



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۲
صفحه‌های ۱۱۹-۱۳۵

تعیین بهترین زمان برداشت پسته براساس شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

فاطمه ناظوری^۱، سیامک کلانتری^{۲*}، امان‌الله جوانشاه^۳، نادر درکی^۴، علیرضا طلایی^۵

۱. استادیار گروه باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان
۲. استادیار علوم باغبانی، دانشگاه تهران
۳. استادیار مؤسسه تحقیقات پسته کشور - رفسنجان
۴. استادیار دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
۵. استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰۹/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۹۲/۰۲/۲۳

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی آثار زمان برداشت بر برخی از شاخص‌های پسته رقم احمد آقایی در رفسنجان انجام شد. در ۳ سال متوالی (۱۳۸۹-۱۳۹۱) و طی ۳ مرحله از رسیدن میوه (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد جداشدن پوست تر)، برداشت محصول انجام شد و شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شدند. آزمایش‌ها در ۳ تکرار و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا و با تجزیه مرکب تجزیه و تحلیل شدند. به‌غیر از طول پسته، بیشتر شاخص‌ها تحت تأثیر زمان برداشت قرار گرفتند. بیشترین مقدار پروتئین (۲۰/۵ درصد)، کلروفیل (۶ میلی‌گرم) و ماندگاری جوانه‌های گل (۶۱ درصد) در پسته‌های برداشت‌شده در مرحله اول (۴۰ درصد) ثبت شد. با وجود مغز سبز و مزه خوب در پسته‌های ۴۰ درصد رسیده، ولی پسته‌های برداشت‌شده در مرحله دوم رسیدن (۷۰ درصد) بهترین کیفیت و کمیت را داشتند. برداشت سوم (۱۰۰ درصد)، هرچند وزن خشک و خندانی محصول را بالا برد، مشکلاتی از جمله افزایش زودخندانی، ریزش قابل توجهی از میوه‌ها و در نتیجه سختی عملیات برداشت، افزایش آلودگی و کاهش ارزش تغذیه‌ای را در پی داشت. با توجه به شاخص‌های مورد بررسی، در شرایط معمولی، بهترین زمان برای برداشت مرحله‌ای است که درصد خندانی و وزن خشک محصول در کنار ارزش تغذیه‌ای آن بالا باشد که این زمان تقریباً مقارن با ۷۰ تا ۸۰ درصد رسیدن محصول بود.

کلیدواژه‌ها: ارزش تغذیه‌ای، پسته، شاخص‌های بیوشیمیایی، شاخص‌های فیزیولوژیکی، مرحله رسیدن میوه.

۱. مقدمه

یادشده، تغییرات درونی همچون سرعت تنفس، میزان رطوبت و پروتئین مغز کاهش و مقدار چربی، قند و وزن خشک افزایش می یابد [۹]. باغداران با تجربه از روی شاخص های برجسته ای همچون تغییر رنگ پوست نرم روی میوه پسته، میزان پوست دهی آن و همچنین، تغییر در اندازه میوه، زمان رسیدن آن را می فهمند و اقدام به برداشت می کنند. در مجموع مناسب ترین زمان برداشت محصول پسته را می توان از روی شاخص های کیفی مانند میزان پوست دهی میوه، درصد خندانی دانه، میزان چربی و قند در مغز برآورد کرد که معمولاً این زمان حدود ۲ تا ۳ هفته بعد از پوست دهی آسان میوه ها است [۲۱].

محققان با هدف تعیین تغییرات مرتبط با رسیدگی پسته رقم کرمان در یک دوره زمانی قبل و بعد از زمان معمول برداشت، بررسی هایی انجام دادند. طبق نتایج به دست آمده طی رسیدن محصول مقدار رطوبت کاهش و وزن (تازه و خشک مغز)، چربی، قند و پروتئین افزایش می یابد؛ در ضمن تغییر در شدت رنگ پوست روی شاخص خوبی برای تشخیص بلوغ پسته نیست [۲۰، ۲۱]. مطالعه دیگری نشان داده است که دانه پسته در یک دوره ۱ هفته ای که پوست نرم روی آن به راحتی از پوست استخوانی جدا می شود، بالاترین کیفیت را دارد، ولی برداشت آن در یک دوره ۲ تا ۳ هفته ای تغییرات معنی داری در ترکیبات آن ایجاد نمی کند [۱۴]. نتایج تحقیقات انجام شده در مورد بهترین زمان برداشت پسته اوحدی در کرمان نشان داد که بیشترین وزن خشک محصول در هفته اول مهرماه، بیشترین وزن مغز میوه در هفته دوم مهرماه و حداکثر خندانی در هفته سوم مهرماه ایجاد می شود [۴].

نتایج پژوهش نشان داده است که تأخیر در زمان برداشت و فرآیند پوست گیری، کیفیت پسته اوحدی را کاهش و میزان آلودگی آفاتوکسین را تا حد زیادی افزایش می دهد [۱۶]. نتایج تحقیق در مورد زمان برداشت

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از محصولات مهم باغبانی کشور است که گذشته از ارزش غذایی فراوان، افراد زیادی از طریق کشت، تولید و فرآوری آن مشغول به کارند. کاهش کمیت و کیفیت این محصول تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون برداشت نکردن میوه در زمان مناسب، بی دقتی در فرآوری، انبارداری در شرایط نامطلوب و بسته بندی نامناسب است [۴، ۱۶، ۱۰، ۳۱]. برداشت میوه پسته، پس از رسیدن فیزیولوژیکی آن، باید در زمان مناسب انجام شود. عواملی از جمله رقم، پایه، شرایط آب و هوایی منطقه، بافت خاک، نحوه تغذیه و آبیاری بر زمان رسیدن میوه مؤثرند. بررسی اثر هریک از عوامل بر زمان برداشت میوه نیاز به تحقیق دارد تا در نهایت بتوان زمان مناسب برداشت میوه هریک از ارقام پسته را در هر منطقه تعیین و توصیه کرد [۱۶، ۲۶]. از سوی دیگر تعجیل یا تأخیر در زمان برداشت محصول، به دلیل رقابت میوه و جوانه های در حال تشکیل، بر مقدار محصول سال بعد تأثیر می گذارد؛ در نتیجه برای تعیین زمان برداشت محصول در این زمینه باید به آن توجه کرد.

تشخیص زمان رسیدن پسته همراه با تغییرات ظاهری و درونی است که از طریق تجربه یا آزمایش، بررسی می شود. تغییرات ظاهری شامل تغییر رنگ پوست نرم، خندانی، کاهش نیروی اتصال میوه به دم میوه و دم خوشه به شاخه است. اولین نشانه رسیدن فیزیولوژیکی پسته و آماده بودن برای برداشت، تغییر رنگ پوست سبز پسته به قرمز است که بسته به رقم و منطقه در اواخر مرداد یا اواسط شهریور روی می دهد. در این حالت می توان با فشردن دانه پسته بین انگشت سبابه و شست، پوست نرم روی را با لغزندگی به راحتی جدا کرد. پسته هایی پوک هستند که در این مرحله پوست نرم روی آنها سبز باقی می ماند و به راحتی جدا نمی شود [۵]. هم زمان با تغییرات ظاهری

در این پژوهش اثر زمان برداشت بر مقدار جوانه‌های باقیمانده روی درخت در سال بعد نیز بررسی شد.

۲. مواد و روش‌ها

این بررسی در ایستگاه شماره ۲ مؤسسه تحقیقات پسته کشور، واقع در شهرستان رفسنجان، در سال‌های ۱۳۸۹ (کم‌محصول)، ۱۳۹۰ (پرمحصول) و ۱۳۹۱ (کم‌محصول) و روی درختان بیست و یک‌ساله رقم پسته احمد آقایی پیوندشده روی پایه بادامی زرنده انجام شد. برداشت پسته تازه در ۳ مرحله زمانی رسیدن، براساس درصد پوست‌دهی (۴۰ درصد، ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد جداشدن پوست رویی از پوست سخت استخوانی) و تغییر رنگ پوست سبز پسته به قرمز یا صورتی (به صورت چشمی) انجام شد (جدول ۱). برای انجام این امر، چندین خوشه از قسمت‌های مختلف درخت چیده شد و بعد از جداکردن پوست تر از میوه با دست، تعداد میوه‌های پوست‌کنده‌شده شمارش و درصد پوست‌دهی و میزان رسیدن میوه‌ها محاسبه شد. برای هر کدام از مراحل رسیدن ۳ درخت (هر درخت ۱ تکرار) طی هر سال (مجموعاً ۹ درخت در هر سال) انتخاب و بعد از برداشت کامل میوه‌ها از هر درخت، میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. برای مطالعه شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پسته و مغز، دانه‌ها از خوشه جدا شدند که به اختصار توضیح داده می‌شود.

