

تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت پسته در شهرستان انار استان کرمان

ابوالفضل علی اکبری^۱ و شاخرخ زند پارسا^{۲*}

۱- دانشجوی سابق دکتری بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲- نویسنده مسئول، استاد بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. zandparsa@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۵

چکیده

درختان پسته نیاز آبی نسبتاً زیادی دارند ولی نسبت به تنش کم آبی و شوری در مناطق خشک و نیمه خشک ایران خیلی مقاوم هستند. به علت محدودیت منابع آب در ایران، ضرورت دارد تا برای رسیدن به کمیت و کیفیت محصول از کم آبیاری استفاده کرد. به منظور تعیین اثر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت پسته رقم اکبری، آزمایش هایی روی این درختان واقع در منطقه جوادیه شهرستان انار در استان کرمان طی سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام گرفت. این آزمایش ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با تیمارهایی شامل ۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد آبیاری معمول منطقه (به ترتیب A، B، C، D و E) با ۳ تکرار انجام گرفت. اثر تیمارهای مختلف بر شاخص های مهم رشد شامل درصد خندانی، درصد ریزش جوانه ها، تعداد جوانه های زایشی در هر درخت، شاخص سطح برگ و عملکرد پسته اندازه گیری گردید. به طور کلی، این نتایج نشان داد که درصد خندانی، تعداد جوانه های زایشی در هر درخت و عملکرد در تیمارهای A، B و C از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی دار نداشتند و با کاهش یا افزایش مقدار آبیاری معمول منطقه به اندازه ۲۰ درصد، هیچ تأثیری در درصد خندانی، تعداد جوانه های زایشی در هر درخت و مقدار عملکرد پسته حاصل نشد. علاوه بر این، بیشترین مقدار شاخص سطح برگ و درصد ریزش جوانه ها به ترتیب در تیمارهای A و E مشاهده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه، آبیاری با ۸۰ درصد مقدار معمول منطقه (۹۷۹ میلی متر در سال) به عنوان مناسب ترین تیمار کم آبیاری شناخته شد که می تواند کمترین تأثیر سوء را بر کمیت و کیفیت محصول پسته داشته باشد.

کلید واژه ها: پسته، آبیاری، عملکرد، کرمان، رقم اکبری.

مقدمه

با افزایش رشد سریع جمعیت، تقاضا برای منابع محدود زمین نیز افزایش یافته است. در میان این منابع، آب به عنوان یک ماده حیاتی از اهمیت بیشتری برخوردار است. بخش عمده ای از مصرف آب در جهان برای آبیاری است.

پسته از جمله مهمترین محصولات کشاورزی و یکی از محصولات ارز آور کشور محسوب می شود و همچنین به عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی دارا می باشد.

با توجه به نیاز آبی پسته، کمبود آب برای تولید مناسب آن یکی از معضلات مهم کشور به شمار می آید (عنابی میلانی، ۱۳۸۱). به دلیل کاهش منابع آبی و افزایش دور آبیاری در باغ های ایران، درختان پسته دچار تنش های متعدد ناشی از کمبودهای اخیر شده اند. علاوه بر این، حذف آبیاری درختان بارور پسته در طی مراحل مختلف رشد (از اواسط فروردین تا اواسط شهریور) می تواند تأثیر

قابل ملاحظه ای روی کمیت و کیفیت پسته های تولید شده داشته باشد (صدقاتی و حکم آبادی^۱، ۲۰۱۵). از طرف دیگر، با توجه به کمبود شدید منابع آب، آبیاری کامل برای درختان پسته قابل توصیه نبوده و در این شرایط برای کسب حداکثر بازده راندمان آب مصرفی و با بازدهی اقتصادی حداکثر، بالاجبار آبیاری بایستی کمتر از نیاز پتانسیل گیاه و به صورت کم آبیاری انجام گیرد (فرشی، ۱۳۷۹). کم آبیاری^۲ روشی است که بر اساس آن ضمن وارد نیامدن خسارت شدید به گیاه در اثر تنش خشکی، در مقدار آب آبیاری صرف جویی می شود (سالمی و مشرف، ۱۳۸۵).

فن و همکاران^۳ (۱۹۸۵) در کالیفرنیا درختان پسته بارور را تحت تیمارهای آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق^۴ به روش قطره ای قرار دادند. تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد باعث کاهش معنی

1- Sedaghati and Hokmabadi

2- Deficit irrigation

3- Phene et al.

4- Crop evapotranspiration (ETc)

با حذف یک نوبت آبیاری در خرداد ماه در ایالت کالیفرنیا (داستر و میکائیلیدس^۸، ۱۹۹۵) و آبیاری کم درختان پسته از اواسط فروردین تا اواسط خرداد (داستر و همکاران^۹، ۲۰۰۱) به طور چشمگیری درصد پسته های زود خندان افزایش یافت (داستر و میکائیلیدس^{۱۰}، ۱۹۹۵). این محققین اظهار داشتند که این عوامل باعث کاهش عملکرد و کاهش بازآپسندی محصول پسته می شوند. بررسی های انجام شده در ارتباط با اثر تنش خشکی بر زود خندانی و درصد پوکی در طول فصل رشد و نمو میوه درختان پسته نشان می دهد که آبیاری ناقص در ابتدای فصل بهار سبب افزایش زود خندانی در میوه های پسته می شود و همچنین باعث افزایش درصد پوکی می گردد (صداقتی و همکاران^{۱۱}، ۱۳۸۷؛ صداقتی و علیپور^{۱۲}، ۲۰۰۵). از آنجایی که میزان آب ذخیره شده بعد از آبیاری در خاک های با بافت و ساختمان مختلف با یکدیگر فرق می کند و همچنین هر گیاهی قادر به جذب یک مقدار مشخصی از رطوبت می باشد که کمتر از آن قادر به رشد نخواهد بود، حال این سؤال مطرح است که برای یک گیاه مشخص و در یک منطقه خاص، کم آبیاری چه تأثیری روی خواص کمی و کیفی محصول دارد؟ علاوه بر این، کاهش چند درصد نیاز آبی پتانسیل گیاه می تواند از نظر آماری عملکردی یکسان با عملکرد حاصل شده از گیاهان آبیاری شده با ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشته باشد؟ از طرفی استفاده بهینه از آب و در تنش قرار دادن آن در مراحل حساس رشد می تواند روی افزایش عملکرد اثر معنی دار داشته باشد. از این رو اتخاذ تدابیری که بتواند منجر به کاهش مصرف آب و افزایش کارایی آب گردد، بسیار ضروری به نظر می رسد و از این جهت تعیین نیاز آبیاری مناسب برای رسیدن به عملکرد مطلوب پسته حائز اهمیت ویژه ای می باشد. بنابراین، هدف اصلی در این تحقیق تعیین میزان آب آبیاری درختان پسته رقم اکبری بدون کاهش عملکرد در مقایسه با آبیاری معمول در منطقه می باشد. فرض کلی بر این بود که تا اندازه ای کاهش آب آبیاری نمی تواند اثر قابل توجه ای بر شاخص های رشد از جمله عملکرد گیاه پسته داشته باشد. زیرا بنظر می رسد کشاورزان، درختان پسته را بیشتر از مقدار لازم گیاه آبیاری می کنند.

