

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر روی زودخندانی پسته رقم اوحدی

• ناصر صداقتی، • اکبر محمدی محمدآبادی و • سید جواد حسینی فرد

اعضای هیات علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور
تاریخ دریافت: آذرماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: مردادماه ۱۳۸۶

E:mail: n-sedaghati@pri.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر دور آبیاری و نیز زمان‌های مختلف حذف یک نوبت آبیاری بر عارضه زودخندانی پسته، تحقیقی در یک باغ پسته رقم اوحدی در حومه رفسنجان از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ انجام شد. در این طرح دو دور آبیاری ۲۵ و ۴۵ روزه و در هر دور آبیاری پنج زمان متفاوت حذف یک نوبت آبیاری اعمال گردید. صفات زودخندانی پوست سبز، ترک خوردگی نامنظم پوست سبز، خشک شدگی پوست رویی، پوک و خندانی پسته‌ها در تیمارهای مختلف ارزیابی شدند. میزان آفلاتوکسین نمونه‌های زودخندان، ترک خورده نامنظم و سالم نیز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که دور آبیاری طولانی (۴۵ روز) و قطع آب از اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد باعث افزایش قابل توجهی (تا دو برابر) در میزان پسته‌های زودخندان نسبت به تیمار شاهد با آبیاری منظم شد. حداکثر میزان زودخندانی مربوط به تیمارهایی که در اواسط خرداد دچار تنش خشکی شدند بود. در مورد پسته‌های ترک خورده نامنظم، روند مشخصی مشاهده نشد. میانگین درصد پسته‌های زودخندان، ترک خورده نامنظم و پوک در تیمارهای با دور آبیاری ۴۵ روزه نسبت به تیمارهای دور آبیاری ۲۵ روزه به ترتیب ۲/۰۳٪، ۲/۹۱٪ و ۴/۳۷٪ افزایش یافت. در حالیکه در مورد صفات خشک شدگی پوست رویی و خندانی اختلاف بین تیمارهای دور آبیاری معنی‌دار نبود. با توجه به اندازه گیری‌های انجام شده، متوسط زهرا به آفلاتوکسین نوع B₁ و B₂ در پسته‌های زودخندان به ترتیب ۲۲۳/۴ ppb و ۲۵/۴۷ ppb بود. در مورد پسته‌های ترک خورده نامنظم نیز متوسط سم نوع B₁ و B₂ به ترتیب ۱۱۱/۰۶ ppb و ۹/۷۱ ppb بود. این در حالیست که در هیچکدام از پسته‌های سالم زهرا به آفلاتوکسین مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: زودخندانی، ترک خوردگی نامنظم، آفلاتوکسین، کم آبیاری

Pajouhesh & Sazandegi No 78 pp: 149-158

The effect of irrigation regimes on occurrence of early split of pistachio (*Pistacia vera* L.) CV. ohadi.

By: N. Sedaghati, A. Mohammadi Mohammadabadi and S. J. Hosseinifard, Members of Scientific Board, Iran's Pistachio Research Institute.

The present study was carried out in Rafsanjan.s suburb pistachio orchards (on ouhadi cultivar) during 2002-2005 growing season for 10 treatments including two irrigation intervals (25days, 45days) and five irrigation skipplings in each irrigation interval. During the growing season, amount of ES , irregular cracked , blank and shell split pistachios was evaluated in experimental plots. Our results indicated that long irrigation intervals and deficit irrigation of pistachio trees in late April until early June increased substantially ES formation, twice compared to regular irrigation plots, at harvest stage. The most of ES pistachios observed in treatments that affected by drought stress in early june (T4,T8) amont of 7.7% and 9.6% respectively. There was no special trend in related to created pistachios, but deficit irrigation in july increased the amont of irregular cracked pistachios. Average percentage of ES, cracked and blank pistachio was increased 2.03% , 2.91% and 4.37% in 45 days irrigation interval in compare to 25 days respectively, however , about shrank and shell split pistachios between irrigation interval treatments difference was no significiant. For aflatoxin measuring, 120 samples were collected, and pistachio fruits were classified to 3 groups, according to their appearance characteristics, including ES, fruits having cracking hull, and fruits with intact hull. Amount of B₁ and B₂ aflatoxin in ES pistachios were 223.4ppb and 25.47ppb (on average) respectively. In cracked hull fruits aflatoxin B₁ and B₂ were 111.06ppb and 9.71ppb (on average) respectively. Although, the toxin was observed in non of intact hull pistachio fruits. with attention to high level of aflatoxin in ES pistachios, and that the suitable irrigation plays an important role in producing healthy pistachio nuts, we found that proper irrigation management prevents producing ES pistachios and is assumed as an important step for decreasing of aflatoxin contamination in pistachios at orchard conditions.

Keywords: Early splitting, Hull cracking, Aflatoxin, Deficit irrigation

مقدمه

شده است. در پسته‌های زودخندان به علت شکاف پوست سبز، مغز در معرض تماس با کپک‌ها و حشرات قرار می‌گیرد. شکاف در پوست سبز رویی منفذی به طرف مغز برای ورود اسپور کپک‌های هوازی، حشرات و دیگر حیوانات کوچک نظیر کنه‌ها که امکان دارد حامل اسپور قارچ باشند، ایجاد می‌کند (۱۷). جمعیت حشرات و جانوران کوچک نظیر کنه‌ها در روی پسته‌های زودخندان به دلیل دسترسی آسان به مغز نسبتاً زیاد می‌باشد و تقریباً همه آسپرژیلوس‌ها در دانه‌هایی که پوست سبز رویی آن‌ها بر اثر عارضه زودخندانی و در اثر خسارت پرندگان و حشرات آسیب دیده‌اند یافت شده است (۱۷ ، ۱۸).

نکته‌ای که باید به آن توجه نمود، این است که، ترک خوردگی نامنظم پوست سبز (Cracked hull) پسته، نباید با زودخندانی اشتباه شود. پسته‌های ترک خورده نامنظم، پسته‌هایی هستند که پوست سبز آن‌ها بطور نامنظم و نه در محل خندانی پوست استخوانی، ترک بردارد. این ترک‌ها ممکن است در هر جای پوست سبز میوه ایجاد شود.