طول و عرض پسته تازه (به همراه پوست استخوانی) و مغز با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. ابتدا، پوست نرم میوه جدا شد، سپس، طول و عرض میوه‌ها محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری طول و عرض مغز پسته استخوانی جدا شد. درصد مغز با اندازه‌گیری وزن مغز پسته (خشک) به صد گرم پسته کامل (دارای پوست استخوانی، به کمک ترازویی با دقت ۰/۰۰۱) تعیین شد [۱۱].

چهار رقم پسته تجاری کشور نشان داده است که محصول هر رقم پسته به منظور اجتناب از آلودگی به قارچ‌های مولد زهرابه آفلاتوکسین و تولید محصول سالم، حداکثر تا نیمه اول شهریورماه برداشت شود. با توجه به اینکه ارقام احمد آقایی و کله‌قوچی بیشترین میزان آلودگی به آفلاتوکسین را از خود نشان می‌دهند، باید زودتر از سایر ارقام برداشت شوند [۳۱]. در مجموع تأخیر در برداشت محصول از زمان مناسب و توصیه‌شده، باعث ترک‌خوردگی پوست نرم رویی (عارضه زودخندانی)^۱، افزایش آلودگی محصول به عوامل قارچی، افزایش زهرابه آفلاتوکسین و کاهش کیفیت میوه می‌شود [۱۶، ۱۰]. در مناطقی که به دلیل عوامل تغذیه‌ای، استرس‌های خشکی، نوسانات دمایی و تغییرات بافت خاک، میزان شکاف‌خوردگی پوست سبز و زودخندانی بالاست، برداشت باید زودتر از معمول انجام شود [۱۵].

همان‌طور که نتایج تحقیقات نشان داد، برداشت میوه در زمان مناسب عامل مؤثر برای بهبود و حفظ کیفیت و کمیت پسته به شمار می‌آید. این نکته را باید در نظر داشت که در اکثر گزارش‌ها شاخص زمان برداشت براساس تقویم فصلی است تا خصوصیات فیزیولوژیکی محصول. با توجه به اینکه شرایط جوی و آب و هوایی مناطق با هم متفاوت و حتی از سالی به سال دیگر فرق دارد؛ بنابراین، بهتر است شاخص زمان برداشت براساس ویژگی‌های فیزیولوژیکی و در صورت امکان بیوشیمیایی محصول باشد. این پژوهش خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پسته رقم احمد آقایی را در ۳ مرحله از رسیدن بررسی کرده است. به علاوه

۱. پسته‌هایی غیرطبیعی هستند که پوست نرم و استخوانی در یک امتداد و در طول محل خندانی شکاف خورده است و مغز در معرض کپک‌ها و حشرات قرار می‌گیرد (Early splitting).

جدول ۱. زمان برداشت پسته احمد آقایی طی مراحل مختلف رسیدن طی ۳ سال

درصد رسیدن	زمان نمونه‌گیری	۴۰* درصد	۷۰ درصد	۱۰۰ درصد
۱۳۸۹ (سال کم‌محصول)	۸۹/۵/۲۵	۸۹/۶/۳	۸۹/۶/۱۸	
۱۳۹۰ (سال پرمحصول)	۹۰/۶/۱۵	۹۰/۶/۲۴	۹۰/۷/۱۶	
۱۳۹۱ (سال کم‌محصول)	۹۱/۵/۲۶	۹۱/۶/۵	۹۱/۶/۱۹	

* ملاک ۳ مرحله زمانی رسیدن براساس درصد پوست‌دهی (۴۰ درصد، ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد جداشدن پوست رویی از پوست سخت استخوانی) و تغییر رنگ پوست سبز پسته به قرمز یا صورتی است.

اندازه‌گیری شد. سپس، میوه‌های پوک جدا و درصد پسته‌های ناخندان^۱، خندان، پوک^۲ و بدشکل^۳ تعیین و محاسبه شد. برای محاسبه انس تعداد دانه در ۲۸/۳ گرم میوه خشک اندازه‌گیری شد.

آفت‌زدگی به آثار برجای‌مانده از کار آفات گفته می‌شود که با چشم غیرمسلح روی مغز پسته دیدنی است. این آثار به صورت حفره‌های محل تغذیه شش‌پایان، کنه‌ها، وجود تیندها و فضولات پوسته‌های تخم و مانند آن در مغز پسته تازه (بلافاصله پس از برداشت) محاسبه شد [۱]. کلروفیل مغز: ۰/۸۵ گرم مغز خشک با ۱۵ ml اتانول ۹۶ درصد ساییده و از کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره حاصل به مدت یک شب در دمای ۴ درجه نگه‌داری و

برای محاسبه رطوبت پسته و مغز، ابتدا، پوست نرم روی میوه، پوست استخوانی و مغز پسته‌ها از یکدیگر تفکیک و توزین شدند (وزن اولیه) و جداگانه در آن دارای دمای ۷۰ C° به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و دوباره وزن شدند (وزن ثانویه) که محاسبه آن از طریق این فرمول است [۲]:

(۱)

۱۰۰ × وزن اولیه / وزن ثانویه - وزن اولیه = رطوبت (درصد)
برای محاسبه چگالی وزن ۵۰ دانه پسته تازه (با پوست استخوانی) اندازه‌گیری (w50) شد. سپس، داخل ظرف حاوی ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب ریخته و تغییرات حجم محاسبه شد [۳۸].

حجم نمونه برابر با $V_1 - V_2 = \text{حجم نمونه (V)}$.

چگالی برابر با:

$$\rho = \frac{W_{50}}{V} \quad (2)$$

حجم نمونه (V) چگالی (p) بر حسب gr/cm^3

درصد پسته‌های زودخندان پس از برداشت بر روی ۲۰۰ گرم میوه تازه شمارش و تعداد آن به صورت درصد محاسبه شد. بعد از پوست‌گیری دستی دانه‌ها، تعداد دانه‌هایی که پوست آن‌ها با دست به راحتی و کامل جدا شدند از بقیه کسر و درصد پوست‌دهی (لغزندگی)

۱. ناخندان به پسته‌ای گفته می‌شود که پوست سخت آن در جهت درز و برجستگی طولی به طور طبیعی و مکانیکی شکاف برنداشته باشد و یا طول شکاف ایجادشده کمتر از محیط خارجی پسته بوده باشد؛ به طوری که شاخصی به ضخامت ۴/ میلی‌متر و عرض ۶ میلی‌متر از آن عبور نکند. خندان به پسته‌ای گفته می‌شود که ناخندان نباشد.
۲. پوکی: به حالتی گفته می‌شود که مغز پسته کمتر از ۲۵ درصد وزن پسته را شامل شود.
۳. بدشکلی: به حالتی گفته می‌شود که پسته شکل عادی خود را نداشته باشد یا در ناحیه غیرشکاف طولی شکستگی پیدا کرده باشد.

سپس، جذب محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۹ و ۶۶۵ نانومتر خوانده شد. برای تنظیم دستگاه، اتانول ۹۶ درصد استفاده شد. غلظت رنگیزه‌های کلروفیلی با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوستتزی بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر نمونه ارائه شد [۱۳].

$$\begin{aligned} \text{Chla} &= (12/25A665 - 2/79A649) \quad (3) \\ \text{Chlb} &= (21/21A649 - 5/1A665) \\ \text{ChIT} &= \text{Chla} + \text{chlb} \end{aligned}$$

در این فرمول Chla، Chlb و ChIT به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل است.