دار در عملکرد و خصوصیات کیفی دانه شدند. در این تحقیق بین تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی داری از نظر میزان عملکرد و خصوصیات دانه مشاهده نشد. گلدنهمر^۱ (۱۹۹۳) تأثیر کم آبیاری را بر درختان پسته مورد بررسی قرار داد و نشان داد که درختان بالغ در فاصله زمانی تشکیل پوسته ی سخت میوه تا شروع رشد سریع مغز نسبت به تنش آبی مقاوم می باشند، بنابراین می توان مصرف آب را در طی این دوره حدود ۵۰ درصد کاهش داد. موناسترا^۲ و همکاران^۳ (۱۹۹۶) در آزمایشی، درختان پسته وارسته لارناکا^۴ را که روی پایه اینتگریمما^۵ پیوند و با فاصله ۶×۶ کاشته شده بودند، با چهار رژیم مختلف آبیاری به روش قطره ای به میزان های ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد مقدار تبخیر و ترقق آبیاری نمودند. قطر تنه به طور کاملاً معنی داری تحت تأثیر حجم آب آبیاری قرار گرفت و سطح مقطع تنه در طی پنج تا هفت سال بعد از کاشت در تیمار ۷۵ درصد بیشترین بود. محققین دیگر نیز نشان دادند که ایجاد تنش در مرحله ای از رشد گیاه پسته می تواند بدون کاهش عملکرد منجر به صرفه جویی آب آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک گردد (صداقتی و حکم آبادی، ۲۰۱۵؛ ممای و همکاران^۶، ۲۰۱۶). با توجه به موارد ذکر شده در بالا، اجرای برنامه های تحقیقاتی برای برنامه ریزی و مدیریت صحیح آبیاری در مزارع کشاورزی و باغات به عنوان یکی از گزینه های به زراعی، امری لازم و ضروری است. در مطالعه ای دیگر، موناسترا و همکاران (۱۹۹۴) تأثیر مقادیر مختلف آبیاری را بر رشد رویشی، رسیدگی محصول، میزان تولید و خندانی دانه های پسته رقم لارناکا مورد مطالعه قرار دادند. تأثیر مثبت آبیاری بر درختان پسته از نظر رشد رویشی و تولید محصول تجاری آنها، مشخص شد. علاوه بر این، آبیاری باعث افزایش توسعه و رشد تنه، شاخص سطح برگ و تعداد گل ها روی شاخه ها گردید. هر چند که اثر آبیاری ابتدا بر خصوصیات کیفی و کمی دانه و افزایش تعداد گل ها به ازاء درخت نمایان می شود، اما سطوح بالای آبیاری بر تعداد میوه به ازای گل تأثیر منفی نشان داد. گیجون و همکاران^۷ (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که کم آبیاری می تواند گزینه مناسبی برای کشت پسته در مناطق با کمبود آب باشد زیرا کم آبیاری منجر به کاهش عملکرد یا درصد خندانی پسته نمی گردد. کاهش عملکرد همچنین بستگی به این دارد که گیاه در چه مرحله ای از رشد تحت تأثیر کم آبیاری قرار گیرد. به عنوان مثال گیجون و همکاران^۷ (۲۰۱۱) دادند کم آبیاری می تواند در مرحله دوم رشد گیاه منجر به کاهش عملکرد درختان پسته گردد.

- 1- Goldhamer et al.
- 2- Monastra et al.
- 3- Larnaka
- 4- Integerrima
- 5- Memmi et al.
- 6- Gijón et al.
- 7- Gijón et al.

- 8- Doster MA and Michailides
- 9- Doster et al.
- 10- Doster and Michailides
- 11- Sedaghati et al.
- 12- Sedaghati and Alipour

(جدول ۱). اغلب تجزیه‌های آزمایشگاهی بر اساس روش‌های رایج انجام گرفت.

تیمارها و طرح آزمایشی

قبل از اعمال تیمارها، عملیات تعیین و انتخاب درختان مورد آزمایش، محل قرار گرفتن در باغ، نصب اتیکت و شناسایی آنها انجام شد. انتخاب رقم اکبری به واسطه داشتن بیشترین سطح زیر کشت در شهرستان انار انجام گرفت. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در سه تکرار (سه درخت در هر تکرار) روی درختان بارور ۳۲ ساله، پسته رقم اکبری به مدت دو سال متوالی (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در اراضی موتور پمپ جوادیه انار در ۱۲ کیلومتری شهرستان انار اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه بصورت درصدی از آبیاری معمول در منطقه شامل: ۱۲۰ درصد (A)، ۱۰۰ درصد (B)، ۸۰ درصد (C)، ۶۰ درصد (D) و ۴۰ درصد (E) آبیاری معمول در منطقه بودند که به عنوان تیمارهای مطالعه در نظر گرفته شدند. شکل (۱) تیمارها و تکرارهای منظور شده در واحد آزمایشی بعد از قرعه‌کشی به صورت کاملا تصادفی نشان می‌دهد.

تعیین نیاز آبی درختان پسته

به منظور تعیین عمق فعلی آب آبیاری، با اندازه‌گیری دبی جریان و زمان آبیاری حجم آب در واحد سطح محاسبه شد. سپس حجم آب آبیاری برای مساحت هر تیمار حاوی سه درخت و عمق آب آبیاری حاصل گردید. بر طبق آبیاری معمول در منطقه برای هر درخت در دوره ۲۴ روزه، میزان ۱۵۳ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. ۲۶ اسفند زمان اولین آبیاری و ۹ شهریور آخرین آبیاری برای شروع تحقیق بود و دو آبیاری زمستانه به طور یکسان به همه تیمارها اعمال گردید. آبیاری (با قابلیت هدایت الکتریکی^۳ ۹ دسی‌زیمنس بر متر) از منبع آب زیر زمینی بصورت حجمی با تاکنر درجه بندی شده با روش آبیاری جویچه ای انجام می‌گرفت. ابعاد قطعات بصورت $3 \times 3/6$ متر، عرض جوی و پشته و $3/6$ متر، طول جویچه و فاصله درختان $1/2$ متر) می‌باشد. نتیجه این تحقیق فقط مناسب برای شرایط قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سطحی سدیم^۴ موجود در منطقه می‌باشد که با آبیاری علاوه بر تامین نیاز تبخیر-تعرق، نیاز آبشویی نیز برآورده می‌شد. در جدول (۲) مقادیر آبیاری و زمان کاربرد در طول دوره رشد (اسفند تا مهر) و دو آبیاری اعمال شده در پاییز و زمستان نشان داده شده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای طرح

این تحقیق روی درختان پسته ۳۲ ساله (رقم اکبری) واقع در باغی در منطقه جوادیه شهرستان انار در استان کرمان انجام گرفت. این مزرعه در طول شرقی $13^{\circ} 21' 55''$ و عرض شمالی $29^{\circ} 45' 30''$ از نصف النهار گرینویچ و با ارتفاع متوسط ۱۴۷۰ متر از سطح دریا واقع شده است. میزان بارندگی سالانه آن حدود ۹۰-۷۰ میلی‌متر است و به طور متوسط حداقل درجه سردترین ماه سال در این منطقه در دی ماه $11/6-$ سانتی‌گراد و میانگین دمای حداکثر گرمترین ماه سال در مردادماه $29/6$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

