اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی بر درختان بارور پسته در کرمان

اکبر محمدی محمد آبادی، سید جواد حسینی فرد* و ناصر صداقتی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۰/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۵/۹)

چکیده

در این پژوهش تأثیر تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی روی درختان بارور پسته به‌مدت چهار سال در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان مطالعه شد. طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ترکیب ۲ تیمار دور آبیاری (۷ و ۱۴ روز) و ۳ مقدار آب بر اساس ضرایب تشت کلاس الف شامل ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد (۲۳۹۲، ۴۷۸۳ و ۷۱۷۴ متر مکعب در هکتار- سال) با احتساب تیمار شاهد یعنی آبیاری سنتی (غرقابی) با دور ۳۰ روزه و ۹۰۰۰ مترمکعب در هکتار- سال)، در مجموع با ۷ تیمار در ۳ تکرار به اجرا در آمد. لوله‌های آبیاری زیر سطحی به‌فاصله ۹۰ سانتی‌متر از تنه درختان (تقریباً در مرکز سایه انداز) در دو طرف و در عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک کارگذاری شدند. متوسط فشار کارکرد لوله‌ها ۰/۸تا ۱ اتمسفرو متوسط دبی هر متر لوله ۵/۴ لیتر در ساعت بود. صفات مختلف کمّی و کیفی محصول پسته، رشد رویشی سرشاخه‌های درختان، کارایی مصرف آب و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی روی درختان بارور پسته امکان‌پذیر می‌باشد و بهترین تیمار در شرایط انجام این آزمایش تیماری بود که آبیاری آن باروش زیر سطحی و مصرف ۶۰ درصد تبخیر ازتشت (۷۱۷۴ مترمکعب در هکتار- سال) با دورآبیاری ۱۴ روزه انجام پذیرفت به‌طوری‌که کلیه صفات کمّی و کیفی مربوط به این تیمار در مقایسه با تیمارهای دیگر از شرایط مطلوب‌تری برخورداربود. کارایی مصرف آب در این تیمار ۱۶۴ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب بود. اما در صورتی‌که بهره‌برداری سیستم‌های آبیاری تحت فشار با هدف پایین آوردن مصرف آب آبیاری باشد و در شرایط کمبود آب، کاربرد آب به میزان ۴۰ درصد تبخیر از تشت (۴۷۸۳ مترمکعب در هکتار- سال) قابل توصیه می‌باشد. کارآیی مصرف آب در این تیمار، ۱۷۷ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب می‌باشد. نتایج اجرای این طرح نشان دادکه کاربرد آب با مقادیر کمتر از ۴۰ درصد تبخیر از تشت الف، نمی‌تواند نتیجه مطلوبی را به‌همراه داشته باشد. تیمارهای آبیاری با دور ۱۴ روزه در مقایسه با دور آبیاری ۷ روزه از نظر صفات کمّی و کیفی اندازه‌گیری شده شرایط مطلوب‌تری داشتند. مقادیر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف نشان داد تغییرات شوری خاک به‌ویژه در سال اول بعد از تغییر سیستم آبیاری در تیمارهای زیر سطحی قابل توجه می‌باشد. اما تیمارهایی که با دور۱۴ روزه آبیاری شده‌اند، در مقایسه با تیمارهای مشابه دور آبیاری۷ روزه از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری زیر سطحی، پسته، تغییر سیستم آبیاری، شوری،کارایی مصرف آب

۱. اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات آبیاری و تغذیه، مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j-hosseinifard@pri.ir

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

مقدمه

در شرایط آب و هوایی ایران یکی از عمده‌ترین موانع افزایش تولید کلیه محصولات کشاورزی عدم استفاده بهینه از منابع آبی می‌باشد. زیرا قسمت عمده آب استحصالی در بخش کشاورزی مصرف شده و بازده مصرف آن در این بخش کم می‌باشد. نتایج حاصل از تحقیقات نشان می‌دهد که میانگین بازده آبیاری سطحی در استان کرمان در یک دوره زمانی ده ساله (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰) ۴۷/۷ درصد بوده است (۲). از این رو استفاده بهینه از منابع آب به‌عنوان محور اصلی توسعه بایستی مورد توجه قرار گیرد. رشد سریع سطح زیر کشت باغات پسته در استان کرمان بخصوص بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و روش آبیاری کرتی و مدیریت نامناسب آبیاری سبب افزایش شدید برداشت آب از مخازن زیر سطحی شده و همه ساله افت سطح آب زیر زمینی در دشت‌های مختلف این استان را به همراه داشته است(۴). محدود بودن مقدار آب در مناطق پسته کاری کشور به‌ویژه در استان کرمان، لزوم استفاده بهینه از منابع آبی موجود را قوت بخشیده و استفاده از سیستم‌های مدرن آبیاری را امری اجتناب ناپذیر نموده است.

سیستم آبیاری زیر سطحی یک روش نسبتاً جدید است و ازجمله عوامل محدود کننده در بهره‌برداری از این سیستم هزینه‌های مربوط به خرید لوازم مورد نیاز وکارگذاری می‌باشد (۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). در این روش آب مورد نیاز گیاه از طریق لوله که بر اساس عمق و توسعه ریشه‌ها در زیر زمین قرار می‌گیرد، تراوش نموده و بر اساس خاصیت موئینگی به طور مستقیم در منطقه ریشه توزیع می‌شود. معمولاً در این روش سطح خاک، خشک نگه‌داشته می‌شود، لذا تلفات مربوط به تبخیر از سطح خاک کاهش یافته و مقدار آب مصرفی تقلیل می‌یابد. در نتیجه آب به مصرف تعرق و رشد گیاهی خواهد رسید (۱۳، ۱۶ و ۲۱). ازطرفی در این روش آبیاری می‌توان اکسیژن دهی در منطقه ریشه به‌ویژه در خاک‌های سنگین را افزایش داد (۱۱ و ۲۷).

در آزمایشی که توسط کوهستانی به منظور بررسی امکان‌سازگاری درختان پسته با لوله‌های مختلف آبیاری زیر سطحی با مقدار آب مصرفی به میزان ۲۰ در صد تبخیر از تشت کلاس الف انجام پذیرفت، مشخص گردید که اولاً امکان استفاده از روش آبیاری زیر سطحی برای آبیاری درختان پسته منطقی به‌نظر می‌رسد. ولی به لحاظ مصرف آب آبیاری به مقدار ۲۰ درصد از تشت کلاس الف در مقایسه با روش سطحی، سبب افت شدید محصول گردید. بنابراین کاربرد حجم‌های بیشتر آب را به منظور نتیجه‌گیری معقول تر توصیه نموده است(۷). مؤذن‌پور و همکاران در مدت پنج سال (۱۳۷۹-۱۳۷۴) امکان جایگزینی روش آبیاری غرقابی سنتی باغات پسته با روش قطره‌ای و تعیین مناسب‌ترین میزان آب آبیاری به این روش را بررسی نمود. در این مطالعه از دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی نواری یا همان غرقابی سنتی استفاده شد. روش آبیاری قطره‌ای با سه مقدار آب آبیاری بر اساس ضرایب تبخیر از تشت کلاس الف(۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد) که به ترتیب معادل ۲۵۵۰، ۵۱۱۲ و ۷۸۰۰ مترمکعب در هکتار در سال و با دور آبیاری دو نوبت در هفته اجرا گردید. در روش آبیاری سطحی ۹۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال به درختان آب داده شد. بر اساس نتایج این مطالعه در اکثریت موارد تیمار روش آبیاری سطحی (غرقابی) بهترین و آبیاری قطره‌ای با میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشت (۲۵۵۰مترمکعب در هکتار سال) بدترین تیمارها بود. مضافاً این‌که تیمار۷۸۰۰ مترمکعب درهکتار سال با وجودی‌که بهترین تیمار در روش قطره‌ای بود اما با تیمار ۵۱۱۲ مترمکعب در هکتار سال در یک گروه قرار گرفت(۱۰). تحقیقات انجام شده روی گیاه لوبیا تحت شرایط آبیاری جویچه‌ای و زیر سطحی نشان داده است که کاربرد روش آبیاری زیر سطحی سبب کاهش ۵۵٪ آب مصرفی در قیاس با روش آبیاری جویچه‌ای شده است(۲۸). تحقیقات انجام شده روی روش‌های آبیاری قطره‌ای و زیر سطحی نشان می‌دهد که عموماً کاربرد این سیستم‌ها باعث کاهش مصرف آب به میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد برای گیاهان ردیفی و حتی صرفه‌جویی بیشتر

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

برای باغ‌های مرکبات می‌شود(۱۲، ۱۶، ۱۷ و ۳۱). در روش آبیاری زیر سطحی در صورت طراحی و بهره‌برداری مناسب، رطوبت خاک در طول دوره رشد گیاه نزدیک به رطوبت حالت ظرفیت زراعی بوده (تقریباً ۸۰ درصد حالت ظرفیت زراعی) و گیاه بدون صرف انرژی زیاد، آب مورد نیاز خود را دریافت می‌کند. بنابراین تحت چنین شرایطی احتمال تولید محصول بیشتر و با کیفیت بالا توسط این روش امکان‌پذیر خواهد بود (۱۹). یک‌نواختی توزیع آب در خاک نیز از محاسن دیگر این روش می‌باشد که باعث کاهش تلفات نفوذ عمقی و در نتیجه افزایش بازده کاربرد آب می‌شود که این مسأله به‌ویژه در خاک‌های با ظرفیت نگه‌داری پایین آب و سرعت نفوذ بالا (خاک‌های سبک) حائز اهمیت می‌باشد (۲۶). از دیگر محاسن این روش،خودکار نمودن نحوه آبیاری، کاهش هزینه‌های کارگری(۱۵، ۱۶ و ۲۹) وکاهش هزینه کنترل علف‌های هرز بوده و این روش برای انواع مختلف خاک‌ها و گیاهان (۲۸) مناسب می‌باشد و امکان استفاده از آب شور در آبیاری نیز وجود دارد (۱۵). عمق نصب لوله‌های زیر سطحی بر اساس عمق توسعه ریشه تعیین می‌گردد، این عمق در گیاهان مختلف از ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر گزارش شده است (۱۳، ۱۹ و ۲۴).