گزارشات موجود حاکی است که آلودگی به عوامل مولد زهرابه از باغ شروع و در حین فراوری و انبارداری گسترش می‌یابد. میزان زودخندانی از یک باغ به باغ دیگر و از سالی به سال دیگر بسته به نوع خاک، تغذیه، رقم، شرایط آب و هوایی و رژیم آبیاری متغیر می‌باشد. با توجه به رقم، بافت خاک و شرایط آب و هوایی منطقه توصیه می‌شود محصول هر رقم

پسته به عنوان یک محصول صادراتی برای ایران، جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی کشور دارا می‌باشد. آلودگی میوه پسته به قارچ‌های گروه *Aspergillus flavus* که مولد زهرابه آفلاتوکسین است، صادرات این محصول ارزشمند را تحت تأثیر قرار داده است. تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه عوامل مؤثر در آلودگی این محصول مهم به قارچ‌های مولد زهرابه آفلاتوکسین انجام شده است، که البته این تحقیقات بیشتر معطوف به مسایل پس از برداشت می‌باشد. رشد و توسعه میوه پسته در باغ تحت تأثیر اثر متقابل و پیچیده پوست سبز و پوست استخوانی است. در اوایل فصل تابستان پوست سبز به پوست استخوانی چسبیده است. بطور طبیعی همزمان با بلوغ میوه، پوست سبز از پوست استخوانی جدا شده و سپس پوست استخوانی خندان می‌شود. خندانی پوست استخوانی پسته از خصوصیات بسیار مطلوب می‌باشد. یکی از علل اصلی آلودگی پسته به زهرابه آفلاتوکسین تشکیل پسته‌های زودخندان (Early split) می‌باشد. در تعداد کمی از پسته‌ها که به نام زودخندان شناخته می‌شوند، پوست سبز در طول محل خندان شدن پوست استخوانی شکاف برمی‌دارد و علت آن این است که پوست سبز به اندازه کافی قبل از خندان شدن پوست استخوانی از آن جدا نشده است و یا اینکه پوست استخوانی زودتر از زمان معمول آن و قبل از اینکه پوست سبز کاملاً از آن جدا شود، خندان

زودخندانی که آزمایش شدند در بعضی مواقع میزان آفلاتوکسین تا ۱۰۰۰ ppb مشاهده شد (۹). دانه‌های زودخندان با پوست سبز روی خشک و چروکیده سه مرتبه بیش از دانه‌های زودخندان که پوست سبز روی آن‌ها تازه و چروک نخورده است به قارچ آسپرژیلوس آلوده هستند (۴).

بر طبق تحقیقی که در آدانای ترکیه انجام شده است، مشخص شد که حذف یک نوبت آبیاری در دوره ۱۰ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد یعنی زمان رشد سریع پوست استخوانی باعث افزایش قابل توجه درصد زودخندانی در شهریورماه و زمان برداشت می‌گردد (۱۴).

Doster و Michailidis با حذف یک نوبت آبیاری در خردادماه در دو منطقه در ایالت کالیفرنیا به بررسی عارضه زودخندانی پسته در هنگام فصل برداشت پرداختند که درصد زودخندانی در تیماری که خردادماه آبیاری نشده بود نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (۳). در تحقیق دیگری که توسط Doster و همکاران (۱۴) انجام شد، کم آبیاری درختان پسته از اواسط فروردین تا اواسط خرداد بطور قابل ملاحظه‌ای درصد پسته‌های زودخندان را افزایش داد در حالی که کم آبیاری از اواخر تیر تا اواسط شهریور باعث کاهش درصد پسته‌های زودخندان گردید. بر اساس نتایج بدست آمده کم آبیاری در طول دوره سخت شدن پوست استخوانی (عمدتاً در خردادماه) بر تشکیل پسته‌های زودخندان اثری نداشت (۱۴). تحقیق دیگری توسط Doster و همکارانش (۲۰۰۱) در منطقه کالیفرنیا بر روی ۱۰ باغ با رقم کرمان انجام شد (۱۵). از این تعداد ۴ باغ با سیستم آبیاری بارانی میکرو (Microsprinkler irrigation)، ۳ باغ با سیستم غرقابی (Flood irrigation) و ۳ باغ هم با سیستم بارانی (Sprinkler) آبیاری می‌شدند. طبق بررسی‌های به عمل آمده سیستم آبیاری اثر کمی بر میزان زودخندانی داشت. بطوریکه میانگین درصد زودخندانی در سیستم‌های آبیاری بارانی میکرو، سطحی و بارانی به ترتیب $2/8\%$ ، $2/6\%$ و $2/1\%$ بود (۱۵). در طول فصل نیز با اعمال قطع آب در مراحل مختلف رشد، مشخص شد که کم آبیاری (Deficit irrigation) در اواخر اردیبهشت میزان زودخندانی را بطور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش می‌دهد. در حالی که کم آبیاری از اواسط تیرماه تا زمان برداشت تشکیل پسته‌های زودخندان را کاهش می‌دهد. ملاحظه می‌شود نتایج تحقیقات بدست آمده در نقاط مختلف دنیا در بعضی موارد همخوانی ندارند. از آنجائیکه شرایط اقلیمی در میزان زودخندانی درختان پسته نقش دارد و در این زمینه در ایران تاکنون تحقیق انجام نشده بود. لذا در این تحقیق سعی شد با اعمال دو دور آبیاری و زمان‌های مختلف حذف یک نوبت آبیاری، حساس‌ترین مرحله رشد درخت پسته به کم آبیاری و اثر آن بر عارضه زودخندانی بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

این طرح در باغی به مساحت تقریبی ۹ هکتار در حومه شهرستان رفسنجان (کوثر ریز) و درختان یکنواخت بارور با سن تقریبی ۳۰ سال و بر روی رقم تجاری اوحدی به مدت ۴ سال (۱۳۸۳-۱۳۸۰) اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش شنی و درختان با فاصله 1×8 متر کاشته شده بودند. اجرای طرح به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. این آزمایش با ۱۰ تیمار در ۴ بلوک اجرا شد که در آن دوره‌های آبیاری (کرتهای اصلی) و نوبتهای قطع آب به عنوان کرتهای فرعی در نظر گرفته شدند.

در زمان مناسب برداشت شده و از نگهداری محصول روی درخت به هر دلیل جلوگیری شود. تاخیر در زمان برداشت محصول باعث افزایش درصد میوه‌های ترک خورده، افزایش میوه‌های زیادرس و در نهایت افزایش میزان آلودگی میوه پسته به آفلاتوکسین می‌گردد (۲). تاخیر در پوست‌گیری محصول برداشت شده باعث افزایش درصد پسته‌های لکه دار و افزایش آلودگی می‌گردد و اثرات آن بر روی میزان آلودگی کمتر از تاخیر زمان برداشت می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده است که با نزدیک شدن به زمان برداشت تراکم جمعیت قارچ‌های مولد آفلاتوکسین در فضای باغ‌های پسته افزایش می‌یابد و به نظر می‌رسد یک تطابق بین افزایش تراکم اسپور این قارچ‌ها و دوره رشد و توسعه میوه پسته وجود داشته باشد (۸، ۱۲). جمعیت قارچ‌های گروه *A. flavus* با نزدیک شدن به زمان برداشت افزایش می‌یابد که به دلیل افزایش تعداد پسته‌های ترک خورده، روی زمین ریخته شده و در تماس با سطح زمین به قارچ‌های فوق الذکر می‌باشد. همچنین می‌توان به مدت زمان بیشتر در معرض قرار گرفتن پسته‌های فوق با اسپوره‌های موجود در فضای باغ‌ها اشاره کرد. بنابراین برداشت زودهنگام و به موقع باعث کاهش آلودگی میوه پسته خواهد گردید (۷، ۸، ۱۶). نتایج حاصل از بررسی آلودگی ترمینال‌های مختلف فراوری پسته به قارچ‌های گروه مولد آفلاتوکسین نشان می‌دهد که آلودگی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل نوع ترمینال (سنتی یا مکانیزه)، قسمت‌های مختلف یک ترمینال و نوع پسته ورودی به یک ترمینال قرار گیرد و از عوامل مهم و تأثیر گذار روی این موضوع، فراوانی پسته‌های ترک خورده (مخصوصاً پسته‌های زود خندان و ترک خورده نامنظم با پوست سبز خشک و چروکیده)، پسته‌های روی زمین ریخته شده و پسته‌های در تماس با سطح زمین در یک توده پسته ورودی به یک ترمینال است (۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱). مقایسه ترمینال‌های سنتی و مکانیزه نشان داد که پسته خروجی از ترمینال‌های سنتی دارای سطح بیشتری از آلودگی به قارچ‌های گروه *A. flavus* می‌باشد (۸، ۶).

