

## بررسی مقایسه‌ای مقدار رنگیزه‌ها، درصد خندانی و وزن خشک مغز در دو رقم پسته (*Pistacia vera* L.) طی نمو میوه

مهدیه شکاری و فرخنده رضانزاد\*

کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۹

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۲

### چکیده

در این پژوهش اثر بلوغ بر مقدار رنگیزه‌ها، وزن خشک مغز و درصد خندانی در دو رقم پسته احمدآقایی و اوحدی انجام شد. نمونه گیری به فواصل ده روزه از خوشه های میوه در حال نمو درسه تکرار از ۹۵ روز تا ۱۷۵ روز پس از شکوفایی کامل گل (DAF) انجام شد. در هر دو رقم ۱۱۵ روز پس از شکوفایی کامل، بیشترین مقدار کلروفیل مشاهده شد که بیشینه میزان آن ( $9/34 \text{ mg.g fw}^{-1}$ ) مربوط به رقم احمدآقایی بود و سپس کاهش معنی دار کلروفیل در هر دو رقم دیده شد. نتایج تغییرات مقدار آنتوسیانین کل در دو رقم احمدآقایی و اوحدی، بیانگر افزایش معنی دار این رنگدانه در طول بلوغ است به طوری که در رقم احمدآقایی ۱۶۵ روز و در رقم اوحدی ۱۴۵ روز پس از شکوفایی کامل بیشترین مقدار آنتوسیانین مشاهده شد و سپس در هر دو رقم مقدار آن کاهش یافت. در طی بلوغ افزایش معنی داری در درصد خندانی مشاهده شد به طوری که بیشترین درصد خندانی با میزان ۷۰ درصد در رقم احمدآقایی و ۶۲ درصد در رقم اوحدی، ۱۶۵ روز پس از شکوفایی کامل بود. میزان وزن خشک مغز (Kernel) با نزدیک شدن به زمان برداشت افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در دو رقم اوحدی و احمدآقایی به ترتیب ۱۴۵ و ۱۵۵ روز پس از شکوفایی ثبت شد. این پژوهش ۱۳۵ و ۱۶۵ روز پس از شکوفایی کامل گل را به ترتیب برای برداشت مغز سبز و نیز برداشت نهایی هر دو رقم پسته پیشنهاد داد.

واژه های کلیدی: پسته خوراکی، درصد خندانی، کلروفیل، آنتوسیانین، مراحل بلوغ، وزن خشک.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۴۱-۳۲۲۲۰۳۲، پست الکترونیکی: frezanejad@mail.uk.ac.ir

### مقدمه

بالای این محصول برای کشور می باشد (۲۱). محققین گزارش نمودند که بلوغ پسته بر اساس وزن خشک مغز، تغییرات پوست رویی (برون میان بر) و شکافتگی پوست سخت (درون بر) مشخص می شود (۱۲ و ۱۶). مطالعات درصد خندانی نشان دهنده افزایش آن در طول بلوغ و تغییر معنی دار آن در ارقام مختلف بود (۱۵ و ۲۷). با وجود مطالعات زیاد روی ترکیبات بیوشیمیایی پسته (۶، ۱۴، ۲۵ و ۲۷) رنگیزه های آن کمتر مورد مطالعه قرار گرفته اند. اولین مطالعه روی رنگیزه های پسته در سال ۱۹۵۸ انجام شد که متابولیسم پیگمانهای کلروپلاستی این

سردۀ پسته (*Pistacia*) که از تیره *Anacardiaceae* است دارای ۱۱ گونه می باشد گونه *Pistacia vera* L. تنها گونه آن است که تولید مغز خوراکی سبز رنگ می کند (۷). پسته محصولی است که ارزش تغذیه ای بالایی دارد و می تواند به صورت برشته شده یا نمک زده، پوست دار یا بدون پوست و نیز در صنایع غذایی برای تولید بستنی و انواع شیرینی مورد استفاده قرار گیرد. تولید پسته ایران در سال ۲۰۰۳ حدود ۲۷۵ هزار تن بود که ۵۴/۷ درصد از تولید جهانی را تشکیل می داد. در همین سال، ایران ۱۸۴/۹۵۶ هزار تن پسته صادر نمود که نشان دهنده ارزش اقتصادی

