

## اثر استفاده از خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای بر رشد، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب پسته

ناصر صداقتی، امین علیزاده<sup>۱\*</sup>، حسین انصاری و سید جواد حسینی‌فرد

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین‌الملل.

[nsedaghati2010@gmail.com](mailto:nsedaghati2010@gmail.com)

استاد گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد.

[Alizadeh@gmail.com](mailto:Alizadeh@gmail.com)

دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد.

[ansary@um.ac.ir](mailto:ansary@um.ac.ir)

استادیار مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

[Hosseinifard@gmail.com](mailto:Hosseinifard@gmail.com)

### چکیده

به منظور مطالعه اثرات استفاده از خاکپوش پلاستیکی در سیستم آبیاری قطره‌ای روی درختان بارور پسته، تحقیقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در دو باغ پسته (رقم اوحدی) با شرایط متفاوت از نظر میزان آب مصرفی (۴۱۰۰ و ۶۱۷۰ متر مکعب در هکتار)، دور آبیاری (۸ و ۱۲ روز) و وضعیت رشد درختان، در حومه غربی رفسنجان اجرا شد. در هر باغ سه سطح پوشش، شامل: بدون خاکپوش (تیمار C)، خاکپوش پلاستیکی مشکی و سفید (تیمارهای M<sub>B</sub> و M<sub>W</sub>)، در سه تکرار اجرا شد. در انتهای فصل با داده‌های اندازه‌گیری شده صفات رویشی، کمی و کیفی محصول و تعیین بهره‌وری مصرف آب (WUP)، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، انجام شده و اثرات استفاده از خاکپوش پلاستیکی بر این صفات مشخص گردید. نتایج، تاثیر معنی‌دار استفاده از خاکپوش پلاستیکی بر اغلب صفات رویشی، کمی و کیفی محصول و نیز بهره‌وری مصرف آب را نشان داد. ضمن اینکه در اغلب موارد، رنگ خاکپوش تاثیر چندانی بر این صفات نداشت. در مجموع کاربرد خاکپوش پلاستیکی در قطعه شماره یک، باعث افزایش وزن خشک محصول تا ۲۷۱ گرم به ازای هر درخت، کاهش درصد پوکی میوه تا حدود ۱۰/۶ درصد، افزایش درصد خندانی میوه تا ۱۱/۲ درصد، کاهش تعداد دانه در انس پسته تا ۲/۳ واحد و افزایش بهره‌وری مصرف آب تا ۱۰۰ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. در قطعه شماره دو نیز افزایش وزن خشک محصول تا ۱۰۹۰ گرم به ازای هر درخت و افزایش بهره‌وری مصرف آب تا ۳۶ درصد نسبت به تیمار شاهد را سبب گردید. بررسی تغییرات رطوبت حجمی خاک در فاصله بین دو آبیاری، اثر معنی‌دار استفاده از پوشش را در حفظ رطوبت خاک نسبت به تیمار شاهد نشان داد. با توجه به نقطه پژمردگی دائم (PWP) و رطوبت سهل الوصول (RAW) خاک قطعاً آزمایشی، دور مناسب آبیاری درختان پسته در روش آبیاری قطره‌ای در خاک‌های شنی لومی تا لومی شنی، در حالت بدون پوشش، به ترتیب پنج تا نه روز و در شرایط استفاده از خاکپوش پلاستیکی، ۱۱ تا ۱۵ روز بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: خرد آبیاری، دور آبیاری، رطوبت خاک، مالچ.

۱ - آدرس نویسنده مسئول: مشهد، گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد.

\*- دریافت: تیر: ۱۳۹۴ و پذیرش: آذر: ۱۳۹۴

## مقدمه

با توجه به گرمای شدید هوا در مناطق پسته‌کاری استان کرمان و تبخیر شدید آب در این منطقه، بخش زیادی از آب آبیاری که در سطح خاک داده می‌شود در اثر پدیده تبخیر از دسترس گیاه خارج می‌شود. برای مقابله با بحران کم آبی راهکارهای گوناگونی در سطح جهان مطرح شده که همگی حول محور افزایش بهره‌وری مصرف آب (WUP<sup>1</sup>) یعنی عملکرد بیشتر به ازاء یک واحد آب مصرفی قرار دارد. استفاده از سیستم‌های خرد-آبیاری یکی از این روش‌هاست. هر چند روش‌های خرد-آبیاری با کاهش سطح خیس شده و افزایش راندمان آبیاری، مصرف آب را بطور چشم‌گیری کاهش می‌دهند، اما هنوز مقادیر قابل توجهی از آب در ردیف‌های آبیاری از طریق تبخیر مستقیم و نیز تعرق به وسیله علف‌های هرز روییده در نوار خیس‌شدگی، تلف می‌گردد. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از یک پوشش پلاستیکی بر روی لوله‌های آبدار کنار ردیف درختان، بتواند ضمن حفظ رطوبت خاک از طریق کاهش تبخیر، و جلوگیری از رشد علف‌های هرز، بخش مصرف مفید آب توسط گیاه (تعرق) را افزایش دهد. ضمن اینکه کنترل علف‌های هرز بدین طریق، علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، سبب افزایش عملکرد از طریق کاهش رقابت آنها با گیاه اصلی می‌گردد (جلینی، ۱۳۹۰).

در مناطق خشک و نیمه خشک حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد از اتلاف آب از سطح خاک بوسیله تبخیر می‌باشد که می‌توان بوسیله مواد پوشاننده خاک از آن جلوگیری نمود و در اختیار گیاه قرار داد (جالوتا، ۱۹۹۳). نتایج تحقیقی دیگر در زمینه تأثیر استفاده از خاکپوش کاه بر روی خاک لخت نشان داد که با این روش می‌توان بعد از آبیاری میزان تبخیر از سطح خاک را از ۱۱ تا ۸۴ درصد برای یک دوره کوتاه مدت و نصف این میزان را در درازمدت کاهش داد (بارت و همکاران، ۲۰۰۲).

مزایای بسیار زیادی در خصوص استفاده از خاکپوش‌ها مطرح شده که از آن جمله می‌توان به کاهش مصرف آب، افزایش دما و رطوبت خاک، کنترل علف‌های هرز و افزایش کارایی مصرف آب اشاره نمود (براینارد و بلیندر، ۲۰۰۴. کاسیرجان و گواجو، ۲۰۱۲. تاپاراسکین و میسکایت، ۲۰۱۴). اسلامی و فرزنام‌نیا (۱۳۸۸) نیز اثر معنی‌دار خاکپوش در حفظ رطوبت خاک را در آبیاری سطحی باغ‌های پسته نشان دادند. ضمن اینکه خاکپوش پلاستیکی نسبت به سایر تیمارها (کاه و کلش، شن و شخم) رطوبت را برای یک مدت زمان طولانی‌تری در خاک حفظ نمود.

جلینی (۱۳۹۰) نیز استفاده از خاکپوش پلاستیکی را در کشت گیاه گوجه‌فرنگی را با ۲۰ درصد کاهش میزان مصرف آب و ۳۰ درصد افزایش بهره‌وری مصرف آب همراه دانست. مطالعات انجام‌شده در خصوص تأثیر رنگ خاکپوش بر گیاهان مختلف در امریکا نشان داد که رنگ خاکپوش در گیاه گوجه‌فرنگی اثر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی نداشته‌است ولی در گیاه کدو، تیمار خاکپوش آبی‌رنگ تعداد میوه کدوی کمتری نسبت به تیمارهای خاکپوش زرد، قرمز و مشکی‌رنگ تولید کرد (اورزول و همکاران، ۱۹۹۳). بیشترین عملکرد خیار نیز در خاکپوش پلاستیکی قرمز بود. ضمن اینکه محصول نیز هفت روز زودتر بدست آمد (کامپوس و همکاران، ۱۹۹۲).