مطالعات خاکشناسی

نمونه برداری خاک به منظور تعیین برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک قبل و بعد از اجرای طرح از منطقه مورد مطالعه انجام گرفت. نمونه‌های خاک مرکب از اعماق ۰-۴۰، ۴۰-۸۰-۴۰ و ۸۰-۱۲۰ سانتی‌متر تهیه شدند (شش نیمرخ خاک) و به آزمایشگاه منتقل و اندازه‌گیری لازم بر روی آنها انجام گرفت. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک و کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند، سپس مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند. به طور خلاصه، ابتدا در قطعه آزمایشی پروفیلی حفر و از لایه‌های مختلف آن نمونه دست نخورده خاک برای تعیین خصوصیات فیزیکی شامل جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی، تهیه گردید. همچنین قبل از اجرای طرح، نمونه مرکب خاک از عمق ۰-۴۰ سانتی‌متر تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). برای اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری با استفاده از روش وزنی اقدام به نمونه برداری از اعماق مختلف خاک گردید و پس از توزین نمونه‌ها و خشک کردن آنها در آون، میزان رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری تعیین شد. با توجه به اینکه پس از اتمام آبیاری منطقه توسعه ریشه نزدیک به اشباع می‌شود لذا برای اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک بعد از آبیاری پس از گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت اقدام به نمونه برداری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در ظرفیت زراعی^۱ و در نقطه پژمردگی^۲، نمونه‌های اشباع شده تحت فشارهای $0/33$ بار برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و ۱۵ بار برای اندازه‌گیری رطوبت خاک در در نقطه پژمردگی قرار داده و بعد از ۴۸ ساعت، نمونه‌ها را توزین کرده و بعد از خشک شدن در دمای 105 درجه سانتی‌گراد، درصد رطوبت خاک اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، برخی از مهمترین خصوصیات شیمیایی آب آبیاری اندازه‌گیری شد

3 - Electrical conductivity (EC)
4 - Sodium adsorption ratio (SAR)

1- Field capacity (FC)
2- Permanent wilting point (PWP)

علی اکبری و زند پارسا: تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت...

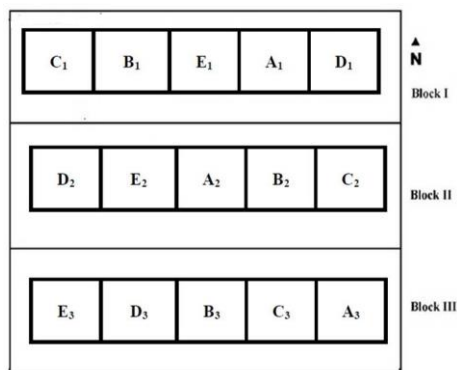
جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای طرح و برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

خصوصیات آب آبیاری مورد استفاده	عمق خاک (cm)			خصوصیات شیمیایی و فیزیکی
	۸۰-۱۲۰	۴۰-۸۰	۰-۴۰	
۹/۱	۱۵/۶	۱۲/۳۴	۱۰/۳۷	EC (dSm^{-1})
-	-	-	۱۷/۳۴	(cmol.kg^{-1}) CEC
۷/۲۶	۸/۲۸	۸/۲۲	۸/۰۱	pH
-	۱۴/۴	۱۷/۶	۱۵	رس (%)
-	۱۵/۲	۱۵	۱۰	سیلت (%)
-	۷۶/۳	۷۲	۷۵	شن (%)
-	لوم شنی	لوم شنی	لوم شنی	کلاس بافتی خاک
-	-	-	۰/۰۲	نیتروژن (%)
-	-	-	۰/۱۴	ماده آلی (%)
-	-	-	۱۲/۵	کربنات کلسیم معادل
۴۰/۸۷	۵۸/۷۷	۴۸/۹۱	۳۶/۲۵	(meqL^{-1}) Na^+
۰/۶۶	۱/۷۲	۱/۸	۱/۵۳	(meqL^{-1}) K^+
-	۱/۵	۲	۸/۶	HCO_3^- (meqL^{-1})
۱۰۲/۲۶	۱۲۸/۷۵	۹۴	۸۱/۵	(meqL^{-1}) Cl^-
-	۷۲/۸	۵۶	۴۰/۸	(meqL^{-1}) Ca^{+2}
۶۹/۸۲	۴۳/۲	۳۵/۶	۲۹/۶	(meqL^{-1}) Mg^{+2}
-	-	-	۴/۵	(mgkg^{-1}) Mn
-	-	-	۳/۲	(mg kg^{-1}) Fe
-	-	-	۰/۸۴	(mg kg^{-1}) Zn
-	-	-	۰/۳۷	(mg kg^{-1}) Cu
-	۵/۵	۷	۱۱/۱۹	(mg kg^{-1}) P
-	۱۷/۶	۱۶/۴	۱۵/۹	رطوبت ظرفیت زراعی (%)
-	۹/۶	۷/۷	۷/۲	رطوبت در نقطه پژمردگی (%)
-	۱/۴۲	۱/۴	۱/۳۸	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
۶/۹۲	-	-	-	SAR

تعیین نیاز غذایی گیاه پسته

هدف از توصیه کودی، تامین نیاز غذایی درختان است که به گیاه هیچ تنش در اثر کمبود مواد غذایی به جز کمبود آب وارد نگردد. با توجه به شرایط موجود در سال اول، ۱۰ کیلو گرم کود مرغی در هر تکرار در اوایل دی ماه و ۳۰۰ گرم کود پتاس در اوایل تیرماه در هر تکرار اعمال گردید. همچنین محلول پاشی سه گانه آهن، روی و منگنز به مقدار ۲ لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب در دو مرحله در نیمه دوم فروردین و نیمه اول اردیبهشت و در طی دوره ۲۴ روزه بر روی تیمارها انجام گرفت. در سال دوم، همه تیمارها با ۵ کیلو گرم کود

ماهی در اوایل دی ماه در هر تکرار، ۱۰۰ گرم کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و ۳۰۰ گرم کود پتاس در اوایل تیرماه در هر تکرار کودهی شدند. کود شیمیای اوره قبل از آبیاری بر روی سطح خاک پاشیده شد و کود پتاس، کود ماهی و کود مرغی به صورت چاله کود در زیر سطح خاک جایگذاری شد. در سال دوم هم به منظور رفع نیاز عناصر میکرو، محلول پاشی سه گانه آهن، روی و منگنز به مقدار ۲ لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب در دو مرحله در نیمه دوم فروردین و نیمه اول اردیبهشت و در طی دوره ۲۴ روزه بر درختان کلیه تیمارها بطور یکسان انجام شد.



شکل ۱- تیمارها و تکرارهای منظور شده در واحد آزمایشی. اعداد یک، دو و سه تعداد تکرارها را نشان می دهد. ۱۲۰ درصد آبیاری معمول منطقه (A)، ۱۰۰ درصد آبیاری معمول منطقه (B)، ۸۰ درصد آبیاری معمول منطقه (C)، ۶۰ درصد آبیاری معمول منطقه (D) و ۴۰ درصد آبیاری معمول منطقه (E).

جدول ۲- مقادیر آبیاری (میلی متر) در طی فصل رشد و دو آبیاری معمول منطقه در پاییز و زمستانه برای درختان پسته

تیمارهای آبیاری (% آبیاری معمول)					زمان آبیاری
۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۲۶ اسفند
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۲۰ فروردین
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۱۳ اردیبهشت
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۶ خرداد
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۳۰ خرداد
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۲۳ تیر
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۱۶ مرداد
۱۸۴	۱۵۳	۱۲۲	۹۲	۶۱	۹ شهریور
۱۴۶۹	۱۲۲۴	۹۷۹	۷۳۴	۴۹۰	مجموع آبیاری فصل رشد
۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۵ آبان
۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۵ بهمن
۱۹۸۹	۱۷۴۴	۱۴۹۹	۱۲۵۴	۱۰۱۰	مجموع آبیاری در طول سال

علی اکبری و زند پارسا: تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت...

