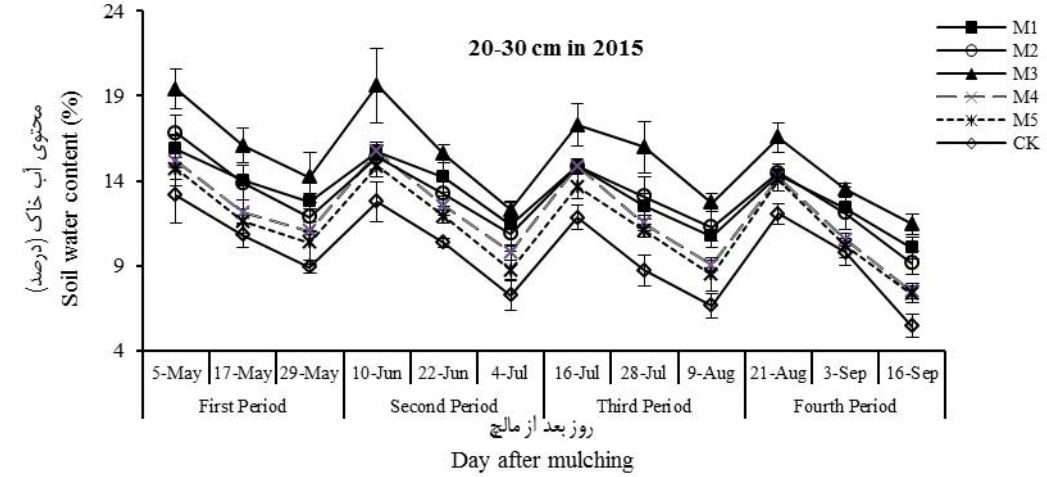
هدایت روزنه‌ای

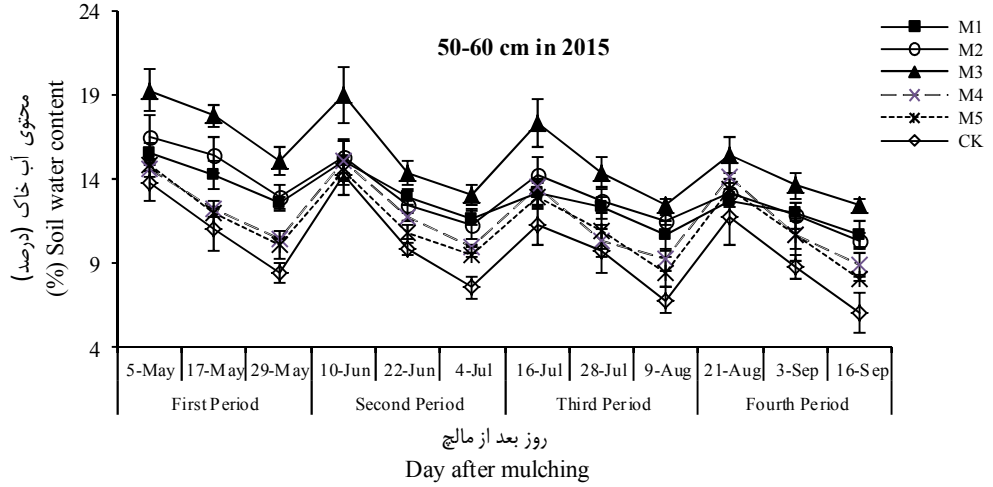
تغییرات هدایت روزنه‌ای در طول دو سال در تیمارهای مختلف در شکل (۳) ارائه شده است. در سال ۱۳۹۳، هدایت روزنه‌ای در اکثر نقاط بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نشان داد (شکل ۳). به‌طوری‌که تیمار مالچ پلی‌اتیلن روی خاک (M_3) و چیپس چوب (M_4) با ۴۷/۷ و ۴۵/۱ بیشترین و شاهد با ۴۱/۱ میلی‌مول بر مترمربع در ثانیه کمترین میانگین هدایت روزنه‌ای را طی چهار دوره آبیاری ثبت کردند. در طول فصل رشد در کلیه تیمارها بیشترین مقدار هدایت روزنه‌ای در ۳۰ اردیبهشت (۲۰ می) و ۵ تیر ماه (۲۶ ژوئن) به دست آمد که در ۵ تیر ماه در تیمارهای M_1، M_2، M_3، M_4 و M_5 هدایت روزنه‌ای به طور قابل توجهی تا ۷/۳۵، ۱۲/۸۸، ۱۵/۲، ۱۰/۹ و ۶/۶۲ درصد در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. همچنین کمترین میزان هدایت روزنه‌ای در کلیه تیمارها در ۱۸ اردیبهشت و ۲۹ تیر ماه (۱۲ روز بعد آبیاری) همزمان با حداکثر دمای هوا مشاهده شد (شکل ۱).

در سال ۱۳۹۴، هدایت روزنه‌ای بین تیمارها به جز در سه نقطه معنی‌دار نشان نداد که در ۲۷ اردیبهشت ماه، مالچ M_3 و در ۱ تیر و ۲۵ شهریور ماه مالچ M_2 بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. کاهش هدایت روزنه‌ای در مالچ M_3 از دور دوم آبیاری تا انتهای فصل در مقایسه با سایر مالچ‌ها به نظر می‌رسد به علت عملکرد بالای درختان و دمای بالای خاک در این مالچ باشد (شکل ۳).