به‌دلیل کاهش منابع آبی و افزایش دور آبیاری سنتی (غرقابی) در باغات پسته، درختان پسته دچار تنش‌های متعدد ناشی از شوک‌های خشکی می‌گردند که این تنش‌ها گاهی سبب بروز مشکلاتی می‌شود که بی‌توجهی به آنها سبب لطمات جبران‌ناپذیر خواهد شد. بنابراین روی آوردن به سیستم‌های آبیاری تحت فشار امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. اما آنچه مورد نگرانی است اثرات تغییر سیستم آبیاری از سنتی (غرقابی) به روش‌های تحت فشار می‌باشد. از طرفی در پژوهش‌های گذشته در خصوص امکان سازگاری درختان پسته با آبیاری زیر سطحی و قطره‌ای با مقدار آب مصرفی به میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشت کلاس الف انجام پذیرفته، که در مقایسه با روش سنتی (غرقابی)، سبب افت شدید محصول گردیده است (۷و ۱۰). در خصوص اثرات آبیاری برروی زود خندانی در دانه‌های پسته و آلودگی‌های مرتبط با آن مطالعات مختلفی انجام شده است. ازجمله نتایج بررسی‌های انجام شده برروی ارتباط بین اثرات تنش‌های خشکی و زود خندانی در طول فصول رشد ونمو میوه درختان پسته نشان می‌دهد که آبیاری ناقص در ابتدای فصل بهار سبب افزایش زودخندانی در دانه‌های پسته می‌گردد(۱۸). سامر و همکارانش گزارش دادند که آلودگی به آفلاتوکسین در دانه‌های زودخندان پسته تقریباً ۵۰ برابر بیشتر از پسته‌های طبیعی بوده است(۳۰).

در این تحقیق اثرات تغییر سیستم آبیاری از سنتی (غرقابی) به زیر سطحی با مقادیر مختلف آب آبیاری برحسب در صدهای مختلف تبخیر از تشت کلاس الف، بر روی صفات مختلف کمی و کیفی محصول پسته، رشد رویشی سرشاخه‌های درختان بارور پسته وکارایی مصرف آب مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از سال ۱۳۷۸، در قطعه باغی به مساحت تقریبی یک هکتار در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان به اجرا درآمد. ایستگاه مذکور در کیلومتر ۱۰ جاده کرمان – زرند، در عرض جغرافیایی َ ۱۹ و °۳۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه شرقی قرار دارد. ارتفاع از سطح دریا آزاد ۱۸۴۵ متر و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۱۴۰ میلی‌متر می‌باشد(۸). قبل از اجرای طرح از قطعه آزمایشی نمونه‌های مرکب از اعماق مختلف خاک در آبان سال ۱۳۷۷ و هم‌چنین از آب چاه موجود در ایستگاه نمونه تهیه گردید و نتایج حاصل از تجزیه آنها در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

درختان پسته قطعه آزمایشی رقم اوحدی با سن۲۴ سال بودند. فاصله کاشت درختان بین ردیف‌ها ۶ متر و بین درختان روی ردیف۳ متر بوده و آبیاری درختان قبل از اجرای طرح به روش سنتی (غرقابی) انجام می‌شده است. این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار در ۳ تکرار پیاده گردید که تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

جدول ۱. برخی ازویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده درآزمایش

هدایت الکتریکی	اسیدیته	میلی اکی والان بر لیتر						نسبت جذب
دسی زیمنس برمتر		بی کربنات	کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم	سدیم	سدیم
۳	۷/۴	۰/۵	۲۵	۴	۱۲	۱۰	۶/۵	۲

جدول۲. تجزیه نمونه خاک محل اجرای طرح قبل از شروع آزمایش (سال ۱۳۷۷)

عمق خاک	اسیدیته گل	هدایت الکتریکی عصاره اشباع	نسبت	رس	سیلت	شن	بافت خاک
سانتی متر	اشباع	دسی زیمنس برمتر	جذب سدیم		درصد		
۰-۳۰	۷/۸	۴/۳	۴/۴	۶/۲	۲۰	۷۳/۸	شنی لومی
۳۰-۶۰	۷/۶	۳/۵	۳/۸	۴/۶	۲۸	۶۷/۴	لوم شنی
۶۰-۹۰	۷/۷	۴/۲	۳/۹	۶/۴	۳۲	۶۱/۶	لوم شنی
۹۰-۱۲۰	۷/۷	۴/۵	۳/۲	۶/۱	۳۴	۵۹/۹	لوم شنی
میانگین	۷/۷	۴/۱	۳/۸۳	۵/۸	۲۸/۵	۶۵/۷	لوم شنی

جدول ۳. آب به‌کار رفته برای درختان پسته در تیمار آبیاری سنتی (غرقابی) بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در شهرستان کرمان(۹)

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	مجموع سالیانه
تبخیرتعرق (مترمکعب درهکتار)	۷۰۰	۱۳۰۰	۱۳۵۰	۱۵۰۰	۱۳۵۰	۱۳۰۰	۹۰۰	۶۰۰	۹۰۰۰

T ۱ تیمار شاهد، آبیاری این تیمار به روش سنتی (غرقابی) با دور ۳۰ روزه از اول فروردین هر سال وبر اساس مقادیر جدول ۳ انجام شد.

T ۲ تیمار آبیاری زیر سطحی با دور ۷ روز و مقدار آب آبیاری به میزان ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیرکلاس الف.

T۳ تیمار آبیاری زیر سطحی با دور۱۴ روز و مقدار آب آبیاری به میزان ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیرکلاس الف.

T۴ تیمار آبیاری زیر سطحی با دور ۷ روز و مقدار آب آبیاری به میزان ۴۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس الف.

T۵ تیمار آبیاری زیر سطحی با دور ۱۴ روز و مقدار آب آبیاری به میزان ۴۰ درصد تبخیر از تشت تبخیرکلاس الف.

T۶ تیمار آبیاری زیر سطحی با دور ۷ روز و مقدار آب آبیاری به میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس الف.

T۷ تیمار آبیاری زیر سطحی با دور ۱۴ روز و مقدار آب آبیاری به میزان۲۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس الف.

شروع آبیاری تمام تیمارها اول فروردین هر سال بوده است.

برای اجرای طرح از لوله‌های زیر سطحی نوع HD2216 استفاده گردید. طبق اعلام شرکت سازنده، این لوله‌ها با حداقل فشار کاری ۰/۸ اتمسفر، دارای متوسط دبی ۲ تا ۲/۵ لیتر در ساعت در متر می‌باشند. حداکثر طول مجاز این لوله‌ها برای یک خط آبده ۱۵۰ متر بوده و قطر خارجی و داخلی آنها به ترتیب ۲۲ و ۱۶ میلی‌متر بود. در این آزمایش حداکثر طول لوله به‌کار

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

رفته ۱۵ متر بود. با قرار دادن فشار سنج در ابتدا و انتهای خط لوله‌ها متوسط فشار کارکرد سیستم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دبی، حجم آب عبور یافته در مدت زمان مشخص توسط کنتور و کرنومتر تعیین شد. بر این اساس دبی هر متر لوله با متوسط فشار کارکرد ۰/۸تا ۱ اتمسفر، ۵/۴ لیتر در ساعت برآورد گردید که اختلاف در دبی اعلام شده و اندازه‌گیری شده می‌تواند مربوط به تغییرات کیفی در مواد مورد استفاده توسط کارخانه سازنده باشد. لوله‌های آبیاری زیر سطحی به فاصله ۹۰ سانتی‌متر از تنه درختان (تقریباً در مرکز سایه انداز) در دو طرف و در عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک براساس عمق توسعه ریشه درختان پسته کارگذاری شدند(۱۳، ۱۹ و ۲۴). در اوایل سال ۱۳۷۸ پس از تعیین قطعه آزمایشی، ۹ ردیف از درختان با تعداد ۳۵ درخت (روی ردیف) مجموعاً ۳۱۵ درخت جهت اجرای آزمایش مشخص شد که ۳ ردیف از این درختان به‌عنوان ردیف‌های اصلی و مابقی به‌عنوان گارد انتخاب شدند. هر واحد آزمایشی را ۱۵ درخت تشکیل می‌داد(۳×۵) که صرفاً ۳ درخت به‌عنوان درختان اصلی آزمایش و بقیه را گاردها تشکیل می‌دادند(نقشه ۱). درختان پسته در شروع آزمایش دارای ۲۴ سال سن، میانگین شعاع تاج ۱۸۰ سانتی‌متر و متوسط ارتفاع ۲/۳۸ متر بودند. محل قرارگیری این قطعه در ایستگاه به‌گونه‌ای بود که حداقل تا شعاع ۱۰۰ متری از هر طرف توسط درختان پسته احاطه شده بود. یک عدد تشت تبخیر کلاس الف و ملزومات وابسته در محلی در مجاور درختان قطعه آزمایشی گذاشته شد(نقشه ۱). جهت باد غالب در ایستگاه مذکور در سال‌های آزمایش شمالی بوده است (۳). تشت تبخیر توسط درختان پسته تیمار و غیر تیمار احاطه شده بود و قرائت تشت تبخیر به صورت روزانه، در ساعت معینی از روز و در طول مدت آزمایش انجام می‌شد (جدول ۴). سپس با توجه به ضرایب تشت (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد) و با استفاده از فرمول زیر حجم آب مورد نیاز تیمارها محاسبه گردید. فرمول به‌کار رفته جهت محاسبه میزان آب مورد نیاز به‌شرح زیر می‌باشد(۶).

$$V= ADCN$$

که در آن:

V : حجم آب داده شده به هر کرت (لیتر)

A: متوسط مساحت سایه انداز درختان (مترمربع) بر اساس میانگین شعاع سایه انداز درختان محاسبه می‌گردد که مقدار آن ۱۰/۱۸ مترمربع محاسبه گردید.