جدول ۳ - تجزیه واریانس مرکب مربوط به سطوح مختلف آب آبیاری بر روی شاخص های مهم گیاهی در پسته رقم اکبری در سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

میانگین مربعات (MS)										
منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	پوکى (%)	انس	تعداد دانه در هر خوشه	ریزش جوانه ها (%)	تعداد جوانه های زایشی هر درخت	خندانی (%)	عملکرد (کیلو گرم در هکتار)	رشد سرشاخه (mm)	شاخص سطح برگ
سال	۱	۴/۰ ^{ns}	۶/۳۴۸ ^{ns}	۱۴/۷ ^{ns}	۱۸۷/۵*	۱۸۲/۵**	۵/۶۳۳**	۲۹۲۰۵۳/۳۳**	۳۴/۱۳۳ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}
خطا سال	۴	۳/۴۶۷	۲/۴۳۵	۱/۷۶۷	۱۷/۰۶۷	۱۸۰۷/۶	۳۳/۲۳۳	۱۹۳۸/۳۳	۱۲/۲۳۳	۰/۰۰۳
تیمار	۴	۶۵۱/۷۱۷**	۱۰۷/۵۰۵*	۱۵۳/۷۸۳**	۱۴۸۰/۳۸۳**	۱۷۶۶۶۷/۶**	۱۸۴۲/۴۶۷**	۱۴۱۸۴۰۷/۵*	۳۱۲۷/۵۳**	۰/۱۸۶۰**
تیمار × سال	۴	۱/۲۸۳ ^{ns}	۵/۶۶ ^{ns}	۲/۹۵۰ ^{ns}	۴۵/۹۱۷ ^{ns}	۲۱۴۶/۷*	۲/۴۶۷**	۴۲۹۵۷/۵ ^{ns}	۶۷/۱۳۳*	۰/۰۱۴ ^{ns}
خطا کل آزمایش	۱۶	۱۰/۹۲۵	۳/۰۳۸	۹/۸۹۲	۲۸/۱۵	۶۱۶/۸	۵۴/۱۶۷	۲۳۹۸۹/۳۷	۱۸/۵۸۵	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات (CV)		۲۰/۵۳	۷/۴۳	۱۳/۱	۱۳/۱۲	۹/۰۳	۱۰/۱۵	۱۱/۷۲	۶/۶۷	۵/۷۹

* معنی داری در سطح ۱ درصد، ** معنی داری در سطح ۵ درصد، ns عدم معنی داری

توجه با این جدول، اثر تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار شده است؛ یعنی اینکه حداقل بین دو تیمار از تیمارهای موجود اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

درصد ریزش جوانه ها

شکل (۲) مقایسه میانگین درصد ریزش جوانه ها در تیمارهای مختلف سطوح آب آبیاری به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح یک درصد) را نشان می‌دهد. بر این اساس در هر دو سال، با توجه به نمودار می‌توان دریافت که حداکثر درصد ریزش جوانه ها مربوط به تیمارهای D و E و حداقل درصد ریزش جوانه ها مربوط به تیمارهای C، B و A می‌باشد. علت افزایش ریزش جوانه ها در تیمارهای D و E در سال دوم نسبت به سال اول، تنش آبی وارد شده به گیاه در سال اول می‌باشد. برای اینکه زمان مغز گرفتن پسته در تیرماه می‌باشد که در این مرحله رقابت بین جوانه های گل و میوه های در حال نمو وجود داشت و منجر به ریزش درصد زیادی از جوانه های گل شده است. در پسته جوانه های زایشی در سال قبل شکل می‌گیرند و به علت آبیاری کامل در قبل، در سال اول تنش آبی کمتری نسبت به سال دوم نمایان می‌شود. اما از آنجایی که در سال ۱۳۹۳ درختان کم آبیاری داشته اند، از این رو در سال ۱۳۹۴ بیشتر دچار تنش شده اند. ریزش جوانه های گل هم بنوبه خود باعث عدم تولید محصول در سال آینده گردید. ریزش جوانه ها می‌تواند از تیرماه تا اسفند ماه ادامه یابد. علاوه براین، کاهش سطح برگ و افزایش تعداد میوه در هر شاخه باعث افزایش میزان ریزش جوانه های گل می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که در تیمارهای C، B و A، گیاه تحت تنش کم آبی قرار نگرفته است. اما در تیمارهای D و E احتمالاً نیاز آبی گیاه تامین نشده است و در نتیجه گیاه دچار تنش کم آبی گردیده است. این نتایج همچنین نشان می‌دهند که درصد ریزش جوانه ها در تیمارهای C، B و A از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. این نتیجه بیانگر این است که کاهش نیاز آبی گیاه فقط تا ۲۰ درصد می‌تواند مانع از درصد ریزش جوانه ها گردد و افزایش نیاز آبی گیاه (۲۰ درصد) هیچ تأثیری در کاهش درصد ریزش جوانه ها نسبت به درصد ریزش جوانه ها در آبیاری کامل از نظر آماری ندارد.

عملیات داشت

علاوه بر رفع نیاز عناصر غذایی، عملیات داشت دیگر شامل سم پاشی در طول فصل رشد طی چهار مرحله به علت مبارزه با آفات، روغن پاشی به علت تامین نیاز سرمایی در اوایل اسفند به میزان ۴۰ لیتر روغن ولک در ۱۰۰۰ لیتر آب و کنترل علف های هرز بعد از هر آبیاری و هرس در نیمه دوم آبان ماه بر روی درختان کلیه تیمارها در طول مدت آزمایش به طور یکسان انجام گرفت.

عملیات برداشت و اثر تیمارها بر شاخص های مهم رشد گیاهی

در هنگام برداشت محصول (۲۵ شهریور ماه)، اثر تیمارهای مختلف روی شاخص های رشد گیاه شامل درصد پوکی، انس (تعداد دانه های پسته در ۱۴۲/۵ گرم تقسیم بر ۵)، تعداد دانه در خوشه، ریزش جوانه ها، رشد جوانه زایشی، درصد خندانی، رشد سرشاخه ها، شاخص سطح برگ و عملکرد محصول اندازه گیری و ثبت شد. برای اندازه گیری سطح برگ از هر درخت (در هر تکرار)، ۲۰ عدد برگ کامل و بالغ در همان زمان از قسمت میانی شاخه های آور از چهار جهت درخت انتخاب، سپس سطح آن ها با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ^۱ اسکن شد و شاخص سطح برگ محاسبه گردید. همچنین، برای به دست آوردن رطوبت وزنی خاک در اثر اعمال تیمارهای آبیاری و مشخص نمودن تأثیر هر یک از تنش های ذکر شده در خاک در طی سال زراعی، از همه ی ۱۵ کرت آزمایشی یک روز قبل از آخرین آبیاری و دو روز بعد از آبیاری نمونه برداری شد و رطوبت آن به روش وزنی تا عمق ۱۲۰ سانتی متری (به ازای هر ۴۰ سانتی متر یک نمونه) اندازه گیری شد. همچنین قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق های مختلف خاک قبل از آبیاری اندازه گیری شد.

