



ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه خرماى مضافتی در مراحل مختلف رسیدگی

رسول خدابخشیان کارگر^۱، باقر عمادی^۲

۱- دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،

ra_kh695@stu-mail.um.ac.ir

۲- دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

دانستن خواص محصولات کشاورزی فصل نوینی را در طراحی بهینه دستگاه هائی که در انتقال، جابجائی، فرآوری و ذخیره این محصولات بکار می رود گشوده است. در این بین، مکانیزه کردن فعالیت های مرتبط با خرما در اولین گام نیاز به اطلاعات جامع و کاملی از خصوصیات و شرایط محصول دارد. در این پژوهش برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خرما رقم مضافتی در مراحل مختلف رسیدگی (کیمری، خلال، رطب و تمر) تعیین و مقایسه شده است. تجزیه و تحلیل ابعادی در مراحل مختلف رسیدگی یک افزایش در مراحل اولیه رشد را نشان داد به طوریکه در هفته ۱۶ پس از تلقیح حداکثر مقدار ابعادی مشاهده شد. سپس با عبور از مرحله خلال تا رسیدن به مرحله تمر یک روند کاهشی طی شد. چگالی توده، چگالی حقیقی و تخلخل میوه در مراحل اولیه رشد یک روند کاهشی را دنبال نموده و در هفته ۱۶ پس از تلقیح به کمترین مقدار خود رسید. سپس این مقادیر یک روند افزایش را دنبال نموده به طوریکه بیشترین مقدار خود را در مرحله تمر بدست آورد. درصد کل مواد جامد محلول و میزان قند کاهنده میوه وارپته مذکور یک روند افزایش را با رسیدن طی کرد. با توجه به نتایج بدست آمده، زمان مناسب برداشت برای خرماى مضافتی، ۲۲-۲۴ هفته پس از تلقیح می باشد که در این هنگام میانگین وزن میوه، ۸/۰۶ گرم و طول و عرض میوه به ترتیب ۳۴ میلی متر و ۱۸ میلی متر است. مقدار رطوبت میوه نیز در این مرحله ۴۳ درصد نتیجه شد.

واژه های کلیدی: خرما، رقم مضافتی، مراحل رسیدگی، خصوصیات فیزیکی شیمیایی.

مقدمه

خرما مهم ترین نبات از خانواده پالماسه (*Palmaceae*) با نام علمی فونیکس داکتیلیفرا (*Phoenix dactylifera*) است. کشت خرما در ایران از سابقه طولانی برخوردار بوده و در حال حاضر یکی از محصولات مهم و پر سود کشور به شمار می آید. لیکن با وجود این قدمت، فعالیت های مرتبط با خرما همگام با سایر فعالیت های کشاورزی پیشرفت چندانی نکرده و توجه چندانی به آن نشده است. کشاورزان و پرورش دهندگان خرما به منظور مجزا ساختن مراحل رشد این میوه اصطلاحاتی را به کار می برند



که شامل: ۱) مرحله کیمیری^۱، این اصطلاح برای خرماهای نارس و سبز رنگ به کار می‌رود. ۲) مرحله خلال^۲، در این مرحله ممکن است خرما به رنگ زرد، صورتی، بنفش، قرمز یا زرد با لکه‌های قرمز باشد. ذخیره قندی آن کم شده یا ثابت می‌ماند و وزن و اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش می‌یابد. ۳) مرحله رطب^۳، این مرحله با شروع نرم شدن میوه آغاز می‌شود و طعم گسی آن از بین می‌رود. ۴) مرحله تمر^۴، در این مرحله خرما کاملاً می‌رسد و خشک شدن آن تا آنجا ادامه می‌یابد که علاوه بر حفاظت خرما، بافت دلپذیر آن نیز حفظ شود (Kulkarni *et al.*, 2008)