آنتوسیانین مغز: ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت لپه (مغز خشک) در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و اسید کلریدریک خالص به نسبت حجمی ۹۹ به ۱) به‌طور کامل ساییده و عصاره حاصل در لوله‌های آزمایش ریخته شد. محلول مورد نظر، به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس، به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰g سانتریفیوژ و جذب محلول بالایی در طول موج ۵۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه غلظت، ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول در نظر گرفته شد. مقدار آنتوسیانین با استفاده از فرمول زیر به دست آمد

$$A = \varepsilon bc \quad (4)$$

در این رابطه A=جذب، b=عرض کووت برابر با اسانتی‌متر و C=غلظت آنتوسیانین بر حسب مول بر گرم وزن تر گیاه است [۲۷].

چربی مغز: ابتدا برای اینکه نمونه‌ها به وزن ثابت برسند و مقدار رطوبت آن‌ها به حداقل کاهش پیدا کند، نمونه‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۰ درجه قرار داده شدند. ۵ گرم از نمونه آسیاب شده داخل کاغذ صافی گذاشته شد و

کاغذ صافی‌ها در کارتوش قرار داده شد. سپس، هر کارتوش داخل یکی از لیوان‌های شیشه‌ای دستگاه قرار داده شد که وزن آن‌ها به دقت تعیین شده بود (W۱). داخل هر لیوان ۱۲۰ میلی‌لیتر N-هگزان به‌عنوان حلال چربی اضافه شد. دستگاه به مدت ۴ ساعت روی حرارت ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. (در طول کار دستگاه باید مواظب بود حلال از ستون‌های بالای آن به‌صورت بخار نشت نکند). پس از استخراج روغن، دستگاه خاموش شد و کارتوش‌ها برداشته و لیوان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد قرار داده شدند تا حلال چربی تبخیر و فقط چربی در ته ظرف باقی بماند. سپس، لیوان‌های حاوی چربی دوباره وزن شدند (W۲) و با استفاده از رابطه زیر درصد چربی محاسبه شد [۲]. درصد چربی با فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد چربی} = (W2 - W1) \times 100 / 5gr \quad (5)$$

پروتئین مغز: درصد نیتروژن مغز خشک با استفاده از دستگاه ICP مشخص شد و در نهایت، درصد پروتئین از طریق فرمول زیر تعیین شد [۲]:

$$(6)$$

درصد پروتئین = درصد نیتروژن × فاکتور پروتئین پسته (۶/۲۵)

کربوهیدرات مغز: به روش اسید سولفوریک - فنل انجام شد [۲۸، ۲۹]. غلظت قندهای محلول با توجه به معادله رگرسیون بر حسب میلی‌گرم در لیتر به دست آمد و در نهایت، مقدار کربوهیدرات‌های محلول میوه بر حسب درصد (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) در نتایج ذکر شد.

آلودگی سطحی به قارچ آسپرژیلوس: ۱۰۰ عدد میوه تازه با پوست نرم در یک ارلن محتوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه لرزا قرار داده شد. سپس ۱ میلی‌لیتر آب روی محیط کشته اختصاصی آسپرژیلوس (AFPA) کشت داده شد و بعد از

بیوشیمیایی پسته تحت تأثیر زمان برداشت و برخی شاخص‌ها تحت تأثیر باردهی درختان قرار گرفتند. (سال اول و سوم کم‌محصول (OFF) و سال دوم پرمحصول (ON) بود). نتایج به‌دست‌آمده به شرح زیر است:

نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد با گسترش رسیدن میوه‌ها طول و عرض مغز (تر) و عرض پسته‌های تر (بدون پوست تازه) افزایش می‌یابند، ولی آثار سال بر این شاخص‌ها چندان قابل توجه نبود (جدول ۲، ۳).

بررسی منحنی‌های نمو میوه و مغز پسته نشان می‌دهد که در ابتدا محفظه میوه به حجم نهایی خود می‌رسد؛ سپس مغز شروع به پرکردن این محفظه خالی می‌کند و پس از اینکه مغز به حداکثر رشد خود رسید، پدیده رسیدگی اتفاق می‌افتد [۳۵، ۳۶]. شاید به این دلیل که برداشت‌های انجام‌شده بعد از تکمیل پوسته استخوانی انجام شده است، تغییرات چندانی در ابعاد پوسته استخوانی (طول پسته) مشاهده نشد، ولی مغز پسته تا مراحل پایانی رسیدن همچنان به رشد خود ادامه داد و بر ابعادش اضافه شد که هم‌راستا با نتایج محققان دیگر بود [۳۵، ۶]. مقدار چگالی در زمان ۴۰ درصد رسیدن محصول کمترین و در برداشت‌های بعدی افزایش یافت (جدول ۲، ۳). اختلافاتی در مقدار چگالی ارقام پسته، در مراحل پایانی رسیدن ثبت شده است، به طوری که با افزایش بلوغ میوه پسته رقم احمد آقایی و اوحدی چگالی به ترتیب تا ۱۶۵ و ۱۵۵ روز پس از شکوفایی کامل گل به بیشترین مقدار رسید و پس از آن، تغییری در مقدار این عامل مشاهده نشد [۶].

۵ تا ۷ روز در دمای ۲۵°C درصد کلنی‌های تشکیل‌شده از *A. flavus* و *A. niger* تعیین شد.

ارزیابی حسی (تعیین عطر و طعم، مزه مغز میوه و شکل ظاهری پسته تازه و خشک‌شده): از روش نمره‌دادن صفر تا ۵ و چشیدن و نظرخواهی از افراد مختلف استفاده شد. ۵ نفر پانل از بین دانشجویان رشته کشاورزی انتخاب شدند. به هر پانلیست ۶ عدد دانه پسته از هر تیمار در ظروف مخصوص پلاستیکی شفاف بی‌رنگ که با کد ۳ رقمی تفکیک شده بودند در دمای اتاق داده شد. آب تازه نیز به منظور نوشیدن بین هر مرحله تشخیص در دسترس پانلیست‌ها قرار گرفت و از این طریق پانلیست‌ها، ۴ فاکتور طعم و مزه نامطلوب، خسارت پوست استخوانی تر و خشک، خسارت پوست تر پسته را ارزیابی کردند. وضعیت بسیار عالی با نمره صفر، بسیار خوب با نمره ۱، خوب با نمره ۲، متوسط با نمره ۳، ضعیف با نمره ۴، بسیار بد با نمره ۵. شاخص‌های مورد نظر با فرمول زیر محاسبه شدند [۲]:

$$(۷) \quad ۱۰۰/۵ \times \text{میانگین نمره داده‌شده} = \text{طعم و مزه}$$

برای اندازه‌گیری ماندگاری جوانه گل ابتدا تعداد جوانه گل بلافاصله بعد از برداشت شمارش شد و در بهار سال بعد تعداد جوانه‌ای که به گل تبدیل شد، نیز محاسبه و سپس، درصد نهایی جوانه‌های باقیمانده محاسبه شد. تحقیق در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار (هر درخت به‌عنوان ۱ تکرار) و براساس تجزیه مرکب و رویه GLM و نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد و رسم گراف‌ها با کمک نرم‌افزار EXCEL اجرا شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج بررسی نشان داد بیشتر خصوصیات فیزیولوژیک و

جدول ۲. تجزیه واریانس مربوط به آثار درصد رسیدن میوه و سال برداشت بر برخی از خصوصیات مورد مطالعه پسته احمد آقایی

وزن خشک پسته gr	وزن خشک ۱۰۰ gr	وزن ۱۰۰ عدد مغزتر gr	وزن ۱۰۰ عدد مغزتر gr	درصد مغز	چگالی (mg/cm ³)	عرض (mm)	طول (mm)	عرض (mm)	طول (mm)	درجه آزادی (پسته)	صفات
۱۴/۷ ns	۱۴/۷ ns	۶۱/۷*	۱/۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۵ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۹۳ ns	۰/۰۶ ns	۰/۷۳ ns	۲	بلوک
۳/۰۹ ns	۱۰/۸ ns	۰/۴۷ ns	۳/۹ ns	۰/۰۱ ns	۳/۹ ns	۰/۱۶ ns	۰/۳ ns	۱/۰۹*	۱/۲۶*	۲	سال
۷۵۶/۱**	۱۲۴۲/۷۴**	۳۷۲/۵۴*	۱۵۸/۷۷**	۰/۰۵**	۱۵۸/۷۷**	۰/۰۴**	۱۵/۲۷**	۱/۵۷**	۰/۸۸ ns	۲	زمان برداشت
۰/۵ ns	۱۵/۳۱ ns	۱/۰۵ ns	۵/۰۵ ns	۰/۰۰۱ ns	۵/۰۵ ns	۰/۱۹ ns	۰/۲۷ ns	۰/۲۹ ns	۰/۶۸ ns	۴	سال × زمان برداشت
۳/۶۹	۶/۷۵	۴/۰۷	۲/۶۲	۸/۷	۲/۶۲	۶/۲	۲/۹۵	۳/۸	۳/۷۹	۲	ضریب تغییرات (%)
۶/۸	۱۳/۳	۱۳/۷	۲/۸۲	۰/۰۰۲	۲/۸۲	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۴۶	۱۲	خطا