در مرحله فراوری تعداد زیادی اسپور از پسته‌های ترک خورده، پسته‌های ریخته شده روی زمین و پسته‌های در تماس با سطح زمین آزاد می‌گردد که باعث آلودگی خفته پسته‌های سالم (پسته‌هایی که در باغ پوست سبز آن‌ها ترک نخورده و مغز آن‌ها عاری از آلودگی قارچی می‌باشد) می‌شود، که خود می‌تواند باعث بروز مشکلاتی در مراحل بعدی انبارداری و انتقال گردد (۸).

نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده است که بین نوسان تراکم جمعیت قارچ در سطح خاک و دور آبیاری ارتباط وجود دارد و شیوه آبیاری باعث کاهش یا افزایش تراکم جمعیت قارچ در طول سال می‌گردد (۷، ۸). با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده حتی الامکان باید سعی گردد در دوره حساس آلودگی میوه پسته (اواخر مرداد و شهریور) از آبیاری و دستکاری خاک باغ خودداری گردد تا امکان آزادسازی اسپور و افزایش تراکم جمعیت قارچ‌های گروه *A. flavus* در فضای باغ فراهم نگردد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که سطح آلودگی در پسته‌های روی زمین ریخته شده با دور آبیاری و وجود بقایای گیاهی دیگر مخصوصاً انواع کودهای آلی در ارتباط می‌باشد، بنابراین رعایت بهداشت باغ می‌تواند در کاهش آلودگی موثر واقع گردد (۸، ۱۶). شیوع آلودگی به آفلاتوکسین در پسته‌های زودخندان تقریباً ۵۰ برابر بیشتر از پسته‌های طبیعی بوده و در پسته‌های

کودی لازم مشخص گردد. کلیه کودهای ضروری اعم از دامی و شیمیایی در انتهای سایه انداز درختان بصورت یکنواخت به کلیه درختان اعم از تیمار و حاشیه در شیارهای کودی حفر شده اضافه گردید. هرواحد آزمایشی شامل سه ردیف درخت و هر ردیف شامل ۱۰ درخت بود. ردیف وسط به عنوان تیمار و دو ردیف کناری به عنوان درختان حاشیه‌ای در نظر گرفته شد. عملیات داشت برای کلیه درختان اعم از تیمار یا حاشیه بطور یکنواخت انجام شد. آبیاری به صورت نواری با عرض ۲ متر در هر دو طرف ردیف درختان انجام شد با این تفاوت که در هر دور آبیاری میزان آب مورد نیاز بر اساس نیاز آبی محاسبه شده بوسیله فرمول پنمن مانیتیس اصلاح شده FAO (جدول ۱) در نظر گرفته شد (۵). با توجه به جدول ۱ مقادیر عمق آب مورد نیاز که در هر نوبت باید به درختان تیمارها داده شود بر اساس دور آبیاری مربوطه محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. در تیمارهای قطع آب، نیاز آبی مربوط به آن نوبت آبیاری از مقدار

تیمارهای طرح عبارتند از:
 T۱: تیمار شاهد با دور آبیاری ۲۵ روز و بدون قطع آب
 T۲: دور آبیاری ۲۵ روز و زمان قطع آب ۲۵ فروردین
 T۳: دور آبیاری ۲۵ روز و زمان قطع آب ۲۰ اردیبهشت.
 T۴: دور آبیاری ۲۵ روز و زمان قطع آب ۱۵ خرداد.
 T۵: دور آبیاری ۲۵ روز و زمان قطع آب ۱۰ تیر.
 T۶: تیمار شاهد با دور آبیاری ۴۵ روز و بدون قطع آب
 T۷: دور آبیاری ۴۵ روز و زمان قطع آب ۲۵ فروردین.
 T۸: دور آبیاری ۴۵ روز و زمان قطع آب ۱۰ خرداد.
 T۹: دور آبیاری ۴۵ روز و زمان قطع آب ۲۵ تیر.
 T۱۰: دور آبیاری ۴۵ روز و دو زمان قطع آب (۲۵ فروردین و ۲۵ تیر).
 شش ماه قبل از شروع اجرای طرح، درختان تیمارهای مختلف انتخاب و پلاک کوبی شدند. سپس نمونه برداری و تجزیه خاک انجام شد تا مقادیر

جدول ۱- نتایج نیاز آبی درخت پسته در منطقه رفسنجان بر اساس روش پنمن - مانیتیس اصلاح شده FAO

ماه	دهه	ضریب گیاهی Kc	تبخیر و تعرق گیاه mm/day	تبخیر و تعرق گیاه mm/۱۰day	بارندگی مؤثر mm/۱۰day	نیاز خالص آبیاری mm/۱۰day
فروردین	۱	۰/۴۰	۱/۵۷	۱۷/۳	۴/۷	۱۲/۶
	۲	۰/۴۰	۱/۷۹	۱۷/۹	۳/۳	۱۴/۶
	۳	۰/۴۰	۲/۰۰	۲۰/۰	۲/۴	۱۷/۶
اردیبهشت	۱	۰/۴۰	۲/۱۹	۲۱/۹	۲/۲	۱۹/۶
	۲	۰/۴۰	۲/۳۸	۲۳/۸	۲/۲	۲۱/۶
	۳	۰/۴۲	۲/۶۹	۲۶/۹	۲/۱	۲۴/۸
خرداد	۱	۰/۴۶	۳/۱۱	۳۴/۲	۱/۴	۳۲/۸
	۲	۰/۴۹	۳/۵۹	۳۵/۹	۰/۱	۳۵/۸
	۳	۰/۵۲	۴/۰۸	۴۰/۸	۰/۰	۴۰/۸
تیر	۱	۰/۵۶	۴/۳۰	۴۳/۰	۰/۰	۴۳/۰
	۲	۰/۵۹	۴/۴۸	۴۴/۸	۰/۶	۴۴/۱
	۳	۰/۶۰	۴/۵۶	۴۵/۶	۱/۰	۴۴/۶
مرداد	۱	۰/۶۰	۴/۴۲	۴۸/۶	۰/۶	۴۸/۰
	۲	۰/۶۰	۴/۲۸	۴۲/۸	۰/۱	۴۲/۷
	۳	۰/۶۰	۴/۱۴	۴۱/۴	۰/۰	۴۱/۴
شهریور	۱	۰/۶۰	۳/۸۸	۴۲/۷	۰/۰	۴۲/۷
	۲	۰/۶۰	۳/۶۲	۳۶/۲	۰/۰	۳۶/۲
	۳	۰/۶۰	۳/۳۳	۳۳/۳	۰/۰	۳۳/۳
مهر	۱	۰/۵۸	۲/۹۳	۲۹/۳	۰/۰	۲۹/۳
	۲	۰/۵۵	۲/۵۰	۲۵/۰	۰/۰	۲۵/۰
	۳	۰/۵۳	۲/۱۱	۲۱/۱	۰/۰	۲۱/۱
آبان	۱	۰/۵۰	۱/۷۷	۱۹/۵	۰/۱	۱۹/۳
	۲	۰/۴۷	۱/۴۶	۱۴/۶	۱۵/۵	۰/۰
	۳	۰/۴۵	۱/۱۷	۵/۸	۱۱/۶	۰/۰
جمع کل		۰/۵۱ میانگین		۷۳۲/۵	۴۸/۰	۶۹۰/۱