بنابراین با توجه به محاسن بسیار زیاد استفاده از انواع خاکپوش در کشت گیاهان مختلف، از آنجائی‌که تاکنون در خصوص استفاده از خاکپوش‌های پلاستیکی روی درختان پسته در سیستم آبیاری قطره‌ای تحقیقی انجام نشده، این تحقیق با هدف بررسی امکان استفاده از این خاکپوش‌ها در جهت بهبود شرایط رطوبتی خاک، افزایش دور آبیاری، بهبود رشد و عملکرد درختان پسته و نیز افزایش بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های پسته انجام شد.

<sup>1</sup> - Water Use Productivity

## مواد و روشها

نبودند ولی درختان قطعه دو، علی‌رغم مصرف آب کمتر نسبت به قطعه یک، از شرایط رشدی و عملکردی خوبی برخوردار بودند که می‌تواند به دلیل دور آبیاری کوتاه‌تر، وضعیت بافت مناسب‌تر خاک و مدیریت بهتر باغ باشد. درختان هر دو قطعه در حدود ۱۰ سال بود که با این سیستم آبیاری و این حجم آب، آبیاری می‌شدند. در این تحقیق از خاکپوش پلاستیکی مقاوم به اشعه ماوراء بنفش خورشید (بیوی دار با  $UV=1/5$ ) با ضخامت ۴۵ میکرون و عرض ۱۱۰ سانتیمتر، در دو رنگ سیاه و سفید (طوسی روشن)، استفاده گردید.

نکته قابل ذکر در جداول ۲ و ۴ این است که، معمولاً در شرایط مزرعه‌ای، تمام آب بین دو حد ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP)، قابل استفاده نبوده و بسته به نوع گیاه، بین ۳۰ تا ۷۵ درصد آن می‌تواند بدون صرف انرژی، جذب گیاه شود که به آن رطوبت سهل‌الوصول (RAW) می‌گویند (علیزاده، ۱۳۹۱). بنابراین با توجه به مقاومت بالای گیاه پسته به شرایط خشکی، مقدار ۷۵ درصد برای حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که FC و PWP به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین حد رطوبتی قابل جذب از خاک توسط گیاه می‌باشد. در هر دو قطعه آزمایشی، پژوهش در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با سه تیمار پوشش خاکی در سه تکرار پیاده گردید. که تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

C: آبیاری قطره‌ای سطحی بدون پوشش (شاهد).

MW: آبیاری قطره‌ای سطحی با خاکپوش پلاستیکی سفید.

MB: آبیاری قطره‌ای سطحی با خاکپوش پلاستیکی سیاه.

این تحقیق از فروردین ماه سال ۱۳۹۲، به مدت دو سال، در دو قطعه باغ، در حومه غربی رفسنجان اجرا شد. نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری و خاک این قطعات آزمایشی، در جداول (۱) تا (۳) آمده است. درختان پسته هر دو قطعه آزمایشی رقم فندق با سن تقریبی ۳۵ سال بودند. آبیاری درختان در هر دو قطعه بصورت قطره‌ای سطحی دو ردیفه با قطره‌چکان‌های نتافیم خودشوینده با دبی چهار لیتر بر ساعت و با فاصله یک متر از یکدیگر، انجام می‌شد. فاصله لوله‌های آبدار از درختان در قطعات یک و دو به ترتیب ۱۲۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر بود. در قطعه شماره یک فاصله کاشت درختان بین ردیف‌ها ۱۰ متر و بین درختان روی ردیف، حدود دو متر بود که تراکم کشت در قطعه آزمایشی، بطور متوسط حدود ۵۰۰ اصله درخت در هر هکتار بود.

طول ردیف‌های کاشت درختان نیز ۳۷ متر بود. در قطعه شماره دو نیز فاصله کاشت درختان بین ردیف‌ها هفت متر و بین درختان روی ردیف، حدود یک متر بود که تراکم کشت در قطعه آزمایشی، بطور متوسط حدود ۱۴۲۸ اصله درخت در هر هکتار بود. طول ردیف‌های کاشت درختان نیز ۵۵ متر بود. دور آبیاری در قطعات یک و دو به ترتیب ۱۲ و ۸ روز و حجم آب آبیاری این قطعات در هشت ماه فصل رشد (از اول فروردین تا آخر آبان) نیز به ترتیب ۶۱۷۰ و ۴۱۰۰ متر مکعب بر هکتار بود. معیار انتخاب باغ‌ها از نظر دور آبیاری و میزان آب مصرفی، حداقل و حداکثر مقادیر آن‌ها در باغ‌های پسته منطقه بود. درختان قطعه یک از رشد خوبی برخوردار

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در قطعه آزمایشی شماره یک

| نسبت جذب سدیم<br>SAR | غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها (میلی اکی والان بر لیتر) |                            |                           |                        |  |   | اسیدیته<br>pH | هدایت الکتریکی<br>آب آبیاری<br>EC <sub>w</sub> (dS/m) | قطعه آزمایشی |
|----------------------|--|----------------------------|---------------------------|------------------------|--|---|---------------|---|--------------|
|                      | سدیم<br>Na <sup>+</sup>                            | منیزیم<br>Mg <sup>+2</sup> | کلسیم<br>Ca <sup>+2</sup> | کلر<br>Cl <sup>-</sup> | بیکربنات<br>CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> | کربنات<br>CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> |               |   |              |
| ۶/۸                  | ۲۵/۸   | ۱۳/۰                       | ۱۵/۵                      | ۴۱/۵                   | ۰/۴  | -                                       | ۸/۲           | ۵/۴   | قطعه ۱       |
| ۶/۶                  | ۲۴/۱   | ۱۱/۰                       | ۱۶/۰                      | ۳۸/۰                   | ۰/۶  | -                                       | ۷/۵           | ۵/۲   | قطعه ۲       |

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی خاک قطعه آزمایشی شماره یک

| کل آب قابل استفاده TAW <sup>۱</sup> | درصد رطوبت حجمی خاک در       |                               |                             | وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) | بافت خاک | درصد ذرات خاک |      |      | عمق لایه (سانتی‌متر) |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|----------|---------------|------|------|----------------------|
|                                     | سهل الوصول* RAW <sup>۲</sup> | نقطه پژمردگی PWP <sup>۳</sup> | ظرفیت زراعی FC <sup>۴</sup> |   |          | ۳             | ۳    | ۳    |                      |
| ۱۱/۲                                | ۱۰/۴                         | ۷/۶                           | ۱۸/۸                        | ۱/۵۶                                    | لوم شنی  | ۱۳/۶          | ۱۱/۴ | ۷۵/۰ | ۰-۴۰                 |
| ۹/۴                                 | ۹/۰                          | ۶/۷                           | ۱۶/۱                        | ۱/۵۵                                    | شنی لومی | ۸/۲           | ۸/۷  | ۸۳/۱ | ۴۰-۸۰                |
| ۹/۲                                 | ۹/۴                          | ۷/۱                           | ۱۶/۳                        | ۱/۵۵                                    | شنی لومی | ۷/۴           | ۱۰/۸ | ۸۱/۸ | ۸۰-۱۲۰               |