D: ارتفاع آب تبخیر شده از تشت (میلی‌متر)

C : ضرایب تشت (۲۰٪، ۴۰٪ و ۶۰٪)

N : تعداد درختان هر واحد آزمایشی (۱۵ درخت)

بنابراین در طول مدت انجام آزمایش از فروردین تا آبان هر سال تبخیر از تشت کلاس الف اندازه‌گیری، سپس مقادیر آب آبیاری به‌کار رفته برای تیمارهای آبیاری زیر سطحی محاسبه گردید که نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

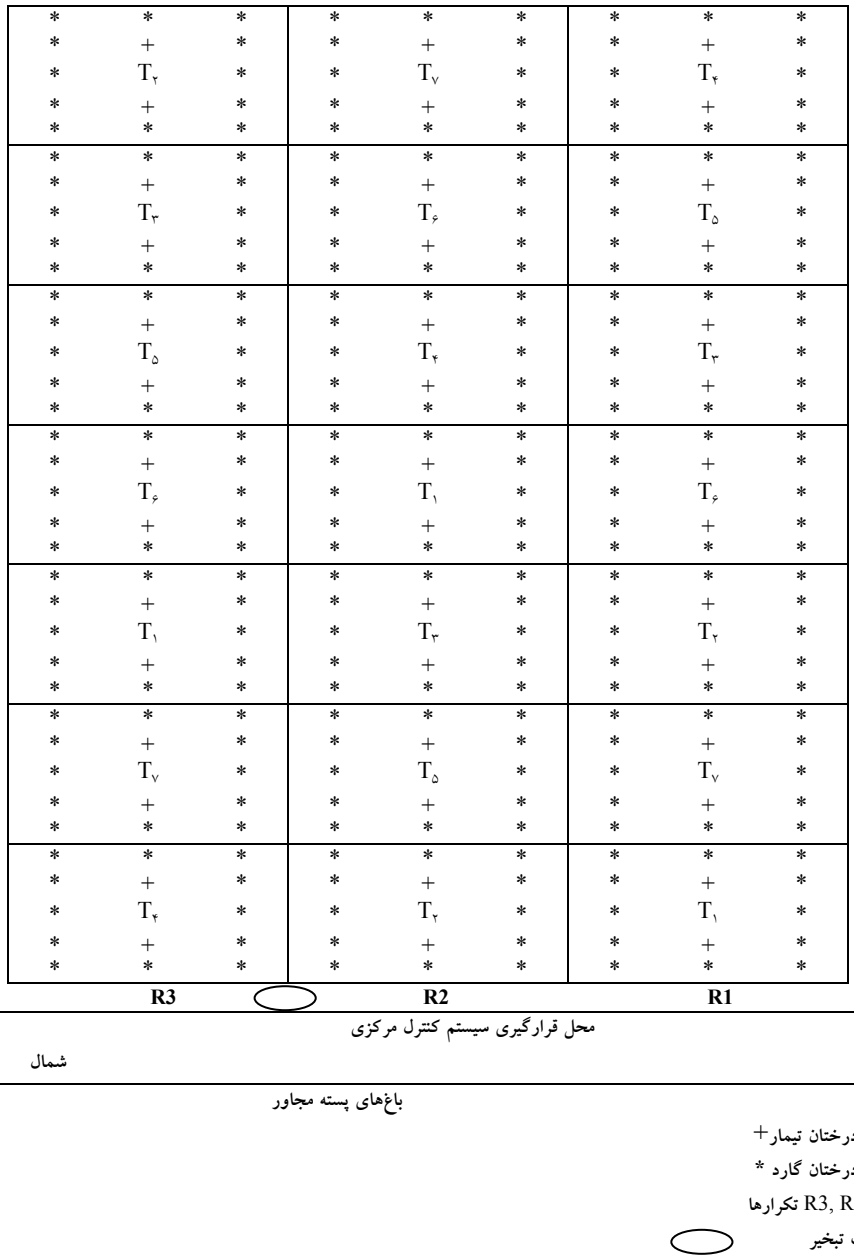
عملیات داشت از قبیل کوددهی، سم پاشی، کنترل علف‌های هرز و هرس بر روی درختان کلیه تیمارها در طول مدت آزمایش به‌طور یکسان انجام شد. کودهای پتاسه و فسفره بر اساس تجزیه‌های خاک در زمستان سال ۱۳۷۷ به میزان۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ گرم در هر درخت از منابع سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به همراه ۴۰ کیلوگرم کود حیوانی (به ازای هر درخت) به‌طور یک‌نواخت به روش چالکود در انتهای سایه انداز درختان کلیه تیمارها مورد استفاده قرار گرفت (۱ و ۲۵). در طول مدت آزمایش همه ساله در ماه‌های فروردین، اردیبهشت تا اوسط خرداد به هردرخت ۸۰۰گرم کود اوره در دورآبیاری ۱۴ روزه مادامیکه کلیه تیمارها آبیاری می‌شدند با استفاده از تانک کود در سیستم آبیاری تزریق می‌شد(۱).

هر ساله صفات کمّی و کیفی محصول از جمله وزن محصول تر و خشک، درصد زودخندانی (Early splitting)، تعداد دانه در یک انس، درصد خندانی، درصد پوکی و هم‌چنین رشد رویشی سرشاخه درختان پسته مورد آزمایش، اندازه‌گیری شد و کارایی مصرف آب (WUE) نیز محاسبه گردید. کارایی مصرف آب با تقسیم نمودن میانگین‌های عملکرد محصول خشک (در یک هکتار)بر حجم آب آبیاری به‌کار رفته در هر هکتار برای هر تیمار محاسبه گردید(۵). برای این منظور ابتدا

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

نقشه ۱. قطعه آزمایش و نحوه قرار گیری درختان تیمار وگارد نسبت به یکدیگر



جهت باد غالب در منطقه ، شمالی می‌باشد. و در شمال و اطراف قطعه آزمایشی باغ‌های پسته قرار دارد.

جدول ۴ . مقادیر تبخیر از تشت کلاس الف (میلی متر) در تیمارهای مختلف آبیاری در طول مدت انجام آزمایش

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	جمع کل (میلی‌متر)
۱۳۷۸	۱۷۷	۲۴۳	۲۹۲	۳۲۰	۳۱۰	۲۴۸	۲۱۳	۲۰۵	۲۰۰۸
۱۳۷۹	۲۰۰	۲۵۹	۲۹۰	۳۳۱	۳۳۳	۲۷۵	۲۵۷	۲۱۲	۲۱۵۷
۱۳۸۰	۲۷۹	۲۸۱	۳۳۴	۳۵۵	۳۴۴	۲۸۲	۲۶۳	۱۳۲	۲۲۷۰
۱۳۸۱	۱۸۶	۲۷۵	۲۸۶	۳۱۰	۳۴۷	۲۶۱	۲۲۰	۱۴۷	۲۰۳۲
میانگین	۲۱۱	۲۶۵	۳۰۱	۳۲۹	۳۳۴	۲۶۷	۲۳۹	۱۷۴	۲۱۱۷

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

جدول ۵ . آب آبیاری به‌کار رفته در تیمارهای مختلف آبیاری زیر سطحی بر اساس مقادیر تبخیر(فروردین تا آبان) و ضرایب مختلف تشت تبخیر کلاس الف در طول مدت آزمایش

سال	تبخیر از تشت (میلی‌متر)	۲۰ درصد	۴۰ درصد	۶۰ درصد
۱۳۷۸	۲۰۰۸	۲۲۶۹	۴۵۳۷	۶۸۰۵
۱۳۷۹	۲۱۵۷	۲۴۳۷	۴۸۷۴	۷۳۱۱
۱۳۸۰	۲۲۷۰	۲۵۶۵	۵۱۲۹	۷۶۹۳
۱۳۸۱	۲۰۳۲	۲۲۹۶	۴۵۹۱	۶۸۸۶
میانگین	۲۱۱۷	۲۳۹۲	۴۷۸۳	۷۱۷۴

با توجه به فاصله کاشت درختان مورد آزمایش (۳×۶) تعداد درختان در یک هکتار ۵۵۵ اصله محاسبه شد. عدد حاصله در میانگین عملکرد درختان هر تیمار در طول مدت آزمایش ضرب گردید. بدین ترتیب متوسط عملکرد تیمارهای مختلف در یک هکتار محاسبه شد. سپس با توجه به حجم آب مصرف شده در تیمارهای مختلف(در هکتار) اقدام به محاسبه مقدار محصول تولیدی به ازای یک مترمکعب آب گردید. به منظور بررسی تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در محدوده ریشه درختان پسته مورد آزمایش، در پاییز هر سال صرفاً از انتهای سایه انداز درختان پسته از اعماق صفر تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر و در پایان آزمایش(پاییز ۱۳۸۱) از اعماق مذکور و فواصل مختلف از تنه درختان پسته(۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ سانتی‌متر) نمونه‌های خاک تهیه گردید، تا چگونگی تغییرات هدایت الکتریکی در خاک تیمارهای مختلف آبیاری زیر سطحی در قیاس با روش سنتی (غرقابی) مورد ارزیابی دقیق‌تر قرار گیرد. تجزیه آماری داده‌های طرح با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