مختلف اندازه‌گیری شد که در ادامه در مورد آن بحث خواهد شد. جهت بررسی دقیق‌تر هر کدام از صفات کمی و کیفی، مقادیر آن‌ها همراه با مقدار آب مصرفی برای هر تیمار بصورت نمودارهایی رسم شده که در این قسمت به تفسیر آن‌ها پرداخته می‌شود.

فاکتور زودخندانی پوست سبز پسته: همانطور که در شکل ۱ مشخص است، در هر دو دور آبیاری، حذف یک نوبت آبیاری در اواسط خرداد ماه (تیمارهای T_4 و T_5) بطور قابل ملاحظه‌ای درصد پسته‌های زودخندان را نسبت به تیمارهای شاهد افزایش داد. تیمارهای T_4 و T_5 که حذف نوبت آبیاری آن‌ها در اواسط خردادماه بود، ۷۷٪ و ۹۶٪ پسته زودخندان داشتند، در حالی که تیمارهای شاهد نظیر آن‌ها (T_1 و T_2) به ترتیب دارای ۳۹٪ و ۵۱٪ پسته زودخندان بودند. از طرفی با توجه به مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف مشاهده می‌شود، تیمارهایی که در اواسط خرداد کم آبیاری شدند (T_4 و T_5) تنها ۲۰٪ کمتر از تیمارهای شاهد نظیر خود (T_1 و T_2) آب دریافت نمودند، در حالی که میزان پسته‌های زودخندان آن‌ها نسبت به تیمارهای شاهد نزدیک به دو برابر بود.

از طرف دیگر درختانی که در اواخر تیرماه تحت تنش خشکی قرار گرفتند (تیمارهای T_3 و T_6)، از نظر میزان آب دریافتی اختلاف بیشتری با تیمارهای شاهد داشتند، ولی تنها حدود ۲ درصد افزایش در میزان پسته‌های زودخندان داشتند. نکته جالب توجه دیگر اینکه با توجه به شکل ۱، تیمار شاهد با دور آبیاری منظم ۴۵ روز (T_7) نسبت به اغلب تیمارهای آبیاری با دور آبیاری ۲۵ روز که قطع آبیاری داشتند، درصد زودخندانی کمتری داشته است که این مسأله نشان دهنده اهمیت بالای آبیاری منظم در کاهش زودخندانی می‌باشد.

آب محاسبه شده کسر گردید. مقادیر آب مصرفی در هر کدام از تیمارها در جدول (۳) آمده است. حجم آب آبیاری با اندازه‌گیری دبی کانال توسط دو عدد سرریز مستطیلی شکل که در ابتدای کانالهای مزرعه تعبیه شده بود و سطح خیس شده هر تیمار، محاسبه شد.

تیمارها پس از اعمال قطع آب در تاریخ‌های ذکر شده، همانند تیمارهای شاهد با دوره‌های مربوطه آبیاری شدند. زمان مناسب برداشت با توجه به نمونه برداریهای قبل از برداشت مشخص شد و سه درخت از ردیف وسط هر تیمار انتخاب و بطور تصادفی ۵ عدد خوشه از هر درخت برداشت و تعداد پسته‌های هر خوشه، تعداد پسته‌های زودخندان با پوست سبز نرم و چروکیده، پسته‌های با ترک خوردگی نامنظم و با پوست نرم و چروکیده، پسته‌های با پوست رویی خشک شده، پسته‌های رسیده، پسته‌های پوک و تعداد پسته‌های خندان شمارش گردید. میزان آفلاتوکسین نمونه‌های هر یک از پسته‌های زودخندان، ترک خورده نامنظم و سالم با استفاده از دستگاه HPLC اندازه‌گیری شد. اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

بحث و نتیجه گیری

در پایان فصل رشد و پس از برداشت محصول ۵ صفت کمی اندازه‌گیری شدند که نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های آن برای تیمارهای مختلف قطع آب و نیز دور آبیاری در جداول ۴، ۵ و ۶ آمده است. همچنین به منظور تعیین میزان آلودگی پسته‌های زودخندان، ترک خورده نامنظم و همچنین پسته‌های سالم، به زهرابه آفلاتوکسین مقادیر آن در تیمارهای

جدول ۲- مقادیر آب مورد استفاده در تیمارهای مختلف در طول فصل رشد

تیمارهای با دور آبیاری ۴۵ روز (T_{45})			تیمارهای با دور آبیاری ۲۵ روز (T_{25})		
زمان آبیاری	آب کاربردی (mm)	دوره زمانی	زمان آبیاری	آب کاربردی (mm)	دوره زمانی
۲۵ فروردین	۱۰۷/۶	۲۵ فروردین تا ۱۰ خرداد	۲۵ فروردین	۵۰	۲۵ فروردین تا ۲۰ اردیبهشت
۱۰ خرداد	۱۸۶	۱۰ خرداد تا ۲۵ تیر	۲۰ اردیبهشت	۷۵/۵	۲۰ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد
۲۵ تیر	۱۹۷/۱	۲۵ تیر تا ۱۰ شهریور	۱۵ خرداد	۱۰۱/۷	۱۵ خرداد تا ۱۰ تیر
۱۰ شهریور	۱۳۴/۳۵	۱۰ شهریور تا ۲۵ مهر	۱۰ تیر	۱۱۲/۸	۱۰ تیر تا ۵ مرداد
	۶۲۵/۰۵	کل دوره اعمال تیمارها	۵ مرداد	۱۰۸/۱	۵ مرداد تا ۳۱ مرداد
			۳۱ مرداد	۹۵/۵۵	۱ مرداد تا ۲۵ شهریور
			۲۵ شهریور	۷۰/۹۵	۲۵ شهریور تا ۲۰ مهر
				۶۱۴/۵*	کل دوره اعمال تیمارها