20-30 cm in 2014
M1
M2
M3
M4
M5
CK
محتوی آب خاک (درصد)
Soil water content (%)
24
19
14
9
4
8-May
20-May
31-May
12-Jun
26-Jun
8-Jul
20-Jul
2-Aug
14-Aug
27-Aug
8-Sep
21-Sep
First Period
Second Period
Third Period
Fourth Period
روز بعد از مالچ
Day after mulching


50-60 cm in 2014
M1
M2
M3
M4
M5
CK
محتوی آب خاک (درصد)
Soil water content (%)
24
19
14
9
4
8-May
20-May
31-May
12-Jun
26-Jun
8-Jul
20-Jul
2-Aug
14-Aug
27-Aug
8-Sep
21-Sep
First Period
Second Period
Third Period
Fourth Period
روز بعد از مالچ
Day after mulching


20-30 cm in 2015
M1
M2
M3
M4
M5
CK
محتوی آب خاک (درصد)
Soil water content (%)
24
19
14
9
4
5-May
17-May
29-May
10-Jun
22-Jun
4-Jul
16-Jul
28-Jul
9-Aug
21-Aug
3-Sep
16-Sep
First Period
Second Period
Third Period
Fourth Period
روز بعد از مالچ
Day after mulching

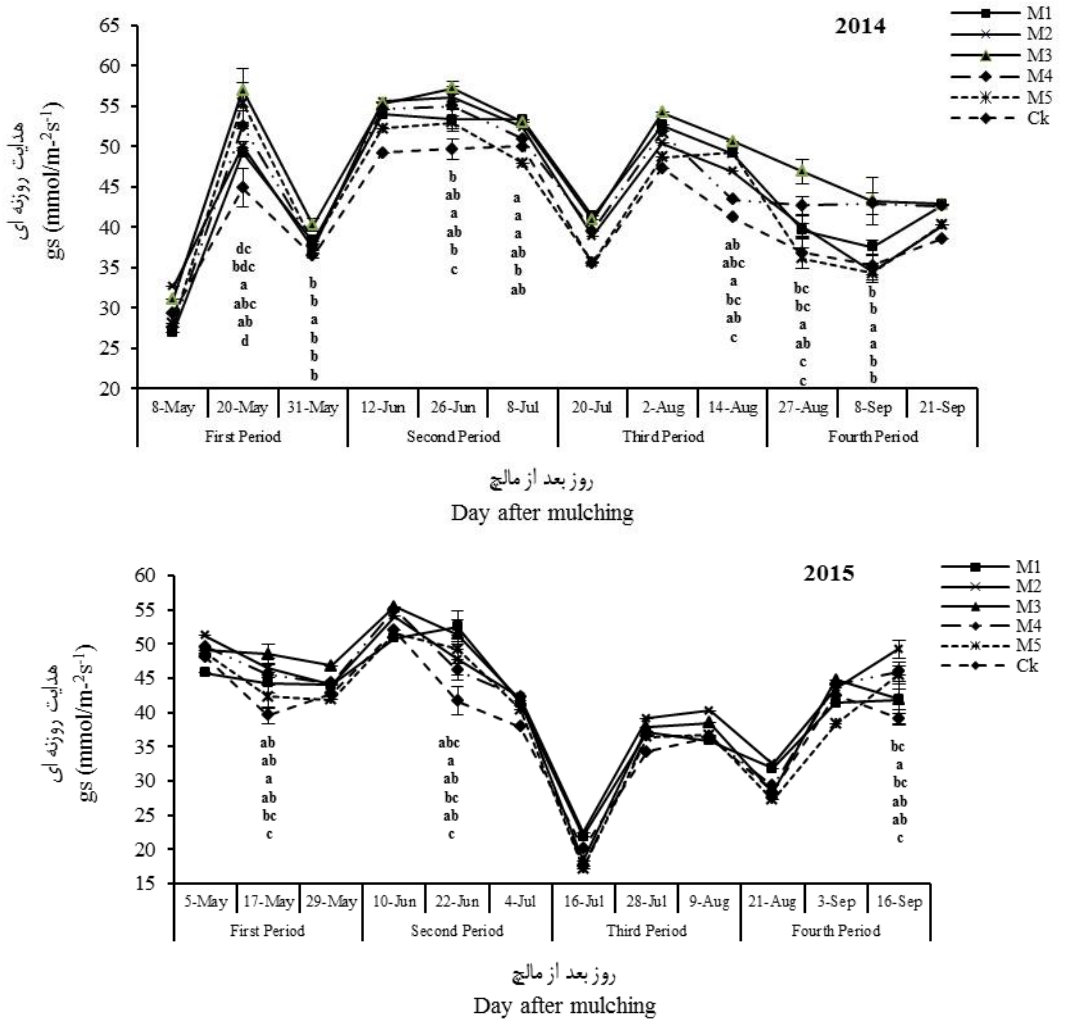


شکل ۲- تأثیر مالچ‌های مختلف آلی و غیر آلی طی چهار دوره آبیاری بر محتوی آب خاک در اعماق ۳۰-۲۰ و ۶۰-۵۰ سانتی‌متری خاک در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Figure 2- The effect of various organic and inorganic mulches on soil water content during the four periods of irrigation at 20 to 30 cm and 50 to 60 cm below the soil surface in 2014 and 2015