۱. اثر تیمارها بر صفات کمّی و کیفی محصول در طول سال‌های آزمایش

بر اساس نتایج به‌دست آمده از اجرای این طرح (جدول ۶) می‌توان بیان داشت که در سال اول اثرات تغییر سیستم آبیاری روی فاکتورهای محصول تر و خشک در بین تیمارهای مورد آزمایش، تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد از خود نشان داده است، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد تیمارها مربوط به تیمارهای T_3 و T_1 می‌باشد و بین تیمار شاهد و اغلب تیمارها تفاوتی نبود و صرفاً بین T_1 وتیمارهای T_2 و T_7 اختلاف معنی‌دار بود، اما در سال دوم آزمایش، اثر تغییر سیستم آبیاری سبب گردید تا حداکثر و حداقل محصول به ترتیب به تیمارهای T_3 و T_6 با تولید ۲۵۲۷ و۱۱۳۵ گرم محصول خشک (در درخت) اختصاص یابد.در این سال T_3 با تیمارهای T_2 وT_5 اختلافی در تولید محصول نداشته است وتیمار شاهد با تیمارهای T_2 ، T_4 و T_5 در یک گروه آماری قرار گرفتند. در سال سوم آزمایش وضعیت کمی متفاوت با سال‌های قبل گردید، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد محصول خشک مربوط به T_5 (۱۸۴۹گرم دردرخت) و حداقل تولید مربوط به تیمار T_6 (۶۳۶ گرم در درخت) بود. نتایج جدول۶ نشان می‌دهد در سال سوم آزمایش صرفاً بین تیمار شاهد و T_6 اختلاف معنی‌دار وجود دارد و در سال چهارم بین تیمار T_1 و تیمارهای T_4، T_5، T_6 و T_7 اختلافات معنی‌دار بود و صرفاً بین تیمار شاهد و تیمارهای T_2 و T_3 تفاوتی ملاحظه نگردید، به‌طوری‌که محصول خشک در تیمارهای T_1، T_2و T_3 به‌ترتیب برابر ۳۰۰۹، ۱۷۸۸و۲۸۳۳ گرم در هردرخت گردید.

نتایج حاصل از اعمال تیمارهای آبیاری زیر سطحی در مقایسه با روش آبیاری سنتی (غرقابی) روی فاکتور تعداد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

جدول ۶ . تاثیر تیمارهای مختلف تغییر سیستم آبیاری روی صفات کمی وکیفی محصول در سال‌های مختلف آزمایش

سال	تیمار	محصول ترباخوشه وفرابر (گرم در درخت)	محصول خشک (گرم در درخت)	تعداد دانه در یک انس	خندانی (درصد)	پوکی (درصد)	رشدرویشی سرشاخه (سانتی‌متر)	زودخندانی (درصد)	WUE[1] (گرم بر مترمکعب)
	T_1	۳۹۳۴ AB	۱۲۰۶ AB	**۲۷/۹** ABC	۷۹/۸ A	۱۲/۲ AB	۷/۳ A	۰/۸۲ AB	۷۴ BC
	T_2	۱۲۱۶ C	۳۱۵ D	۲۷/۷ BC	۸۰/۷ A	۱۵/۸ AB	۴/۵ BC	۰/۸ AB	۲۶ C
	T_3	۵۴۷۱ A	۱۵۴۹ A	۲۶/۵ C	۶۸/۷ A	۱۴/۸ AB	۶/۳ AB	۱/۲ AB	۱۲۶ B
۷۸	T_4	۳۰۲۵ BC	۹۱۲ BC	۲۸/۴ AB	۷۳ A	۶/۵ B	۳/۱ C	۰/۶۱ B	۱۱۲ BC
	T_5	۲۶۰۵ BC	۶۲۹ BCD	۲۸/۵ AB	۷۰/۷ A	۲۹/۳ A	۴/۴ BC	۰/۷۹ B	۷۷ BC
	T_6	۳۵۱۵ ABC	۱۱۰۷ ABC	۲۸/۲ ABC	۶۵ A	۶/۹ B	۲/۸ C	۱/۴ A	۲۷۰ A
	T_7	۱۹۷۸ BC	۵۳۶ CD	۲۹/۶ A	۶۶ A	۲۸/۴ A	۳ C	۱/۱ AB	۱۳۱ B
	T_1	۵۷۴۴ BC	۱۶۷۸ BCD	۲۷/۸ A	۶۸ A	۹/۵ BC	۵/۸ A	۰/۶۸ C	۱۰۳ D
	T_2	۶۵۴۰ BC	۱۹۹۵ ABC	۲۸ A	۷۹ A	۷/۹ C	۸ A	۰/۶۸ C	۱۵۱ CD
	T_3	۹۴۷۸ A	۲۵۲۷ A	۲۷/۸ A	۷۴ A	۹/۷ BC	۷/۷ A	۰/۶۵ C	۱۹۲ BC
۷۹	T_4	۵۴۴۴ BC	۱۵۱۴ CD	۲۹/۵ A	۷۰ A	۱۵/۴ A	۵/۵ A	۰/۷۹ B	۱۷۲ CD
	T_5	۷۶۷۲ AB	۲۲۶۰ AB	۲۹/۸ A	۷۵ A	۱۳/۳ AB	۷/۲ A	۰/۴۳ D	۲۵۷ AB
	T_6	۳۹۸۷ C	۱۱۳۵ D	۲۸/۵ A	۸۴ A	۱۰/۵ ABC	۴/۱ A	۰/۹۲ A	۲۵۹ AB
	T_7	۴۰۶۷ C	۱۲۳۷ D	۲۹/۷ A	۷۳ A	۹/۱ BC	۴/۹ A	۰/۹۳ A	۲۸۲ A
	T_1	۴۵۸۳ AB	۱۳۹۷ A B	۲۷/۵ B	۷۴/۵ A	۱۱/۷ AB	۶/۳ AB	۰/۷۴ C	۸۶ C
	T_2	۴۰۸۳ ABC	۱۱۹۹ ABC	۲۷/۴ B	۷۷/۱ A	۶/۴ BC	۷/۳ A	۰/۵۸ C	۸۴ C
	T_3	۵۱۸۹ AB	۱۵۴۷ AB	۲۶/۸ B	۷۳/۴ AB	۹/۷ ABC	۸/۲ A	۰/۷۹ BC	۱۰۹ BC
۸۰	T_4	۵۱۴۵ AB	۱۵۸۴ AB	۲۷/۹ AB	۶۶/۷ AB	۹/۷ ABC	۵/۸ AB	۰/۸۹ BC	۱۶۷ AB
	T_5	۶۱۴۴ A	۱۸۴۹ A	۳۰/۲ A	۶۷/۵ AB	۴/۷ BC	۶/۲ AB	۰/۶۱ C	۱۹۵ A
	T_6	۲۰۶۷ C	۶۳۶ C	۲۸/۳ AB	۶۷ AB	۱۵/۸ A	۴/۶ B	۱/۹۲ A	۱۳۴ ABC
	T_7	۲۹۷۸ BC	۹۳۸ BC	۲۹ AB	۶۲/۳ B	۳/۳C	۵/۹ AB	۱/۴ AB	۱۹۸ A
	T_1	۱۰۸۴۰ A	۳۰۰۹ A	۲۸/۸ A	۷۱ AB	۹/۹ C	۷/۲ ABC	۰/۸۴ B	۱۸۶ ABC
	T_2	۵۸۰۳ BC	۱۷۸۸ AB	۳۱ A	۸۰/۳ A	۱۵/۱ BC	۶ ABC	۰/۹۱ B	۱۴۵ BC
	T_3	۹۹۳۱ AB	۲۸۳۳ A	۲۹/۳ A	۸۱ A	۷/۱ C	۸/۶ AB	۱/۰۷ B	۲۳۰ ABC
۸۱	T_4	۳۲۸۴ C	۸۶۱ B	۲۹ A	۶۷ AB	۲۰/۲ AB	۲/۷ C	۱/۲ AB	۱۰۵ C
	T_5	۵۸۵۱ BC	۱۴۶۱ B	۳۰ A	۷۵ AB	۱۶/۵ BC	۹/۵ A	۱/۵ AB	۱۷۸ ABC
	T_6	۳۷۴۵ C	۱۰۹۹ B	۳۰/۷ A	۶۹/۷ AB	۱۲/۲ BC	۴/۶ ABC	۱/۸ A	۲۶۹ AB
	T_7	۴۸۶۵ C	۱۲۱۸ B	۳۰/۱ A	۵۹/۳ B	۲۸/۱ A	۴BC	۱/۳ AB	۲۹۷ A

از نظر آماری در هر ستون و در هر سال میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد (آزمون دانکن) فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

۱. Water Use Efficieney= کارایی مصرف آب

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

دانه در یک انس پسته نشان داد که در سال اول و سوم بالاترین انس مربوط به تیمارT_7 (۲۹/۶) وT_5 (۳۰/۲) و کمترین آن مربوط به تیمار T_3 است. در سال دوم و چهارم تغییر سیستم آبیاری هیچ‌گونه اثر معنی‌داری را در مورد صفت انس روی تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد از خود نشان نداده است. در سال سوم بیشترین و کمترین تعداد دانه در یک انس به ترتیب مربوط به تیمارهای T_5 وT_3 می‌باشد.

درصد خندانی پسته طبق اعداد به‌دست آمده درجدول شماره ۶ در سال اول و دوم فاقد اختلاف معنی‌دار در تیمارهای مختلف نسبت به هم بود. در سال سوم این فاکتور (درصد خندانی) در تیمارهای T_2 و شاهد (به ترتیب ۷۷/۱۸ و ۷۴/۵۸ درصد) بیشترین و در تیمار T_7 کمترین مقدار (۶۲/۳ درصد) را داشته است. در سال چهارم علاوه بر تیمارT_2، تیمار T_3 نیز نسبت به سایر تیمارهای دیگر دارای افزایش درصد خندانی بوده، تیمارT_7 همانند سال سوم نیز از کمترین درصد خندانی برخوردار بود.