* تفاوت میزان آب کاربردی با آب مورد نیاز محاسبه شده در جدول (۱) مربوط به اختلاف دوره زمانی در نظر گرفته شده می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر آب مصرفی هر تیمار در طول فصل رشد

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	تیمارهای قطع آبیاری
۳۲۰/۸	۴۲۸/۴	۴۳۹/۵	۵۱۷/۹	۶۲۵	۵۰۱/۸	۵۱۲/۸	۵۳۹	۵۶۴/۵	۶۱۴/۵	آب مصرفی mm

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر پارامترهای مورد بررسی

منابع تغییر	پسته‌های زودخندان با پوست نرم و چروکیده (%)	پسته‌های ترک خورده نامنظم با پوست نرم و چروکیده (%)	پسته‌های با پوست رویی خشک شده (%)	پسته‌های خندان (%)	پسته‌های پوک (%)
سال (Y)	۹۹/۱۵۱**	۲۲۷۲/۵۸**	۲۰۲/۰۵۷**	۸۵۶/۳۴۳*	۱۱۴۷/۸۱۲**
تیمار قطع آبیاری (T)	۵۲/۲۷۹**	۱۱۲/۹۰۹*	۲۰/۹۵۷ns	۳۴۰/۰۸۱*	۲۱۵/۶۳۴**
Y×T	۱۵/۰۸۷**	۱۴۹/۹**	۱۰/۴۸۳ns	۱۳۳/۰۲۳ns	۲۹/۵۸۲*

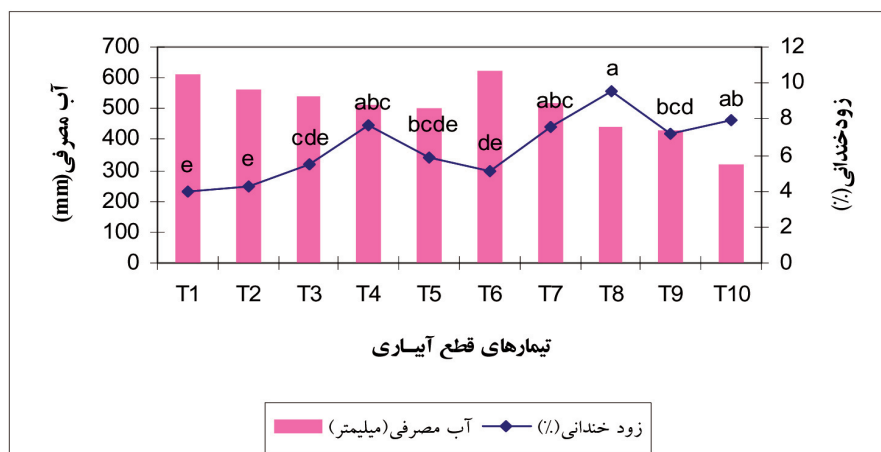
ns و ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵٪، ۱٪ و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۵- میانگین مقادیر کمی صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف در طول چهار سال آزمایش (۱۳۷۹-۱۳۸۳)

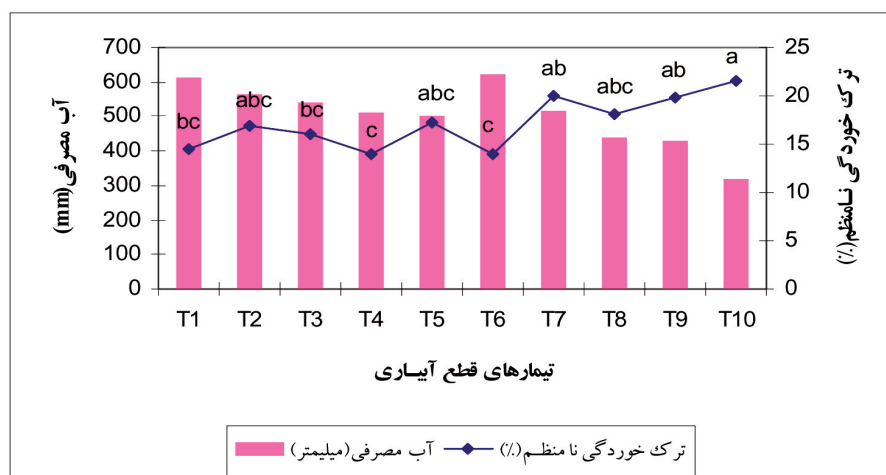
تیمار	صفات مورد مطالعه					
	پسته‌های زودخندان با پوست نرم و چروکیده (%)	پسته‌های ترک خورده نامنظم با پوست نرم و چروکیده (%)	پسته‌های با پوست رویی خشک شده (%)	پسته‌های خندان (%)	پسته‌های پوک (%)	
دور آبیاری ۲۵ روز	T _۱	۳/۹۶ e	۱۴/۵۶bc	۳/۶۴c	۶۸/۲ab	۸/۹۹ef
	T _۲	۴/۲۸e	۱۶/۹abc	۴/۲۱bc	۶۹/۸a	۸/۴۴f
	T _۳	۵/۴۸cde	۱۵/۹۵bc	۵/۳abc	۶۲/۸abc	۱۲/۶۸bcde
	T _۴	۷/۷abc	۱۴/۰۱c	۴/۲bc	۶۰/۶bc	۱۱/۸۴cdef
	T _۵	۵/۸۲bcde	۱۷/۳۲abc	۶/۹۵a	۶۰/۳bc	۱۴/۴۲bc
دور آبیاری ۴۵ روز	T _۶	۵/۱de	۱۳/۹c	۴/۹۵abc	۵۹/۸bc	۱۳/۰۵bcd
	T _۷	۷/۵abc	۱۹/۹۴ab	۵/۷۶abc	۶۱/۶abc	۱۳/۷۴bc
	T _۸	۹/۶a	۱۸/۱abc	۶/۹ab	۵۷/۳c	۱۴/۴۳bc
	T _۹	۷/۲bcd	۱۹/۷۸ab	۵/۶abc	۵۸/۲c	۱۶/۵۹b
	T _{۱۰}	۷/۹ab	۲۱/۵۳a	۶/۳abc	۵۵/۲c	۲۰/۳۸a

جدول شماره ۶- میانگین مقادیر کمی صفات مورد مطالعه در تیمارهای دور آبیاری در طول چهار سال آزمایش (۱۳۷۹-۱۳۸۳)