جرج و همکاران (۱۹) اظهار داشتند دمای بالای ناحیه ریشه می‌تواند منجر به افزایش تنش آب و کاهش پتانسیل آب ساقه شود. به گونه‌ای که کاهش پتانسیل آب ساقه باعث کاهش در هدایت روزنه‌ای می‌شود (۲۳). کمترین مقدار هدایت روزنه‌ای همانند سال اول در تمام تیمارها در ۲۵ تیر ماه همزمان با حداکثر دمای هوا به دست آمد (شکل ۳). بنابراین با توجه به نتایج دوساله می‌توان بیان داشت که هدایت روزنه‌ای با وجود رطوبت کافی در خاک تابع شرایط آب و هوایی مانند شدت نور، CO_2، رطوبت، سرعت باد و دمای هوا است (۴۱). از طرفی، گولان و همکاران (۲۲) با بررسی ارتباط هدایت روزنه‌ای با رطوبت خاک در بافت لوم شنی بر روی گندم و آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که در رطوبت بیشتر از هفت درصد وزنی، هدایت روزنه‌ای بالا بوده و تقریبا بصورت یکنواخت است ولی کاهش رطوبت به زیر هفت درصد وزنی، هدایت روزنه‌ای را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج رطوبت وزنی در این مطالعه (بیشتر از ۷ درصد وزنی)، تغییرات هدایت روزنه‌ای تحت تاثیر شرایط آب و هوایی تایید می‌شود. فرینی و همکاران (۱۸) بیان داشتند که کاربرد انواع مالچ با وجود تأثیر بر روی رشد درخت روی فاکتورهای فیزیولوژیکی آن از جمله تبادلات گازی یا کلروفیل فلئورسانس تأثیر قابل توجهی ندارند. اما نتایج تحقیق ما خلاف این گفته را ثابت می‌کند بویژه در اوایل فصل که افزایش در هدایت روزنه‌ای بخصوص در تیمارهای مالچ پلاستیکی می‌تواند به علت ذخیره رطوبتی بالای خاک و افزایش دمای خاک باشد. کرک و اسچوتزکی (۱۱) طی مطالعه‌ای بیان داشتند مالچها به علت بهبود رطوبت قابل دسترس باعث افزایش در هدایت روزنه‌ای می‌شوند. فانگ و همکاران (۱۷) نیز رشد و توسعه ریشه در فیلم‌های پلی‌اتیلن را ناشی از افزایش دمای خاک و افزایش چرخه عناصر غذایی خاک بیان داشتند که منجر به افزایش هدایت و اسیمیلاسیون کانوپی می‌شود. همچنین افزایش هدایت روزنه‌ای در این مطالعه در اواخر فصل می‌تواند ناشی از کاهش دمای هوا باشد به گونه‌ای که کلین و همکاران (۲۹) ارتباط معنی‌داری را به وسیله‌ی رطوبت نسبی پایین، کمبود فشار بخار و دمای بالا بر میزان باز بودن روزنه در بادام گزارش کردند.

ارتباط رطوبت و دمای خاک با هدایت روزنه‌ای در دو عمق مورد بررسی در طول دو سال آزمایش در شکل (۵) نشان داده شده است. به‌طوری‌که همبستگی دمای خاک با هدایت روزنه‌ای در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۴). همانطور که مشخص است با افزایش در دمای خاک تا ۴۰ درجه‌سانتی‌گراد مقدار هدایت روزنه‌ای افزایش یافته است. دماهای مطلوب برای رشد ریشه به نظر می‌رسد به طور وسیعی بین مناطق مختلف تغییر می‌کند که ظاهرا تا حدودی به رژیم‌های دمایی بومی وابسته است (۳۳). جرج و همکاران (۱۹) گزارش کردند که افزایش در دمای منطقه ریشه درخت کارامبولا (*Averrhoa carambola L.*) تا ۳۸ درجه‌سانتی‌گراد در اثر اعمال مالچ باعث افزایش در هدایت روزنه‌ای در مقایسه با دمای ۲۵ درجه-سانتی‌گراد ریشه شد. مطالعات مختلف نشان داده است که دمای خاک علاوه بر رطوبت خاک بر هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز گیاهان چندساله و یکساله تأثیر می‌گذارد (۵۲). نتایج ما کاهش هدایت روزنه‌ای در کلیه تیمارها در اواسط تیر تا اواخر مردادماه (دوره سوم آبیاری) (شکل ۳) را نشان داد که می‌تواند به علت افزایش دمای هوا، کاهش ذخیره رطوبتی خاک و افزایش در دمای خاک (بویژه در مالچ M_3) باشد. بنابراین دمای بالای خاک در صورتی باعث افزایش در هدایت روزنه‌ای می‌شود که سایر فاکتورها از جمله شرایط خاکی و آب و هوایی محدود کننده نباشد.



شکل ۳- تغییرات هدایت‌روزنه‌ای در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤

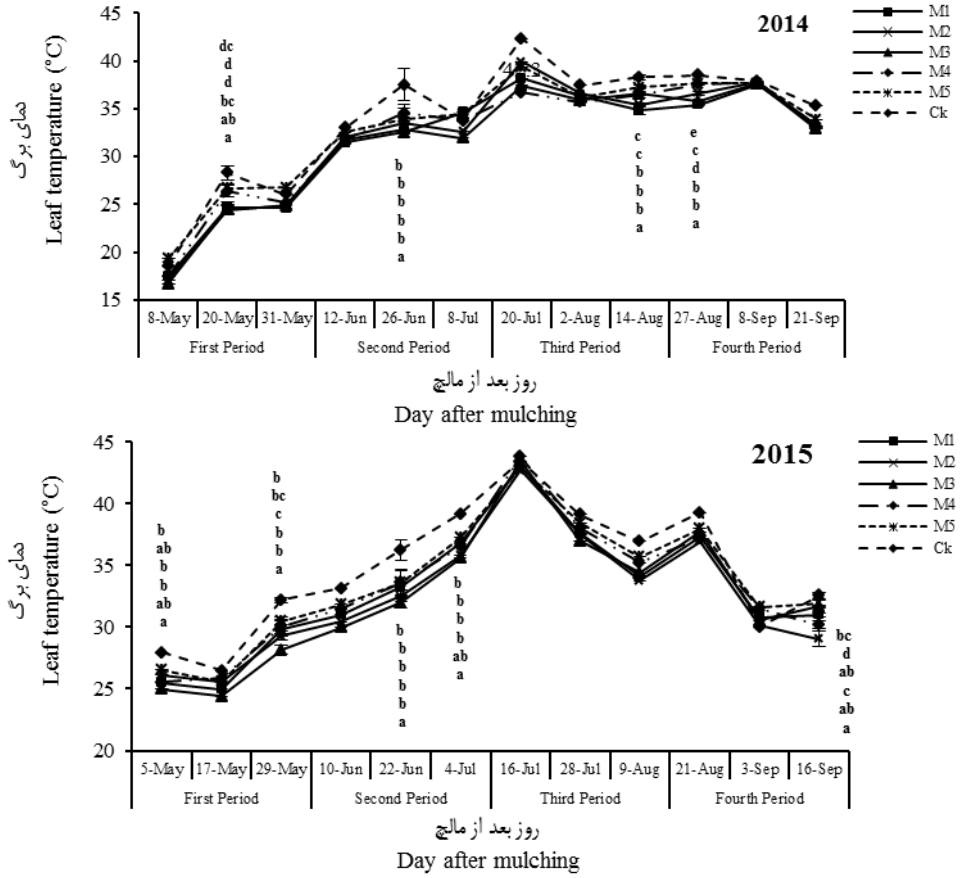
Figure 3- Stomatal conductance changes in different treatments in 2014 and 2015