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده نداشتن اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون LSD است.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های اثر زمان برداشت بر برخی خصوصیات میوه پسته احمد آقایی

وزن خشک پسته gr	وزن خشک ۱۰۰ gr	وزن ۱۰۰ عدد مغزتر gr	وزن ۱۰۰ عدد مغزتر gr	درصد مغز	چگالی (mg/cm ³)	عرض (mm)	طول (mm)	عرض (mm)	طول (mm)	درصد رسیدن میوه	شاخص
۷۱/۱۶a	۵۲/۷a	۹۰/۷۸a	۶۴/۰۸a	۰/۶۷a	۶۴/۰۸a	۹/۲۸a	۱۷/۶a	۱۱/۱۵a	۱۸/۴a*	(OFF) ۳۸۹	
۷۰/۲۵a	۵۴/۵a	۹۱/۲a	۶۴/۷۸a	۰/۶۴a	۹/۲a	۹/۴a	۱۷/۹a	۱۰/۴۶ b	۱۷/۸b	(ON) ۳۹۰	سال برداشت میوه
۷۱/۵a	۵۴/۱a	۹۰/۹۵a	۶۲/۴۶a	۰/۶۲a	۹/۱a	۹/۱a	۱۸a	۱۰/۸a b	۱۷/۷۹b	(OFF) ۳۹۱	
۳۷/۶۷c	۴۱/۶۳c	۸۳/۵b	۵۹/۳ b	۰/۵۳ b	۸/۴ b	۸/۴ b	۱۶/۴c	۱۰/۳۵b	۱۷/۸a	۴۰ درصد	
۸۳/۳b	۵۵/۵۲b	۹۴/۶۸a	۶۵/۹۸a	۰/۶۵a	۹/۶a	۹/۶a	۱۸/۲b	۱۰/۹a	۱۷/۸۷a	۷۰ درصد	درصد رسیدن میوه
۹۱/۷a	۶۴/۸۷a	۹۴/۶۹a	۶۷/۰۷a	۰/۶۸ a	۹/۸a	۹/۸a	۱۸/۹۵a	۱۱/۱۶a	۱۸/۳a	۱۰۰ درصد	

*حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده نداشتن اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون LSD است.

درصد مغز با افزایش رسیدن محصول، بیشتر شد (۶۸ درصد)، ولی اختلاف معنی‌داری بین زمان برداشت ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد رسیدن مشاهده نشد (جدول ۲، ۳). در حالی که، گزارش‌های دیگر نشان از افزایش درصد مغز ارقام احمد آقایی و اوحدی تا ۱۴۵ روز پس از شکوفایی کامل گل و سپس، کاهش جزئی مقدار این شاخص دارد [۶]. نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های وزن تر و خشک (میلی گرم)، نشان داد، اختلاف معنی‌داری بین ۳ مرحله زمانی برداشت بر این شاخص‌ها وجود دارد. با افزایش رسیدن میوه وزن ۱۰۰ عدد مغز خشک و تر افزایش یافت (جدول ۲، ۳). در زمان ۱۰۰ درصد رسیدن محصول، بیشترین مقدار وزن خشک مغز و وزن خشک پسته مشاهده شد که بیانگر افزایش وزن دانه پسته با تأخیر در زمان برداشت است و با نتایج کار بعضی محققان مطابقت دارد [۴، ۱۵]. افزایش وزن تازه و خشک مغز پسته به علت سوخت و ساز و تشکیل ترکیبات آن است [۲۴]. داشتن مغز بزرگ و وزن خشک مناسب از ویژگی‌های مطلوب پسته است و بنابراین، گروهی از محققان در مطالعات خود تغییر این شاخص‌ها را در طول بلوغ پسته بررسی کردند و تمامی نتایج حاکی از کاهش این عوامل در برداشت زودهنگام است [۱۱، ۲۳].

نتایج حاصل از مقایسه درصد خندانی در سال‌ها و مراحل مختلف رسیدن نشان از تغییر معنی‌دار این شاخص می‌دهد. خندانی با کاهش میزان محصول (سال کم‌بار) و تأخیر در برداشت، افزایش یافت (جدول ۴، ۵). بالا بودن درصد خندانی یکی از عوامل کیفی مناسب برای تعیین زمان برداشت است که بیشتر محققان افزایش آن را در طول دوره رسیدن ثابت کرده‌اند [۴، ۱۵]. همچنین، پسته‌هایی که با دستگاه پوست‌گیری و خشک می‌شوند، بر اثر فشار دستگاه و حرارت، درصد خندانی آن‌ها مقداری افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از مقایسه درصد خندانی در ۲ رقم احمد آقایی و اوحدی نشان می‌دهد که از ۱۲۵ روز

پس از شکوفایی کامل گل، پدیده خندانی شروع شده است و در طی بلوغ دانه افزایش می‌یابد [۶]. ناخندانی یکی از صفات ناخواسته در میوه پسته است که ارزش اقتصادی آن را کاهش می‌دهد. از عوامل مهمی که در ناخندانی پسته نقش مؤثری ایفا می‌کنند، می‌توان به رقم، نوع گرده، باردهی زیاد، زمان نامناسب برداشت، سن درخت، سال‌آوری، شرایط اقلیمی در زمان تلقیح، تنش‌های آبیاری و مدیریت صحیح تغذیه در طول دوره رشد و نمو میوه اشاره کرد [۱۹]. طی سال‌های آزمایش در مراحل پایانی رسیدن محصول، درصد میوه‌های سالم کاهش و درصد زودخندانی به مقدار قابل توجهی (۱۶ درصد) افزایش یافت (جدول ۴، ۵). کمترین و بیشترین میزان زودخندانی به ترتیب مربوط به زمان برداشت اول و سوم ثبت شد. نتایج آزمایش نشان می‌دهد درصد میوه‌های زودخندان در سال دوم آزمایش (پرمحصول) بیشتر از سال‌های کم‌محصول (اول و سوم) بود که این اختلاف احتمالاً مربوط به تفاوت میزان تولید محصول در ۳ سال آزمایش است. گزارش کار محققانی که در مورد پسته مطالعه کردند مؤید این است که میانگین درصد زودخندانی در مراحل اولیه رسیدن و سال‌های کم‌محصول کمترین مقدار و در سال‌های پرمحصول و تأخیر در برداشت بیشترین میزان زودخندانی است [۴، ۱۵، ۳۱]. زودخندانی که چند هفته قبل از زمان برداشت رخ می‌دهد یکی دیگر از مشکلات تولید پسته است و با توجه به اینکه پسته‌های زودخندان معمولاً آلوده به زهرايه آفلاتوکسین هستند در پایانه‌های ضبط پسته ایجاد مشکل می‌کنند، حتماً باید از میوه‌های سالم جدا شوند. البته رقم، کمبود برخی عناصر معدنی، اختلاف دمای شب و روز و آبیاری نامناسب در افزایش پدیده زودخندانی مؤثرند [۷، ۱۷، ۱۹].