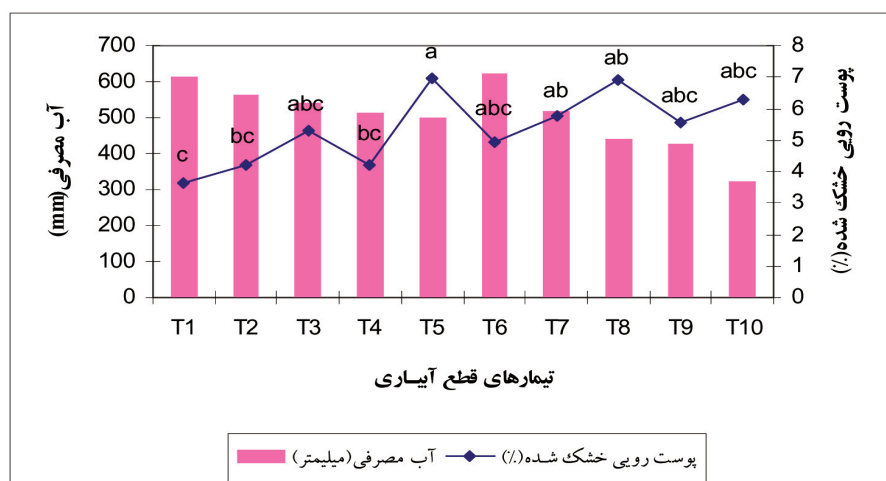
تیمارهای دور آبیاری	پسته‌های زودخندان با پوست نرم و چروکیده (%)	پسته‌های ترک خورده نامنظم با پوست نرم و چروکیده (%)	پسته‌های با پوست رویی خشک شده (%)	پسته‌های خندان (%)	پسته‌های پوک (%)
دور آبیاری ۲۵ روزه T _{۲۵}	۵/۴۴B	۱۵/۷۴ B	۴/۸۶ A	۶۴/۳۴ A	۱۱/۲۷ B
دور آبیاری ۴۵ روزه T _{۴۵}	۷/۴۷ A	۱۸/۶۵ A	۵/۸۹ A	۵۸/۴۴ A	۱۵/۶۴ A



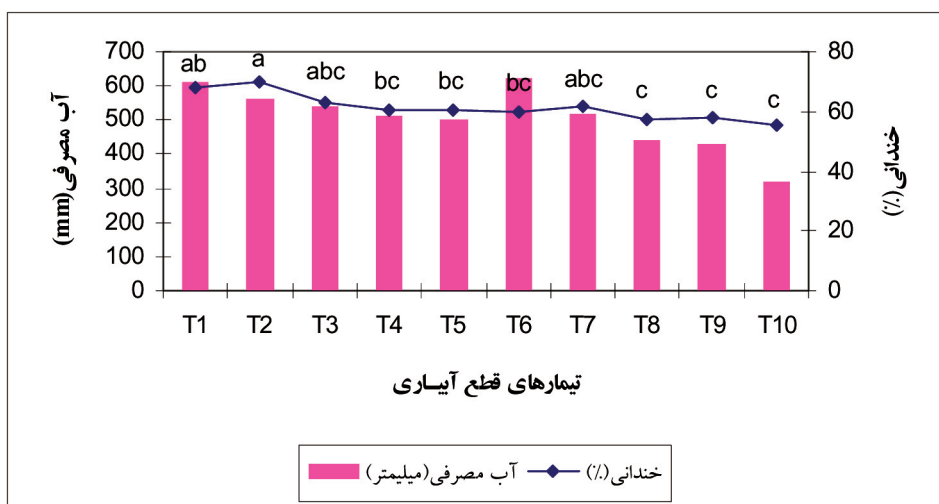
شکل ۱- اثر زمانهای مختلف قطع آبیاری و مقادیر متفاوت آب مصرفی بر میزان زودخندانی پوست سبز پسته



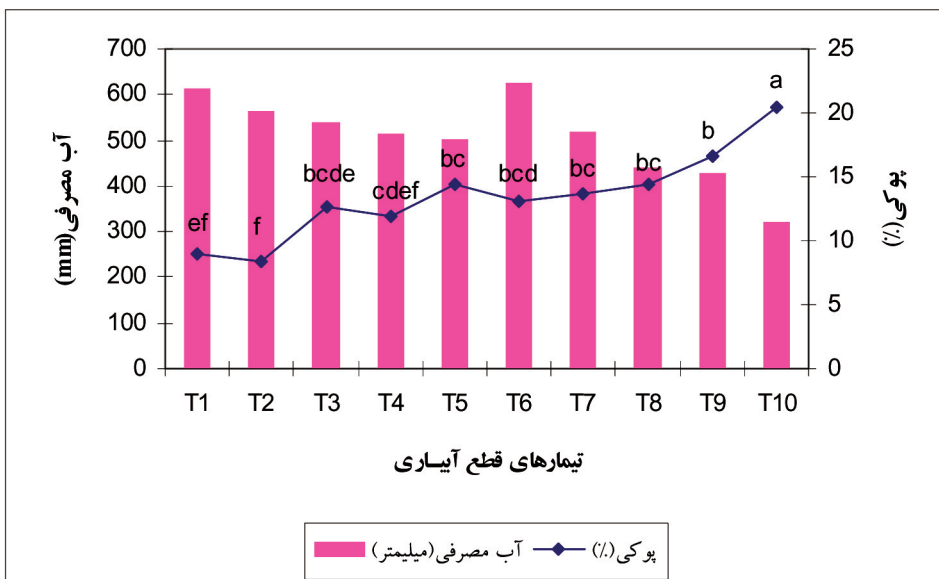
شکل ۲- اثر زمانهای مختلف قطع آبیاری و مقادیر متفاوت آب مصرفی بر میزان ترک خوردگی نامنظم پوست سبز پسته



شکل ۳- اثر زمانهای مختلف قطع آبیاری و مقادیر متفاوت آب مصرفی بر میزان خشک شدگی پوست سبز پسته



شکل (۴) - اثر زمانهای مختلف قطع آبیاری و مقادیر متفاوت آب مصرفی بر خندانی میوه پسته



شکل (۵) - اثر زمانهای مختلف قطع آبیاری و مقادیر متفاوت آب مصرفی بر پوکی میوه پسته

تیمارهای با دور آبیاری ۲۵ روزه در حدود ۲/۰۳٪ افزایش نشان داد. با توجه به معنی دار بودن اختلاف زودخندانی در تیمارهای دور آبیاری اهمیت دور آبیاری مناسب در کاهش درصد این پسته‌ها مشخص شد. نتایج حاصل از اجرای این طرح نشان داد که میزان زود خندانی و شکاف خوردگی پوست رویی پسته در سالهای مختلف و حتی از درختی به درخت دیگر تغییرات زیادی دارد. این نتایج با نتایج گرفته شده در تحقیقات تاج آبادی پور و همکاران (۱، ۳) که اظهار کردند، درصد زودخندانی از سالی به سال دیگر و حتی بین درختان مشابه و حتی بین خوشه‌های یک درخت در ارقام اوحدی، کله قوچی و احمدآقایی تغییرات زیادی دارد، مطابقت داشت. Doster و همکاران (۱۳) درصد پسته‌های زودخندان را در پسته رقم کرمان دامنه‌ای از ۰/۶ تا ۸/۲ درصد در سال ۱۹۹۲ و ۰/۸ تا ۵/۸

در جدول ۶ اثر دور آبیاری به تنهایی بر میزان پسته‌های زودخندان آمده است. میانگین درصد پسته‌های زودخندان در تیمارهای با دور آبیاری ۲۵ روز (۵/۴۴٪) نسبت به مقدار آن در تیمارهای با دور آبیاری ۴۵ روز (۷/۴۷٪) کاهش ۲ درصدی را نشان می‌دهد. با توجه به مطالب بیان شده، در هر دو دور آبیاری، حذف یک نوبت آبیاری و اعمال تنش خشکی به گیاه از اواسط اردیبهشت ماه تا اواسط خردادماه باعث افزایش قابل توجهی در میزان پسته‌های زودخندان گردید که بیشترین تاثیر تنش خشکی در تیمارهای T_۸ و T_۴ (حذف یک نوبت آبیاری در اواسط خردادماه) مشاهده شد. به طوریکه میزان زودخندانی در این تیمارها نسبت به تیمارهای شاهد نظیر خود (T_۱ و T_۶) تا دو برابر افزایش یافت. میانگین مقادیر زودخندانی در تیمارهای با دور آبیاری ۴۵ روزه نسبت به میانگین زودخندانی در

نسبت به تیمار شاهد تا ۷/۳ درصد نیز افزایش یافت.