دمای برگ

الگوی تغییرات دمای برگ در دو سال مورد آزمایش در شکل (۴) نشان داده شده است. در طول دو سال، تیمارهای مالچ دمای بـرگ را از اواسط اردیبهشت تا اواسط تیر ماه و از اواخر مرداد تا اواخر شهریور ماه در برخی نقاط در مقایسه با شاهد تحت تأثیر قرار دادند. میـانگین دمای برگ در طی چهـار دوره آبیـاری در سـال ۱۳۹۳، در تیمارهـای M_1، M_2، M_3، M_4 و M_5 بـه ترتیـب بـا ۲/۲، ۱/۹، ۲/۴، ۱/۷ و ۱ درجه سانتی‌گراد و در سال ۱۳۹۴ با ۱/۸، ۲/۲، ۲/۲ ، ۱/۵ و ۱/۱ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با شاهد کمتر بود. امینی و علامـی میلانـی (۳) پس از بررسی تأثیر مالچ کاه و کلش بر روی دمـای بـرگ و کـانوپی عدس گزارش کردند که مالچ بر دمای بـرگ تـأثیر معنـی‌داری دارد و بیان داشتند که تیمار مالچ احتمالا با حفظ رطوبت تعرق شـده توسـط گیاه منجر به خنک شدن و پایین آوردن دمای برگ می‌شود. با توجـه به نتایج مطالعـه، دمـای بـرگ در مـالچ‌هـای پلاسـتیکی نسـبت بـه مالچ‌های آلی بیشتر کاهش یافت که این امر می‌تواند به علـت حفـظ رطوبت و دمای خاک بالاتر در این تیمارها باشد. از اواخر تیر تا اواخـر مرداد ماه، دمای برگ در تمام تیمارها در بیشترین مقدار مشاهده شـد به‌گونه‌ای که تفاوت قابل توجهی بین آن‌هـا وجـود نداشـت. افـزایش دمای برگ در اواسط فصل می‌تواند به علت کـاهش ذخیـره رطـوبتی خاک و افزایش در دمای هوا و خاک باشد. بلانکوئیسـت و همکـاران (۹) گزارش کردند که در نتیجـه کـاهش جـذب آب، روزنـه‌هـا بسـته می‌شوند و کاهش تعرق منجر به افزایش دمای برگ می‌شود.

رابطه درجه یک بین دما و رطوبت خاک با دمای برگ نیز بـا مـد نظر قرار دادن کلیه داده‌ها در دو سال آزمایش در شکل (۵) ارائه شده است. همانطور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود همبستگی بین ایـن

دو صفت با دمای برگ معنی‌دار شده است به‌طوری‌که بـا افـزایش در محتوی آب و دمای خاک که نشان‌دهنده کاهش تنش اسـت، دمـای برگ کاهش می‌یابد. از طرفی با توجه به اثرات متقابل دما و رطوبـت خاک، دمای نسبتا بالا در خاک باعث ایجـاد تـنش خشـکی در خـاک می‌شود به‌ویژه زمانی که گیاه تقاضای بالایی برای جـذب آب و مـواد غذایی داشته باشد.



شکل ٤- تغییرات دمای برگ در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤

Figure 4- Leaf temperature changes in different treatments in 2014 and 2015

جدول ٤– همبستگی بین صفات مورد ارزیابی طی دو سال آزمایش

Table 4- Correlation between traits evaluated in two years

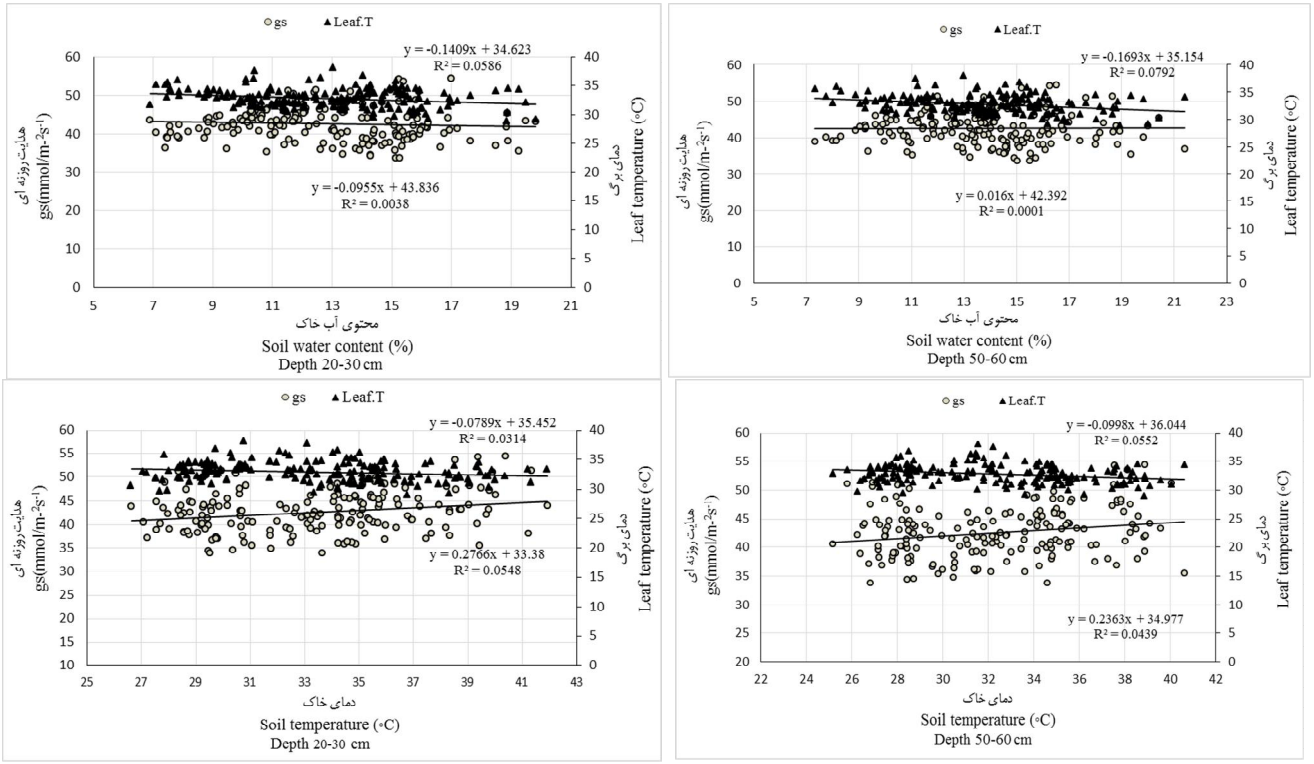
صفات Traits	SWC 50-60	SWC 20-30	ST 50-60	ST 20-30	gs	LT
SWC 50-60	1					
SWC 20-30	0.89**	1				
ST 50-60	0.46**	0.39**	1			
ST 20-30	0.45**	0.38**	0.94**	1		
gs	0.01ns	-0.06ns	0.21**	0.23**	1	
LT	-0.28**	-0.24**	-0.23**	-0.18*	-.27**	1