خرمای مضافتی سومین رقم خرماي اقتصادی کشور بعد از سعمران و شاهانی است که در نقاط مختلف کشور کشت می‌شود، اما موطن اصلی آن بم کرمان می‌باشد. این رقم از گروه خرماهای نرم (یا مرطوب) و نیمه خشک به رنگ سیاه و بهترین نوع خرما از لحاظ بازار داخلی و صادراتی محسوب می‌شود. میزان تولید این رقم نسبتاً زیاد بوده و چنانچه به طور کامل و خوب از آن نگهداری شود می‌توان تا ۳۰۰ کیلوگرم از هر درخت محصول برداشت نمود (هاشمپور، ۱۳۸۱). همانطور که گفته شد این نمونه خرما به دلیل داشتن رطوبت زیاد، نسبت به فساد میکروبی حساس است به همین دلیل نیاز به مکانیزه نمودن آن با توجه به نوع مصرف در مراحل مختلف رسیدگی امری ضروری می‌باشد.

در روند مکانیزه نموده فعالیت‌های مرتبط با خرما در اولین گام نیاز به اطلاعاتی جامع و کامل از خصوصیات و شرایط محصول می‌باشد. دانستن خواص فیزیکی و شیمیایی محصول در بسیاری از مسائل مربوط به طراحی ماشین‌ها و دستگاه‌های پس از برداشت دارای اهمیت است. در رابطه با تغییرات فیزیکی و شیمیایی میوه خرما در طول مراحل مختلف رشد، مطالعات زیادی صورت گرفته است. بویج و همکاران ترکیب شیمیایی ۵ رقم از خرما را در مراحل مختلف رسیدگی بررسی و گزارش کردند که میوه رسیده خرماي دیگلت‌نور دارای مقدار ساکارز بالا و خرماي مجول در مرحله نارس غنی از اسیدهای آمینه می‌باشد (Booij *et al.*, 1992). می‌هارا و همکاران با اندازه‌گیری میزان گسی و سفتی بافت خرماي رقم خلاص گزارش کردند که حداقل میزان گسی میوه در مرحله رطب بوده و میزان تانن (بر پایه وزن خشک) با رسیدگی کاهش یافت. همچنین مقدار پلی‌گالاکتورونیک اسید (بر پایه وزن تر) در مرحله تمر بیش از مرحله کیمیری بود که بیانگر عدم تاثیر پلی‌گالاکتورونیک اسید بر بافت محصول می‌باشد (Myhara *et al.*, 2000). کرامت چهرمی و همکاران (۱۳۸۷) به مقایسه برخی خواص فیزیکی دو رقم خرماي حاج قنبری و شاهانی پرداختند. میره ای و همکاران از تکنیک طیف سنجی FT-NIR در تعیین میزان رسیدگی خرماي شاهانی استفاده نمودند.

به هر حال داشتن اطلاعات در زمینه ترکیب شیمیایی خرما در درجه‌بندی، نگهداری و فرآوری آن حائز اهمیت می‌باشد. بعنوان مثال افزایش مقدار رطوبت میوه به بیش از ۳۰ درصد و یا کاهش آن به کمتر از ۱۰ درصد، منجر به کاهش کیفیت محصول خواهد شد. رطوبت بالا در ایجاد فساد و رطوبت پایین در خشکی محصول و عدم پذیرش آن توسط مصرف کننده نقش دارد. در

¹ Kimri

² Khalal

³ Rutab

⁴ Tamr



مطالعه اخیر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خرماي مضافتي در مراحل مختلف رشد میوه (کیمري، خلال، رطب و تمر) مورد بررسی قرار گرفته است تا ضمن تعیین میزان هر یک از این ترکیبات در هر مرحله، بتوان از اطلاعات بدست آمده در تعیین زمان مناسب برداشت محصول استفاده کرد. نتایج این تحقیق در زمینه جدایش خرما، درجه بندی، طراحی تجهیزات انتقال، بسته بندی مفید و کاربردی است.