حسب تصادف انتخاب شد و از ۹۵ روز پس از شکوفایی کامل گلها (زمانی که ۷۰ درصد از گلها باز شده باشند) تا ۱۷۵ روز پس از شکوفایی کامل گل نمونه برداری در فواصل ده روزه انجام گرفت. تاریخ شروع نمونه برداری برای رقمهای احمدآقایی و اوحدی به ترتیب دهم و بیستم تیر ماه بود و زمان آخرین برداشت نیز به ترتیب اول و دهم مهر ماه بود. در هر بار نمونه برداری حدود ۳۵۰ دانه از چهار جهت درخت برداشت گردید. برای محاسبه در صد خندانی از نسبت پسته های شکاف خورده در ۱۰۰ عدد پسته استفاده شد و برای تعیین وزن خشک، ابتدا ۱۰ گرم مغز پسته در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شد تا به وزن ثابتی برسد و مجدداً توزین شد (۱۹).

برای اندازه گیری کلروفیل از روش Booker و Fiscus (۲۰۰۵) استفاده شد (۱۱). برای استخراج این رنگیزه، ۰/۱۷ گرم از مغز نمونه تازه با ۳mL اتانول ۹۶ درصد سائیده و صاف نموده سپس عصاره حاصل به مدت یک شب در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. جذب محلول در طول موجهای ۶۴۹ و ۶۶۵ نانومتر خوانده شد. جهت تنظیم دستگاه از اتانول ۹۶ درصد استفاده شد. غلظت رنگیزه های کلروفیلی بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر، با استفاده از این رابطه ها محاسبه گردید:

$$\text{Chla} = (12.25A665 - 2.79A649)$$

$$\text{Chlb} = (21.21A649 - 5.1A665)$$

$$\text{ChIT} = \text{Chla} + \text{chlb}$$

جهت اندازه گیری مقدار آنتوسیانین کل از روش Mori و همکاران (۱۹۹۳) استفاده شد (۱۹). ۱۰۰ میلی گرم دانه درهون چینی با ۱۰ میلی لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و کلریدریک اسید خالص به نسبت حجمی ۹۹ به ۱) به طور کامل سائیده و عصاره حاصل در لوله های آزمایش ریخته شد. محلول مورد نظر، به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت. سپس به مدت ۱۵ دقیقه با نیروی ۴۰۰۰g سانتریفیوژ و

میوه را بررسی و حضور کلروفیل a, b, β کاروتن و لوتین را نشان داد (۱۳). Kunter و همکاران در سال ۱۹۹۵ گزارش نمودند که میزان کلروفیل در طی نمو تا شهریور افزایش و پس از آن تا مهر کاهش می یابد (۱۵). در نتیجه این تغییر کلروفیل، رنگ مغز از سبز به زرد مایل به سبز تغییر می کند. بنابراین، یک راه تولید مغز سبز، برداشت آن قبل از بلوغ است. مطالعات محققین نشان داده است که پسته در مناطقی که دمای هوای خنک تری در طول روز و شب تابستان داشته باشند مغز سبز بهتری تولید می کند (۱۵). به هر حال نوع رقم گیاهی نیز در ایجاد مغزهای با کیفیت متفاوت و نیز رنگهای مختلف اثر قابل توجهی دارد. بر این اساس، مقایسه مقدار کلروفیل در ارقام مختلف نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل در یک رقم ایتالیایی (Agrigento) دیده می شود (۱۰). در همین مطالعه سطوح بسیار کم، متوسط و بالای آنتوسیانین به ترتیب در نمونه های نارس، نیم رسیده و رسیده پسته یونان، ایران، ایتالیا و ترکیه گزارش شد.

بیشتر مطالعات مروری در باره بلوغ پسته به بررسی محتویات آن در دوره کوتاه رسیدگی پرداخته اند اما استفاده از مغز پسته در مراحل قبل از بلوغ نیز ارزش اقتصادی دارد (برای مثال در تولید کره سبز، حلوا و صنایع شیرینی پزی). همچنین بررسی این شاخصها از نظر زیست شناسی نمودی نیز قابل توجه و مهم می باشد لذا در این مطالعه بررسی مقایسه ای تغییر رنگیزه ها، وزن خشک و درصد خندانی در دو رقم احمدآقایی و اوحدی در دوره نمو یعنی از زمان شروع پر شدن میوه تا رسیدگی کامل آن و حتی پس از آن، انجام شد.