همان‌طور که جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد، طی سال‌های آزمایش درصد پوست‌دهی (لغزندگی پوست تر) با افزایش بلوغ پسته‌ها تغییرات قابل توجهی داشت و رو به

می‌شود (جدول ۴، ۵). پژوهشگران بر این باورند که بذر در حال رشد میوه پسته مقدار زیادی از کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی درخت را مصرف می‌کند، بنابراین، کمبود کربوهیدرات‌ها و عناصر معدنی موجب ریزش جوانه گل و در نتیجه ایجاد سال‌آوری می‌شود. نتایج تحقیقات مؤید این مطلب است که تنک میوه (تا ۷۸ روز بعد از تمام گل) با کاهش رقابت بین میوه‌ها و جوانه‌های گل موجب کاهش ریزش جوانه‌های گل و بقای آن‌ها می‌شود [۳۲]. در طی ۳ سال بررسی بیشترین درصد پسته‌های نارس مربوط به مرحله برداشت اول بود و برداشت در مرحله دوم از رسیدن و سال‌های کم‌بار بیشترین پوکی را نشان داد (جدول ۴، ۵). با توجه به اینکه مغز پسته در اوایل تیرماه شروع به تکمیل شدن می‌کند، بنابراین، درصد نهایی پوکی در اواخر تیرماه مشخص خواهد بود. منتهی به دلیل وزش باد، خشک‌شدن و سبک‌بودن پسته‌های پوک در مراحل پایانی رسیدن از روی درخت می‌ریزند و به همین دلیل درصد پوکی در مرحله ۱۰۰ درصد رسیدن کمتر از میزان واقعی آن است. پوکی نیز یکی دیگر از مشکلات فیزیولوژیکی پسته به شمار می‌آید. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تولید میوه‌های پوک به دلیل مشکلات گرده‌افشانی و لقاح، شرایط نامساعد محیطی و همچنین، تنش‌های تغذیه‌ای، شوری و خشکی رخ می‌دهد که این عوامل می‌توانند سبب اختلال در توزیع نامناسب کربوهیدرات‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد شود و تولید میوه‌های پوک را افزایش دهند. در مجموع پوکی در ۲ مرحله اتفاق می‌افتد: مرحله اول در اواخر فروردین‌ماه به علت کمبود عنصر بر است، زیرا این عنصر در تکمیل رشد لوله گرده نقش اساسی دارد. مرحله دوم، تیرماه، در زمان پرشدن مغز و به دلیل کمبود ذخایر کربوهیدرات است که می‌تواند در بروز این عارضه مؤثر باشد. به همین دلیل درصد پوکی در سال‌های (کم‌بار) بیشتر است [۳۶، ۱۹].

افزایش بود؛ به طوری که از ۴۲ درصد (مرحله برداشت اول) به ۹۰ درصد (مرحله سوم برداشت) رسید (جدول ۴، ۵). نتایج تحقیقات روی برخی ارقام پسته مؤید این مطلب است که برداشت زودهنگام، درصد پوست‌دهی محصول را کاهش می‌دهد، به طوری که میانگین درصد پوست‌دهی میوه در مراحل اولیه رسیدن کمترین میزان و به تدریج در هفته‌های بعد، به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی به حداکثر می‌رسد [۴، ۱۵، ۳۱].

میزان پسته‌های بدشکل و آفت‌زده با توسعه بلوغ افزایش داشتند، به طوری که حداقل پسته بدشکل در مرحله برداشت اول و حداکثر آن در سومین مرحله برداشت محصول ثبت شد. تشکیل میوه‌های بدشکل در پسته از دیگر مشکلات تولید است و به‌رغم تحقیقات کم به نظر می‌رسد که این پدیده با میزان باردهی، صدمات مکانیکی و حمله آفات و بیماری‌ها در ارتباط باشد [۸، ۱۸]. با افزایش رسیدن محصول میزان خسارت آفات و صدمات وارده به محصول افزایش می‌یابد، منتهی طی سال‌های بررسی تفاوت معنی‌داری بین برداشت مرحله اول و دوم مشاهده نشد (جدول ۴، ۵). بیشینه انس در مرحله برداشت اول بود، یعنی در این مرحله پسته‌ها ریزترند و هنوز مغز آن‌ها کامل نشده است (جدول ۴، ۵)، ولی تفاوت معنی‌داری بین برداشت در مرحله دوم و سوم رسیدن مشاهده نشد. در سال پرمحصول به دلیل ریزش میوه‌ها مقدار انس افزایش یافت. نتایج گزارش سایر محققان نشان داده است که باقی‌ماندن بیشتر میوه پسته روی درخت به افزایش وزن محصول و در نتیجه کاهش انس منجر می‌شود که با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش مطابقت دارد [۴، ۱۵، ۳۱].

نتایج نشان داد هرچه میوه پسته زودتر از درخت چیده شود و بار درخت کمتر باشد (سال کم‌محصول) ماندگاری جوانه‌های گل که مسئول تولید محصول در سال بعد هستند، افزایش می‌یابد در نتیجه به کاهش سال‌آوری منجر

جدول ۴. تجزیه واریانس مربوط به آثار درصد رسیدن میوه (زمان برداشت) و سال برداشت بر برخی از خصوصیات مورد مطالعه پسته احمد آقایی

منبع تغییرات	صفات		درجه آزادی		درصد خندانی		ناخندانی		زودخندانی		لغزنگی		بیشکل		آفت زدگی		نارس		پوک		انس		مادنگاری جوانه گل	
	صفت	درجه آزادی	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)
بلوک	۲	۲	۴/۲ ns	۲/۲ ns	۲/۲ ns	۲/۲ ns	۱/۶۷ ns	۳/۲ ns	۱/۶۷ ns	۳/۲ ns	۰/۱ ns	۱/۸۶ ns	۱/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۱/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns
سال	۲	۲	۹/۱ *	۹/۱ *	۹/۱ *	۹/۱ *	۲۶/۷۲**	۱۳/۳ ns	۲۶/۷۲**	۱۳/۳ ns	۵/۰۷**	۲/۷ ns	۱۵۹/۵**	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱۵۹/۵**	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *	۱/۱۸ *
زمان برداشت	۲	۲	۳۰/۲۳**	۲۶/۴۷**	۳۴/۹/۵**	۲۶/۴۷**	۵۴/۷۸/۶**	۱۳/۳**	۲۳/۰/۷**	۲۳/۰/۷**	۱۳/۳**	۲۳/۰/۷**	۴۷/۲۶/۹**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۴۷/۲۶/۹**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۶/۱۷**	۶/۱۷**
سال برداشت	۴	۴	۱۱/۵ ns	۹/۸ ns	۹/۲**	۹/۸ ns	۹/۲**	۴/۴ ns	۰/۱۷ ns	۰/۹۲ ns	۰/۱۷ ns	۰/۹۲ ns	۱۳/۲/۶**	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۳/۲/۶**	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*	۱۰/۳۸*
ضریب تغییرات (%)	۲	۲	۲/۷۸	۱۰/۱۲	۹/۷۸	۱۰/۱۲	۷/۳	۷/۳	۹/۷۸	۲۲/۰/۵	۹/۹	۲۲/۰/۵	۷/۵۷	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۷/۵۷	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲	۱۰/۷۲
خطا	۱۲	۱۲	۴/۷۴	۴/۲۹	۰/۸	۴/۲۹	۲۶/۸۹	۰/۴۵	۲/۵	۲/۵	۰/۴۵	۲/۵	۶/۸۴	۲/۲	۲/۲	۶/۸۴	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲

** معنی دار در سطح ۵ درصد، * معنی دار در سطح ۱ درصد، ns بدون معنی

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر درصد رسیدن میوه و سال برداشت بر برخی از خصوصیات مورد مطالعه پسته احمد آقایی