در بین تیمارهای مختلف در سال اول درصد پوکی در تیمار T_5 و تیمار T_7 به ترتیب بیشترین و در تیمار T_6 کمترین رقم بود. در سال دوم نیز فاکتور پوکی در تیمار T_4 نسبت به تیمار T_2 بیشترین میزان را به‌خود اختصاص داد. اعداد به‌دست آمده از سایر تیمارها در این سال بین تیمارهای یاد شده قرار داشتند. تیمار T_6 در سال سوم با ۱۵/۸ درصد دارای بیشترین میزان پوکی بوده است و سایر تیمارها از نظر آماری در یک گروه قرار می‌گیرند. در سال چهارم تیمار T_7 در مقایسه با سایر تیمارها دارای بیشترین درصد پوکی (۲۸/۱) بوده، تیمار T_3 با کمترین درصد پوکی (۷/۱) در همین سال بعد از تیمارهای T_4، T_5، T_2 و شاهد قرار دارد.

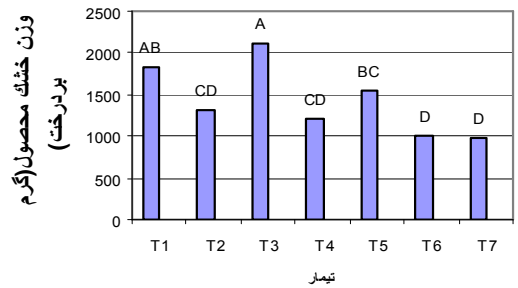
فاکتور رشد رویشی سرشاخه‌ها در اثر تغییر سیستم آبیاری در سال اول در تیمار شاهد بیشترین (۷/۳ سانتی‌متر) و به ترتیب در تیمارهای T_6، T_7، T_4، T_2، T_5 و T_3 کمترین میزان رشد را داشت(جدول۶). در سال دوم این اثرات در کلیه تیمارهای مورد آزمایش یکسان بوده و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود نداشت. در سال سوم تیمارهای T_2 و T_3 نسبت به سایر تیمارها به ترتیب ۷/۳ و ۸/۲ سانتی‌متر بیشترین رشد رویشی سرشاخه را به‌خود اختصاص دادند. در سال چهارم تیمار T_5 با ۹/۵ سانتی‌متر رشد رویشی سرشاخه‌ها در جایگاه اول قرار گرفته و تیمارهای T_3، شاهد، T_2، T_6، T_7 و T_4 به ترتیب در مراتب بعدی بودند.

عامل زودخندانی که به‌عنوان یک صفت منفی تلقی می‌شود و افزایش آن سبب بالا رفتن آلودگی پسته به آفلاتوکسین می‌باشد (۳۰)، در سال اول در تیمارهای T_6 با ۱/۴ درصد و T_5 با ۰/۷۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را نسبت به تیمارهای دیگر داشتند. در سال دوم(۱۳۷۹) آزمایش تیمارهای T_7 و T_6 به‌ترتیب با مقادیر ۰/۹۳و۰/۹۲ درصد دارای بیشترین زودخندانی بوده، سپس به ترتیب T_4 با ۰/۷۹ درصد و تیمارهای T_1، T_2 و T_3 در گروه آماری بعد وتیمار T_5 با کمترین میزان زودخندانی به مقدار ۰/۵ درصد در آخرین گروه قرار گرفت. در سال سوم آزمایش تیمار T_6 با ۱/۹۲ درصد بیشترین و تیمار T_2 با ۰/۵۸ درصد کمترین میزان زودخندانی را به خود اختصاص داد(جدول۶). در سال چهارم (۱۳۸۱) تیمار T_6 در مقایسه با تیمارهای دیگر دارای بیشترین زودخندانی (۱/۸ درصد) بود و تیمارهای شاهد، T_2، T_3، T_7، T_5 و T_4 در مراتب بعدی قرار گرفتند.

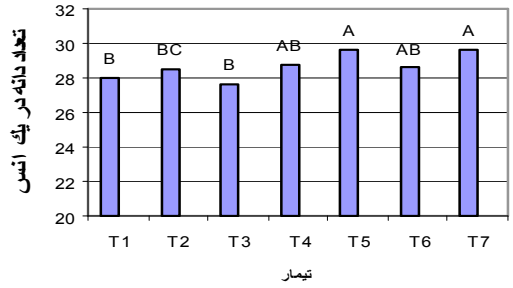
با توجه به این‌که آب مصرف شده در تیمارهای مختلف یکسان نبوده است، کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف محاسبه گردید. نتایج نشان داد تیمارهای آبیاری زیر سطحی در مقایسه با تیمار شاهد (T_1) کارایی مصرف آب بیشتری دارند، به‌طوری‌که درکلیه سال‌ها بالاترین میزان تولید محصول به ازای میزان آب مصرفی مربوط به تیمارهای T_7 و T_6 بوده است (جدول۶). این نتایج نشان می‌دهند در سال اول بیشترین و کمترین بازده مصرف آب مربوط به تیمارهای T_7 وT_2 به‌ترتیب به میزان ۲۷۰ و ۲۶ گرم بر مترمکعب می‌باشد، تحت همین شرایط تیمار شاهد بازدهی برابر با۷۴ گرم بر مترمکعب داشته است. در سال‌های دوم وسوم نیز

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

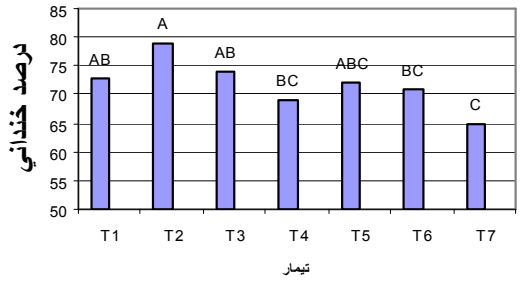
[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]



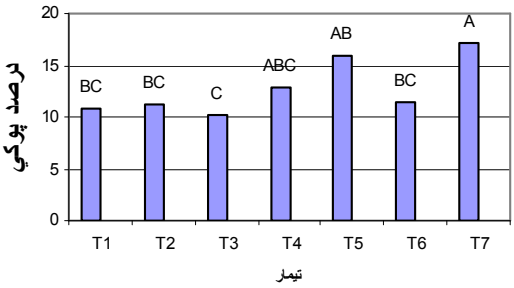
شکل۱ . میانگین وزن خشک محصول تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش



شکل۲. میانگین تعداد دانه در یک انس محصول تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش



شکل۳. میانگین درصد خندانی محصول تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش



شکل۴. میانگین درصد پوکی محصول تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش

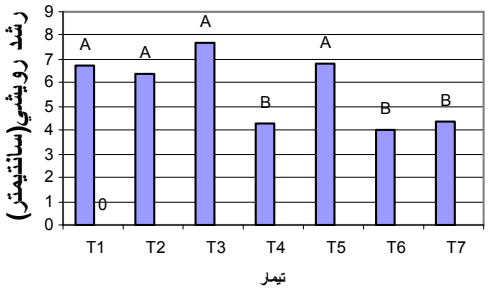
حداکثر وحداقل بازده کاربرد آب به‌ترتیب مربوط بـه تیمارهـای T_7 و شاهد بود اما در سال پایانی آزمایش کماکان T_7 بـا تولیـد محصول خشک ۲۹۷ گرم بالاترین و تیمار T_4 با میزان محصول ۱۰۵ گرم بر مترمکعب کمترین مقدار تولید را داشته است.

۲. اثر تیمارها بر صفات کمـّی و کیفی محصول در کل مدت آزمایش

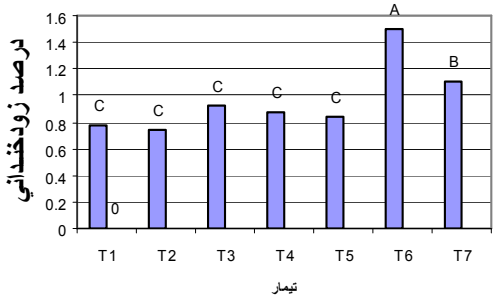
تجزیه مرکب ۴ ساله صفات مختلـف انجـام شـد کـه مقایـسه میانگین‌های مربوط به هر صفت در شـکل‌هـای ۱ تـا ۷ آورده شده است. شکل ۱ مقایسه میـانگین عملکـرد خـشک ۴ سـاله تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد محـصول خشک به‌ترتیب مربوط به تیمارهای T_3 و T_1 با متوسط تولید محصول به‌ترتیب ۲۱۱۴ و ۱۸۲۳ گرم در هر درخت می‌باشـد که ازنظر آماری این تیمارها در یک گروه قرار می‌گیرنـد ولـی اختلاف بین تیمار شـاهد(T_1) وتیمارهـای T_3 و T_5 معنـی‌دار نبوده و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار می‌باشـد. تیمارهـای T_3 و T_7 به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۲۱۱۴ و ۹۸۲ گرم در هر درخت بیشترین و کمترین محصول را داشته‌اند و T_2 و T_4 نیز به‌ترتیب با میانگین‌هـای عملکـرد ۱۳۲۴ و ۱۲۱۷ نیـز در یـک گروه آماری قرار گرفته‌اند. شکل۲ نشان می‌دهد که پسته‌هـای درشت‌تر با کمترین تعداد دانه در یک انس پسته (۲۸/۵ گـرم) در طول دوره آزمایش (میانگین۴ ساله) به تیمارهـای T_3 و T_1 تعلق دارند و ریزترین پسته‌ها به ترتیب مربوط بـه تیمارهـای T_5 و T_7 می‌باشند و بین تیمـار شـاهد (T_1) و تیمارهـای T_2، T_3، T_4 وT_6، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد. در شـکل ۳ مـشخص اسـت کـه تیمارهـای T_2 و T_7 بـه ترتیـب بیـشترین و کمتـرین (۷۹ و ۶۵ درصـد) میـانگین خنـدانی را درطول مدت اجرای طرح داشته‌اند. سایر تیمارها (T_3، شـاهد، T_5 ، T_6 و T_4) از نظر آماری در یک گروه و بـین تیمارهـای T_2 وT_7 قرار دارنـد. هـم‌چنـین پـوکی در تیمـار T_7 بیـشترین درصد (۱۷/۲) را به‌خـود اختـصاص داده، و تیمـار T_3 (۱۰/۳ درصد) اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد بـا تیمارهـای T_5 و T_7 داشته است (شکل ۴). از نظر اثر بـر رشـد رویـشی