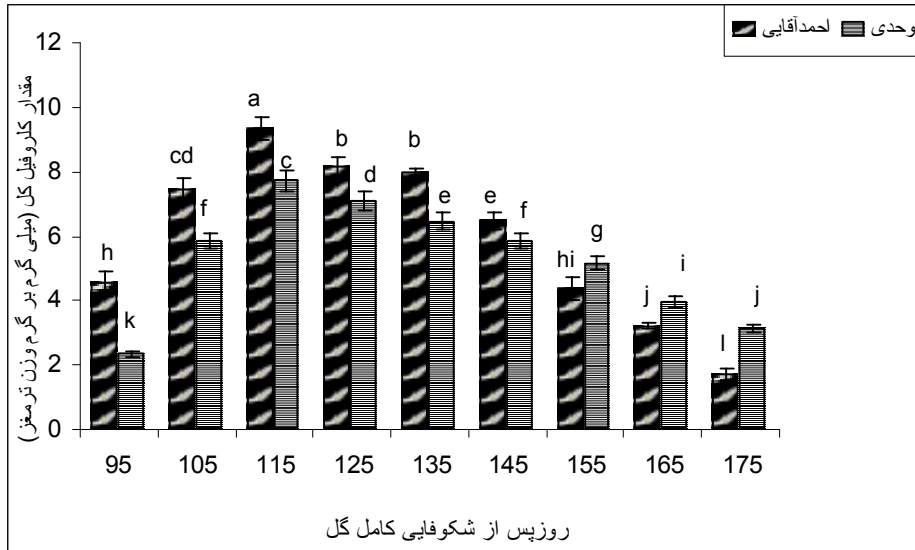
## مواد و روشها

این تحقیق در قالب اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. به گونه ای که رقم به عنوان فاکتور اصلی (در ۲ سطح) و زمان به عنوان فاکتور فرعی (در ۹ سطح) در نظر گرفته شد. در هر دو رقم ۵ درخت بر

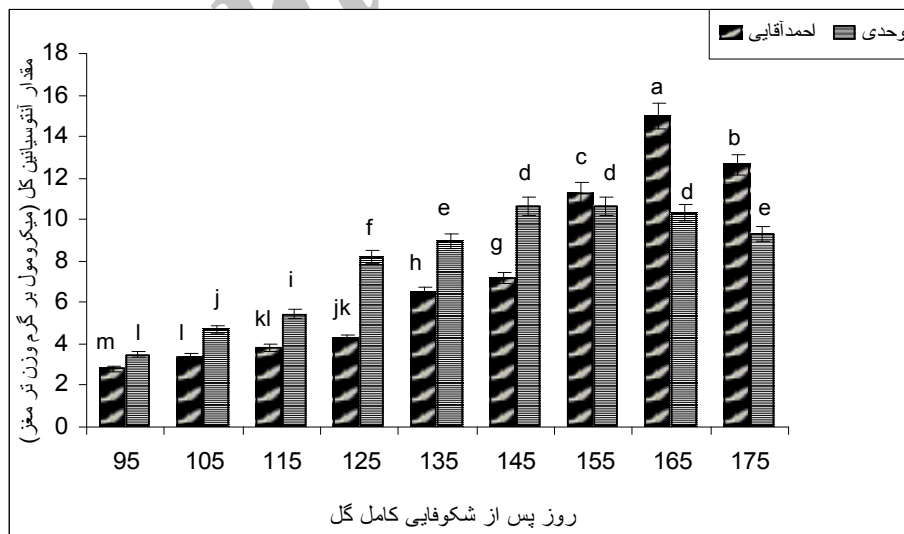
و c غلظت آنتوسیانین بر حسب مول بر گرم وزن تر مغز می باشد.

$$A = \varepsilon bc$$

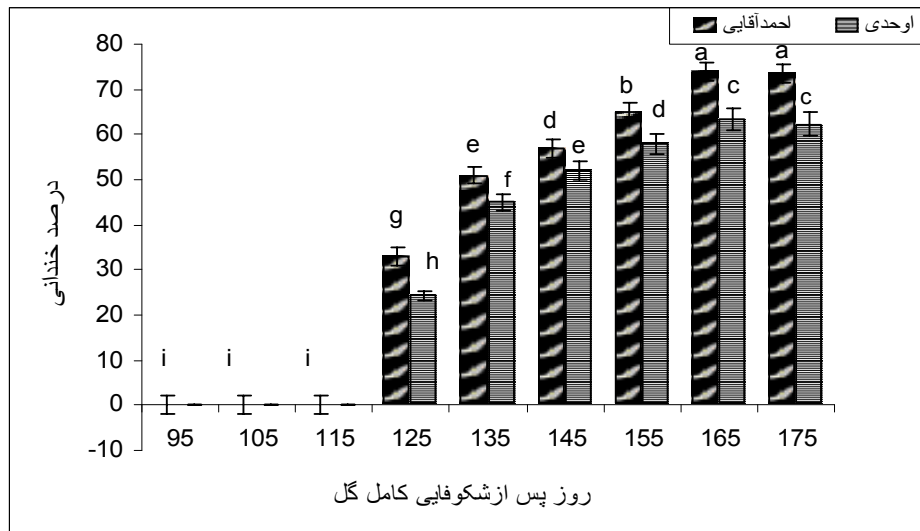
جذب محلول بالایی در طول موج ۵۳۰ نانومتر اندازه گیری شد. غلظت با استفاده از فرمول زیر و با در نظر گرفتن ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰۰ بر سانتیمتر بر مول محاسبه شد. A جذب، b عرض کووت برابر با ۱ سانتیمتر