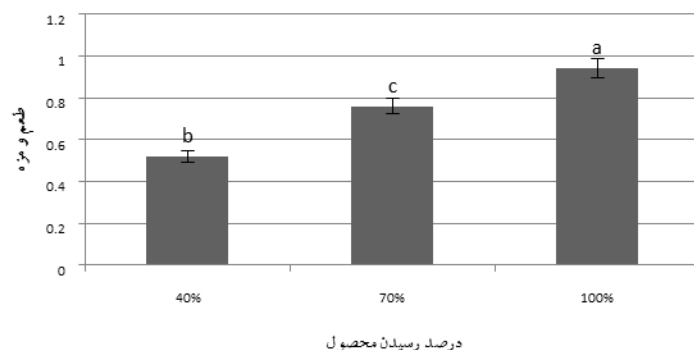
منبع تغییرات	شاخص		خندانی		ناخندانی		زود خندانی		لغزنگی پوست		بیشکل		آفت زدگی		انس		ماندگاری جوانه گل		نارس	
	صفت	شاخص	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)	(/)
سال برداشت میوه	(OFF)۱۳۸۹	۷۹a*	۲۱ b	۸/۸۲ b	۷۱/۷۷a	۷/۶۸a	۶/۵a	۶/۵a	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b	۲۵/۲b
سال برداشت میوه	(ON)۱۳۹۰	۷۶ b	۲۳/۱۴a	۱۱/۰۱a	۷۰/۶a	۶/۴b	۷/۶a	۷/۶a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a	۲۶/۹a
سال برداشت میوه	(OFF)۱۳۹۱	۷۷/۱a	۱۹/۲ b	۸/۵b	۶۹/۲a	۶/۳ b	۷/۲a	۷/۲a	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b	۲۴/۵b
درصد رسیدن میوه	۴۰ درصد	۷۲/۱۶c	۲۶/۲a	۴/۴c	۴۲/۷c	۵/۷c	۳/۷b	۳/۷b	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a	۲۸/۱۷a
درصد رسیدن میوه	۷۰ درصد	۷۸/۸ b	۱۹/۶b	۶/۷b	۷۹/۳ b	۶/۵b	۴/۷b	۴/۷b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b
درصد رسیدن میوه	۱۰۰ درصد	۸۳/۷a	۱۵/۵c	۱۶/۲a	۸۹/۷a	۸/۱a	۱۳/۰۱a	۱۳/۰۱a	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b	۲۵/۵b

* حروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده نداشتن اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با آزمون LSD است.

تعیین بهترین زمان برداشت پسته براساس شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

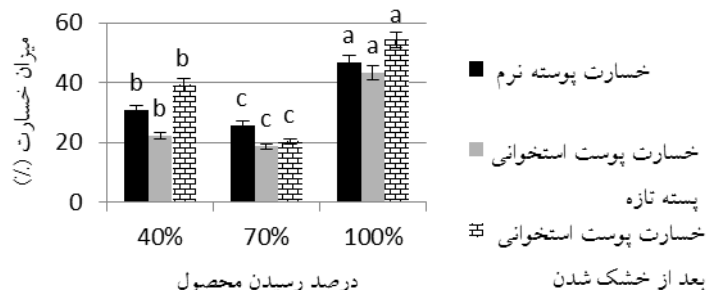
زیادی فنل، لکه‌های سیاه رنگی داشت، ولی در مرحله سوم برداشت به دلیل رسیده بودن زیاد و ازدست دادن آب پوست نرم، حاوی لکه‌های زرد بود. برداشت زود یا دیرتر از موعد به چسبیدن پوست نرم به پوست استخوانی منجر و باعث لکه‌دار شدن میوه شد که با نتایج به دست آمده در بیشتر بررسی‌ها مطابقت داشت [۱۵، ۲۰، ۳۱]. بررسی‌های این آزمایش نشان داد در مرحله برداشت سوم به محض برخورد دست با خوشه تعداد زیادی از دانه‌ها روی زمین می‌ریختند و یا از قبل درصد قابل توجهی از میوه‌ها زیر درخت افتاده بودند و برداشت محصول را مشکل‌تر می‌کرد که هم راستا با نتایج محققان دیگر بود [۲۲]. نتایج به دست آمده نشان از تأثیر معنی‌دار زمان برداشت بر هر ۳ شاخص پروتئین، چربی و کربوهیدرات دارد (شکل ۳).

در رابطه با ارزیابی حسی نتایج نشان داد زمان برداشت بر ویژگی‌های ظاهری میوه‌ها اثر داشته است. از نظر پانلیست‌ها پسته در مرحله اول رسیدن خوشمزه‌تر است (شکل ۱). برداشت محصول در مرحله ۱۰۰ درصد و ۴۰ درصد بیشترین آسیب را به پوست نرم پسته وارد کرد، چون در مرحله ۴۰ درصد پوسته کاملاً بالغ نشده و پر از آب است و در مرحله برداشت سوم آب زیادی را از دست داده و به پوست استخوانی چسبیده است و به اندازه پسته‌های برداشت شده در مرحله ۷۰ درصد طراوت و شادابی را ندارند. پوست استخوانی پسته تازه و پسته خشک شده نیز در مرحله برداشت دوم بهترین کیفیت را داشت (شکل ۲). پوست استخوانی خشک شده در مرحله اول برداشت به دلیل نارس بودن پوست نرم و داشتن مقدار



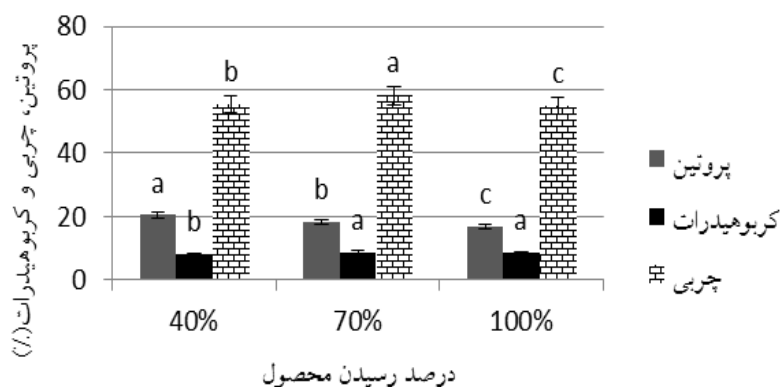
شکل ۱. اثر درصد رسیدن میوه بر طعم و مزه

(ارقام با حروف متفاوت، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD دارند.)



شکل ۲. اثر درصد رسیدن میوه بر خسارت ظاهری

(ارقام با حروف متفاوت، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD دارند.)



شکل ۳. مقایسه درصد پروتئین، چربی و کربوهیدرات موجود در مغز میوه در مراحل مختلف رسیدن (ارقام با حروف متفاوت، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی دار با آزمون LSD دارند).

به ترتیب در ۱۶۵ و ۱۳۵ روز بعد از شکوفایی گل و سپس، کاهش مقدار چربی و پروتئین کل دارد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۶]. کاهش پروتئین در اواخر نمو، علاوه بر کنترل ژنتیکی بر اثر تنش‌های فیزیولوژیکی محیط و اثر آن‌ها بر بیان پروتئین است. به طوری که نتایج تحقیقات درباره کاهش پروتئین‌ها بر اثر حمله قارچ روی گردو، این نظریه را در مورد پسته هم تقویت می‌کند [۳۳، ۳۴].

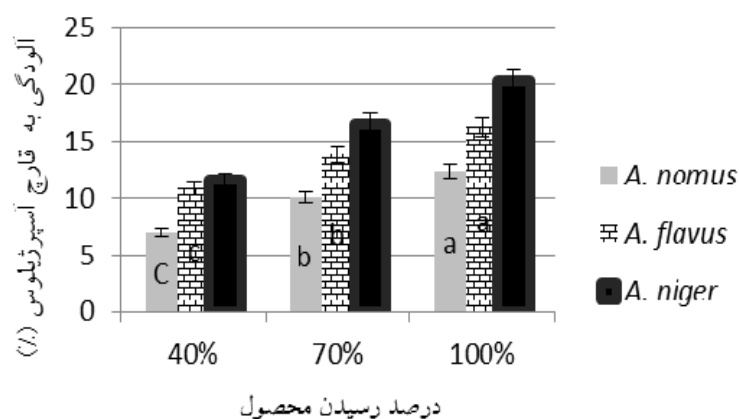
اثر زمان برداشت محصول بر میزان آلودگی به قارچ‌های گروه *A. niger*، *A. nomus*، و *A. flavus* نشان داد گروه *A. niger* بیشترین آلودگی را به خود اختصاص داده است. بیشترین و کمترین میزان آلودگی پسته به قارچ‌های این گروه به ترتیب در سومین و اولین زمان برداشت وجود دارد (شکل ۴). یکی از دلایل آلودگی برداشت دیر هنگام پارگی یا ترک خوردن پوست نرم است. باقی ماندن بیش از حد محصول روی درخت به افزایش ترک خوردگی پوست نرم و در نتیجه افزایش نفوذ عوامل بیماریزا منجر می‌شود [۱۰]. نتایج بررسی‌ها مؤید آن است که با به تأخیر افتادن زمان برداشت، درصد پسته‌هایی که پوست نرم رویی آن‌ها شکاف می‌خورد و در نتیجه حساسیت آن‌ها نسبت به