\* این ستون با در نظر گرفتن ۷۵ درصد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) از کل آب قابل استفاده بدست آمده است.  
- خاک این قطعه حاوی ۱۵ درصد سنگریزه بود.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی خاک قطعه آزمایشی شماره دو

| کل آب قابل استفاده TAW | درصد رطوبت حجمی خاک در |                  |                | وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) | بافت خاک | درصد ذرات خاک |      |      | عمق لایه (سانتی‌متر) |
|------------------------|------------------------|------------------|----------------|---|----------|---------------|------|------|----------------------|
|                        | سهل الوصول* RAW        | نقطه پژمردگی PWP | ظرفیت زراعی FC |   |          | ۳             | ۳    | ۳    |                      |
| ۱۱/۱                   | ۱۱/۱                   | ۸/۳              | ۱۹/۴           | ۱/۵۳                                    | لوم شنی  | ۱۲/۳          | ۱۰/۰ | ۷۷/۷ | ۰-۴۰                 |
| ۱۱/۳                   | ۱۱/۳                   | ۸/۵              | ۱۹/۸           | ۱/۵۰                                    | لوم شنی  | ۱۱/۳          | ۱۲/۰ | ۷۶/۷ | ۴۰-۸۰                |
| ۹/۴                    | ۱۰/۴                   | ۸/۱              | ۱۷/۵           | ۱/۵۵                                    | شنی لومی | ۹/۶           | ۹/۴  | ۸۱/۰ | ۸۰-۱۲۰               |

\* این ستون با در نظر گرفتن ۷۵ درصد حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (MAD) از کل آب قابل استفاده بدست آمده است.  
- خاک این قطعه فاقد سنگریزه بود.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین دو ساله (۹۳-۱۳۹۲) صفات رویشی درختان پسته

| رشد طولی شاخه سال جاری (cm) | صفات مورد مطالعه        |                  |                  |                  | سطح برگ (cm <sup>۲</sup> ) | تیمار رویش آبیاری | محل آزمایش |
|-----------------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|-------------------|------------|
|                             | درصد جوانه گل ریزش کرده | درصد جوانه زایشی | درصد جوانه رویشی | درصد جوانه زایشی |                            |                   |            |
| ۵/۸ b                       | ۴۷/۹ a                  | ۲۸/۰ b           | ۲۴/۱ a           | ۱۲۰/۶ b*         | C                          | قطعه ۱            |            |
| ۷/۳ a                       | ۳۱/۹ b                  | ۴۵/۸ a           | ۲۲/۳ a           | ۱۳۰/۸ a          | M <sub>B</sub>             |                   |            |
| ۷/۸ a                       | ۲۹/۷ b                  | ۴۸/۴ a           | ۲۱/۹ a           | ۱۳۴/۷ a          | M <sub>W</sub>             |                   |            |
| ۸/۳ a                       | ۵۲/۴ a                  | ۲۸/۰ b           | ۱۹/۶ a           | ۱۲۰/۱ b*         | C                          | قطعه ۲            |            |
| ۷/۵ a                       | ۴۵/۴ a                  | ۳۳/۸ a           | ۲۰/۸ a           | ۱۲۹/۱ ab         | M <sub>B</sub>             |                   |            |
| ۷/۶ a                       | ۴۴/۸ a                  | ۳۴/۲ a           | ۲۱/۰ a           | ۱۳۷/۶ a          | M <sub>W</sub>             |                   |            |

\* در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪، با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

<sup>۱</sup> - Total Available Water  
<sup>۲</sup> - Field Capacity  
<sup>۳</sup> - Permanent Wilting Point  
<sup>۴</sup> - Readily Available Water  
<sup>۵</sup> - Maximum Allowable Depletion

## نتایج و بحث

### اثر تیمارهای مختلف بر صفات رویشی درختان پسته

#### قطعه آزمایشی شماره یک

همانطور که در (جدول ۴) مشخص است، در این قطعه آزمایشی، از بین صفات رویشی، تنها سطح برگ، درصد جوانه زایشی، درصد جوانه گل ریزش کرده و رشد طولی شاخه سال جاری، بطور معنی داری در سطح احتمال پنج درصد، تحت تاثیر تیمارهای آبیاری با و بدون خاکپوش پلاستیکی قرار گرفتند. در تمام این صفات، تیمارهای با خاکپوش پلاستیکی سفید و مشکی ( $M_w$ ) و  $M_B$ ) نسبت به تیمار شاهد (C) وضعیت بهتری داشتند. نتایج نشان داد که استفاده از خاکپوش پلاستیکی باعث افزایش ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر مربع در سطح برگ، افزایش ۱۸ تا ۲۰ درصدی جوانه زایشی، کاهش ۱۶ تا ۱۸ درصدی ریزش جوانه گل و افزایش ۱/۵ تا ۲ سانتیمتری رشد شاخه سال جاری گردید. ضمن اینکه اگرچه در اغلب صفات رویشی تیمارخاکپوش پلاستیکی سفید نسبت به مشکی وضعیت بهتری داشت، اما تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نشد که نشان دهنده عدم تاثیر رنگ خاکپوش بر این صفات می باشد.

#### قطعه آزمایشی شماره دو

در این قطعه وضعیت کمی متفاوت بود به نحوی که از بین صفات رویشی درختان تنها دو صفت سطح برگ و درصد جوانه زایشی تحت تاثیر استفاده از خاکپوش پلاستیکی قرار گرفت و در سایر صفات مورد بررسی تفاوت معنی داری بین تیمار بدون پوشش و با پوشش پلاستیکی مشاهده نشد. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از خاکپوش پلاستیکی باعث افزایش ۱۸-۹ سانتیمتر مربع در سطح برگ و افزایش ۶/۸ درصدی جوانه زایشی نسبت به تیمار شاهد گردید. با توجه به اینکه میزان جوانه‌های زایشی نقش اساسی در تولید محصول دارد، لذا این تاثیر مثبت در افزایش عملکرد درختان خود را نشان خواهد داد. ضمن اینکه در صفت

در هر باغ، قطعات از نظر مقدار آب مورد استفاده، کاملاً یکسان بودند. هر قطعه آزمایشی شامل پنج ردیف درخت بود که سه ردیف وسط هر قطعه به عنوان درختان آزمایشی و دو ردیف طرفین آنها به عنوان گارد در نظر گرفته شد. بر روی هر ردیف تیمار نیز تعداد پنج درخت جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر، علامت‌گذاری گردید. در انتهای فصل (اواخر شهریورماه) با اندازه‌گیری صفات کمی محصول، نظیر وزن محصول تر و خشک و صفات کیفی مانند درصد پوکی، درصد خندانی و تعداد میوه در یک انس پسته و نیز محاسبه بهره‌وری مصرف آب ( $WUP$ )، اثر استفاده از خاکپوش‌های پلاستیکی بر این پارامترها مشخص گردید. از بین صفات رویشی نیز، میزان رشد طولی شاخه، سطح برگ، درصد جوانه‌های رویشی، زایشی و نیز درصد جوانه‌های گل ریزش کرده، اندازه‌گیری شد.

جهت بررسی خصوصیات رویشی و زایشی درختان در تیمارهای مختلف، بر روی هر کدام از پنج درخت انتخاب‌شده، در چهار جهت اصلی جغرافیایی چهار شاخه علامت‌گذاری گردید. میزان رشد طولی شاخه به وسیله خط‌کش و میزان قطر ابتدا و انتهای شاخه‌ها، بوسیله کولیس اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها در فصل خواب درختان (اواخر پاییز)، صورت گرفت. در اواخر خرداد ماه تعداد ۲۰ عدد برگ کامل بطور تصادفی از هر تیمار برداشت شده و سطح برگ بوسیله دستگاه مساحت سنج اندازه‌گیری شد.