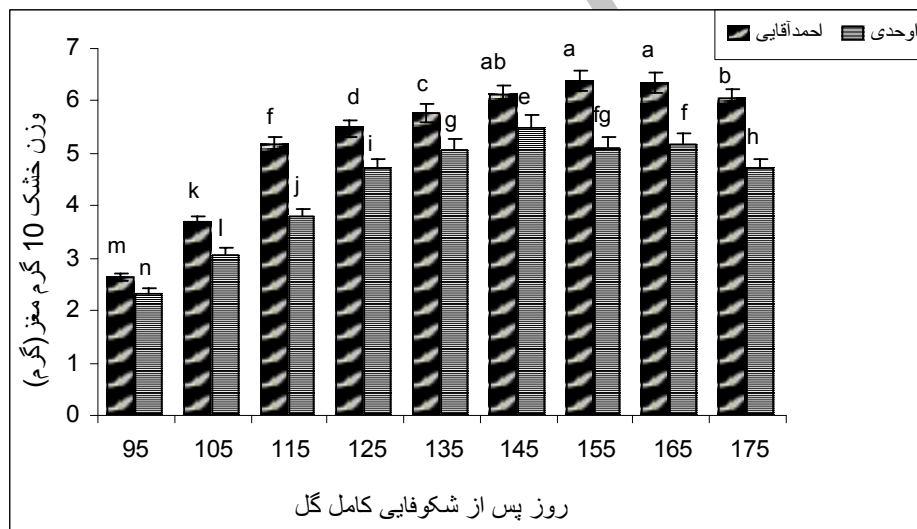
شکل ۱- مقایسه کلروفیل کل در دو رقم اوحدی و احمدآقایی در طی بلوغ دانه، مقایسه میانگینها براساس آزمون LSD و با سه تکرار انجام شد. حروف غیرمشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند ( $P \leq 0.05$ ).



شکل ۲- مقایسه آنتوسیانین کل در دو رقم اوحدی و احمدآقایی در طی بلوغ دانه، مقایسه میانگینها براساس آزمون LSD و با سه تکرار انجام شد. حروف غیرمشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند ( $P \leq 0.05$ ).



شکل ۳- مقایسه درصد خندانی در دو رقم اوحدی و احمدآقایی در طی بلوغ دانه، مقایسه میانگینها براساس آزمون LSD و با سه تکرار انجام شد. حروف غیرمشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند ( $P \leq 0.05$ )



شکل ۴- مقایسه وزن خشک مغز در دو رقم اوحدی و احمدآقایی در طی بلوغ دانه، مقایسه میانگینها براساس آزمون LSD و با سه تکرار انجام شد. حروف غیرمشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند ( $P \leq 0.05$ )

## نتایج

تر مغز به ترتیب برای رقم احمدآقایی و اوحدی بود. پس از این زمان کاهش معنی دار کلروفیل در هر دو رقم مشاهده شد. کاهش مذکور در رقم احمدآقایی بیشتر بود به گونه ای که در آخرین برداشت رقم احمدآقایی مقدار کلروفیل کل کمتری نسبت به رقم اوحدی داشت. مقایسه میزان این رنگیزه در دو رقم نشان داد که مقدار آن تا ۱۴۵ روز پس از

مراحل مختلف بلوغ در هر دو رقم، اثر قابل توجهی بر مقدار کلروفیل کل داشت (شکل ۱). در هر دو رقم ۱۱۵ روز پس از شکوفایی کامل بیشترین مقدار کلروفیل مشاهده شد که برابر ۹/۳۴ و ۷/۷۲ میلی گرم در گرم وزن