مواد و روشها

تهیه و آماده سازی نمونه ها

تعداد ۱۰۰ عدد خرما مضافتي در دو تاریخ متفاوت از دو نخلستان متفاوت واقع در شهرستان بم استان کرمان برداشت و برای انجام آزمایش انتخاب شدند. خرماهای انتخاب شده شامل هر چهار مرحله کیمري، خلال، رطب و تمر بوده به نحوی که دارای حداکثر تغییرپذیری در میزان قند و رطوبت در طول دوره رسیدگی باشند (شکل ۱). نمونه های خرما بلافاصله پس از نمونه برداری، بسته بندی شده و به نحوی که به آن ها ضربه و آسیبی وارد نشود به آزمایشگاه خواص فیزیکی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شد. در ابتدا در اندازه گیری رطوبت نمونه ها تعداد ۱۰ نمونه از هر مرحله رسیدگی به طور تصادفی انتخاب شد. نمونه ها وزن شده و در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت سه روز در آون نگهداری شدند. با وزن نمودن مجدد نمونه ها و محاسبه کاهش وزن به وزن اولیه قبل از قرارگرفتن در آون، رطوبت نمونه ها بر مبنای تر قابل محاسبه گردید (AOAC, 1984). نمونه های آماده شده برای آزمایش در کیسه های پلی اتیلن دو جداره کم چگالی با ضخامت ۹۰ میکرومتر در دمای ۳-۵ درجه یخچال نگهداری شدند. برای هر آزمایش، مقدار نمونه مورد نیاز را از یخچال بیرون آورده و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق قرار داده تا با محیط هم دما شوند (خدابخشیان و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۱- نمونه مورد استفاده خرماي مضافتي در مراحل مختلف رسیدگی به همراه تعداد نمونه آزمون طیف سنجی

اندازه گیری خواص فیزیکی، میزان قند، مواد جامد محلول، میزان اسیدیته و pH خرما

آزمایشات فیزیکی شامل اندازه گیری ابعادی میوه خرما شامل بیشترین طول (L)، عرض (W)، ضخامت (T)، قطر متوسط هندسی، کرویت (بر حسب میلی متر)، سطح (بر حسب میلی متر مربع)، حجم (بر حسب سانتیمتر متر مکعب)، وزن (بر حسب گرم)، چگالی توده و حقیقی (گرم بر سانتیمتر مکعب) و تخلخل (بر حسب درصد) در مراحل مختلف رسیدگی انجام گرفت. روش مورد استفاده برای انجام این آزمایشات فیزیکی مطابق روش ارائه شده توسط کرامت و همکاران (۱۳۸۷) و خدابخشیان و همکاران



(۱۳۹۰) بود. آزمایشات شیمیایی نظیر درصد کل مواد جامد محلول (TSS)، میزان قند های احیاء کننده، میزان اسیدیته و pH نیز روی نمونه ها با استفاده از استاندارد ملی آب میوه ها- روش های آزمون شماره ۲۶۸۵ (سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران) صورت گرفت. درصد کل مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (مدل Carl Zeiss، ساخت آلمان) قند های احیاء کننده با روش فهلینگ و میزان اسیدیته به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه گیری و بر حسب درصدی از اسیدمالیک گزارش شد. pH نیز با دستگاه دیجیتال مدل 691 Metrohm اندازه گیری شد. تمامی آزمایشات با ۵ تکرار انجام و میانگین ها گزارش شده اند. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها و بدست آوردن روابط رگرسیون و ضرایب همبستگی از نرم افزار SPSS ۱۶ استفاده شد.

نتایج و بحث

همانطور که پیش از این ذکر شد، مطالعه حاضر به بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه خرما می‌مضافتی در طول مراحل مختلف رسیدگی (کیمری ، خلال ، رطب و خرما) پرداخت. در مرحله کیمری ، رنگ میوه خرما می‌مضافتی سبز بود ولی در مرحله خلال ، میوه از نظر فیزیولوژیکی رسیده و دارای بافتی سخت و ترد و به رنگ زرد مایل به قرمز مشاهده گردید. در مراحل رطب و تمر نیز به ترتیب رنگ میوه به مشکی روشن و تیره در آمد. علاوه بر تغییر رنگ، بافت میوه نیز در طول مراحل رسیدگی دستخوش تغییراتی گردید. خرما می‌مضافتی در مرحله کیمری دارای بافتی ترد و شکننده بوده و به تدریج در مرحله رطب به حالت نرم و آبدار درآمد. همچنین در مرحله تمر بافت میوه از حالت نرمی به سفتی گرایش پیدا کرد که در این شرایط می‌توان میوه را برای مدت طولانی تری نگهداری کرد. نتایج تجزیه و تحلیل صفات فیزیکی اندازه گیری شده در طول مراحل رسیدگی میوه مضافتی در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به این جدول می‌توان دریافت که اثر مراحل مختلف رسیدگی بر صفات فیزیکی مورد مطالعه معنی دار می‌باشد. (Al-Hooti et al. (1995 نیز نتایج مشابهی را در مورد ۵ رقم از خرماهای امارات متحده عربی در طول مراحل رسیدگی گزارش کردند. در ذیل بررسی تغییرات این عوامل با جزئیات آمده است.