**، *و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار

**, * and ns significant at 1%, 5% level of probability and non-significant, respectively

SWC، ST، gs و LT به ترتیب نشان‌دهنده محتوی آب خاک، دمای خاک، هدایت‌روزنه‌ای و دمای برگ می‌باشند

SWC, ST, gs and LS are soil water content, soil temperature, stomatal conductance and leaf temperature, respectively



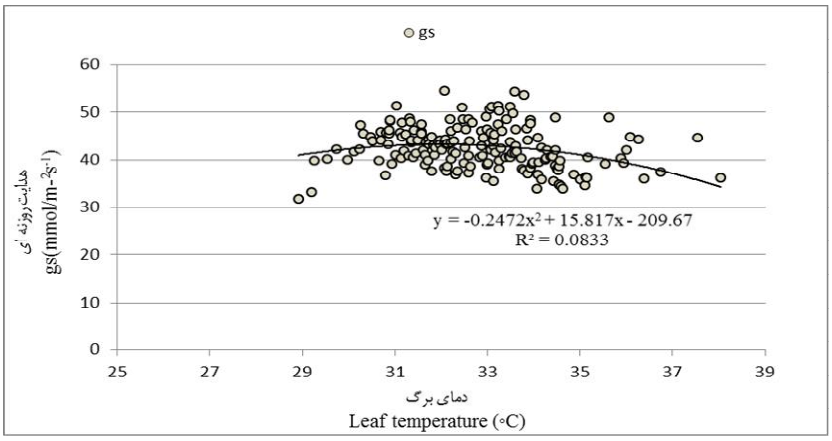
شکل ۵- ارتباط هدایت‌روزنه‌ای و دمای برگ با دما و رطوبت خاک در لایه‌های مورد بررسی در طول دو سال آزمایش

Figure 5- The relationship between stomatal conductance and leaf temperature with soil temperature and soil moisture in layers studied during two years of experiment

ازاین‌رو، چنین به نظر می‌رسد کاهش کمتر دمای برگ در سال دوم یا سال پر محصول در تیمار M_3 در مقایسه با تیمار M_2، ایجاد تنش رطوبتی در نتیجه تقاضای بالای آب و عناصر غذایی درختان و دمای بالای خاک باشد. رحمتی و همکاران (۳۸) بیان داشتند که تنش گرما و کمبود آب در خاک از طریق محدودیت در میزان تعرق منجر به افزایش در دمای برگ و در نهایت کاهش اسیمیلاسیون و کاهش رشد درخت می‌شوند. بنابراین افزایش در دمای خاک در صورت محدود نبودن رطوبت خاک، باعث افزایش در تنفس و رشد ریشه، افزایش جذب آب و در نهایت افزایش تعرق و کاهش در دمای برگ می‌شود.

رابطه‌ی هدایت روزنه‌ای و دمای برگ

همانطور که از شکل (۶) و جدول (۴) مشخص است ارتباط معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین هدایت روزنه‌ای و دمای برگ در کل دو سال دیده شد. با مدنظر قرار دادن تمامی نقاط، معادله درجه دو برای ارتباط این دو صفت برازش شد. براساس این معادله، با افزایش دمای برگ تا دامنه دمایی ۳۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد، هدایت روزنه‌ای افزایش و پس از آن شروع به کاهش می‌کند و برای هدایت روزنه‌ای صفر، دمای برگ به بالای ۴۵ و زیر ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. عنابی میلانی و همکاران (۴) ارتباط معنی‌داری به صورت معادله پلی نومیال بین هدایت روزنه‌ای و دمای تاج درخت بادام به دست آوردند و بیان داشتند که افزایش شدت تابش و دمای هوا تا رسیدن دمای برگ به ۲۸/۲ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش در هدایت روزنه‌ای می‌شود اما افزایش دمای برگ بیشتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد به علت کاهش پتانسیل آب برگ و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق، هدایت روزنه‌ای را کاهش می‌دهد. رومرو و بوتیا (۴۱) نیز چنین ارتباطی را در درخت بادام گزارش کردند و اذعان داشتند افزایش در دمای برگ تا یک مقدار بهینه (۳۵ درجه سانتی‌گراد) سبب افزایش در فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای می‌شود و بعد از آن منجر به کاهش این صفات می‌شود. از این‌رو با توجه به نتایج ذکر شده و نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان داشت که بیشترین هدایت روزنه‌ای در برگ پسته در دامنه دمایی ۳۳-۳۰ درجه سانتی‌گراد برگ صورت می‌گیرد.