بررسی نمو میوه پسته نشان دهنده رشد غیرمعمول در این میوه است. ابتدا فرابر (برون میانبر و درونبر) رشد کرده و حجیم می‌شود و سپس درونبر به طور کامل محکم و استخوانی می‌شود. پس از نمو فرابر، مغز شروع به رشد و نمو و پر کردن محفظه داخلی می‌کند و در نهایت پدیده رسیدگی شروع می‌شود (۲۰). نتایج بررسی مقدار کلروفیل کاهش آن را در طی رسیدگی نشان می‌دهد. این نتایج هم راستا با نتایج مطالعات انجام گرفته بر روی برگ گوجه فرنگی و برنج بوده که شکسته شدن کلروپلاست‌ها و تخریب کلروفیل کل را از علائم پیری و پیری زودرس ایجاد شده با اتیلن می‌دانند (۲ و ۳). در بررسی حاضر همچنین تأثیر نوع رقم بر مقدار کلروفیل نیز مشخص شد، به طوری که رقم احمد آقایی در مقایسه با رقم اوحدی ۱۱۵ روز پس از شکوفایی کامل گل بیشترین مقدار کلروفیل را نشان داد و پس از آن میزان این رنگیزه در هر دو رقم کاهش یافت. محققین دیگر نیز علت تغییر رنگ سبز مغز در طی چندین مرحله از بلوغ را ناشی از درجه رسیدگی، ژنوتیپ و رقم دانسته‌اند (۱۰ و ۱۵). مطالعات قبل (۴ و ۲۴) در رابطه با تبدیل کلروفیل به فتوفیتین با فعالیت آنزیم‌های تبدیل‌کننده و نهایتاً تحریک کاتابولیسیم کلروفیل و متلاشی شدن آن، پیشنهاد می‌کند احتمالاً به این دلیل پسته رقم اوحدی برای مدت طولانی‌تری سبز می‌ماند که سرعت تبدیل کلروفیل در این رقم کمتر از رقم احمد آقایی است. در واقع پیش بینی می‌شود که این رقم توانایی سنتز کلروفیل را برای مدت طولانی‌تری دارد و آنزیم‌های تبدیل‌کننده کلروفیل در آن نسبت به رقم احمد آقایی کمتر و یا با تأخیر زمانی فعالیت می‌کنند. مطالعه بر روی غلاف لوبیا، کاهش مقدار کلروفیل با افزایش اندازه غلاف را نتیجه افزایش تولید ماده خشک اضافی همراه با تولید خیلی کم و یا حتی عدم تولید کلروفیل پیشنهاد کرده است (۱۸).

مطالعه تغییرات مقدار آنتوسیانین میزان بیشینه آن را در رقم احمد آقایی و اوحدی به ترتیب ۱۶۵ و ۱۴۵ روز پس از

شکوفایی کامل به طور معنی داری در رقم احمد آقایی بالاتر از اوحدی بود و پس از آن تا زمان برداشت به طور معنی داری در رقم اوحدی بالاتر بود.

نتایج تغییرات مقدار آنتوسیانین کل در دو رقم بیانگر افزایش معنی دار این رنگیزه در طی بلوغ است (شکل ۲). در رقم احمد آقایی ۱۶۵ روز پس از شکوفایی کامل و در رقم اوحدی ۱۴۵ روز پس از شکوفایی کامل گلهای بیشترین مقدار آنتوسیانین مشاهده شد. پس از این زمان، در هر دو رقم کاهش مقدار این رنگیزه مشاهده شد. همان‌طور که شکل نشان می‌دهد در مراحل اولیه بلوغ (تا DAF ۱۴۵) مقدار آنتوسیانین در رقم اوحدی بیشتر بود. در حالی که پس از آن، مقدار آنتوسیانین در رقم احمد آقایی بیشتر بود.

در هر دو رقم احمد آقایی و اوحدی از ۱۲۵ روز پس از شکوفایی کامل گل، پدیده خندانی شروع شد و در طول بلوغ تا ۱۰ روز قبل از آخرین برداشت به طور معنی داری افزایش پیدا نمود. میزان خندانی در همه زمانهای برداشت شده در رقم احمد آقایی نسبت به رقم اوحدی افزایش معنی داری نشان داد. بیشترین مقدار خندانی با میزان ۷۰ درصد در رقم احمد آقایی و ۶۲ درصد در رقم اوحدی در ۱۶۵ روز پس از شکوفایی کامل گل مشاهده شد و پس از آن تغییر معنی داری آشکار نگردید (شکل ۳).