با توجه به حذف مؤلفه تبخیر سطحی در تیمارهای با پوشش پلاستیکی و نیز تغییر در وضعیت صعود کاپیلاری آب به سطح خاک در تیمارهای مختلف، تغییرات وضعیت رطوبتی خاک در فاصله بین دو آبیاری متوالی در زمانی که بیشترین تبخیر سطحی اتفاق می‌افتد (ماه‌های تیر و مرداد) مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و از آزمون چنددامنه‌ای دانکن، برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

افزایش ۰/۲۴۱-۰/۲۷۱ کیلوگرمی وزن محصول خشک هر درخت نسبت به تیمار شاهد گردید. به عبارت دیگر استفاده از خاکپوش پلاستیکی میزان محصول خشک تولیدی را تا حدود ۱۰۰ درصد (دو برابر) افزایش داد. این در حالی است که درختان این قطعه با توجه به ضعف مدیریت باغی، از رشد خوبی برخوردار نبوده و پتانسیل تولید بالایی نداشتند. لذا می‌توان انتظار داشت که با ادامه استفاده از خاکپوش پلاستیکی در سال‌های آتی، و بهبود وضعیت رشد درختان، بتوان محصول بیشتری برداشت نمود.

در این خصوص تاپاراسکین و میسکایت (۲۰۱۴) نیز در استفاده از خاکپوش پلاستیکی و ساقه گندم، به ترتیب افزایش ۶۰ و ۵۶ درصدی محصول را در گیاه توت‌فرنگی گزارش کردند. همچنین نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق انریکو و همکاران (۲۰۰۴) در خصوص افزایش عملکرد درختان سیب در اثر استفاده از خاکپوش در آبیاری سطحی، همخوانی داشت. در مورد صفات کیفی محصول نیز کاربرد خاکپوش پلاستیکی توام با آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۱۰ درصدی پوکی، افزایش ۱۱ درصدی خندانی و کاهش دو واحدی تعداد دانه در انس پسته (بزرگتر شدن میوه‌ها) گردید. که این موضوع نقش بسزایی در بازارپسندی محصول نهایی، بخصوص در بحث صادرات، خواهد داشت. ضمن اینکه باز هم رنگ خاکپوش، هیچ تاثیر معنی‌داری بر این صفات، نداشت.

سطح برگ بین تیمار شاهد و خاکپوش پلاستیکی مشکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و بین تیمارهای با پوشش خاکی مشکی و سفید نیز تفاوت معنی‌داری دیده نشد. نتایج تحقیق تریدر و همکاران (۲۰۰۴) نیز که با استفاده از خاکپوش، باعث بهبود معنی‌دار صفات رویشی و عملکردی درختان سیب شدند، با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. ضمن اینکه مایکل و همکاران (۲۰۰۰) نیز نقش مثبت استفاده از خاکپوش را در افزایش ارتفاع و قطر تنه نهال‌های گردو به اثبات رساندند. از طرفی اورزولل و همکاران (۱۹۹۳)، رنگ خاکپوش پلاستیکی را در مورد برخی از گیاهان نظیر گوجه‌فرنگی، بی تاثیر و در مورد بعضی از گیاهان دیگر نظیر کدو و خیار، مؤثر دانستند که در این تحقیق نیز نتایج اثر رنگ خاکپوش بر رشد درختان پسته با نتایج گیاه گوجه‌فرنگی همسو می‌باشد.

#### اثر تیمارهای مختلف بر صفات کمی و کیفی محصول درختان پسته

##### قطعه آزمایشی شماره یک

در این قطعه تاثیر تیمارهای آزمایشی بر روی صفات کمی و کیفی محصول درختان و شاخص بهره‌وری مصرف آب (جدول ۵)، نسبت به صفات رویشی، مشهودتر بود، به طوری که صفات ذکر شده در تیمارهای خاکپوش پلاستیکی در مقایسه با تیمار شاهد وضعیت بهتری داشته و این تفاوت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در مجموع استفاده از خاکپوش پلاستیکی باعث

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین دو ساله (۹۳-۱۳۹۲) صفات کمی و کیفی محصول درختان پسته

| بهره‌وری مصرف آب (kg/m <sup>3</sup> ) | تعداد دانه در انس پسته (n/۲۸.۳۵gr) | صفات مورد مطالعه |             |                     | تیمار<br>روش<br>آبیاری | مهر<br>آزمایشی |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------|---------------------|------------------------|----------------|
|                                       |                                    | خندانی (درصد)    | پوکی (درصد) | محصول خشک (kg/tree) |                        |                |
| ۰/۰۲۲ b                               | ۳۱/۳ a                             | ۶۷/۸ b           | ۴۷/۶ a      | ۰/۲۷۲ b             | C                      | قطعه ۱         |
| ۰/۰۴۲ a                               | ۲۹/۰ b                             | ۷۹/۰ a           | ۳۷/۶ b      | ۰/۵۱۳ a             | M <sub>B</sub>         |                |
| ۰/۰۴۴ a                               | ۲۹/۳ b                             | ۷۸/۲ a           | ۳۷/۰ b      | ۰/۵۴۳ a             | M <sub>W</sub>         |                |
| ۱/۰۵۸ b                               | ۲۸/۰ a                             | ۸۲/۷ a           | ۲۲/۳۲ a     | ۲/۰۴ b              | C                      | قطعه ۲         |
| ۱/۲۶۴ a                               | ۲۷/۴ a                             | ۸۴/۰ a           | ۲۱/۰۳ ab    | ۲/۶۳ a              | M <sub>B</sub>         |                |
| ۱/۴۳۹ a                               | ۲۷/۲ a                             | ۸۶/۳ a           | ۱۸/۸۰ b     | ۴/۱۳ a              | M <sub>W</sub>         |                |

\*در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

تیمارهای خاکپوش پلاستیکی و شاهد مشاهده نشد. البته در خصوص استفاده از برخی خاکپوش‌ها نظیر خاکاره، فلدمن (۲۰۱۰)، کاهش عملکرد درختان گیلاس ترش را نسبت به تیمارهای بدون خاکپوش، گزارش نموده است.

بهره‌وری مصرف آب نیز در تیمارهای خاکپوش پلاستیکی بین ۳۶-۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت بطوریکه مقدار آن از ۱/۰۵۸ کیلوگرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب مصرفی در تیمار بدون پوشش به ۱/۲۶۴ و ۱/۴۳۹ کیلوگرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب مصرفی به ترتیب در تیمارهای خاکپوش مشکی و سفید رسید. سیفی و رشیدی (۲۰۰۷) نیز اثر معنی‌دار استفاده از خاکپوش پلاستیکی را بر افزایش عملکرد و WUP در آبیاری قطره‌ای گیاه طالبی، گزارش کردند. در این قطعه نیز در تمام صفات مورد بررسی بین خاکپوش مشکی و سفید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

ضمن اینکه در هر دو قطعه آزمایشی، استفاده از هر دو نوع خاکپوش پلاستیکی، باعث حذف کامل علفهای هرز و در نتیجه کاهش هزینه‌های کارگری، شد. نتیجه‌ای که استفاده از خاکپوش در تحقیق قدیری و همکاران (۱۳۸۷) در مورد قلمه‌های توت و گرنند و همکاران (۱۹۹۹) در درختان موز، به همراه داشت.