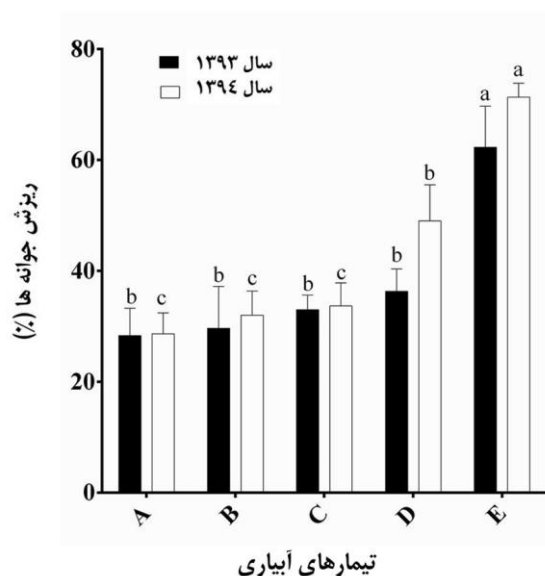
تحلیل آماری داده ها

تجزیه واریانس و محاسبات آماری با استفاده از برنامه های کامپیوتری MSTAT و SAS روی داده ها انجام گرفت و داده ها بصورت میانگین و میانگین خطای استاندارد گزارش شدند. مقایسه میانگین داده ها به روش آزمون چند دامنه دانکن در سطوح پنج یا یک درصد انجام شد. در پایان تحقیق، مناسب ترین سطح کم آبیاری با عملکرد مطلوب برای پسته رقم اکبری پیشنهاد شد.

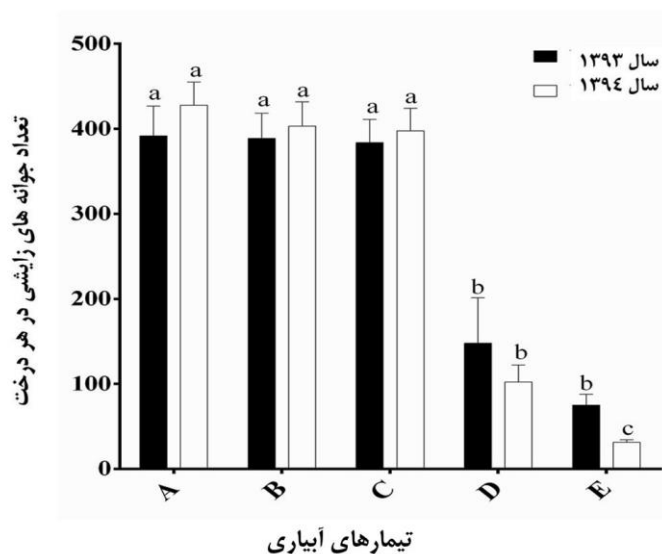
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله اثر تیمار های مختلف روی شاخص های مهم رشد گیاه پسته در جدول (۳) ارائه شده است. با

علی اکبری و زند پارسا: تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت...



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد ریزش جوانه‌ها در تیمارهای مختلف سطوح آب آبیاری با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن. میانگین‌های هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند (شرح تیمارها در شکل ۱ آورده شده است).

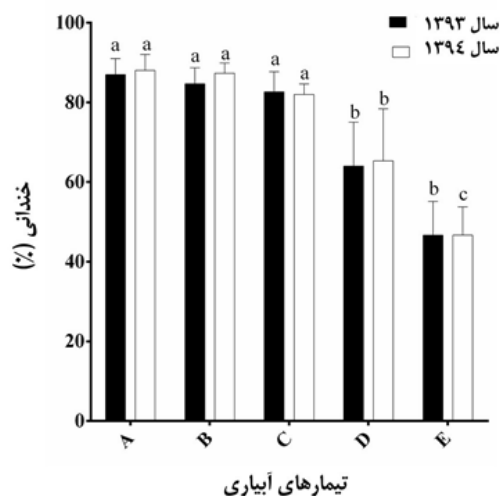


شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد جوانه‌های زایشی هر درخت در تیمارهای مختلف آب آبیاری با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن. میانگین‌های هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند (شرح تیمارها در شکل ۱ آورده شده است).

تعداد جوانه های زایشی هر درخت

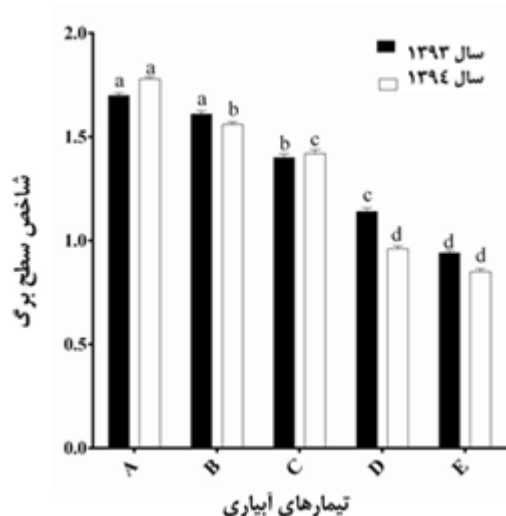
شکل (۳) مقایسه میانگین تعداد جوانه های زایشی هر درخت در اثر تیمارهای مختلف آب آبیاری به روش آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح یک درصد) را نشان می دهد. بر این اساس در هر دو سال، با توجه به نمودار می توان دریافت که مقادیر حداقل تعداد جوانه های زایشی مربوط به تیمار های D و E و مقادیر حداکثر تعداد جوانه های زایشی مربوط به تیمارهای C، B و A می باشد. تعداد جوانه های زایشی در هر درخت بستگی به تعداد رشد سرشاخه در همان سال دارد. در صورتی که گیاه تحت تنش آبی قرار نگرفته باشد، بیشتر جوانه های روی سرشاخه ها زایشی می گردند در غیر این صورت، بیشتر رویشی (برگ) می شوند. این نتیجه نشان می دهد که در تیمار های C، B و A گیاه تحت تنش کم آبی قرار نگرفته است. اما در تیمار های D و E احتمالاً نیاز آبی گیاه تامین نشده است و در نتیجه گیاه دچار تنش کم آبی گردیده است. این نتایج همچنین نشان

می دهند که تعداد جوانه های زایشی هر درخت در تیمارهای C، B و A از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند. این نتیجه بیانگر این است که کاهش نیاز آبی گیاه تا ۲۰ درصد برای رسیدن به حداکثر تعداد جوانه های زایشی هر درخت می تواند کافی باشد و افزایش آب مصرفی (۲۰ درصد) هیچ تأثیری در افزایش تعداد جوانه های زایشی هر درخت ندارد. چنین مطلبی را محمدی محمد آبادی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که با افزایش دور آبیاری از رشد رویشی درختان کاسته شده به طوری که بیشترین رشد رویشی در دوره های آبیاری ۳۰ و ۴۰ روز و کمترین آن در دور آبیاری ۶۰ روزه به وقوع پیوست. در مطالعه ای دیگر ممای و همکاران (۲۰۱۶) پاسخ درختان پسته رقم کرمان را به کم آبیاری به مدت سه سال در خاک های کم عمق در کشور اسپانیا مطالعه کردند. نتایج آنها نشان داد که کم آبیاری به طور معنی دار منجر به کاهش رشد رویشی درختان پسته در طی مرحله دوم یا مرحله سخت شدن پوست گردید.



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد خندانی در تیمارهای سطوح مختلف آب آبیاری با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن. میانگین های هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند (شرح تیمارها در شکل ۱ آورده شده است).

علی اکبری و زند پارسا: تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت...