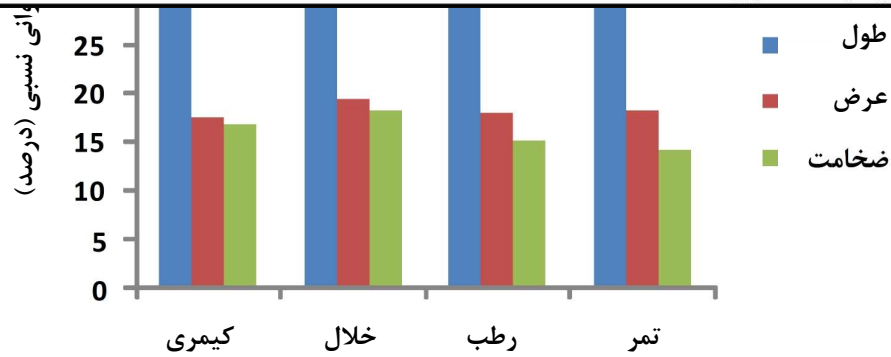


جدول ۱- مقادیر برخی خواص فیزیکی میوه خرما میضافتی در مراحل مختلف رسیدگی

مراحل رسیدگی				پارامتر
تمر	رطب	خلال	کیمری	
۲۰±۳/۵	۴۳±۲/۵	۵۲±۲/۲۵	۸۴±۱/۵	محتوای رطوبنی (%)
۳۱/۰۵±۱/۱۵	۳۴/۲۵±۲/۰۱	۳۶/۵۸±۲/۱۲	۳۴/۴۵±۲/۲۵	طول (mm)
۱۸/۲۵±۱/۱۲	۱۸/۰۲±۱/۰۸	۱۹/۴۲±۱/۲۵	۱۷/۵۲±۱/۰۲	عرض (mm)
۱۴/۲۵±۰/۸۵	۱۵/۳۲±۰/۹۲	۱۸/۴۵±۱/۰۵	۱۶/۸۰±۰/۹۵	ضخامت (mm)
۱۸/۷۸±۱/۲۲	۲۰/۳۲±۱/۵۲	۲۳/۹۰±۱/۸۵	۲۱/۳۶±۱/۱۱	قطر متوسط هندسی (mm)
۰/۵۸±۰/۰۲	۰/۶±۰/۰۱	۰/۶۳±۰/۰۲	۰/۶۵±۰/۰۲	ضریب کرویت (%)
۱۱۰/۸۰۳±۸۰/۵۲	۱۲۹۷/۱۷±۸۵/۱۲	۱۷۹۴/۵۱±۱۲۰/۲۵	۱۴۳۳/۳۵±۹۵/۰۸	سطح رویه (mm ²)
۳۴۶۸/۰۵±۸۰/۱	۴۳۹۳/۰۸±۱۱۰/۸	۶۶۱۹/۹۲±۱۸۰/۲	۵۱۰۲/۷۳±۱۵۰/۱	حجم (mm ³)
۷/۳۶±۰/۸۵	۸/۰۶±۰/۷۴	۹/۸۶±۰/۵۶	۸/۶۹±۰/۸۵	جرم (g)
۲/۱۲±۰/۰۳	۱/۸۳±۰/۰۴	۱/۳۸±۰/۱۱	۱/۷±۰/۰۷	چگالی حقیقی (g/cm ³)
۰/۶۲±۰/۰۳	۰/۶±۰/۰۱	۰/۵۹±۰/۰۲	۰/۵۷±۰/۰۱	چگالی توده (g/cm ³)
۷۰/۷۵±۱/۲۴	۶۷/۲۱±۲/۲۵	۵۷/۲۵±۱/۸۵	۶۶/۴۷±۲/۱۲	تخلخل (%)