شکل ٦- ارتباط هدایت روزنه‌ای و دمای برگ پسته طی دو سال آزمایش

Figure 6- The relationship between stomatal conductance and leaf temperature during two years of experiment

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای مالچ آلی و پلاستیکی، محتوی آب خاک را در طول دو سال افزایش دادند و بنابراین باعث کاهش اثرات منفی کمبود آب شدند. انواع مالچ‌های آلی و غیرآلی به علت عایق بودن منجر به نوسانات کمتر در دمای خاک در مقایسه با شاهد شدند. با توجه به نتایج همبستگی، تفاوت معنی‌داری بین هدایت روزنه‌ای و رطوبت خاک مشاهده نشد اما ارتباط این صفت با دمای خاک و ارتباط بین دمای برگ با دما و رطوبت خاک نیز معنی‌دار گردید که این نشان‌دهنده تأثیر بیشتر دمای خاک بر کنترل هدایت روزنه‌ای و دمای برگ در مقایسه با رطوبت خاک بود، به‌طوری‌که افزایش در دمای خاک تا ۴۰ درجه‌سانتی‌گراد در صورتی که سایر عوامل خاکی و آب و هوایی محدودکننده نباشند، باعث بهبود این صفات می‌شود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که تیمار M_3 (مالچ پلاستیکی روی سطح خاک) با وجود ذخیره رطوبتی بالا به علت ایجاد دمای بالای خاک در اواسط تا اواخر فصل می‌تواند منجر به تنش رطوبتی در خاک شود ولی این تنش تنها در سال دوم یا سال پرمحصول با کاهش هدایت روزنه‌ای و افزایش دمای برگ مشهود بود که علت این امر می‌تواند تقاضای بالای محصول برای جذب آب و عناصر غذایی در مقایسه با سال کم محصول باشد. از این‌رو، تیمارهای پلی‌اتیلن زیرخاک به‌ویژه مالچ با برش دایره‌ای (M_2) و مالچ‌های چیپس چوب و کاه و کلش جو با ایجاد دمای مطلوب رشد ریشه، حفظ رطوبت خاک و از طرفی هزینه پایین‌تر در مقایسه با مالچ یووی (مالچ روی خاک) می‌توانند گزینه‌های بهتری برای اعمال در باغ‌های پسته باشند. این نتایج می‌تواند اطلاعات مفیدی باشد برای بهبود بخشیدن تولید محصولات کشاورزی و استفاده کارآمدتر از آب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشکی که سیستم آبیاری محصولات به صورت سنتی و غیر مکانیزه انجام می‌گیرد و سطح وسیعی از آب در معرض تبخیر قرار می‌گیرد.

منابع

1- Abd El-Mageed T.A., Semida W.M., and Abd El-Wahed M.H. 2016. Effect of mulching on plant water status, soil salinity and yield of squash under summer-fall deficit irrigation in salt affected soil. Agricultural Water Management, 173: 1–12.

2- Adibian M. 2016. Aflatoxins in pistachio, detection and prevention. Journal of Novel Applied Sciences, 5: 27-33.

3- Amini R., and Alami-Milani M. 2013. Effect of mulching on soil, canopy and leaf temperature of lentil (*Lens culinaris* Medick.). International Journal of Farming and Allied Sciences, 2(20): 797-802.

4- Anabi Milani A., Neyshabouri M.R., and Zare Haghi D. 2015. Response of stomatal conductance to change leaf water potential and canopy temperature in almond tree under salinity stress and water scarcity. Journal of Research Water in Agricultural, 29(3): 298-316. (in Persian)

5- Anikwe M.A.N., Mbah C.N., Ezeaku P.I., and Onyia V.N. 2007. Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. Soil Tillage Research, 93: 264–272.

6- Ansari H., and Hassanpour M. 2015. Design and manufacturing of measuring device of soil environment data particularly soil moisture, temperature and salinity under the trade name P55-RE. Journal of Irrigation and Drainage, 1(9): 32-43. (in Persian with English abstract)

7- Atatashafrooz R., Khoshru S.M.R., and Tajabadipour A. 2015. Study of the diversity in different cultivars of *Pistacia*