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

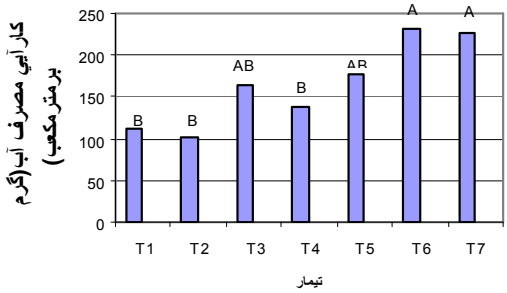
[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]



شکل۵ . میانگین رشد رویشی تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش



شکل۶ . میانگین درصد زودخندانی تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش



شکل۷. میانگین مقادیر مختلف کارآیی مصرف آب تیمارهای مختلف در طول مدت آزمایش

سرشاخه‌ها، تیمارهای آزمایشی را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول شامل تیمارهای T_1، T_2، T_3 و T_5 که میزان رشد رویشی سرشاخه‌ها در آنها بیشتر از گروه دوم شامل تیمارهای T_4 ، T_6 ، T_7 بوده است. در حالی‌که بین این دو گروه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد (شکل ۵). میانگین ۴ ساله نتایج زودخندانی نشان می‌دهد(شکل ۶) که بین تیمارشاهد با میزان زودخندانی ۰/۷۷درصد و تیمارهای T_2، T_3، T_4، T_5 اختلاف معنی‌دار وجود ندارد و تیمارهای T_6 و T_7 به‌ترتیب با مقادیر زودخندانی ۱/۵و ۱/۱ درصد دارای بیشترین زودخندانی در مقایسه با سایر تیمارها در طول مدت انجام این آزمایش بوده‌اند. میانگین ۴ ساله کارایی مصرف آب نشان می‌دهد (شکل ۷) که بالاترین عملکرد به ازای یک مترمکعب آب مصرف شده مربوط به تیمارهای T_6 و T_7 به ترتیب به میزان ۲۳۳ و ۲۲۷ گرم محصول خشک و کمترین میزان محصول خشک با همان میزان آب مربوط به تیمارهای T_1 ، T_2 و T_4 (بدون اختلاف آماری در سطح ۵ درصد) به ترتیب به میزان ۱۰۲، ۱۱۲ و ۱۳۹ گرم می‌باشد. نتایج مربوط به WUE نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد (T_1) و تیمارهای T_2، T_3، T_4 و T_5 می‌باشد. تیمارهای T_6 و T_7 در گروهی مستقل از تیمار شاهد قرار می‌گیرند و اختلاف معنی‌داری بین T_6 و T_7 و تیمارهای T_5 و T_3 نیز مشاهده نمی‌گردد.

۳. تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) در اعماق مختلف خاک و فواصل مشخص از درخت

نتایج سالانه تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در انتهای سایه انداز تیمارهای مختلف در جدول ۷ و نتایج تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در اعماق مختلف خاک و فواصل مختلف از تنه درختان در پایان آزمایش در شکل ۸ ارائه شده است. آبشویی زمستانه به روش سنتی (غرقابی) در طول مدت آزمایش انجام نگردید. با توجه به هدایت الکتریکی آب مورد استفاده، الگوی توزیع نمک در شرایط آبیاری زیر سطحی ارزیابی شد تا در کاربردی نمودن نتایج حاصل از اجرای این طرح استفاده شود. با مقایسه روند

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

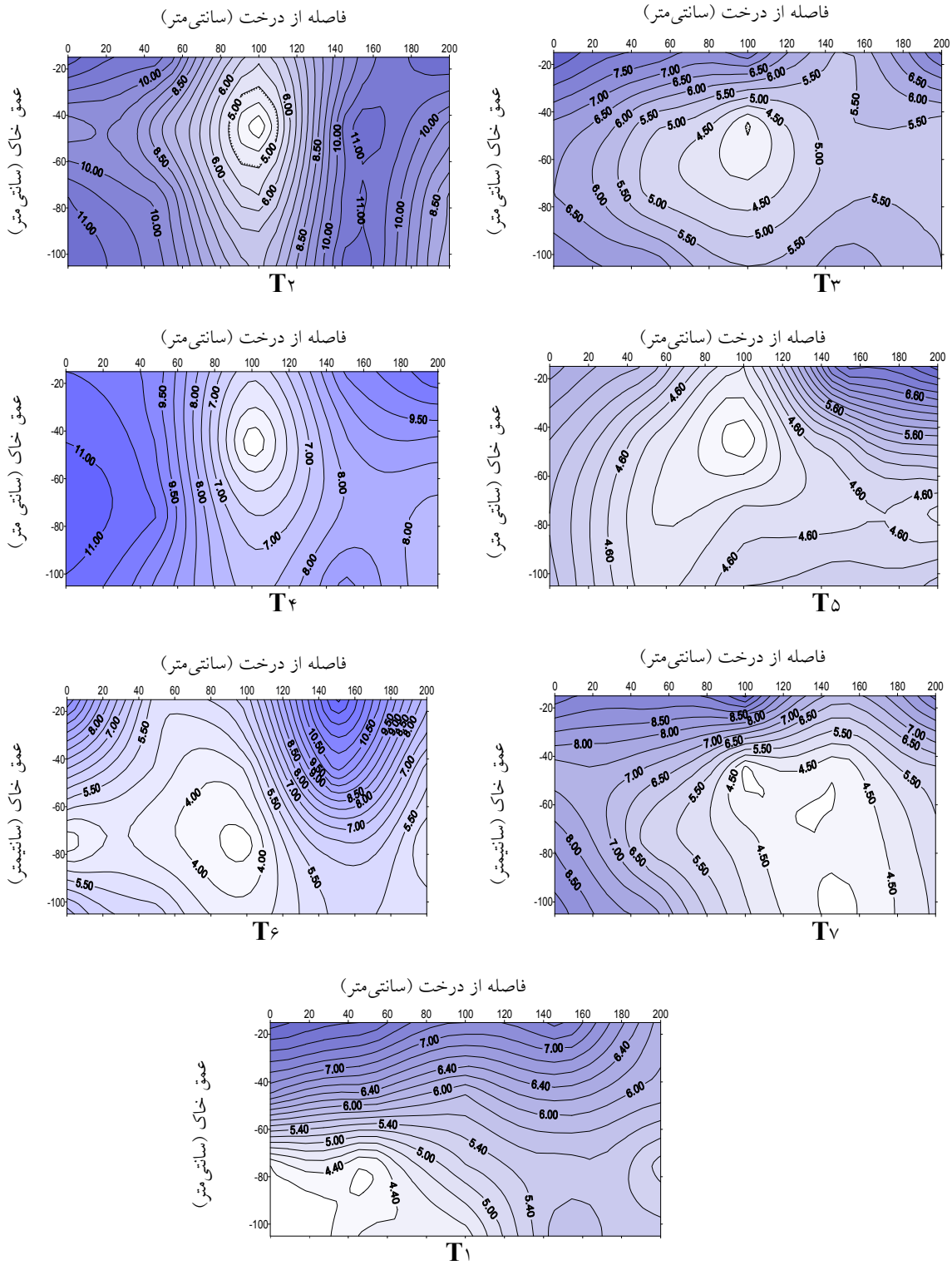
[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

جدول ۷ . شوری عصاره اشباع خاک (دسی زیمنس بر متر) تیمارهای آزمایش در انتهای سایه انداز درختان پسته درپاییز سال‌های مختلف

تیمارها	عمق خاک (سانتی‌متر)	سال ۱۳۷۷	سال ۱۳۷۸	سال ۱۳۷۹	سال ۱۳۸۰	سال ۱۳۸۱
آبیاری سنتی (غرقابی- تیمار شاهد) T_1	۰-۳۰	۴/۳	۴/۲	۵/۵	۵/۴	۶/۱
	۳۰-۶۰	۳/۵	۳/۷	۴/۷	۴/۲	۵/۹
	۶۰-۹۰	۴/۱	۴/۰	۵/۲	۵/۵	۵/۱
	۹۰-۱۲۰	۴/۵	۴/۷	۵/۹	۵/۸	۵/۵
	میانگین	۴/۱	۴/۱	۵/۳	۵/۷	۵/۶
آبیاری زیر سطحی T_2	۰-۳۰	۴/۶	۱۱/۵	۱۱/۸	۱۲/۹	۱۱/۲
	۳۰-۶۰	۳/۷	۷/۱	۷/۱	۷/۹	۸/۰
	۶۰-۹۰	۴/۱	۸/۳	۷/۹	۸/۱	۸/۳
	۹۰-۱۲۰	۴/۷	۱۰/۵	۸/۸	۸/۶	۸/۸
	میانگین	۴/۲	۱۱/۱	۱۰/۱	۸/۶	۹/۱
آبیاری زیر سطحی T_3	۰-۳۰	۳/۹	۹/۰	۸/۱	۶/۸	۷/۳
	۳۰-۶۰	۲/۸	۵/۱	۶/۳	۵/۷	۶/۱
	۶۰-۹۰	۳/۱	۵/۱	۶/۲	۶/۷	۷/۷
	۹۰-۱۲۰	۳/۰	۵/۴	۶/۵	۷/۴	۷/۸
	میانگین	۳/۲	۶/۲	۶/۷	۶/۶	۶/۱
آبیاری زیر سطحی T_4	۰-۳۰	۴/۸	۱۰/۳	۹/۹	۱۱/۴	۱۱/۵
	۳۰-۶۰	۳/۲	۴/۴	۷/۲	۹/۱	۹/۳
	۶۰-۹۰	۳/۲	۴/۵	۶/۱	۷/۸	۷/۹
	۹۰-۱۲۰	۳/۱	۴/۷	۶/۴	۷/۰	۷/۵
	میانگین	۳/۷	۶/۳	۷/۴	۸/۸	۹
آبیاری زیر سطحی T_5	۰-۳۰	۴/۶	۹/۵	۷/۲	۸/۶	۶/۸
	۳۰-۶۰	۳/۱	۶/۴	۵/۳	۴/۵	۴/۵
	۶۰-۹۰	۴/۱	۵/۷	۵/۳	۵/۲	۴/۶
	۹۰-۱۲۰	۴/۸	۶/۵	۶/۷	۵/۰	۴/۸
	میانگین	۴/۲	۷	۶/۷	۵/۸	۵/۲
آبیاری زیر سطحی T_6	۰-۳۰	۴/۳	۹/۳	۸/۱	۶/۳	۷/۵
	۳۰-۶۰	۳/۱	۶/۱	۵/۰	۴/۷	۵/۵
	۶۰-۹۰	۳/۱	۴/۲	۴/۵	۵/۲	۴/۳
	۹۰-۱۲۰	۲/۸	۳/۶	۴/۰	۴/۶	۵/۱
	میانگین	۳/۳	۵/۳	۵/۴	۵/۲	۵/۶
آبیاری زیر سطحی T_7	۰-۳۰	۳/۸	۷/۷	۹/۰	۸	۸/۱
	۳۰-۶۰	۳/۱	۴/۸	۵/۱	۵/۸	۵/۲
	۶۰-۹۰	۲/۹	۴/۲	۴/۳	۵/۲	۵/۴
	۹۰-۱۲۰	۳/۸	۴/۶	۵/۳	۵/۸	۵/۵
	میانگین	۳/۴	۵/۳	۵/۹	۶/۲	۶