تغییرات خواص هندسی در مراحل مختلف رسیدگی

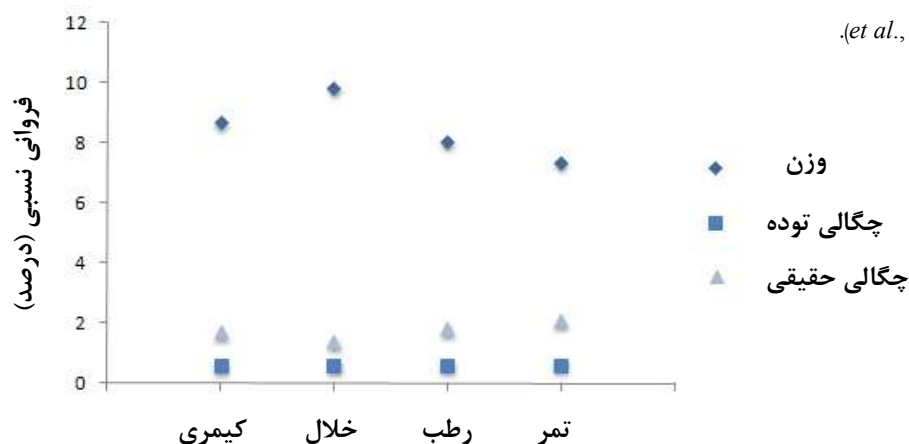
نمودار فراوانی طول، عرض و ضخامت میوه خرما برای هر چهار مرحله رسیدگی در شکل ۲ آمده است. نتایج ارزیابی ابعاد نشان داد که هر سه بعد طول، عرض و ضخامت میوه در مرحله اولیه رشد افزایش یافته به طوریکه در هفته ۱۶ پس از تلقیح به حداکثر مقدار خود رسید. سپس با عبور از مرحله خلال تا رسیدن به مرحله تمر یک روند کاهشی را طی نمود (شکل ۲). بیشترین میزان این تغییرپذیری به ترتیب برای ضخامت، طول و عرض میوه نتیجه شد. در ارزیابی مشابه بر روی قطر متوسط هندسی، ضریب کرویت، حجم و سطح رویه میوه نتایج مشابهی بدست آمد (جدول ۱). (Al-Hooti et al. (1995). نیز نتایج مشابهی را در مورد تغییرات ۵ رقم از خرماهای امارات متحده عربی در طول مراحل رسیدگی گزارش کردند. همچنین بنا به گزارشات آنها، مقدار رطوبت در ارقام مورد بررسی در مراحل کیمری، خلال، رطب و تمر به ترتیب ۸۴-۸۵/۵ درصد، ۴۸/۷-۵۹/۹ درصد، ۳۸-۴۹ درصد و ۱۳/۷-۲۷/۷ درصد بود. این نتیجه گیری نیز نتایج حاصله از مطالعه حاضر را تایید می کند (جدول ۱). این نتایج همچنین با گزارش Bukhaev et al. (1988) مطابقت دارد.