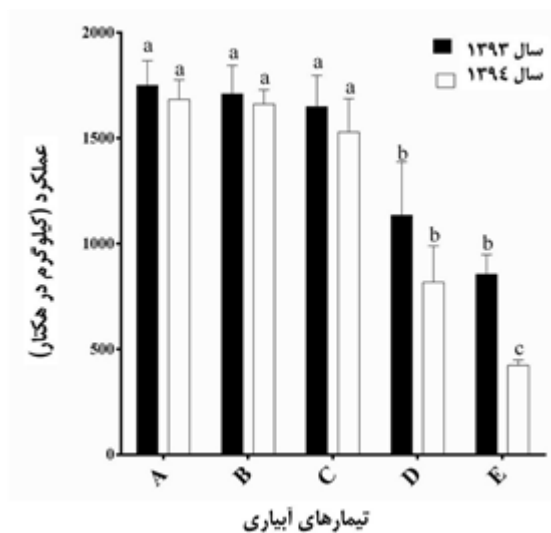
شکل ۵- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ هر درخت در تیمارهای سطوح آب آبیاری با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن. میانگین های هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند (شرح تیمارها در شکل ۱ آورده شده است).

درصد خندانی
خندانی پوست استخوانی به طور قابل ملاحظه ای بیشتر شده، میزان ناخندانی تا ۵۰ درصد کاهش می یابد و میوه ها در زمان برداشت کوچک می شوند و با افزایش دور آبیاری، درصد پوکی افزایش می یابد (گلدهمر و همکاران^۱، ۲۰۰۵).

شاخص سطح برگ

شکل (۵) مقایسه میانگین شاخص سطح برگ هر درخت در تیمارهای سطوح آب آبیاری به روش آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح یک درصد) را نشان می دهد. بر این اساس در هر دو سال، با توجه به نمودار می توان دریافت که مقادیر حداقل شاخص سطح برگ مربوط به تیمارهای D و E و مقادیر حداکثر شاخص سطح برگ مربوط به تیمارهای A، B و C می باشد. این نتیجه بیانگر این است که تنش خشکی باعث خشکیدگی سر شاخه ها، ریزش و خشکیدگی برگ ها، کوچک شدن سطح برگ ها و به دنبال آن کم شدن سطح فتوسنتز کننده گیاه و لخت شدن ظاهر گیاه، تشدید اثر آفتاب سوختگی روی شاخه ها و نهایتاً خشک شدن کامل گیاه می گردد. این تأثیر در تیمار E به علت بیشترین تنش آبی قابل ملاحظه می باشد.

شکل (۴) مقایسه میانگین درصد خندانی در تیمارهای مختلف سطوح آب آبیاری به روش آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح یک درصد) را نشان می دهد. بر این اساس در هر دو سال، با توجه به نمودار می توان دریافت که حداقل درصد خندانی مربوط به تیمارهای D و E و حداکثر درصد خندانی مربوط به تیمارهای A و B می باشد. اگر گیاه در شهریورماه دچار تنش آبی نگردد، خندانی پسته مناسب خواهد شد که این حالت در تیمارهای A، B و C، گیاه اتفاق افتاده است. این نتیجه نشان می دهد که در تیمارهای A و B، گیاه تحت تنش کم آبی قرار نگرفته است. اما در تیمارهای D و E نیاز آبی گیاه تامین نشده است و در نتیجه گیاه دچار تنش کم آبی گردیده است. این نتایج همچنین نشان می دهند که درصد ریزش جوانه ها در تیمارهای A، B و C از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند. این نتیجه بیانگر این است که کاهش نیاز آبی گیاه فقط تا ۲۰ درصد می تواند مانع از درصد ریزش جوانه ها گردد و افزایش نیاز آبی گیاه (۲۰ درصد) هیچ تأثیری در کاهش درصد ریزش جوانه ها نسبت به درصد ریزش جوانه ها در آبیاری کامل از نظر آماری ندارد. محمدی محمد آبادی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که با افزایش دور آبیاری، زودخندانی میوه های پسته افزایش معنی دار پیدا نمود. بنابراین اگر کم آبیاری مناسب انتخاب گردد می تواند درصد خندانی میوه های پسته را افزایش دهد. به نظر می رسد ۸۰ درصد آبیاری معمول منطقه توانسته است شرایط لازم برای خندانی میوه های پسته را در این تحقیق فراهم کند. نتایج مطالعات گذشته نیز نشان داده است که با ایجاد تنش در مرحله اول، میزان



شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد در تیمارهای مختلف سطوح آب آبیاری با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن. میانگین های هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند (شرح تیمارها در شکل ۱ آورده شده است).

طوری که قبلا گفته شد، در سال اول آزمایش به علت آبیاری کامل درختان پسته در سال قبل جوانه های زایشی درخت به خوبی تشکیل شده بودندو بهمین دلیل اثر تنش نسبت به سال دوم کمتر نمایان می شد. این نتایج همچنین نشان می دهند که عملکرد در تیمارهای C, B و A از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند. این نتیجه بیانگر این است که کاهش نیاز آبی گیاه تا ۲۰ درصد برای رسیدن به حداکثر عملکرد می تواند کافی باشد و افزایش نیاز آبی گیاه (۲۰ درصد) هیچ تاثیری در افزایش عملکرد ندارد. علت این مسئله را بایستی در عدم ضرورت انجام آبیاری بیش از حد نیاز گیاه، ایجاد مشکل در تهویه خاک و به تبع آن ایجاد نقصان در فرآیند فتوسنتزی و رشد گیاه، مرتبط دانست. در مقایسه با نتایج حاصله، فن و همکاران (۱۹۸۵) نیز در کالیفرنیا درختان پسته بارور را تحت تیمار های آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق به روش قطره ای قرار دادند. در تیمار های ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، کاهش معنی دار در عملکرد و خصوصیات کیفی دانه اتفاق افتاد.

سایر عوامل دیگر مانند درصد پوکی، شاخص انس و تعداد جوانه های ریزش شده نیز اندازه گیری شده و روندی مشابه داشته و مقادیر آنها در تیمارهای C, B و A با یکدیگر فرق معنی دار نداشتند. خلاف الله و ابوقالیا^۱ (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که تنش خشکی باعث خشکیدگی سر شاخه ها، افزایش درصد پوکی، ریزش و خشکیدگی برگ ها، کوچک شدن سطح برگ ها و در نتیجه کم شدن سطح فتوسنتز کننده گیاه و لخت شدن ظاهر گیاه می گردد.

عملکرد

شکل (۶) مقایسه میانگین عملکرد در تیمارهای مختلف سطوح آب آبیاری به روش آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح یک درصد) را نشان می دهد. بر این اساس در هر دو سال، با توجه به نمودار می توان دریافت که مقادیر حداقل عملکرد مربوط به تیمار های D و E و مقادیر حداکثر عملکرد مربوط به تیمارهای C, B و A می باشد. این نتیجه نشان می دهد که در این تیمارها، آب مورد نیاز گیاه پسته تامین شده است و عملکرد در دو سال مناسب می باشد. اما در تیمار های D و E به علت تامین نشدن نیاز آبی گیاه، عملکرد کاهش یافته است. علت اینکه در سال ۱۳۹۴ عملکرد در تیمار E نسبت به عملکرد همین تیمار در سال ۱۳۹۳ کمتر شده ناشی از تنش سال ۱۳۹۳ می باشد که منجر به ریزش بیشتر جوانه زایشی شده است. به

علی اکبری و زند پارسا: تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت...