#### اثر تیمارهای مختلف بر تغییرات رطوبت خاک

##### قطعه آزمایشی شماره یک

نتایج اندازه‌گیری رطوبت خاک از سطح تا عمق ۷۵ سانتیمتری ناحیه ریشه درختان پسته در تیمارهای مختلف، در فاصله بین دو آبیاری متوالی در شکل‌های (۱) و (۲) آمده است. با توجه به (شکل ۱)، در فاصله یک روز پس از آبیاری، رطوبت خاک در تیمارهای با پوشش پلاستیکی و بدون پوشش تفاوت چندانی ندارند. به طوریکه حداکثر تفاوت رطوبتی در حدود ۲/۵ درصد حجمی و مربوط به عمق ۵۰ تا ۷۵ سانتیمتر از سطح خاک بود. در لایه سطحی نیز حدود ۱/۵ درصد حجمی کاهش

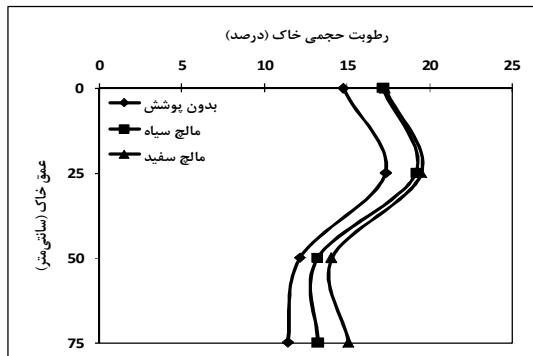
در بحث بهره‌وری مصرف آب که از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار بر نتایج پژوهش‌های مرتبط با مدیریت آبیاری می‌باشد، اختلاف بین تیمار C و تیمارهای  $M_B$  و  $M_W$  کاملاً معنی‌دار بود ولی بین تیمارهای استفاده از خاکپوش پلاستیکی، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین و بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب را به ترتیب تیمار C و تیمار  $M_W$  با ۲۲ و ۴۴ گرم محصول خشک تولیدی به ازای هر متر مکعب آب مصرفی داشتند. این بدان معناست که استفاده از خاکپوش پلاستیکی WUP را تا ۱۰۰ درصد (دو برابر) نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. تیمار  $M_B$  نیز با ۴۲ گرم محصول خشک در هر متر مکعب آب مصرفی، با تیمار  $M_W$  در یک گروه آماری قرار گرفت. جلینی (۱۳۹۰) نیز با استفاده از خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای، باعث افزایش ۳۰ درصدی بهره‌وری مصرف آب نسبت به تیمار بدون خاکپوش، در گیاه گوجه‌فرنگی شد. ضمن اینکه تحقیقات براینارد و بلیندر (۲۰۰۴) و کاسیرجان و جویاجو (۲۰۱۲) نیز اثر معنی‌دار استفاده از انواع خاکپوش را بر افزایش WUP، در محصولات مختلف، نشان داده‌است.

##### قطعه آزمایشی شماره دو

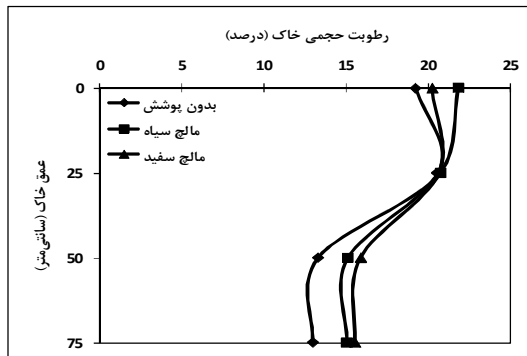
در خصوص صفات عملکردی، نتایج نشان داد که اثر کاربرد خاکپوش پلاستیکی، تنها بر صفات وزن تر و خشک محصول و نیز درصد پوکی، معنی‌دار شد، بطوری‌که باعث افزایش محصول خشک به میزان ۱/۱-۰/۶ کیلوگرم در هر درخت بود. این نتایج نیز افزایش ۳۶ درصدی وزن محصول خشک را در اثر استفاده از خاکپوش پلاستیکی نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد. کیکاس (۲۰۰۰) نیز در مطالعه خود بر روی انواع خاکپوش، نقش مثبت و معنی‌دار آن‌ها را در بهبود رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی نشان داد. ضمن اینکه درصد پوکی نیز در تیمارهای خاکپوش پلاستیکی بین ۱/۳ تا ۳/۵ درصد کاهش یافت. در خصوص صفات کیفی درصد خندانی و تعداد دانه در انس پسته، تفاوت معنی‌داری بین

تیمارهای با پوشش پلاستیکی نسبت به تیمار بدون پوشش بیشتر شد. ضمن اینکه این اختلاف در لایه سطحی به دلیل تابش مستقیم خورشید به خاک و تبخیر سطحی، نسبت به لایه‌های دیگر بیشتر بود.

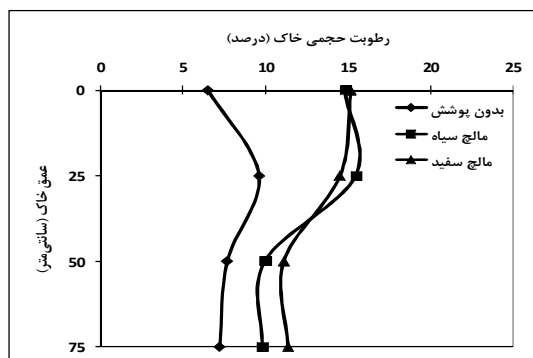
رطوبت در تیمار بدون پوشش نسبت به تیمارهای خاکپوش پلاستیکی مشاهده شد. بررسی منحنی‌های رطوبتی در (شکل ۱) نشان داد که هر چه از زمان آبیاری گذشت، اختلاف رطوبتی لایه‌های مختلف خاک در