شکل ۲- نمودار فراوانی ابعاد میوه خرماى مضافتی در مراحل مختلف رسیدگی

تغییرات خواص وزنی در مراحل مختلف رسیدگی

نتایج حاصله از مقایسه مقادیر میانگین وزن مؤید وجود تفاوت قابل توجهی بین مراحل مختلف رسیدگی می باشد (جدول ۱). وزن میوه در مرحله خلال با میانگین ۹/۸۶ گرم بیشترین و مرحله تمر با میانگین ۷/۳۶ گرم کمترین وزن میوه خرماى مضافتی را بین مراحل مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. روند تغییرات وزن با مراحل مختلف رسیدگی مشابه با روند تغییرات خواص هندسی بود (شکل ۳). چگالی توده، چگالی حقیقی و تخلخل میوه در مراحل اولیه رشد یک روند کاهشی را دنبال نموده و در هفته ۱۶ پس از تلقیح به کمترین مقدار خود رسید. سپس این مقادیر یک روند افزایشی را دنبال نموده به طوریکه بیشترین مقدار خود را در مرحله تمر بدست آورند (شکل ۳). کرامت جهرمی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را در مورد میزان تغییرات خواص وزنی خرماى شاهانی در طول مراحل رسیدگی گزارش کردند. بنا به اظهارات آنها ، محدوده تغییرات چگالی توده، چگالی حقیقی و تخلخل در رقم مورد بررسی به ترتیب ۰/۶ تا ۰/۵۷ گرم بر سانتیمتر مکعب، ۱/۱۹ تا ۱/۳۳ گرم بر سانتیمتر مکعب و ۴۷/۶۳ تا ۴۹/۰۳ درصد بود. این نتایج با مطالعات انجام شده خرما توسط محققان دیگر مطابقت دارد (Bukhaev *et al.*, 1988; Al- Hooti *et al.*, 1995).



شکل ۳- نمودار فراوانی خواص وزنی میوه خرماى مضافتی در مراحل مختلف رسیدگی



تغییرات خواص شیمیائی در مراحل مختلف رسیدگی

جدول ۲ مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای شیمیائی میوه خرما شامل pH، اسیدیته، قند کاهنده و مواد جامد محلول (بریکس) را نشان می دهد. همانطور که از این جدول مشخص می شود، درصد کل مواد جامد محلول در ابتدا با تراکم کمی افزایش یافته بطوریکه میزان آن در مرحله خلال به ۱۷ درصد رسید. پس از پایان این مرحله افزایش چشمگیری را دنبال کرده به قسمی که میزان آن از ۱۷ درصد به ۴۰ درصد رسید و سپس تا پایان مرحله تمر به ۶۰ درصد افزایش یافت. میزان قندهای کاهنده رفتاری مشابه با درصد کل مواد جامد محلول هماهنگ بوده و تا پایان مرحله خلال با تراکم کمی افزایش یافته و به میزان ۱۴ درصد رسید. سپس تراکم سریعی را دنبال کرده و میزان آن به ۴۲ درصد رسید. پس از پایان این دوره نیز این مقدار افزایش یافت و در نهایت به ۸۰ درصد رسید (جدول ۲). به طور کلی درصد کل مواد جامد محلول و همچنین میزان قند های کاهنده در خرماي مضافتی با پیشرفت رسیدگی میوه افزایش یافت. این نتایج با گزارش بوک هاو و همکاران (۱۹۸۸) که اظهار داشتند مقادیر کل قند های کاهنده در ارقام خرماي زاهدی و خضراوی با رسیدگی میوه افزایش می یابد، مطابقت دارد [۱۱].

جدول ۲- مقادیر پارامترهای شیمیائی میوه خرما

پارامتر	مراحل رسیدگی			
	کیمری	خلال	رطب	تمر
مولد جامد محلول (درصد)	۱۰±۲/۸۲	۱۷±۴/۱۰	۴۰±۵/۳	۵۸±۶/۲۶
قند کاهنده (درصد)	۱۰±۱/۷۵	۱۴±۱/۸۴	۴۲±۴/۳۲	۸۰±۶/۵
اسیدیته (درصد)	۵±۰/۲۴	۴±۰/۳۲	۶/۳۵±۰/۷۴	۷/۵±۰/۸۵
pH	۶/۵±۰/۲۸	۶/۰۳±۰/۵۷	۷/۸±۰/۲۶	۱۴/۲۵±۰/۸۵