طی بلوغ میزان پروتئین از ۲۰/۵ درصد در برداشت اول به ۱۶/۸ درصد در زمان برداشت سوم کاهش می‌یابد. کمترین مقدار چربی و کربوهیدرات در مرحله زمانی ۴۰ درصد رسیدن محصول ثبت شد. با افزایش بلوغ مقدار کربوهیدرات زیاد شد، ولی اختلاف معنی‌داری بین برداشت دوم و سوم مشاهده نشد. مقدار چربی در مرحله دوم برداشت حداکثر بود و بعد از آن کاهش یافت. نتایج بررسی محققان نشان داد زمان برداشت بر مقدار چربی و پروتئین بدون تأثیر است، ولی بر قند کل معنی دار است به طوری که برداشت محصول در اواخر مرداد تا اواخر شهریور به ترتیب، کمترین و بیشترین میزان قند را ثبت کرد [۲۱]. بررسی دیگر بر زمان برداشت پسته رقم اوحدی نشان می‌دهد که تأخیر در برداشت به افزایش میزان قند میوه‌ها و کاهش چربی منجر می‌شود [۱۵]. تحقیق دیگری نشان داده است مقدار پروتئین در محدوده زمانی دوره رسیدن تقریباً ثابت و بعد از رسیدن پسته رو به کاهش است، ولی مقدار چربی آن تا زمان رسیدن افزایش می‌یابد و به بالاترین مقدار می‌رسد [۴]. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات بیوشیمیایی در رقم احمد آقایی و اوحدی حاکی از افزایش چربی و پروتئین کل در این رقم

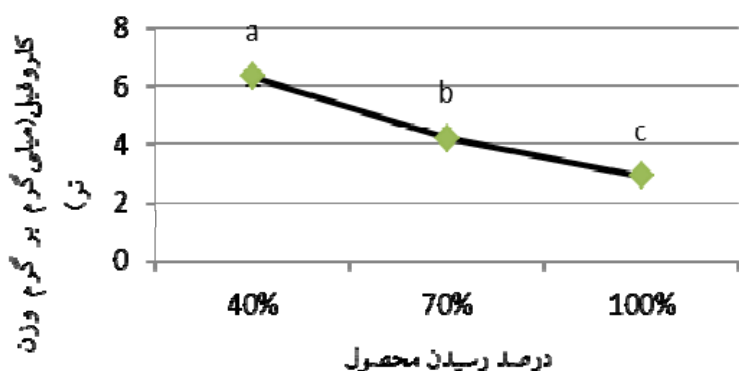
تعیین بهترین زمان برداشت پسته براساس شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

دوران رسیدن توانستند علاوه بر تفاوت در مقدار کلروفیل بین رقم‌ها، زمان مناسب برای برداشت را در این ارقام مشخص کنند [۲۳]. رنگ سبز مغز پسته در مرحله برداشت ۴۰ درصد رسیدن بیشتر از ۲ مرحله دیگر برداشت بود. چنانچه هدف برداشت مغز سبز باشد، بهترین زمان برداشت در مرحله اول است؛ منتهی پسته‌ها به وزن نهایی خود نرسیده‌اند. تغییر مقدار آنتوسیانین کل در ۳ زمان مختلف برداشت نشان‌دهنده افزایش معنی دار مقدار آن در طول بلوغ است (شکل ۶).

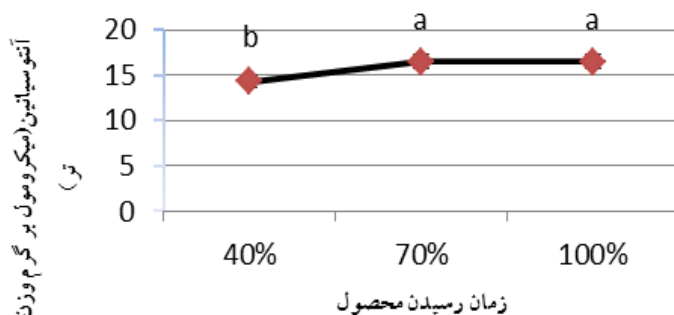
صدمات مکانیکی و آلودگی‌های قارچی بسیار بالا است به سرعت افزایش پیدا می‌کند [۴]. مراحل مختلف رسیدن میوه، اثر قابل توجهی بر مقدار کلروفیل و آنتوسیانین داشتند. نتایج نشان داد که در مرحله اول برداشت بیشترین میزان کلروفیل و سپس، کاهش معنی دار این شاخص در مرحله سوم برداشت است (شکل ۵). کاهش تدریجی کلروفیل در پسته رسیده نتیجه تغییرات پدیده رسیدگی و فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل است [۳۵، ۳۰]. محققان با مقایسه چندین رقم پسته در



شکل ۴. مقایسه درصد آلودگی به قارچ‌های اسپریلوس در زمان‌های مختلف برداشت (ارقام با حروف متفاوت، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی دار با آزمون LSD دارند).



شکل ۵. مقایسه مقدار کلروفیل مغز در زمان‌های مختلف رسیدن (ارقام با حروف متفاوت، در سطح احتمال ۱ درصد دارای تفاوت معنی دار با آزمون LSD هستند).



شکل ۶. مقایسه مقدار آنتوسیانین مغز در زمان‌های مختلف برداشت (ارقام با حروف متفاوت، در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار با آزمون LSD دارند).

ملاک مناسبی برای تشخیص زمان برداشت باشند. با توجه به رسیدگی غیریکنواخت میوه‌های یک خوشه، بهتر است زمانی برداشت انجام شود که ۷۰ تا ۸۰ درصد میوه‌های هر رقم علائم ظاهری و شاخص‌های رسیدگی را داشته باشند. پیشنهاد می‌شود در شرایطی که میزان بار درختان پسته زیاد باشد حدود یک سوم محصول در مرحله ۴۰ درصد رسیدن (مغز سبز) و بقیه آن در مرحله ۷۰ تا ۸۰ درصد رسیدن برداشت شود. زود برداشت کردن نیز مانند برداشت دیرهنگام از کیفیت و کمیت محصول پسته می‌کاهد. با آنکه برداشت زودهنگام پسته به عدم تکامل مغز دانه و کاهش وزن منجر می‌شود در عوض درصد ماندگاری جوانه‌های گل در سال بعد، افزایش و تا حدودی تناوب باردهی را کنترل می‌کند. علاوه بر این به دلیل سبز بودن مغز، قیمت بالای آن تا حدودی کاهش وزن در این مرحله را جبران می‌کند. برداشت دیرهنگام درصد خندانی (در نتیجه افزایش کیفیت میوه) و وزن پسته (افزایش میزان تولید در واحد سطح) را بالا می‌برد و هر دو نهایتاً بر درآمد باغدار مؤثرند. مشکلاتی از جمله: ریختن دانه‌ها از خوشه به محض تماس با دست، لکه‌دار شدن پوست استخوانی، بالا رفتن درصد زودخندانی و به دنبال آن افزایش آلودگی کاهش بازارپسندی محصول بر اثر برداشت دیرهنگام پیش

در مرحله ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد رسیدن محصول بیشترین مقدار آنتوسیانین مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری در این ۲ مرحله مشاهده نشد. فعالیت PAL در تولید آنتوسیانین نقش دارد و مطالعه‌های انجام شده روی رنگیزه‌ها در پسته نشان از تأثیر دما و نور بر فعالیت این آنزیم و تولید آنتوسیانین دارد. علاوه بر این درجه رسیدگی، منطقه و نوع رقم نیز بر تولید این رنگیزه‌ها مؤثر است. نتایج تحقیقات حاکی از روند افزایشی منظم و معنی‌دار مقدار کلروفیل تا ۱۱۵ روز پس از شکوفایی کامل گل در رقم احمد آقایی و اوحدی (به ترتیب برابر با ۹/۳۴ و ۷/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و افزایش آنتوسیانین تا ۱۶۵ روز پس از شکوفایی کامل گل (به ترتیب برابر با ۱۵ و ۱۰/۵ میکرومول بر گرم وزن تر) و سپس، کاهش مقدار این ۲ شاخص بود [۶].