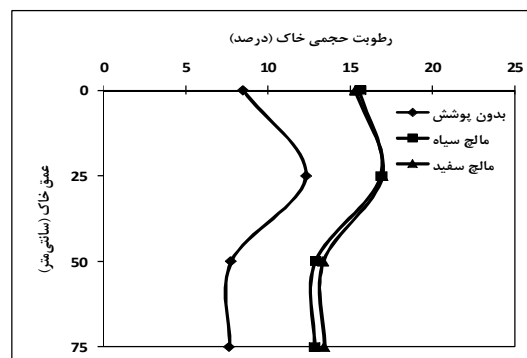
سه روز پس از آبیاری



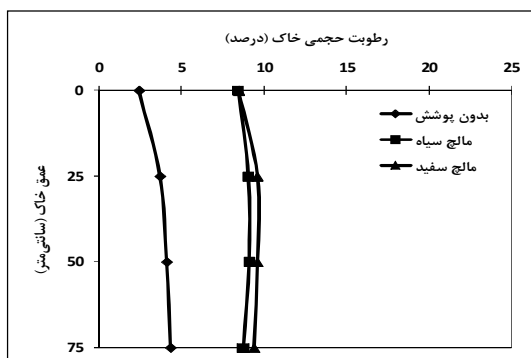
یک روز پس از آبیاری



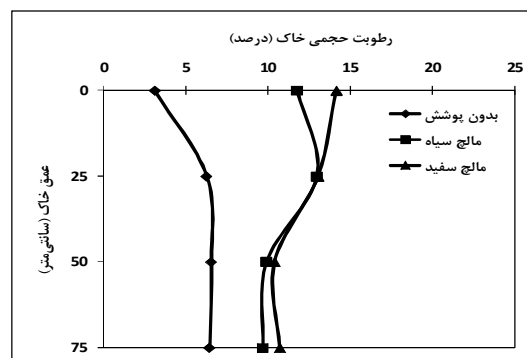
هفت روز پس از آبیاری



پنج روز پس از آبیاری



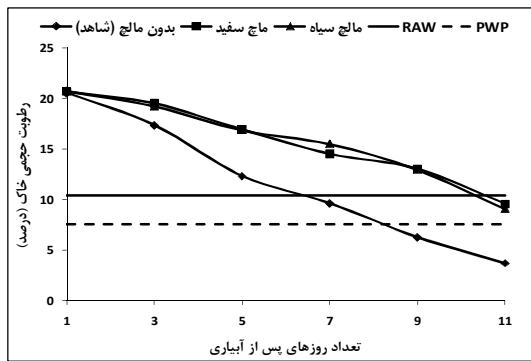
۱۱ روز پس از آبیاری



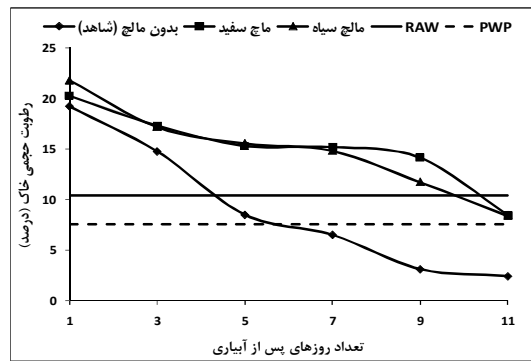
۹ روز پس از آبیاری

شکل ۱- میانگین تغییرات رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف در فاصله بین دو آبیاری متوالی

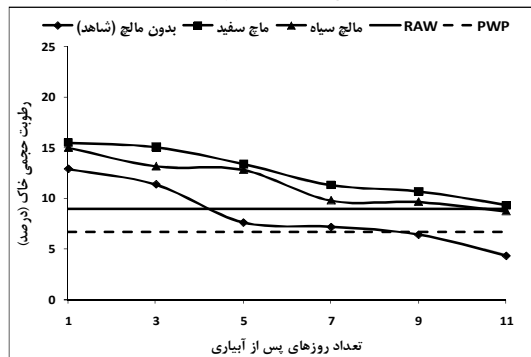




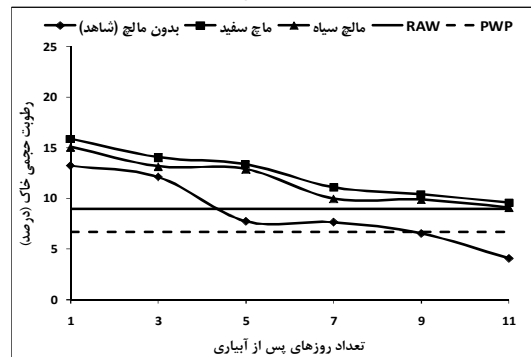
عمق ۲۵ سانتیمتری خاک



لایه سطحی خاک



عمق ۷۵ سانتیمتری خاک



عمق ۵۰ سانتیمتری خاک

### شکل ۲- میانگین تغییرات رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف در فاصله بین دو آبیاری متوالی

بطوریکه در تیمار بدون پوشش پلاستیکی، تعداد روزهای لازم جهت رسیدن رطوبت حجمی خاک به دو حد RAW و PWP به ترتیب حدود ۴/۵ و ۹ روز بود. در حالی که رطوبت حجمی در تیمارهای با پوشش پلاستیکی در انتهای دور آبیاری و پس از گذشت حدود ۱۱ روز به حد RAW رسید. بین تیمارهای خاکپوش پلاستیکی سیاه و سفید نیز در تمام موارد نتایج نسبتاً یکسانی مشاهده شد. با توجه به اینکه در درختان پسته، عمق تراکم ریشه معمولاً بین ۳۰ تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر است، با در نظر گرفتن موارد ذکر شده فوق، نتیجه می‌گیریم که:

۱- در فاصله بین دو آبیاری متوالی، اختلاف رطوبتی لایه حداکثر تراکم ریشه درختان در تیمارهای بدون خاکپوش و با خاکپوش به حدود پنج درصد می‌رسد. با توجه به اینکه در این بافت خاک کل آب قابل استفاده خاک (TAW) حدود ۱۰ درصد می‌باشد، لذا اختلاف رطوبت حاصله در اثر استفاده از خاکپوش به حدود ۵۰ درصد TAW رسیده که میزان معنی‌داری می‌باشد. اسلامی و

با توجه به جدول ۲ و در نظر گرفتن نقاط رطوبتی RAW و PWP مربوط به خاک این قطعه آزمایشی و نیز منحنی‌های شکل ۲، نکات مهم ذیل قابل استخراج می‌باشد:

رطوبت حجمی در لایه سطحی خاک در تیمار بدون پوشش پلاستیکی، پس از حدود ۴/۵ روز به حد RAW و پس از حدود ۵/۵ روز به حد PWP رسید. در حالی که در تیمارهای با پوشش پلاستیکی، تعداد روزهای رسیدن رطوبت حجمی خاک به دو حد RAW و PWP به ترتیب حدود ۱۰ و ۱۱ روز بود. در عمق ۲۵ سانتیمتری، رطوبت حجمی خاک در تیمار بدون پوشش پلاستیکی، پس از حدود پنج روز به حد RAW و پس از حدود هشت روز به حد PWP رسید. در حالی که در تیمارهای با پوشش پلاستیکی، تعداد روزهای رسیدن رطوبت حجمی خاک به حد RAW، حدود ۱۰/۵ بوده و خاک این تیمارها در این عمق و در فاصله دو آبیاری متوالی، هیچگاه به حد PWP نرسید. در اعماق ۵۰ و ۷۵ سانتیمتری خاک نیز وضعیت نسبتاً مشابه یکدیگر بود

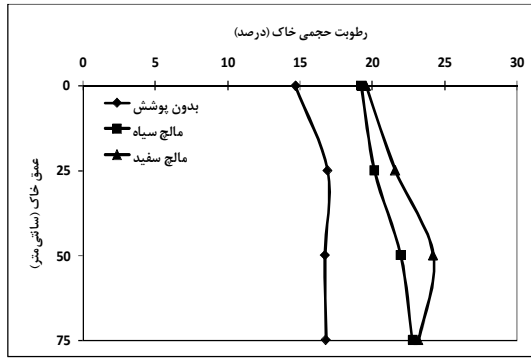
پلاستیکی و بدون پوشش تفاوت بیشتری نسبت به قطعه شماره یک از خود نشان دادند، بطوریکه اختلاف رطوبتی بین تیمارهای با پوشش و بدون پوشش پلاستیکی بین دو درصد در لایه سطحی و حداکثر شش درصد در عمق ۵۰ سانتیمتری خاک متغیر بود. بررسی منحنی‌های رطوبتی در شکل ۳ نشان داد که هر چه از زمان آبیاری گذشت، اختلاف رطوبتی لایه‌های مختلف خاک در تیمارهای با پوشش پلاستیکی نسبت به تیمار بدون پوشش بیشتر شد. بطوریکه این اختلاف رطوبت به حدود ۱۲ درصد هم رسید. با توجه به شکل ۴، جدول ۴ و در نظر گرفتن نقاط رطوبتی PWP و RAW مربوط به خاک این قطعه آزمایشی، نکات مهم ذیل قابل استخراج می‌باشد: رطوبت حجمی در لایه سطحی خاک در تیمار بدون پوشش پلاستیکی، پس از حدود ۴/۵ روز به حد RAW و پس از حدود شش روز به حد PWP رسید.