جدول ۴- اندازه گیری رطوبت خاک در اعماق مختلف ۱ روز قبل از آخرین آبیاری و ۲ روز بعد از آخرین آبیاری

تیمارهای آبیاری	زمان نمونه برداری	عمق خاک (سانتی متر)		
		۰-۴۰	۴۰-۸۰	۸۰-۱۲۰
A	۱ روز قبل از آبیاری	۹/۸۲	۱۱/۴۱	۱۴/۳۳
B		۸/۷	۱۰/۴۶	۱۲/۸۷
C		۸/۱۲	۹/۰۲	۱۰/۴۵
D		۶/۷۲	۵/۲۴	۴/۱
E		۵/۰۸	۴/۴۲	۳/۷۶
A	۲ روز بعد از آبیاری	۱۵/۸۱	۱۶/۹۷	۱۸/۸۳
B		۱۵/۷	۱۶/۶۶	۱۷/۳۷
C		۱۴/۱۴	۱۵/۰۱	۱۶/۵۱
D		۱۲/۶	۹/۵۴	۷/۰۱
E		۱۲/۲	۸/۳۲	۸/۱۲

وضعیت رطوبت خاک در منطقه ریشه گیاه

نتایج نشان داد که با کاهش آب آبیاری، مقدار رطوبت خاک در همه عمق ها کاهش می یابد. با توجه به مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی (به ترتیب ۱۵/۹ و ۷/۲ درصد وزنی، جدول ۱)، فقط در تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد و در همه عمق ها، قبل از آبیاری مقادیر رطوبت خاک به پایین تر از نقطه پژمردگی دائم رسید. همچنین در این تیمارها دو روز بعد از آبیاری فقط در عمق های ۸۰-۱۲۰ سانتی متر، مقدار رطوبت پایین تر از نقطه پژمردگی گیاه بود (جدول ۴). بنابراین، در صورتی که دور آبیاری ۲۴ روزه باشد، در تیمارهای D و E آب نمی تواند به بیشتر از عمق ۸۰ سانتی متری در خاک نفوذ کند. اما با دور آبیاری ۲۴ روزه در این تحقیق، فقط ۸۰ درصد آبیاری معمول منطقه می تواند در همه اعماق در خاک نفوذ کند. در تیمارهای C، B و A با افزایش عمق، مقدار رطوبت خاک افزایش یافته است، اما در تیمارهای D و E، مقدار رطوبت در اعماق پایین تر کاهش یافته است. این نتیجه بیانگر این است که این میزان آب برای رسیدن به اعماق خاک کافی نبوده است. به طور کلی از میان تیماری کم آبیاری (تیمارهای D و E و C درصد)، تیمارهای D و E به عنوان بدترین تیمارها و C به عنوان بهترین تیمار کم

آبیاری مشخص شدند. با توجه به مقادیر کم رطوبت در اعماق مختلف خاک در منطقه ریشه (در تیمارهای D و E)، دلیل کاهش شاخص های رشد اندازه گیری شده در این تحقیق قابل توجیه می گردد. با توجه به این اینکه درخت پسته بیش از ۸۰ درصد آب و غذای مورد نیاز خود را از عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتیمتر جذب می کند (حکم آبادی، ۱۳۹۱)، از این رو مقدار نفوذ آب در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه می تواند برای تامین نیاز آبی گیاه پسته کافی باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از دو سال اجرای طرح می توان نتیجه گرفت که مناسب ترین تیمار، آبیاری با ۸۰ درصد آبیاری معمول منطقه می باشد که از نظر آماری عملکردی مشابه با عملکرد به دست آمده از تیمار آبیاری با ۱۰۰ درصد آبیاری معمول منطقه داشت. بنابراین کشاورزان این منطقه می توانند به میزان ۲۰ درصد در آب صرفه جویی نمایند. قابل ذکر است که در بررسی کم آبیاری علاوه بر مقدار محصول سال جاری باید تولید محصول در سال بعد نیز مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- ۱- حکم آبادی، ح. ۱۳۹۱. مدیریت باغ های پسته در فصل خواب. انجمن پسته ایران.
- ۲- سالمی، ح. ر. و ل. مشرف. ۱۳۸۵. تأثیرات کم آبیاری بر خصوصیات کیفی و عملکرد ارقام ذرت دان های در منطقه اصفهان، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۷ (۲۶): ۷۱-۸۴.

۳- صداقتی، ن، محمدی محمد آبادی، ا. و س. ج. حسینی فرد. ۱۳۸۷. بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری بر روی زود خندانی پسته رقم اوحدی. نشریه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، (۷۸): ۱۵۸-۱۵۰.

۴- عنابی میلانی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی تأثیر رژیم های آبیاری در اجزا عملکرد و کارایی مصرف آب گندم در یک خاک شور. مجله علوم خاک و آب، ۱۶ (۱): ۱۳۵-۱۲۱.

۵- فرشی، ع.ا. ۱۳۷۹. ارائه یک روش عملی برای برنامه ریزی بهینه در کم آبیاری. خلاصه مقالات کارگاه فنی-آموزشی کم آبیاری، کمیته ملی آبیاری و زه کشی ایران، (۳۶): ۱۰-۹.

۶- محمدی محمدآبادی، ا. علیپور، ح. و ف. غفاری موفق. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و دور آبیاری بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه کرمان. مجله پژوهش های تولید گیاهی، (۱) ۱۹: ۷۴۱-۴۱.

7- Doster, M.A., and Michailides, T.J. 1995. The development of early split pistachio nuts and their contamination by molds, aflatoxins and insects. First international symposium on pistachio nut, 20-24 september 1994, Adana-Turkey. Acta Horticulture, 419: 359-364.

8- Doster, M.A., Michailides, T.J., Goldhamer, D.A. and D.P. Morgan. 2001. Insufficient spring insufficient spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. Acta Horticulturae, 544: 195-199.

9- Gijón, M.C., Guerrero, J., Couceiro, J.F., and Moriana, A. 2009. Deficit irrigation without reducing yield or nut splitting in pistachio (*Pistacia vera* cv Kerman on *Pistacia terebinthus* L.). Agricultural Water Management, 96: 12-22.

10- Gijón, M.C., Gimenez, C., Perez-López, D., Guerrero, J., Couceiro, J.F., and Moriana, A. 2011. Water relations of pistachio (*Pistacia vera* L.) as affected by phenological stages and water regimes, Scientia Horticulture, 128: 415-422.

11- Goldhamer, D.A., Beede, R.H., Michailides, T.j., Salinas, M., and Doster, M.A. 2005. Effects of regulated deficit irrigation on splitting and nut quality at harvest (second year report). Annual Report Crop Year 2004-2005.

12- Goldhamer, D.A. 1993. Irrigation management. In: Ferguson, L.; Pistachio production (ed), pp. 71-81.

13- Khalafallah, A.A., and Abo-Ghalia, H.H. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages. Journal of Applied Sciences Research, 4: 559-569.

14- Memmi, H., Gijón, M.C., Couceiro, J.F., and Pérez-López, D. 2016. Water stress thresholds for regulated deficit irrigation in pistachio trees: Rootstock influence and effects on yield quality. Agricultural Water Management, 164: 58-72.

15- Monastra, F., Avanzato, D., Martelli, S., and Dascanio, R. 1994. Pistachio trial under different volume of irrigation in Italy. Acta Horticulture, 419: 249-252.

16- Monastra, F., Avazato, D., Matteli, S., and Dasciano, R. 1996. Experiment on irrigation pistachios at different irrigation rates. Rivista-di-Frutticoltura-e-di-ortofloricoltura, 58: 71-72.

17- Phene, R.C., Menezes, J.R., Goldhamer, D.A., Aitkens, J. Beede R., and Kjelgren, R. 1985. Irrigation scheduling of drip irrigated pistachios. Drip/Trickle Irrigation In Action, 2:805-810.