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]



شکل ۸ . چگونگی توزیع املاح در محدوده توسعه ریشه درختان پسته در تیمارهای مختلف

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

تغییرات سالانه هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در انتهای سایه انداز درختان تیمارهای مختلف مشخص می‌شود که تغییرات در سال اول آزمایش افزایشی بوده است (جدول ۷) اما در سال‌های بعد تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک نسبتاً ثابت بوده است، بنابراین با این نتایج انجام آبشویی پس از برداشت محصول در روش آبیاری زیر سطحی در شرایط مختلف عمق آب به‌کار رفته و دورهای مختلف آبیاری چندان ضروری به‌نظر نمی‌رسد و برای اظهار نظر نهایی باید به چگونگی توزیع شوری خاک در پایان آزمایش مراجعه نمود تا تحلیل قطعی به‌عمل آید. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در مواردی‌که اعماق آب به‌کار رفته بیشتر و یا دور آبیاری کوتاه‌تر بوده است در مقایسه با اعماق آب به‌کار رفته کمتر و دورهای آبیاری طولانی‌تر فزونی داشته است. بر این اساس در مواردی‌که استفاده از سیستم آبیاری زیر سطحی در باغ‌های پسته با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بیشتر از شرایط انجام این آزمایش مد نظر باشد، استفاده از حجم‌های زیاد آب با دورهای آبیاری کوتاه به‌ویژه در سال‌های آغازین توصیه نمی‌شود. حتی در دور و عمق‌های مناسب آبیاری در شرایط شور توصیه می‌شود کاربرد روش‌های آبیاری زیر سطحی باید با احتیاط بیشتر وکسب آگاهی از وضعیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در طول سال اول انجام پذیرد، تا در صورت بالا رفتن هدایت الکتریکی عصاره اشباع، نسبت به آبشویی خاک در طول فصل رشد به روش سنتی (غرقابی) اقدام شود. ضمناً میزان بارندگی سالانه شهرستان کرمان در سال‌های آزمایش (از ۱۳۷۸ الی ۱۳۸۱) به ترتیب ۶۱/۷، ۹۵/۱، ۹۲/۱ و ۱۳۱ میلی‌متر بوده است(۳).

نتایج تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در اعماق مختلف خاک و فواصل مختلف از تنه درختان در پایان آزمایش در شکل ۸ ارائه شده است. این نتایج نشان داد وضعیت پراکنش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در تیمارهای آبیاری زیر سطحی با دور آبیاری ۷ روزه در مقایسه با تیمارهای دور ۱۴ روزه وضعیت نامساعدتری داشته است، به‌طوری‌که شوری در منطقه ریشه این تیمارها افزایش یافته است. اما در دورهای آبیاری ۱۴ روزه با بهبود توزیع افقی شوری در منطقه ریشه‌ها، این فاکتور وضعیت متعادل‌تری دارد. بنابراین کاربرد حجم‌های بیشتر آب در هر نوبت آبیاری باعث توزیع مناسب‌تر نمک‌های خاک در تیمارهای دور آبیاری ۱۴ روزه شده است، این مطلب به وضوح در تیمارهای $T_۶$ و $T_۷$ مشاهده می‌گردد، به‌طوری‌که در شکل ۸ مشخص شده است با این‌که این دو تیمار مقدار آب یکسان دریافت نموده‌اند، اما توزیع شوری در خاک محدوده ریشه‌ها در تیمار $T_۷$ مناسب‌تر از تیمار $T_۶$ می‌باشد، لذا توزیع شوری در دورهای آبیاری ۱۴ روزه در قیاس با دور ۷ روزه مناسب‌تر می‌باشد.

بحث

تحلیل کلی روی نتایج مربوط به دور آبیاری در آبیاری زیر سطحی نشان دهنده برتری دور آبیاری ۱۴بر ۷ روز در شرایط انجام این آزمایش می‌باشد. به‌طوری‌که نتایج حاصل از اعمال تیمارها روی عوامل مختلف کمّی و کیفی محصول نشان دهنده این برتری است. هم‌چنین وضعیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در تیمارهای آبیاری دور۱۴ روزه در مقایسه با تیمارهای مشابه دور آبیاری۷ روزه به‌مراتب بهتر بود. در مواردی که استفاده از سیستم آبیاری زیر سطحی در باغ‌های پسته با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بیشتر از شرایط انجام این آزمایش مد نظر باشد، استفاده از دورهای آبیاری کوتاه به‌ویژه در سال‌های آغازین توصیه نمی‌شود. حتی در دور و عمق‌های مناسب آبیاری در شرایط شور توصیه می‌شود کاربرد روش‌های آبیاری زیر سطحی با احتیاط بیشتر و کسب آگاهی از وضعیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به‌ویژه در طول سال اول انجام پذیرد، تا در صورت بالا رفتن هدایت الکتریکی عصاره اشباع، نسبت به آبشویی خاک در طول فصل رشد به بروش سنتی (غرقابی) اقدام شود.

از آنجایی که بهره‌برداری سیستم‌های آبیاری تحت فشار با هدف پایین آوردن مصرف آب آبیاری می‌باشد لذا تیمار $T_۵$ با

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

دور آبیاری ۱۴روزه یعنی کاربرد آب به میزان ۴۰ درصد تبخیر از تشت از مزیت نسبی برخوردارمی باشد. مقایسه بین T_5 وتیمار شاهد نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین صفات درصد پوکی وخندانی، رشد رویشی سرشاخه‌ها، زودخندانی وکارایی مصرف آب در طول مدت انجام آزمایش می‌باشد. مهم‌ترین برتری T_5 بر تیمار شاهد وتیمارهای T_2 و T_3 درمسأله کارایی مصرف آب بین تیمارهای مذکور می‌باشد، به‌طوری‌که نتایج نشان داد به ازای مصرف یک متر مکعب آب تیمارهای T_1 و T_2 T_3 و T_5 به ترتیب ۱۱۲، ۱۰۲، ۱۶۴و ۱۷۷ گرم محصول خشک تولید می‌شود که حاکی از برتری تیمار T_5 می‌باشد.

در سال شروع اعمال تیمارها رشد رویشی تیمارهای آبیاری زیر سطحی در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داشته است به‌طوری‌که این شوک در سال دوم روی عملکرد محصول اثر منفی گذاشت. این نتایج نشان داد در سال شروع آزمایش صرفاً بین رشد رویشی تیمار شاهد و T_3 تفاوت قابل توجهی وجود ندارد. در سال دوم آزمایش بیشترین عملکردمربوط به تیمار T_3 بوده است این تیمار در سال اول بیشترین رشد رویشی را دارا بوده است. این بدان معنی است که بهترین راهبرد برای تغییر سیستم آبیاری استفاده از حجم زیاد آب خصوصاً در سال‌های نخست تغییر سیستم آبیاری می‌باشد و در صورت کمبود آب آبیاری می‌توان در سال‌های بعد نسبت به کم نمودن آب مصرفی اقدام نمود. بر اساس نتایج مربوط به کارایی مصرف آب تیمارهای T_6، T_7 از بهترین شرایط برخوردار بوده و از نظر آماری با تیمارهای T_5 و T_3 در یک گروه قرار می‌گرفتند اما با توجه به این‌که تیمارهای T_6 و T_7 از نظر رشد رویشی، درصد زودخندانی و عملکرد در واحد سطح در وضعیت مناسبی قرار ندارند، لذا تیمارهای T_3 در شرایطی که باغداران آب کافی در اختیار داشته باشند و تیمار T_5 در مواردی‌که آب کافی در اختیار ندارند، قابل توصیه می‌باشند.