نتایج حاصل از مقایسه وزن خشک مغز در دو رقم احمد آقایی و اوحدی در طول بلوغ دانه نشان می‌دهد که در رقم احمد آقایی وزن خشک مغز در تمام مدت بلوغ بیشتر از رقم اوحدی بود (شکل ۴). در این رقم بیشترین مقدار وزن خشک ۱۵۵ روز پس از شکوفایی کامل گل مشاهده شد در حالی که در رقم اوحدی بیشترین مقدار مربوط به ۱۴۵ روز پس از شکوفایی بود. بعد از این مدت در هر دو رقم وزن خشک روند بدون تغییر و حتی در مراحل آخر کاهش میزان را نشان داد.

## بحث و نتیجه گیری

فاکتور با افزایش اندازه مغز در طول بلوغ افزایش یافته و همچنین نوع رقم نیز در میزان آن مؤثر است (۲۷).

میزان وزن خشک مغز رقم احمدآقایی در تمام مراحل بلوغ بیشتر از رقم اوحدی بود. در این رقم بیشترین مقدار وزن خشک مغز ۱۵۵ روز و در رقم اوحدی ۱۴۵ روز پس از شکوفایی کامل گل مشاهده شد. سپس در هر دو رقم وزن خشک بدون تغییر و حتی در مراحل آخر کاهش وزن دیده شد. مشابه نتایج این پژوهش، مطالعات متعدد افزایش معنی دار وزن خشک مغز را طی نمو میوه گزارش نمودند (۹، ۱۶ و ۲۳). همان طور که نتایج نشان داد رقم اوحدی زودرس تر از رقم احمدآقایی است، بنابراین در برداشتهای نهایی کاهش وزن خشک مغز در این رقم زودتر مشاهده شد. مطالعات روی مغز گردو نشان داده است که کاهش عوامل بیوشیمیایی مانند روغن، پروتئین و نشاسته نتیجه حمله قارچهایی مانند افلاتوکسین است (۲۶). در این مطالعه نیز می توان احتمال داد که کاهش وزن خشک و نیز کاهش میزان آنتوسیانین در برداشت زیاد رس نتیجه آسیب مغز در اثر فراهم شدن شرایط حمله قارچهایی مثل افلاتوکسین است. به طور کلی، با استفاده از داده های این بررسی می توان پیشنهاد نمود که با در نظر گرفتن مقدار کلروفیل و وزن خشک مغز بهترین زمان برای برداشت کال پسته و استفاده از مغز سبز آن در تولید کره، حلوا سبز و یا در صنایع شیرینی پزی برای هر دو رقم در ۱۳۵ روز پس از شکوفایی کامل گلها می باشد. به علاوه، باید دقت نمود که زمان برداشت نهایی با در نظر گرفتن درصد خندانی، وزن خشک و مقدار آنتوسیانین در هر دو رقم ۱۶۵ روز پس از شکوفایی کامل گل است. با توجه به زمان شکوفایی کامل گل متفاوت در این دو رقم، این تاریخها در رقم اوحدی یک تأخیر ده روزه نسبت به رقم احمدآقایی داشت.