بین میزان آب مصرفی و درصد پوکی نیز رابطه معکوس وجود داشت و با کاهش میزان آب مصرفی، درصد پوکی به شدت افزایش یافت. تیمار T_1 با کاربرد ۵۰٪ آب مورد نیاز، بیشترین میزان پوکی را (حدود ۲۰/۳۸٪) داشت.

میزان زهرابه آفلاتوکسین: با توجه به اندازه گیریهای انجام شده بر روی ۱۲۰ نمونه از هر کدام از پسته‌های زودخندان، ترک خورده نامنظم و سالم طی ۳ سال، متوسط زهرابه آفلاتوکسین نوع B_1 و B_2 در پسته‌های زودخندان به ترتیب ۲۲۳/۴ ppb و ۲۵/۴۷ ppb بود. در برخی از نمونه‌های پسته‌های زودخندانی که آزمایش شدند، میزان سم تا ۲۰۰۰ ppb نیز مشاهده شد. در مورد پسته‌های ترک خورده نامنظم نیز متوسط سم نوع B_1 و B_2 به ترتیب ۱۱۱/۰۶ ppb و ۹/۷۱ ppb بود. این در حالیست که در هیچکدام از پسته‌های سالم زهرابه آفلاتوکسین مشاهده نشد.

با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده زهرابه آفلاتوکسین مشخص گردید که پسته‌های زودخندان و حتی ترک خورده نامنظم به شدت به سم آلوده می‌باشند، در حالی که در هیچ کدام از پسته‌های سالم سم مشاهده نشد. با توجه به میزان آلودگی شدید پسته‌های زودخندان و آنچه که در مورد نقش آبیاری صحیح در کاهش درصد این پسته‌ها بیان شد، می‌توان نتیجه گرفت که در صورت اعمال مدیریت صحیح آبیاری و جلوگیری از تشکیل این پسته‌ها، گام بلندی در کاهش آلودگی محصول در باغ برداشته ایم.

با جمع بندی از نتایج طرح پیشنهادات زیر قابل توصیه می‌باشد:

۱- دور آبیاری مناسب بر اساس بافت خاک، کیفیت آب، شوری خاک، سن درخت و روش آبیاری انتخاب گردد.

۲- انجام آبیاری منظم و پرهیز از قطع آبیاری خصوصاً در اواخر فصل بهار.

۳- آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه تنظیم شود. در صورتیکه به دلیل کمبود آب امکان آبیاری براساس نیاز آبی نیست، بهتر است که آبیاری بطور یکنواخت و با دور آبیاری منظم در طول فصل انجام شود.

به عنوان جمله پایانی می‌توان بیان داشت، کم آبیاری در باغ‌های پسته در صورتیکه در فاصله زمانی بین رشد پوست استخوانی و رشد مغز اعمال گردد، اثر قابل ملاحظه‌ای بر میزان زودخندانی نخواهد داشت. اما کم آبیاری زودتر از این زمان و در اواخر فصل بهار بطور معنی‌داری میزان پسته‌های زودخندان را افزایش داده و در نتیجه باعث افزایش خسارات ناشی از هجوم کپک‌ها و حشرات بر روی مغز می‌گردد. بنابراین باغداران پسته باید به این مسئله دقت کنند که در طول فصل بهار آب کافی جهت آبیاری درختان پسته تامین گردد.

در خاتمه باید متذکر شد که اگرچه این پژوهش برای دستیابی به پیشنهادات کاربردی و دقیق‌تر لازمست، ولی با توجه به الگوی رشد و نمو میوه و شاخه و با توجه به اصول حاکم بر استراتژی کم آبیاری تنظیم شده (Regulated Deficit Irrigation) باید ادامه یابد.

سیاسگزار

بدین وسیله بر خود لازم می‌دانم از کلیه کسانی که در تمام مراحل این تحقیق مرا یاری نمودند خصوصاً آقایان محمد رضا نیکویی و احسان جوکار تشکر و قدردانی نمایم.

درصد در سال ۱۹۹۳ تعیین نمودند. دلایل این تغییرات ممکن است عدم یکنواختی پایه‌های مورد استفاده، تغییرات جوی و آب و هوایی در سالهای مختلف، سال آوری و تغییر در مدیریت باغ باشد.

فاکتور ترک خوردگی نامنظم پوست سبز پسته: در مورد اثر کم آبیاری بر درصد ترک خوردگی نامنظم پوست سبز پسته همانطور که در شکل ۲ آمده است، روند مشخصی مشاهده نشد. ولی با توجه به اینکه درصد این پسته‌ها در تمام تیمارهای قطع آبیاری با دور ۴۵ روز نسبت به تیمارهای متناظر آن‌ها در دور ۲۵ روز، بیشتر می‌باشد، می‌توان به نقش دور آبیاری مناسب در کاهش درصد این پسته‌ها پی برد. هر چه زمان قطع آبیاری به اواخر فصل نزدیک شد، اثر آن بر افزایش درصد ترک خوردگی نامنظم پوست سبز بیشتر گردید. با توجه به میانگین مقادیر پسته‌های با ترک خوردگی نامنظم در دورهای آبیاری ۲۵ و ۴۵ روزه (جدول ۵) که به ترتیب ۱۵/۷۵٪ و ۱۸/۶۵٪ می‌باشد. افزایش ۳ درصدی در میزان این پسته‌ها در اثر افزایش دور آبیاری مشاهده شد. با توجه به معنی دار بودن اختلاف مقادیر بدست آمده، اهمیت دور آبیاری مناسب نیز در کاهش میزان این پسته‌ها مشخص می‌شود.

فاکتور خشک شدگی پوست سبز پسته: همان طور که در شکل (۳) نیز مشخص است، اگرچه برخی از تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان میدهند، اما اثر زمانهای مختلف قطع آبیاری بر درصد پسته‌های با پوست رویی خشک شده از روند خاصی پیروی نمی‌کند. آنچه که مسلم است دور آبیاری طولانی و تنش خشکی وارده به درختان در اثر قطع یک نوبت آب در هر دو دور آبیاری درصد این پسته‌ها را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد که این مطلب اهمیت آبیاری منظم را بیش از پیش نشان میدهد.