vera L. resistant to drought and salinity: comparing protein patterns using SDS-PAGE method. Journal of Nuts, 6 (1): 47-55.
8- Baxter P. 1970. Effect of weed-free or straw mulched strip on the growth and yield of young fruit trees. Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry, 10: 467-473.
9- Blonquist J.M., Norman J.M., and Bugbee B. 2009. Automated measurement of canopy stomatal conductance based on infrared temperature. Agricultural and Forest Meteorology, 149: 1931–1945.
10- Chattopadhyaya N., and Mukherjee D. 1990. Effect of mulching on the changes in the microbial population in soil and nodulation of lentil (*Lens culinaris*). Journal of Environment and Ecology, 8: 435–437.
11- Cregg B.M., and Schutzki R. 2009. Weed control and organic mulches affect physiology and growth of landscape shrubs. Horticulture Science, 44(5): 1419–1424.
12- Deng X.P., Shan L., Zhang H.P., and Turner N.C. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. Agricultural Water Management, 80: 23-40.
13- Díaz-Pérez J.C., and Batal K.D. 2002. Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. Journal of the American Society for Horticultural Science, 127: 127–136.
14- Dong H.Z., Li W.J., Tang W., and Zhang D.M. 2009. Early plastic mulching increases stand establishment and lint yield of cotton in saline fields. Field Crops Research, 111: 269–275.
15- Downer A.J. 1998. Control of avocado root rot and *phytophthora cinnamomi* rands in mulched soils. University of California, PhD. Dissertation, Riverside, CA. pp 212.
16- Downer A.J., and Faber B. 2005. Effect of eucalyptus cladocalyx mulch on establishment of California sycamore (*Platanus racemosa*). Journal of Applied Horticulture, 7: 90-94.
17- Fang S.Z., Xie B.D., Liu D., and Liu J.J. 2011. Effects of mulching materials on nitrogen mineralization, nitrogen availability and poplar growth on degraded agricultural soil. New Forests, 41: 147–162.
18- Ferrini F., Fini A., Frangi P., and Amoroso G. 2008. Mulching of Ornamental Trees: Effects on Growth and Physiology. Arboriculture and Urban Forestry, 34:157-162.
19- George H.L., Davies F.S., Crane J.H., and Schaffer B. 2002. Root temperature effects on 'Arkin' carambola (*Averrhoa carambola* L.) trees I. Leaf gas exchange and water relations. Scientia Horticulturae, 96: 53-65.
20- Glab T., and Kulig B. 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). Soil and Tillage Research, 99: 169-178.
21- Goldhamer D.A. 1995. Irrigation management. In Ferguson, L. (ed.) Pistachio Production. Center for Fruit and Nut Research and Information, Davis, CA, p. 71–81.
22- Gollan T., Passioura J.B., and Munns R. 1986. Soil water status affects the stomatal conductance of fully turgid wheat and sunflower leaves. Australian Journal of Plant Physiology, 13: 459–464.
23- Gonzalez-Dugo V., Zarco-Tejada P., Berni, J.A.J., Suarez L., Goldhamer D., and Fereres E. 2012. Almond tree canopy temperature reveals intra-crown variability that is water stress-dependent. Agricultural and Forest Meteorology, 154(155): 156–165.
24- Hanada T. 1991. The effect of mulching and row covers on vegetable production. Extension Bulletin, ASPAC No. 332, p 22.
25- Hosseyni M. 2009. Nuts in Iran, statistics and benefits. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 36: 53-61.
26- Huang Z., Xu Z., Blumfield T.J., and Bubb k. 2008. Effects of mulching on growth, foliar photosynthetic nitrogen and water use efficiency of hardwood plantations in subtropical Australia. Forest Ecology and Management, 255: 3447–3454.
27- Ibarra-Jime´nez L., Zermeno-Gonza´lez A., Mungui´a-Lo´pez J., Quezada-Marti´n M.A.R., and De La Rosa-Ibarra M. 2008. Photosynthesis, soil temperature and yield of cucumber as affected by colored plastic mulch. Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science, 58: 372-378.
28- Kashaninejad M., Mortazavi A., Safekordi A., and Tabil L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. Journal of Food Engineering, 72: 30–38.
29- Klein I., Esparza G., Weinbaum S.A., and DeJong T.M. 2001. Effects of irrigation deprivation during the harvest period on leaf persistence and function in mature almond trees. Tree Physiology, 21: 1063–1072.
30- Lin Z., Jian-liang L., Sha-sha L., Ling-duo B., Xin-ping Ch., and Shi-qing L. 2015. Soil mulching can mitigate soil water deficiency impacts on rain fed maize production in semiarid environments. Journal of Integrative Agriculture, 14(1): 58–66.
31- Liu Y., Li S.Q., Chen F., Yang S.J., and Chen X.P. 2010. Soil water dynamics and water use efficiency in spring maize (*Zea mays* L.) fields subjected to different water management practices on the Loess Plateau, China. Agricultural Water Management, 97: 769–775.
32- Liu Y., Wang J., Liu D., Li Zh., Zhang G., Tao Y., Xie J., Pan J., and Chen F. 2014. Straw mulching reduces the harmful effects of extreme hydrological and temperature conditions in citrus orchards. Plos One, 9: 1-9.
33- McMichael B.L., and Burke J.J. 1998. Soil temperature and root growth. Horticultural Science, 33: 947–951.
34- Moreno M.M., and Moreno A. 2008. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. Scientia Horticulturae, 116: 256–263.

35- Ngouajio M., and Ernest J. 2005. Changes in the physical, optical, and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. Horticultural Science, 40: 94–97.
36- Nguyen T.T., Fuentes S., and Marschner P. 2013. Effect of incorporated or mulched compost on leaf nutrient concentrations and performance of *Vitis vinifera* cv. Merlot. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13 (2): 485-497.
37- Park K.Y., Kim S.D., Lee S.H., Kim H.S., and Hong E.H. 1996. Differences in dry matter accumulation and leaf area in summer soya beans as affected by polythene film mulching. RDA journal of agricultural science, 38: 173–179.
38- Rahmati M., Davarynejad G.H., Génard M., Bannayan M., Azizi M, and Vercambre G. 2015. Peach water relations, gas exchange, growth and shoot mortality under water deficit in semi-arid weather conditions. Plos One, 10(4): 1-19.
39- Ramakrishna A., Minh Tam H., P. Wani S., and Dinh Long T. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. Field Crops Research, 95: 115–125.
40- Rockström J, Lannerstad M, and Falkenmark M. 2007. Assessing the water challenge of a new green revolution in developing countries. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104: 6253-6260.
41- Romero P., and Botía P. 2006. Daily and seasonal patterns of leaf water relations and gas exchange of regulated deficit-irrigated almond trees under semiarid conditions. Environmental and Experimental Botany, 56: 158–173.
42- Sarkar S., and Singh S.R. 2007. Interactive effect of tillage depth and mulch on soil temperature, productivity and water use pattern of rainfed barley (*Hordium vulgare* L.). Soil and Tillage Research, 92: 79-86.
43- Schales F.D., and Sheldrake R. 1963. Mulch effects on soil conditions and tomato plant response. Proceedings of the National Agricultural Plastics Congress, 4: 78–90.
44- Shiukhy S., Raeini-Sarjaz R., and Chalavi V. 2015. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. International Journal of Biometeorology, 59 (8): 1061-1066.
45- Siczek A., Horn R., Lipiec J., Usowicz B., and Łukowski M. 2015. Effects of soil deformation and surface mulching on soil physical properties and soybean response related to weather conditions. Soil Tillage Research, 153: 175–184.
46- Silvente S., Sobolev A.P., and Lara M. 2012. Metabolite adjustments in drought tolerant and sensitive soybean genotypes in response to water stress. Plos One, 7 (6): e38554.
47- Szewczuk A., and Gudarowska E. 2004. The effect of different types of mulching on yield, size, color and storability of Jonagored apples. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 207- 213.
48- Taparauskiene L., and Miseckaite O. 2014. Effect of mulch on soil moisture depletion and strawberry yield in sub-humid area. Polish Journal of Environmental Studies, 23: 475- 482.
49- Todic S., Beslic Z., Vajic A., and Tesic D. 2008. The effect of reflective plastic foils on berry quality of Cabernet Sauvignon. Bull l'OIV, 81(926– 928): 165–170.
50- Treder W., Klamkowski K., Mik A., and Wojcik P. 2004. Response of young apple trees to different orchard floor management systems. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 113-122.
51- World Bank. 2006. Directions in Development. Reengaging in Agricultural Water Management: Challenges and Options. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank Washington, DC, p 218.
52- Wu S.H., Jansson P.E., and Kolari P. 2012. The role of air and soil temperature in the seasonality of photosynthesis and transpiration in a boreal Scots pine ecosystem. Agricultural and Forest Meteorology, 156: 85–103.
53- Yin X., Seavert C.F., Turner J., Núñez-Elisea R., and Cahn H. 2007. Effects of polypropylene groundcover on soil nutrient availability, sweet cherry nutrition, and cash costs returns. Journal of the American Society for Horticultural Science, 42 (1): 147-151.
54- Zhang S., Li P., Yang X., Wang Z., and Chen X. 2011. Effects of tillage and plastic mulch on soil water, growth and yield of spring-sown maize. Soil and Tillage Research, 112: 92–97.
55- Zhang Y., Xie Y.S., Hao M.D., and She X.Y. 2010. Effects of different patterns surface mulching on soil properties and fruit trees growth and yield in an apple orchard. Chinese Journal of Applied Ecology, 21(2): 279–286.