18- Sedaghati, N., and Alipour, H. 2005. The effect of different time of irrigation on occurrence of early split (ES) of pistachio Nuts. Acta Horticulture, 1: 582-586.

علی اکبری و زند پارسا: تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر رشد و عملکرد درخت...

- 19- Sedaghati, N., and Hokmabadi, H. 2015. Optimizing pistachio irrigation management using the relationship between echo-physiological characteristics and water stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17: 189-200.

EXTENDED ABSTRACT

Effect of Different Irrigation Levels on The Growth and Yield of Pistachio in Anar City, Kerman Province

A. Aliakbari¹ and Sh. Zand-Parsa^{2*}

1- Former Ph.D. Student of Water Engineering Department, Agricultural College, Shiraz University

2* - Corresponding Author, Professor of Water Engineering Department, Agricultural College, Shiraz University.
zandparsa@yahoo.com

Received:2 January 2016

Accepted:26 July 2016

Keywords: Pistachio, Irrigation, Yield, Kerman, Cultivar Akbari.

Introduction

Pistachio is one of the most valuable agricultural products, and it has a special position among the agricultural products in Iran. Overall water use for Pistachio is high relative to other tree crops, but they are extremely tolerant to salinity and water shortage in arid and semiarid regions of Iran. Due to the high water requirements of pistachio trees, lack of water for proper production is one of the most important problems in Iran and due to the reduction of water resources and increased irrigated agricultural lands in Iran; it suffers from severe water deficits.

Phene et al. (1985) used irrigation treatments of 25, 50, 75, and 100% of standard evapotranspiration by trickle irrigation. Their results showed that pistachio yield and qualities profoundly decreased in treatments of 25 and 50% of full irrigation and there were no significant differences of its yield and qualities among treatments of 75% and 100% of full irrigation. They did not recommend full irrigation for pistachio trees. Goldhamer (1993) examined the effect of deficit irrigation on pistachio trees and showed that mature trees are resistant to water stress between the formation of the exterior shells until the fast growth of their seed, so, irrigation could be reduced about 50%. Monastra et al. (1996) in an experiment used four drip irrigation regimes of 0, 25, 50, and 75% of standard evapotranspiration and showed that trunk diameter was significantly affected by irrigation water and volume and trunk section was the highest at treatment of 75% for five to seven years after planting. Other researchers also found that deficit irrigation at a stage of plant growth resulted in saving irrigation water in arid and semi-arid areas without any yield reduction (Sedaghati and Hokmabadi, 2015; Memmi et al., 2016).

Because of limited water resources in Iran, it is required to use deficit irrigation for obtaining acceptable yield and quality of pistachio. The main objective of this research was to study the deficit irrigation level of pistachio (Akbari cultivar) without decreasing quantity and quality of yield compared to conventional irrigation in the selected region.

Methodology

For estimation of the suitable irrigation volume, an experiment was conducted for pistachio (cv. Akbari) in Javadieh, city of Anar in Kerman province during 2014 and 2015. These experiments were done in completely randomized design with treatments of 120%, 100%, 80%, 60%, and 40% (A, B, C, D, and E, respectively) of local conventional irrigation with three replications.

In order to determine the current depth of irrigation water, its volume per unit area was calculated. Then, the volume of irrigation water was obtained for each treatment that contained three trees and the depth of irrigation water was determined to be 153 mm in frequency of 24 days. The first irrigation started on March 26, and the last irrigation was on September 9, with two winter irrigations that applied to all treatments in the same way. The electrical conductivity of irrigation water was 9 dS m^{-1} . The area of each treatment was $3 \text{ m} \times 3.6 \text{ m}$ (width and length of farrow, respectively) and the distance between trees was 1.2 meters.

Results and Discussion

The results showed that by decreasing of the applied water, soil water content decreased at all depths. Considering the amount of soil water content at field capacity and wilting point (15.9 % and 7.2 %, respectively), soil moistures were lower than the permanent wilting point only at treatments of E and D. In D and E treatments, water can not penetrate more than 80 cm in soil depth. The average of pistachio yield in different treatments with Duncan test (at 1% level) are showed in Figure 1. The minimum yield occurred in D and E treatments and the maximum yields occurred in C, B and A treatments in both years. The conventional irrigation of pistachio trees before the experiment caused the reproductive buds of the trees were well formed, and therefore, the effect of water stress was less than the second year. Hence, the produced yield in treatment of E in 2015 was lower than that of its values in 2014. These results also indicated that the values of yield in treatments C, B, and A are not statistically significant.

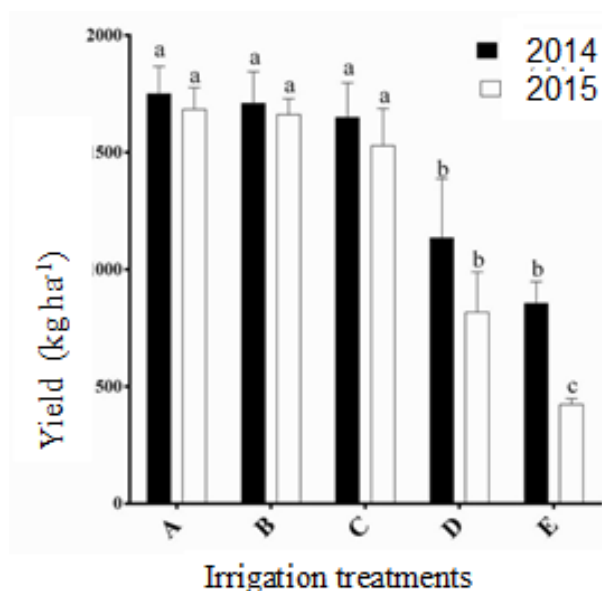


Figure 1. Comparison of average yield in different treatments of irrigation water. The average of each treatment, which has at least one equal name, is not significantly different at the probability level of 1% (A: 120% of conventional irrigation, B: conventional irrigation, C, D and E: 80%, 60% and 40% of conventional irrigation, respectively).

Conclusions

The effects of irrigation treatments showed that using important growth indices like open nut shell percentage, leaf area index, and nut yield that the treatments of A, B, and C were not

significantly different, hence, with 20% decreasing or increasing of the irrigation from the conventional volume, the nut yield and other indices did not vary notably. The results showed that the suitable amount of irrigation for negligible harmful effects of deficit irrigation was 979 mm during the growing season in C treatment.

References

- 1- Goldhamer, D.A. 1993. Irrigation management. In: Ferguson, L.; Pistachio production (ed), pp. 71-81.
- 2- Memmi, H., Gijón, M.C., Couceiro, J.F., and Pérez-López, D. 2016. Water stress thresholds for regulated deficit irrigation in pistachio trees: Rootstock influence and effects on yield quality. *Agricultural Water Management*, 164: 58-72.
- 3- Monastra, F., Avanzato, D., Martelli, S., and Dascanio, R. 1994. Pistachio trial under different volume of irrigation in Italy. *Acta Horticulture*, 419: 249-252.
- 4- Phene, R.C., Menezes, J.R., Goldhamer, D.A., Aitkens, J. Beede R., and Kjellgren, R. 1985. Irrigation scheduling of drip irrigated pistachios. *Drip/Trickle Irrigation in Action*, 2:805-810.
- 5- Sedaghati, N., and Hokmabadi, H. 2015. Optimizing pistachio irrigation management using the relationship between eco-physiological characteristics and water stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17: 189-200.