فاکتور خندانی: شکل ۴ اثر تنش خشکی وارده به درختان پسته را بر میزان خندانی میوه پسته نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است هرچه زمان اعمال قطع آب و تنش خشکی به اواخر فصل نزدیک شد، میزان پسته‌های خندان کاهش یافت. به طوریکه در تیمارهایی که در تیرماه قطع آبیاری داشتند، میزان خندانی به حداقل خود رسید. کمترین میزان خندانی در دورهای آبیاری ۲۵ و ۴۵ روزه به ترتیب مربوط به تیمارهای T_5 به میزان ۶۰/۳٪ و تیمار T_1 به میزان ۵۵/۲٪ بود که نسبت به تیمارهای شاهد نظیر خود (T_1 و T_2) و ۷/۹٪ و ۴/۶٪ کاهش نشان داد ولی در مجموع اختلاف بین آن‌ها معنی دار نشد. به نظر می‌رسد با افزایش دور آبیاری از ۲۵ به ۴۵ روز و نیز کاهش آب مصرفی، درصد خندانی کاهش می‌یابد.

فاکتور پوکی: صفت کیفی دیگری که در این طرح مورد بررسی قرار گرفت، درصد پسته‌های پوک بود که مقادیر آن در شکل ۵ آمده است. همانطور که در این شکل مشخص است، با افزایش دور آبیاری از ۲۵ به ۴۵ روز، درصد پسته‌های پوک در تمام تیمارهای متناظر افزایش یافت. بطوریکه میانگین درصد پوکی تیمارهای با دور آبیاری ۲۵ و ۴۵ روز (جدول ۶) به ترتیب ۱۱/۲۷٪ و ۱۵/۶۴٪ بود. افزایش ۴/۳۷ درصدی مقادیر پوکی در این دو دور آبیاری حاکی از اختلاف معنی‌دار آن‌ها می‌باشد که این مطلب اهمیت بالای دور آبیاری مناسب را در کاهش درصد پوکی نشان می‌دهد

از طرفی در هر دو دور آبیاری، بیشترین میزان پوکی مربوط به تیمارهایی بود که در تیر ماه قطع آبیاری داشتند. بطوریکه میزان پوکی

فرآوری پسته و ارتباط بین زمان برداشت و تغییرات میزان آفاتوکسین. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات پسته، ۱۳ صفحه.

۱۱ - مرادی، محمد. ۱۳۷۷؛ گزارش بررسی آلودگی میوه پسته به آفاتوکسین B₁ در مرحله قبل و بعد از برداشت. موسسه تحقیقات پسته ۱۴ صفحه.

۱۲ - میردامادها، فاطمه. ۱۳۷۷؛ بررسی اثرات روش‌ها و دماهای مختلف خشک کردن در کیفیت نهایی پسته ایران. گزارش‌هایی موسسه تحقیقات پسته کشور.

13- Doster, M. A. and T. J. Michailides., 1994. Aspergillus molds and aflatoxins in pistachionuts in California. *Phytopathology* 84: 583-590.

14- Doster, M. A. and T. J. Michailides., 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.

15- Doster, M. A., T. J. Michailides, D. A. Goldhamer and D. P. Morgan., 2001; Insufficient Spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. *California Agriculture*, Volume 55, Number 3: 27-30.

16- Moradi, M., and Ershad, J. 2000; Determination of density of the molds aspergillus species in the Kerman pistachio orchards in different months of years. *Proceeding of the 14 th Iranian Plant Protection Congress*, Isfahan, Iran. p:128.

17- Summer, N. F., J. R. Buchanan and R. J. Fortage., 1986. Relation of early splitting and tattering of pistachio nuts to aflatoxin in the orchard. *Phytopathology* 76(7): 692-694.

18- Thomson, S. V. and M. C. Mehdy., 1978; Occurrence of *Aspergillus flavus* in pistachio nuts prior to harvest. *Phytopathology* 68: 1112-1114.

منابع مورد استفاده

۱ - تاج آبادی پور، ع. م. مرادی قهدریجانی. و ب. پناهی. ۱۳۸۲؛ گزارش نهایی طرح ارتباط بین تاریخ تشکیل پسته‌های زودخندان و تغییر در خصوصیات ظاهری و آلودگی آن‌ها به آفاتوکسین در سه رقم تجاری پسته ایران (اوحدی، کله قوچی و احمدآقایی). موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان. ۲۱.

۲ - تاج آبادی پور، ع. م. ۱۳۷۸؛ عارضه زودخندانی در پسته. نشریه تحقیقی-ترویجی موسسه تحقیقات پسته. شماره ثبت ۴۵۰/۷۷.

۳ - تاج آبادی پور، ع. م. فولادی. ۱۳۸۲؛ گزارش نهایی طرح شناسایی و تعیین پسته‌های آلوده به آفاتوکسین در مرحله فرآوری. موسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان. ۱۶.

۴ - دهقانی، ح. ۱۳۷۸؛ آفاتوکسین و امنیت غذایی پسته. نشریه تحقیقی-ترویجی موسسه تحقیقات پسته. شماره ثبت ۷۷/۴۶۱.

۵ - فرشی، ع. م. ر. شریعتی، ر. جلالی، م. ر. قائمی، م. شهابی فر و م. م. تولایی. ۱۳۷۶؛ برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی، جلد دوم، گیاهان باغی-موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.

۶ - مرادی، محمد و معصومی، حیدر. ۱۳۸۱؛ مقایسه ترمینال‌های مختلف فرآوری و قسمت‌های آن‌ها و پسته‌های فرآوری شده در آن‌ها از نظر آلودگی به گونه‌های مختلف قارچ

آسپرژیلوس خلاصه مقالات برگزیده اولین همایش علمی - کاربردی پسته سیرجان، صفحه ۶۸

۷ - مرادی، محمد و معصومی، حیدر. ۱۳۸۱؛ نقش بقایای گیاهی و کودهای حیوانی در تراکم جمعیت قارچ آسپرژیلوس در طول سال دور باغ‌های پسته استان کرمان. خلاصه مقالات برگزیده اولین همایش علمی - کاربردی پسته سیرجان صفحه ۶۹

۸ - مرادی، محمد. ۱۳۸۱؛ بررسی تراکم عوامل مولد آفاتوکسین در فرآیند تولید پسته به منظور تعیین نقطه شروع آلودگی و کنترل آن. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته

۹ - مرادی، محمد و معصومی، حیدر. ۱۳۷۸؛ بررسی آلودگی میوه پسته به آفاتوکسین B₁ در مرحله قبل از برداشت و در حین فرآوری پسته با استفاده از Elisa. چکیده مقالات اولین همایش آفاتوکسین پسته ۲۴-۲۳ تیرماه، صفحه ۱۹

۱۰ - مرادی، محمد و جوانشاه امان اله. ۱۳۸۲؛ پراکندگی آفاتوکسین در ترمینال‌های