در شرایط انجام این آزمایش و شرایط مشابه یعنی میزان مناسب هدایت الکتریکی آب آبیاری (۳ دسی زیمنس بر متر)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک اغلب تیمارها به دلیل سبک بودن بافت خاک در حد نسبتاً قابل قبول بوده است و تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی بر روی درختان بارور پسته امکان‌پذیر می‌باشد. آنچه مسلم است با مصرف آب به میزان ۶۰ درصد تبخیر از تشت کلاس الف (۷۱۷۴ مترمکعب درهکتار) با دور آبیاری ۱۴ روز (تیمارT_3) بدون هیچ مشکلی می‌توان از سیستم آبیاری زیر سطحی به منظور تغییر سیستم آبیاری بهره گرفت زیرا علاوه بر صرفه جویی در آب و مناسب بودن توزیع شوری، از نظر اکثر صفات مورد سنجش (وزن خشک محصول، تعداد دانه در انس، خندانی، پوکی، رشد رویشی، زود خندانی و کارایی مصرف آب) دارای وضعیت مطلوبی در مقایسه با سایر تیمارها می‌باشد. بنابراین به‌عنوان بهترین تیمار در شرایط انجام این تحقیق معرفی می‌گردد. در شرایطی که باغداران از نظر میزان آب آبیاری در مضیقه نباشند، می‌توانند با این حجم آب و بدون دغدغه خاطر از سیستم آبیاری زیر سطحی بهره‌گیری نمایند و در عین حال صرفه جویی نسبتاً مناسبی نیز در مقایسه با روش آبیاری سنتی (غرقابی) داشته باشند(حدود ۲۰ درصد). اما در شرایطی که باغداران از نظر میزان آب در مضیقه باشند، با مصرف آب به میزان ۴۰ درصد تبخیر از تشت کلاس الف(۴۷۸۳مترمکعب در هکتار) و با دور آبیاری ۱۴روزه(تیمار T_5) نیزمی توان به عملکرد قابل قبول در مقایسه با روش آبیاری سنتی (غرقابی) (تیمارT_1) دست یافت و حدود ۴۷ درصد در مصرف آب صرفه جویی کرد. کاربرد آب به میزان ۲۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس الف (۲۳۹۲ مترمکعب در هکتار) به‌دلیل کاهش قابل ملاحظه در عملکرد، رشد رویشی و افزایش قابل ملاحظه زودخندانی در مقایسه با تیمار شاهد قابل توصیه نمی‌باشد (تیمارهایT_6 وT_7). در این خصوص کوهستانی (۷) با روش آبیاری زیرسطحی و مؤذن پور(۱۰) با روش آبیاری قطره‌ای نیز با مقدار آب مصرفی به میزان ۲۰ در صد تبخیر از تشت کلاس الف را در مقایسه با روش سنتی (غرقابی)، سبب افت شدید محصول دانسته است.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که ذکر شد این آزمایش در شرایط آب و هوایی شهرستان کرمان انجام پذیرفت، خاک باغ‌دارای بافت لومی شنی و هدایت الکتریکی آب آبیاری به میزان ۳ دسی زیمنس برمتر بود. لذا تحت این شرایط، تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی باحداقل مصرف آب به مقدار ۴۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس الف (به میزان تقریبی ۴۷۰۰ مترمکعب در هکتار) با دور آبیاری ۱۴ روزه و در نظر گرفتن توزیع مناسب آبیاری متناسب با نیاز آبی درختان پسته متاثر از مقادیر مربوط به تبخیرهای انجام شده از تشت تبخیر کلاس الف امکان‌پذیر می‌باشد.

پیشنهاد می‌گردد در صورت استفاده از روش آبیاری زیر سطحی، در پائیز هر سال از انتهای سایه انداز درختان در اعماق مختلف نمونه خاک تهیه وهدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شود تا چنانچه این فاکتور بالاتر از۸ دسی زیمنس برمتر(۲۰) افزایش یافته باشد، با انجام آبشوئی‌های لازم در فصول پائیز و زمستان نسبت به پایین آوردن شوری خاک در حد مناسب اقدام گردد.

سپاسگزاری

در انجام مراحل مختلف این تحقیق مدیریت مؤسسه تحقیقات پسته کشور وکلیه واحدهای تابعه همکاری صمیمانه‌ای داشتند که بدین‌وسیله از زحمات آنها سپاسگزاری می‌گردد. هم‌چنین از محققین بخش آبیاری و تغذیه موسسه تحقیقات پسته کشور به‌ویژه آقایان مهندس فرامرز صالحی ومنصور موذن پور تشکر میگردد. از تکنیسین طرح آقای محمدرضا نیکویی وکلیه همکاران وقت ایستگاه تحقیقات پسته کرمان به‌ویژه آقایان مرحوم محمود درون پرور و حسین قاسمی که در مراحل مختلف این طرح همکاری و مساعدت لازم را فرمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. از سرکارخانم معصومه سالاری که زحمت تایپ را برعهده داشتند سپاسگزاری می‌نماید.

منابع مورد استفاده

۱. ارشادی، م. ۱۳۷۴. بررسی تأثیر فسفر روی عملکرد پسته. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
۲. اشرفی، ش.، ه. افشار، ف. تاجیک، ن. حیدری، ف. عباسی، ن. نادری، د. نیک نژاد، و ب. یار قلی. ۱۳۸۵. یک دهه تلاش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج.
۳. سازمان هواشناسی کشور. ۷۸-۱۳۷۷، ۷۹-۱۳۷۸، ۸۰-۱۳۷۹ و ۸۱-۱۳۸۰. سالنامه‌های هواشناسی. اداره کل آمار و فن آوری اطلاعات هواشناسی، وزارت راه و ترابری.
۴. شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان. ۱۳۷۰. امور مطالعات منابع آب. گزارش مطالعات دشت‌های رفسنجان.
۵. علیزاده، ا. ۱۳۷۸. *رابطه آب و خاک گیاه*. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.
۶. علیزاده ا. ۱۳۸۰. *اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای*. چاپ دوّم، دانشگاه امام رضا (ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
۷. کوهستانی، ش. ۱۳۷۵. مقایسه دو روش آبیاری زیر سطحی و آبیاری سنتی (غرقابی) متداول منطقه بر روی پسته. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۸. مرادمند، ر. ۱۳۶۵. بررسی شرایط آب وهوایی و اقلیمی استان کرمان. نشریه شماره ۱۶ اداره خاک‌شناسی و حاصلخیزی خاک استان کرمان.
۹. موذن پور، م. ۱۳۷۳. بررسی میزان مقاومت درختان پسته به خشکی و تعیین مناسب‌ترین دور و عمق آبیاری. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]

۱۰.مؤذن پور، م.، ا. محمدی محمدآبادی، ا. آزاد، س. مهدیزاده و ن. محمدی. ۱۳۸۶. بررسی اثر تغییر سیستم آبیاری از روش سطحی به قطره‌ای روی درختان پسته. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.

11. Bhattarai, S.P., S. Huber and D.J Midmore. 2004. Effects of regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. Ann. Appl. Biol. 144: 285-298.
12. Braud, H. and F.B. Schmitz. 1965. Subirrigation: a new looks an old method. Louisiana Agric. 8:6-7.
13. Bryan, B.B and G. Baker. 1964. Small diameter plastic pipe for use in subirrigation. Arkansas Farm Res. 13:7-10.
14. Camp, C.R. 1998. Subsurface drip irrigation: A Review. Trans. ASAE 41(5): 1353-1367.
15. Cole, T.E. 1971. Subsurface and trickle irrigation. A survey of potentials and problems. Reactor Technology, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn.
16. Davis. S. 1967. Subsurface irrigation. Agric. Eng. 48: 654-655.
17. Davis, S. and S.D. Nelson. 1970. Subsurface irrigation today and tomorrow in California. Irrigation Symp. University of Nebraska, Lincoln.
18. Doster, M.A. 2001. Insufficient spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. California Agric. 55: 454-459.
19. Edlin. F.F. 1970. Progress report on mechanical subsoil irrigation. Arizona State Univ., USA.
20. Ferguson, L. 2000. Potential for utilizing blended drainage water for irrigating west side, San Joaquin valley pistachios Department of Pomology, university of California, Davis. Final report 2000.
21. Fok, Y.S. and L.S. Willardson. 1971. Subsurface irrigation analysis and design. J. Irrig. and Drain. Eng. 97:449-455.
22. Gilley. J.R. and E.R. Allred. 1974. Infiltration and root extraction from subsurface irrigation laterals. ASCE 72: 927-933.
23. Hagood, M.A. 1972. Automated irrigation is here. Agric. Eng. 53: 16-18.
24. Hoskyn, J.P. and B.B. Brayan. 1969. Subsurface irrigation research in Arkansas. Agric. Exp. Sta. Univ. of Arkansas. Rep. No. 179, Fayetteville, Ark.
25. Hosseinifard, J., H. Rezaee and A.Ziyaeeyan. 2005. Effects of K, Fe and Zn sulfate application on leaf nutrients and nut quality of mature pistachio trees. IV International Pistachio & Almond Symposium, Tehran, Iran.
26. Pohjakas, K. 1966. Distribution rates and patterns from plastic subirrigation pipe. Agric. Eng. 8:37-38.
27. Romero, P., P. Botia and F. Garcia. 2004. Aerated subsurface irrigation water gives growth and yield benefits to zucchini, vegetable soybean and cotton in heavy clay soils. Annuals Appl. Biol. 144:285-298.
28. Sepaskhah, A.R., S.A. Sichani and B. Bahrani. 1976. Subsurface and furrow irrigation evaluation for bean production. Trans. ASCE 19:1089-1097.
29. Sichani, S.A. 1974. Evaluation of subsurface irrigation as compared to furrow irrigation system. MSc. Thesis, Pahlavi Univ., Shiraz.
30. Sommer, N.F., J.R. Buchanan and R.J. Fortlage. 1986. Relation of early splitting and tattering of pistachio nuts to aflatoxin in orchard. Phytopathol. 76:692-694.
31. Zetzsche. J. B. and J. S. Newman. 1966. Subirrigation with plastic pipe. Agric. Eng. 47: 74-75.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.4.7]