در حالی که در تیمارهای با پوشش پلاستیکی، در فاصله بین دو آبیاری رطوبت حجمی خاک هیچگاه به دو حد RAW و PWP نرسید. در اعماق ۲۵ و ۵۰ سانتیمتری نیز نتایج نسبتاً مشابه یکدیگر بودند، به طوریکه رطوبت حجمی خاک در تیمار بدون پوشش پلاستیکی، پس از حدود ۶/۵ روز به حد RAW رسید ولی در فاصله بین دو آبیاری به حد PWP نرسید. در حالی که در تیمارهای با پوشش پلاستیکی، رطوبت حجمی خاک در این عمق نیز در فاصله دو آبیاری متوالی، هیچگاه دو حد RAW و PWP نرسید. در عمق ۷۵ سانتیمتری خاک و در تیمار بدون پوشش پلاستیکی، تعداد روزهای لازم جهت رسیدن رطوبت حجمی خاک به دو حد RAW و PWP به ترتیب حدود پنج و هفت روز بود. در حالی که در تیمارهای با پوشش پلاستیکی، رطوبت حجمی خاک در این عمق نیز در فاصله دو آبیاری متوالی، هیچگاه به دو حد RAW و PWP نرسید.

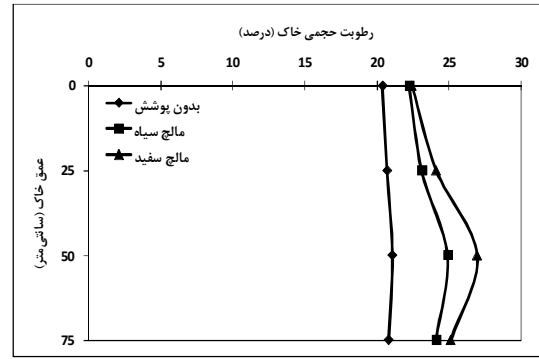
فرزام نیا (۱۳۸۸) نیز در کاربرد انواع خاکپوش در آبیاری سطحی باغ‌های پسته سیرجان، نشان دادند که خاکپوش پلاستیکی در عمق ۰ تا ۶۰ سانتیمتر، در حدود هشت درصد رطوبت را بیشتر از تیمار شاهد (بدون خاکپوش) حفظ نمود.

۲- در این قطعه آزمایشی در صورتی که از پوشش پلاستیکی استفاده نشود (تیمار شاهد)، درختان پس از حدود پنج روز از آبیاری، تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند و برای جذب آب از خاک نیاز به صرف انرژی داشته که این مسئله باعث کاهش عملکرد آنها گردیده است. ضمن اینکه پس از گذشت حدود نه روز از آبیاری و رسیدن رطوبت خاک به حد PWP، عملاً درختان قادر به جذب آب از خاک نخواهند بود. این در حالی است که ما بخواهیم بدون در نظر گرفتن حداکثر تخلیه مجاز رطوبتی (MAD)، از کل آب قابل استفاده خاک در محدوده ریشه درختان استفاده نماییم. بنابراین با توجه به دور آبیاری ۱۲ روزه این قطعه آزمایشی، درختان در سه روز پایانی دور آبیاری دچار تنش خشکی شدید می‌شوند. اما در حالت استفاده از پوشش پلاستیکی (سیاه یا سفید)، دور آبیاری در نظر گرفته شده در این قطعه آزمایشی مناسب بوده، چرا که در تیمارهای خاکپوش پلاستیکی پس از گذشت حدود ۱۱ روز، رطوبت حجمی خاک در عمق حداکثر توسعه ریشه به حد RAW می‌رسد. و در فاصله بین دو آبیاری متوالی گیاه تحت تنش خشکی قرار نخواهد گرفت.

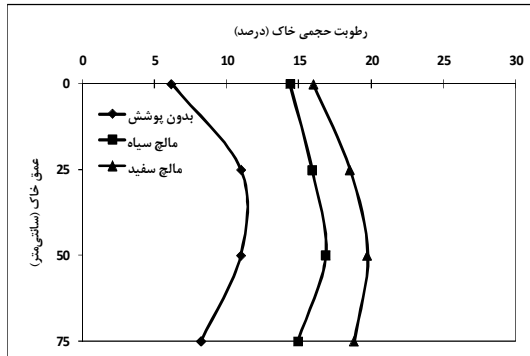
**قطعه آزمایشی شماره ۲:** در این قطعه آزمایش نیز اندازه‌گیری رطوبت خاک از سطح تا عمق ۷۵ سانتیمتری ناحیه ریشه درختان پسته در تیمارهای مختلف، در فاصله بین دو آبیاری متوالی انجام شد که نتایج آن در شکل‌های ۳ و ۴ آمده است. با توجه به شکل ۳، در فاصله یک روز پس از آبیاری، رطوبت خاک در تیمارهای با پوشش



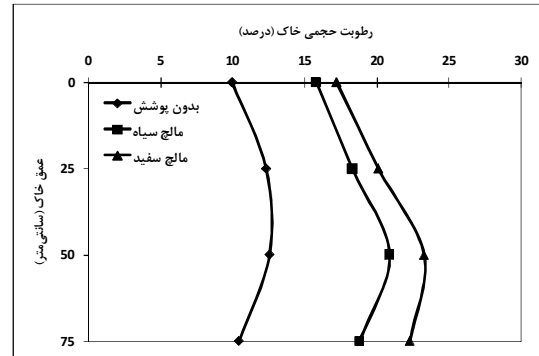
سه روز پس از آبیاری



یک روز پس از آبیاری

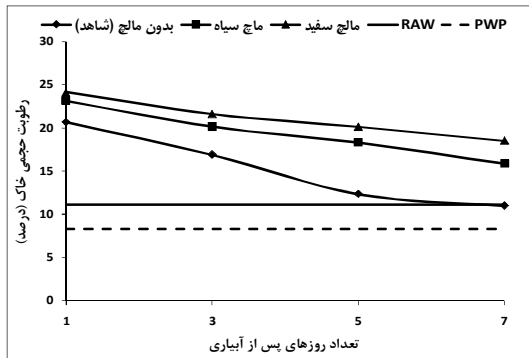


هفت روز پس از آبیاری

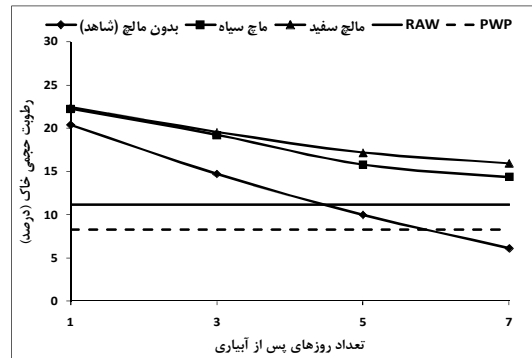


پنج روز پس از آبیاری

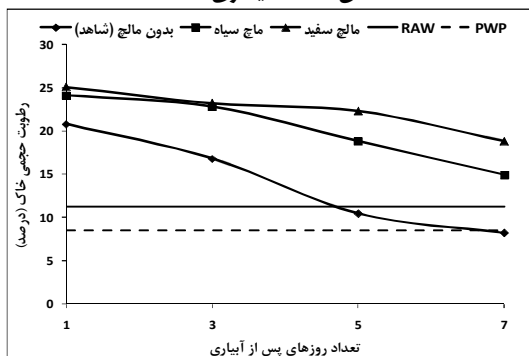
شکل ۳- میانگین تغییرات رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف در فاصله بین دو آبیاری متوالی