شکوفایی کامل گل نشان داد. سپس در هر دو رقم کاهش مقدار این رنگیزه مشاهده شد. نتایج حاضر با نتایج تحقیقات Bellomo and Fallico (۲۰۰۶) در مورد تغییر میزان آنتوسیانین همخوانی دارد (۱۰). مهمترین تنظیم کننده در مسیر تولید آنتوسیانین آنزیم PAL (فنیل آلانین آمینو لیاز) است. به هر حال، با آنکه عوامل محیطی مثل دما، نور و نیز عوامل تنش زای تولید کننده اتیلن با تحریک فعالیت PAL می توانند منجر به افزایش میزان آنتوسیانین شوند (۱، ۵ و ۱۷). اما افزایش آنتوسیانین به رقم و مرحله نموی نیز بستگی دارد (۲۲). در این مطالعه نیز تفاوت مقدار آنتوسیانین در دو رقم مورد مطالعه با وجود تشابه همه شرایط محیطی مشاهده شد. در هر دو رقم احمدآقایی و اوحدی از ۱۲۵ روز پس از شکوفایی کامل گل، پدیده خندانی شروع شد و در طول بلوغ تا ۱۰ روز قبل از آخرین برداشت (روز ۱۶۵) به طور معنی داری افزایش پیدا نمود. میزان خندانی در همه زمانهای برداشت شده در رقم احمدآقایی نسبت به رقم اوحدی افزایش معنی داری نشان داد. خندانی یکی از ویژگیهای اقتصادی پسته است که در مطالعات متعدد، تغییر میزان آن طی بلوغ نشان داده شده است (۸ و ۱۵ و ۲۷). این پدیده حتی قبل از رسیدگی شروع می شود و در طول نرم شدن و تغییر رنگ پوسته رویی ادامه می یابد. اولین شکافتگی درون بر زمانی اتفاق می افتد که رشد مغز به اندازه نهایی خود رسیده باشد. نیروی فیزیکی که مغز بر درون بر وارد می کند باعث این شکافتگی می شود و در طول بلوغ با افزایش اندازه این روند ادامه پیدا می کند. مطالعات Pinney و Polito (۱۹۹۹) نشان داد که نسبت درون بر به مغز در پسته های شکاف خورده در مقایسه با میزان این نسبت در پسته های بسته کاهش می یابد (۲۰). مشابه نتایج این تحقیق، Zribi و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند این

## منابع

های موجود برگ در سویا (*Glycine max L.*)، مجله زیست شناسی، ۱۸(۱): ۷۷-۸۴

۱. انتشاری، ش، منوچهری کلاتری، خ، قربانلی، م، ترکزاده، م، (۱۳۸۵)، تأثیر باندهای مختلف اشعه ماوراء بنفش بر رنگیزه

۲. جعفری، ر، منوچهری کلانتری، خ، ترکزاده، م، (۱۳۸۵)، بررسی اثرات پاکلوبوترازول بر افزایش مقاومت به سرما در نهالهای گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.)، مجله زیست شناسی، (۳) ۱۹: ۲۹۰-۲۹۸.
۳. حدادچی، غ، منصور، م، (۱۳۸۴)، تغییرات فیزیولوژیکی ویبوشیمیایی القاء شده با نوع نیتروژن در گیاه برنج (رقم طارم)، مجله زیست شناسی، (۱) ۱۸: ۳۶-۴۷.
۴. حسینی، ن، منوچهری کلانتری، خ، مظاهری، م، احمدی موسوی، ع، طاهرزاد، ع، (۱۳۸۷)، اثر متیل جاسمونات، اتیلن و
۵. مظاهری تیرانی، م، منوچهری کلانتری، خ، حسینی، ن، (۱۳۸۷)، مطالعه اثر متقابل اتیلن و سالیسیلیک اسید بر القاء تنش اکسیداتیو و مکانیسمهای مقاومت به آن در گیاهان کلزا (*Brassicanapus* L.)، مجله زیست شناسی، (۳) ۲۱: ۴۲۱-۴۳۲.
6. Arena, E, Campisi, S, Fallico, B, Maccarone, E, (2007), Distribution of fatty acids and phytosterols as a criterion to discriminate geographic origin of pistachio seeds, *Food Chemistry*, 104: 403-408.
7. Aslan, M and Orhan, I, (2006), Fatty acid patterns of waste parts of Turkish *pistachio vera* L. tree, *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 48: 117-120.
8. Atli, H. S, Arpaci, S, Tekin, H, Yalkoo, A, (1995), Determination of the most suitable total temperature and harvest time of some pistachio cultivars, *Acta Horti*, 419: 502-506.
9. Baydar, H, Erbas, S, (2005), Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sun flower (*Helianthus annuus* L.), *Turk j Agric*, 29: 179-186.
10. Bellomo, M. G and Fallico, B, (2006), Anthocyanins, chlorophylls and xanthophylls in pistachio nuts (*Pistacia vera*) of different geographic origin, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3): 1-16.
11. Booker, F. L, Fiscus, E. L, (2005), The role of ozon flux and antioxidants in the suppression of ozon injury by elevated CO<sub>2</sub> in soybean, *Journal of Experimental Botany*, 56(418):2139-2151.
12. Crane, J. C, (1978), Quality of pistachio nuts as affected by time of harvest, *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 103: 332-333.
13. Giovannini, E and Condorelli, G, (1958), Contributo alla conoscenza del metabolismo dei pigmenti cloroplastici e delle loro correlazioni con i tocoferoli, *La Ricerca Scientifica*, 28: 1-10.
14. Kucukoner, E, Yurt, B, (2003), Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey, *European Food Research Technology*, 217: 308-310.
15. Kunter, B, Gulsen, Y, Ayfer, M, (1995), Determination of the most suitable harvest time for green colour and high kernel quality of pistachio nut (*Pistacia vera* L), *Acta Horti*. 419: 393-397.
16. Labavitch, J. M, Heintz, C. M, Rae, H. L, Kader, A. A, (1982), Physiological and compositional changes associated with maturation of Kerman pistachio nuts, *Hortic Science*, 107: 688-692.
17. Laleh, G. H, Fydoonfar, H, Heidary, R, Jameei, R, Zare, S, 2006, The effect of light temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four Berberis species, *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(1): 90-92
18. Mayland, H. F and Dean, L. L, (1971), Chlorophyll content of persistent – green and normal snap Bean pods (*Phaseolous vulgaris* L.), *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 96: 362-365.
19. 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.
20. Polito, V. S and Pinney, k, (1999), Endocarp dehiscence in pistachio (*Pistacia vera* L.), *J. Plant Sci*, 160: 827-835.
21. Razavi, S. M. A, Rafe, A, Mohammadi Moghadam, T, Mohammad Amini, A, (2007), Physical properties of pistachio nut and its kernel as function of moisture content and variety part II. Gravimetric properties, *Journal of food Engineering*, 81: 218-225.
22. Ritenour, M and Khemira, H, (2007), Red color development of Apple, a literature review, Washington state university – tree fruit research and extension center, Post harvest information network, 1-10.
23. Robertson, J. A, Chapman, G. W, Wilson, R. L, (1978), Relation of days after flowering to