Journal of Horticultural Science
Vol. 32, No. 1, Spring 2018, P. 75-91
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۹۱-۷۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Organic and Inorganic Mulches on Soil Moisture, Soil Temperature, Stomatal Conductance and Leaf Temperature Changes of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Trees in Arid and Semi-arid Climate

M. Nurzadeh Namaghi[1]- G. H. Davarynejad[2*]- H. Ansari[3]- S. H. Nemati[4]- A. Zarea Feyzabady[5]

Received: 21-11-2016
Accepted: 14-03-2018

Introduction: Mulching is a useful practice with the potential of conserving moisture, reducing evaporation, modifying soil temperature, and improving aeration as well as releasing nutrients in the soil profile. Mulching involves the use of organic materials (e.g. crop residues, straw, grasses, and farmyard manure) or inorganic and synthetic materials (e.g. polyethylene sheets, and gravels). Application of mulch can notably as a soil management method influence agricultural crop production despite the limited amount of water available in arid and semi-arid areas.

Materials and Methods: Field studies were conducted in a randomized complete block design with five replications for two years in 2014 and 2015 at Feyzabad city, Iran (34° 40′ N, 58° 25′ E). The aim of the study was to investigate the effects of different mulching treatments on physiological traits of pistachio (*Pistaciavera* L.) in relation to soil temperature and moisture variations. The treatments were: M_1 (whitepolyethylene film mulch covered with two centimeter of soil with width cut), M_2 (white polyethylene film mulch covered with two centimeter of soil with circular cut), M_3 (green polyethylene film mulch which was as a single layer pulled on water strip so that irrigation water passes under the coverage), M_4 (woodchip mulch), M_5 (barley residue mulch), and CK (control or no mulching). The measurement (soil moisture and temperature, stomatal conductance and leaf temperature) was carried out periodically on the central trees (4 trees per treatment) every 12, 24 and 36 days after irrigation between 12-15 pm from early-May to late September. The data obtained from the experiment were subjected to an analysis of variance (ANOVA) by using SAS 9.1 software. Difference between means was compared using least significant difference test (LSD) at 5% level ($p \leq 0.05$).

Results and Discussion: The results showed that the mean soil moisture percentage in all mulches especially plastic mulches was higher compared to the control over two years of experiment. During the two years of experiment, treatments of M_1, M_2 and M_3 with 35.2, 35 and 38.9 °C and treatments of M_4, M_5 and CK with 28.8, 29.6 and 32.8 °C indicated the highest and lowest average soil temperature at 20-30 cm soil depth, respectively. Also, similar results were observed at 50-60 cm soil layer. M_3 and CK treatments with 47.7 and 41.1 $mmol/m^{-2}s^{-1}$ had the highest and lowest mean stomatal conductance, respectively. The mean values of leaf temperature during the growing period under M_1, M_2, M_3, M_4 and M_5 treatments were 2.2, 1.9, 2.4, 1.7 and 1 °C in 2014, and 1.8, 2.2, 2.2, 1.5 and 1.1 °C in 2015 lower than CK (control) treatment, respectively. According to correlation results significant difference was not observed between stomatal conductance and soil moisture, but the relationship of this parameter with soil temperature and relationship between leaf temperature with soil moisture and soil temperature were significant. Thus, this results demonstrate that stomatal conductance and soil temperature weresignificantly affected by soil temperature, so that an increase in soil temperature to 40 °C, canbe improved these traits if other soil and climatic factors werenot limiting. The results also showed that M_3 mulch (plastic mulch on soil surface) despite the higher soil water storage due to providing of soil high temperatures, can be leads to moisture stress in heavy cropping year.

Conclusions: The results of thisstudy showed that organic and inorganic mulches improved the soil moisture content throughout the two growing seasons, thus reduced negative effects of water shortage. Mulch treatments indicated smaller fluctuations in soil temperature compared to CK (control) treatment, possibly due to insulating against heat radiation. The results of our study suggested that increase in soil temperature in M_3 treatment, despite higher water storage, had limited impacts on improving stomatal conductance and leaf temperature from early July in the second year. Thus, it seems that high soil temperature in this treatment in ON year that trees'

1, 2 and 4- Ph.D. Student, Professor and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: davarynej@um.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Irrigation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
5- Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

water and nutrients requirement is higher than OFF year acts as a limiting factor and restricts absorption of water and nutrients, resulting in the decrease of physiological activity of trees. Generally, it is conclude that white polyethylene films covered with soil especially M_2 and organic mulches due to providing optimum soil temperature, preserving soil moisture and lower cost can be better management options to be applied in pistachio orchards especially in arid and semiarid areas, where traditional irrigation methods with high evaporation level are used.

Keywords: Pistachio, Plastic mulch, Straw mulch, Soil and water management, Wood chips mulch