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در طی ۳ سال آزمایش (پرمحصول و کم‌محصول)، بیشتر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی محصول رقم احمد آقایی به میزان زیادی تحت تأثیر زمان برداشت قرار دارند. به نظر می‌رسد از بین شاخص‌های مورد بررسی درصد پوست‌دهی و خندانی

ارشد، دانشگاه باهنر کرمان.

۷. طلایی، ع؛ خضری، م؛ جوانشاه، ا؛ (۱۳۸۹). «بررسی تأثیر محلول پاشی پلی آمین‌های آزاد بر برخی مشکلات فیزیولوژیکی پسته رقم کله قوچی». *مجله علوم باغبانی ایران*، ۴۱، ۴، ص. ۳۸۳-۳۹۱.

۸. مرادی، محمد؛ (۱۳۸۱). «بررسی تراکم عوامل مولد آفلاتوکسین در فرآیند تولید پسته به منظور تعیین نقطه شروع آلودگی و کنترل آن». گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

۹. میردامادی‌ها، ف؛ (۱۳۷۷). «آثار دما و روش‌های خشک کردن بر کیفیت پسته». گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

۱۰. مهرنژاد، م، ر؛ پناهی، ب؛ (۱۳۸۴). «تأثیر ترکیب پوست نرم میوه در آلودگی پسته به آفلاتوکسین و حشرات». *آفات و بیماری‌های گیاهی*، ۷۳، ۲، ص. ۱۰۵-۱۲۳.

11. Atli H. S Arpaci S Tekin H Yalbu A (1995) Determination of the most suitable total temperature and harvest time of some pistachio cultivars. *Acta Horticulturae*. 419: 502-506.

12. Booker F L Fiscus E L (2005) The role of ozon flux and antioxidants in the suppression of ozon injury by elevated CO₂ in soybean. *Journal of experimental Botany*. 56(418):2139-2151.

13. Crane J C (1978) Quality of pistachio nuts as affected by time of harvest, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103(3) 332-333.

14. Esmailpour A; F Mirdamadiha and A Esmaili Ranjbar (2001) The effect of delaying in harvest

خواهد داد. با توجه به اینکه در پسته‌های سالم، پوسته‌تر می‌تواند به‌عنوان سد فیزیکیوشیمیایی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کند و باعث کاهش رشد و اسپورزایی قارچ و تولید آفلاتوکسین شود، کاهش پسته‌های سالم در مقابل زودخندان‌ها از معضلات عمده برداشت دیر هنگام است. بنابراین، باید برنامه مدیریت باغ (داشت و برداشت) به نحوی انجام شود که در زمان برداشت محصول، بیشترین درصد میوه‌های سالم وجود داشته باشد.

منابع

۱. (۱۳۷۶). ویژگی‌های پسته، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، چاپ هفتم
۲. حسینی، ز؛ (۱۳۷۳). *روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی*. انتشارات دانشگاه شیراز، ص ۷۱.
۳. خطیب، ه؛ میرهقان، س، ح؛ درکی، ن؛ (۱۳۹۰). «اثر پرتوتابی UV-C بر کیفیت و عمر انباری پسته تازه، ارقام اوحدی و اکبری». *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۵، ۴، ص. ۴۴۳-۴۵۲.
۴. رفیع‌زاده، م؛ میردامادی‌ها، ف؛ (۱۳۷۸). تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت پسته به منظور بهینه‌کردن کیفیت محصول در رقم اوحدی. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات پسته کشور.
۵. شاکر اردکانی، ا؛ (۱۳۸۶). *برداشت، فرآوری، انبارداری و بسته‌بندی پسته*. مؤسسه تحقیقات پسته کشور، چاپ اول، ۱۵۸ صفحه.
۶. شکاری، م؛ (۱۳۸۷). «ساختار گل و مقایسه برخی عوامل ساختاری و فیزیولوژیکی در طی نمو میوه در ۲ رقم پسته (*Pistacia vera* L.)». *پایان‌نامه کارشناسی*

- time and hull process on quantity and quality characteristics of pistachio nuts. Second Iranian congress on horticulture sciences. Karaj, IRAN.
15. Esmailpour A and Mirdamadiha F (2005) Effects of harvest time and processing delay on aflatoxin in pistachio. IV international Symposium on Pistachio and Almond. Tehran, IRAN.
 16. Fabbri A Ferguson L & Polito V S (1998) Crop load related deformity of developing *Pistacia veracv* 'Kerman' nuts. *Scientia Horticulturae*, 77, 219-234.
 17. Ferguson L A Kader and T Thompson (2005) Harvesting transporting processing and grading. The Manual for the UCCE Pistachio Production Short Course. 30 Chapters.
 18. Hosseinifard J & Panahi B (2006) The effect of different mineral nutrients on early splitting in pistachio. *Acta Horticultureae* 726 325-328.
 19. Kader A A Labavitch J M Mitchell F G and Sommer N F (1979) Quality and safety of Pistachio nut as influenced by postharvest handling procedures. The Pistachio ASSOC. Ann. Rpt Pp: 45-56.
 20. Kader A A Heintz C M Labavitch J M and Rae H L (1982) Studies related to the description and evaluation of pistachio nut quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107: 812-816.
 21. Karaca R & Nizamoglu A (1995) Quality characteristics of Turkish and Iranian pistachio cultivars grown in Gaziantep *Acta Horticulture*. 419:161-164.
 22. Kunter B Gulsen Y Ayfer M (1995) Determination of the most suitable harvest time for green color and high quality of pistachio nut (*Pistacia vera* L.). *Acta Horticulture* 419: 393-397.
 23. Labavitch J M Heintz C M Rae H L & Kader A A (1982) Physiological and compositional changes associated with maturation of "Kerman" pistachio nuts. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107(4) 688-692.
 24. Mehrnejad MR and Javanshah A (2010) Strategic document of Iranian pistachio. Jomhori Publishing. 550pp.
 25. Mori T, Sakurai M, Shigeta J, Yoshida K, Kondo T (1993) Formation of anthocyanins from cells cultured from different parts of strawberry plants. *Journal of Food Science*. 58: 788-792. Niven A. C. M.
 26. Nzima M.D.S. G.C. Martin and Nishijima C (1997a) Leaf Development Dry Matter Accumulation and Distribution within Branches of Alternate-bearing 'Kerman' Pistachio Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122:31-37.
 27. Nzima M.D.S. G.C. Martin and Nishijima C (1997b) Seasonal Changes in Total Nonstructural Carbohydrates within Branches and Roots of Naturally "Off" and "On" 'Kerman' Pistachio Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 122:856-862.
 28. Ortensteiner S. H (2006) Chlorophyll degradation during senescence. *Plant Biology*. 37: 55-77.

29. Panahi B and Khezri M (2011) Effect of harvesting time on nut quality of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 129: 730–734.
30. Rahemi M. & Ramezani A (2007) Potential of ethephon, NAA, NAD and urea for thinning pistachio fruitlets. *Scientia Horticulturae* 111 160–163.
31. Silva A. L. C. Caruso C. S. Moreira R. D. A. Horta A. N. C. G (2005) Growth characteristic and dynamic protein synthesis in callus culture from Glycine. *Ciencia e Agrotecnologia*. 29(6): 178-186.
32. Singh P. K and Shukla A. N (2008) Survey of mycoflora counts, aflatoxin production and induced biochemical changes in walnut kernels. *Journal of Stored Products Research*. 44: 169-172.
33. Shuraki Y. D (1995) Pollen tube growth and fruit development of pistacia. PhD thesis. Tarbiat Modares University, pp: 22-104.
34. Shuraki Y. D. & Sedgley M (1996) Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. *Australian Journal of Botany* 44 35–45.
35. Vito S. Pinney K (1999) Endocarp dehiscence in pistachio (*Pistacia vera* L.) *Journal of plant science*. 160(5): 827-835.
36. Zhang J. Weir P (2005) Pistachio maturity prediction by nut density. *Acta Horticulture*. 726: 337-341.