- chemical composition and physiological maturity of sun flower seed, *Journal of the American oil chemists society*, 55: 266-269.
24. Roca, M, Minguez-Mosquera, M. I, (2001), Change in natural ratio between chlorophylls and carotenoid in olive fruit during processing for virgin olive oil, *Ibid*, 78: 133-138.
25. Seferoglu, S, Seferoglu, H. G, Tekinats, F. E, Balta, F, (2006), Biochemical composition influenced by location in Uzun Pistachio cv. (*pistacia vera* L.) grown in Turkey, *Journal of Food composition and Analysis*, 19, 461-465
26. Singh, P. K and Shukla, A. N, (2008), Survey of mycoflora counts, aflatoxin production and induced biochemical changes in walnut kernels, *J. stored products research*, 44: 169-172.
27. Zribi, F, Ben Mimoun, M, Gharab, M, Ayadi, M, Salah, M. B, (2006), Split rate and nuts oil composition of pistachio during maturity process, *Acta Horti*, 726: 533-537.

## Comparison of Pigments Content, Split Rate and Kernel Dry Weight of Two Pistachio Cultivars (*Pistacia Vera* L.) During Fruit Development.

Shekari M. and Rezanejad F.

Biology Dept., Faculty of Science, University of Shahid Bahonar, Kerman, I.R. of IRAN

### Abstract

The effect of maturation on the pigments, split rate and dry weight composition of two cultivars (Ahmadaghai and Ohadi) of pistachio nut (*Pistacia vera* L.) was investigated. Sampling from developing fruits with 3 replicates, at 10 days interval from 95 DAF to 175 DAF was performed. The results showed a maximum value of chlorophyll at 155 DAF in both cultivars. At this time the highest value ( $9/34 \text{ mg.g fw}^{-1}$ ) of kernel chlorophyll content was in Ahmadaghai cultivar and then decreased significantly in both cultivars. The anthocyanin content of pistachio kernels increased significantly with maturation, reached a maximum value of  $15 (\mu\text{mol.g}^{-1} \text{ fresh weight})$  at 165 DAF in Ahmadaghai cultivar and  $10/5 (\mu\text{mol.g}^{-1} \text{ fresh weight})$  at 145 DAF in Ohadi cultivar. Afterwards, it started to decline gradually up to 175 DAF (the end of sampling) in both cultivars. During maturation a significant increase in split rate was observed and reached a maximum value of 70% in Ahmadaghai cultivar and 62% in Ohadi cultivar at 165 DAF. With reaching to harvesting time gradually kernel dry weight increased and reached to highest amount at 145 and 155 DAF in Ohadi and Ahmadaghai cultivars respectively. This study offers 135 DAF and 165 DAF for green kernel and ripe pistachio harvesting.

**Keywords:** Anthocyanin; Chlorophyll; Dry weight; *Pistacia vera* L.; Split rate; stage of maturation.