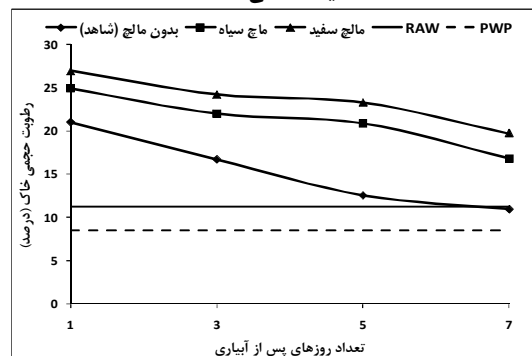
عمق ۲۵ سانتیمتری خاک



لایه سطحی خاک



عمق ۷۵ سانتیمتری خاک



عمق ۵۰ سانتیمتری خاک

شکل ۴- میانگین تغییرات رطوبت حجمی خاک در تیمارهای مختلف در فاصله بین دو آبیاری متوالی

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که:

استفاده از خاکپوش پلاستیکی در آبیاری قطره‌ای درختان پسته، ضمن بهبود معنی‌دار کلیه صفات رویشی و کمی و کیفی محصول درختان پسته، بهره‌وری مصرف آب را تا دو برابر نسبت به حالت بدون پوشش (تیمار شاهد) افزایش داد.

استفاده از خاکپوش پلاستیکی ضمن افزایش پنج تا هشت درصدی رطوبت حجمی خاک در عمق توسعه ریشه درختان پسته نسبت به تیمار شاهد، امکان افزایش دور آبیاری تا دو برابر حالت بدون پوشش را فراهم نمود.

با توجه به تطابق خاک قطعات آزمایشی با خاک اغلب مناطق پسته‌کاری استان، دور مناسب آبیاری درختان پسته در روش آبیاری قطره‌ای در خاک‌های شنی لومی تا لومی شنی، به ترتیب در حالت بدون پوشش، بین پنج تا نه روز و در شرایط استفاده از خاکپوش پلاستیکی، بین ۱۱ تا ۱۵ روز بدست آمد. رنگ خاکپوش پلاستیکی تاثیر معنی‌داری بر هیچ‌کدام از پارامترهای مورد بررسی نداشت. استفاده از خاکپوش پلاستیکی، باعث حذف کامل علف‌های هرز و کاهش هزینه‌های کارگری گردید.

در این قطعه نیز با در نظر گرفتن موارد ذکر شده فوق، نتیجه می‌گیریم که:

۱- در روز هفتم پس از آبیاری، اختلاف رطوبتی لایه ۲۵ تا ۷۵ سانتیمتری خاک (عمق توسعه ریشه) به حدود هشت درصد رسید که با توجه به مقدار ۱۱ درصدی TAW در این خاک، اختلاف رطوبتی بین تیمار شاهد با تیمار با خاکپوش پلاستیکی به حدود ۷۰ درصد TAW می‌رسد.

۲- در این قطعه آزمایشی در صورتی که از پوشش پلاستیکی استفاده نشود (تیمار شاهد)، درختان پس از حدود پنج روز از آبیاری، تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند. لذا کاهش عملکرد در تیمار شاهد می‌تواند ناشی از صرف انرژی جهت جذب آب از خاک از روز پنجم به بعد باشد. ضمن اینکه پس از گذشت حدود هفت روز از آبیاری و رسیدن رطوبت خاک به حد PWP، عملاً درختان قادر به جذب آب از خاک نخواهند بود. اما در حالت استفاده از پوشش پلاستیکی، دور آبیاری در نظر گرفته شده در این قطعه آزمایشی کوتاه بوده و می‌توان آنرا افزایش داد. چرا که در تیمارهای خاکپوش پلاستیکی در فاصله بین دو آبیاری متوالی، رطوبت حجمی خاک در همه اعماق خاک حتی به حد RAW هم نرسید.

### فهرست منابع

- اسلامی، ا.، م. فرزام‌نیا. ۱۳۸۸. اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته. مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲، جلد ۳، پاییز ۱۳۸۸، ص. ۷۹-۸۷.
- جلینی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف آب و مالچ پلاستیک بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۵، شماره ۵. صفحات ۱۰۳۲-۱۰۲۵.
- علیزاده، ا. ۱۳۹۱. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. مؤسسه انتشارات آستان قدس رضوی. ۵۵۲ صفحه.
- قدیری، ع.، ع. فرخ و م. ت. صفرزاده ویشکایی. ۱۳۸۷. بررسی کارایی انواع مالچ به عنوان پوشش بستر کاشت قلمه در تولید نهال توت. مجله پژوهش و سازندگی، زراعت و باغبانی شماره ۷۹، تابستان ۱۳۸۷. صفحات ۲۵-۱۸.

5. Brainard, D. C., and R. R. Bellinder. 2004. Weed suppression in a broccoli-winter rye intercropping system. *Weed Science* 52: 281-290.
6. Burt, C. M., A. Mutziger, D. J. Howes and K. H. Solomon. 2002. The effect of stubble and mulch on soil evaporation. Irrigation training and research center BioResource and Agricultural engineering Dept. California polytechnic state university san Luis obis. CA 93407-805-756-2433.
7. Compos – de – araujo, J. A. & Compos – de – araujo, S. M. (1992). Analysis of cucumber (*Cucumis sativus* L.) production “vista alegre” variety, using different colored plastic mulch. *Plasticulture*, 35,125-132.
8. Enrique Becerril-Román, A., A. Ibáñez-Martínez, and R. A. Parra-Quezada. 2004. Effects of Mulching, Irrigation and Foliar Fertilization upon Growth, Production and Nutrient Concentration of ‘AGUA NUEVA II’ Apple. *TERRA Latinoamericana VOLUMEN 22 NÚMERO 4*.
9. Feldmane, D. 2010. The influence of drip irrigation and woodchip mulch on growth and first yield of yield of sour cherries. *Agronomy Research* 8 (Special Issue II), pp.453-458.
10. Gerard, W. K., T. F. Crocker., P. F. Bertrand and D. L. Horton. 1999. Minor fruits and nuts in Georgia. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences and the U. S. Department of Agriculture Cooperating.
11. Jalota, S. K., 1993. Evaporation Through soil mulch in relation to characteristics and evaporativity. *Australian Journal Soil Research*. 31(2); 131-136.
12. Kasirajan, S., and Ngouajio, M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 32(2): 501-529.
13. Kikas A. 2000. The influence of different mulches on strawberry yield and crop quality. In A. Libek & E. Kaufmane (eds.): *Fruit Production and Fruit Breeding*. International conference, Fruit Science, Tartu, Estonia, pp. 209–216.
14. Michael, W. S., L. C. Becky and S. C. Becky. 2000. Mulch Improves Pecan Tree Growth during Orchard Establishment. *HORTSCIENCE* 35(2):192–195.
15. Orzolel, M. D., J. Murphy and J. Ciardi. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash, tomato and cauliflower. The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802.
16. Seyfi, K. And M. Rashidi. 2007. Effect of Drip Irrigation and Plastic Mulch on Crop Yield and Yield Components of Cantaloupe. *International Journal of Agriculture & Biology*. Vol. 9, No. 2, 247-249.
17. Taparauskiene, L. and O. Miseckaite. 2014. Effect of Mulch on Soil Moisture Depletion and Strawberry Yield in Sub-Humid Area. *Pol. J. Environ. Stud*. Vol. 23, No. 2(2014), 475-482.
18. Treder, W., Klamkovski, K., Mika, A. & Wojcik, P. 2004. Response of young apple trees to different orchard floor management systems. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 12, 113–121.