نتیجه گیری

در این تحقیق خواص فیزیکی و شیمیایی میوه خرما رقم مضافتی در ۴ مرحله رسیدگی آن شامل کیمری، خلال، رطب و تمر مطالعه شد. تجزیه و تحلیل ابعادی در مراحل مختلف رسیدگی یک افزایش در مراحل اولیه رشد را نشان داد به طوریکه در هفته ۱۶ پس از تلقیح حداکثر مقدار ابعادی مشاهده شد. سپس با عبور از مرحله خلال تا رسیدن به مرحله تمر یک روند کاهشی طی شد. بیشترین میزان این تغییرپذیری به ترتیب برای ضخامت، طول و عرض میوه نتیجه شد. در ارزیابی مشابه بر روی قطر متوسط هندسی، ضریب کرویت، حجم و سطح رویه میوه نتایج مشابهی بدست آمد. چگالی توده، چگالی حقیقی و تخلخل میوه در مراحل اولیه رشد یک روند کاهشی را دنبال نموده و در هفته ۱۶ پس از تلقیح به کمترین مقدار خود رسید. سپس این مقادیر یک روند افزایش را دنبال نموده به طوریکه بیشترین مقدار خود را در مرحله تمر بدست آورد. درصد کل مواد جامد محلول و میزان قند



کاهنده میوه وارپته مذکور یک روند افزایشی را با رسیدن میوه طی کرد. در مجموع بر اساس نتایج این تحقیق تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی در وارپته خرماي مورد مطالعه در مراحل مختلف رسیدگی قابل توجه بود و نتایج این تحقیق در طراحی دستگاه های درجه بندی و جداکننده، طراحی هسته گیر ها، بسته بندی خرما، طراحی دستگاه های فرآوری و تجهیزات انتقال مفید و کاربردی است.

تشکر

این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی شماره ۲۳۰۳۴ با حمایت و همکاری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

منابع

- ۱- خدابخشیان، ر. عمادی، ب. عباس پور فرد، م. ح. سعیدی راد، م. ح. ۱۳۹۰. تعیین خواص فیزیکی و آیرودینامیکی تخمه آفتابگردان رقم آذرگل. مجله مهندسی بیو سیستم ایران. ۴۲: ۵۱-۴۳.
- ۲- کرامت، م. رفیعی، ش. جعفری، ع. محتسبی، س. میراسته، ر. ۱۳۹۰. مقایسه برخی خواص فیزیکی دو رقم خرماي حاج قنبری و شاهانی. مجله مهندسی بیو سیستم ایران. ۳۹: ۹۲-۸۵.
- ۳- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶. استاندارد آب میوه ها - روش های آزمون، استاندارد شماره ۲۶۸۵، تجدید نظر اول.
- ۴- میره ای، ا. محتسبی، س. مسعودی، ر. رفیعی، ش. ۱۳۸۹. استفاده از تکنیک غیر مخرب طیف سنجی مادون قرمز در تعیین میزان رسیدگی خرماي شاهانی. مجله مهندسی بیو سیستم ایران. ۴۱: ۱۲۰-۱۱۳.
- ۵- هاشمپور، م. ۱۹۹۹. خرما. نشر آموزش کشاورزی.

6- Al-Hooti, S., J. S. Sidhu., and H. Qabazard. 1995. Studies on the physio-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity. Arab Gulf Journal of Scientific Research 13: 553-569.

7- AOAC. 1984. Official methods of analysis. 14th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.

8- Bukhaev, V. T., B. A. Abdul-Nour., and V. F. Noure. 1988. Physical and chemical changes in dates during ripening with special reference to pectic substances. Date palm Journal 5: 199-207.

9- Booiij, I., G. Piombo., M. Risteracci., M. Coupe., D. Thomas., and M. Ferry. 1992. Study on the chemical composition of dates at different stages of maturity for the



varietal characterization of various cultivars of date palm (*Phoenix dactylifera* L.).
Fruits 47: 667-678.

10- Keramat-Jahromi, M., A. Jafari., S. Rafiee., R. Mirasheh., and S.S. Mohtasebi.
2008. Changes in physical properties of date fruit during three edible stages of ripening.
American-Euroasian Journal of Agriculture & Environment Science 3: 132-136.

11- Kulkarni, S. G., P. Vijayanand., M. Aksha., P. Reena., and K. V. R. Ramana. 2008.
Effect of dehydration on the quality and storage stability of immature dates (*Phoenix dactylifera*). LWT- Food Science and Technology 41: 278-283.

12- Myhara, R. M., A. Al-Alawi., J. Karkalas., and M. S. Taylor. 2000. Sensory and
textural changes in maturing Omani dates. Journal of Science and Food Agriculture
80:2181-2185.





The evaluation of some physical, chemical properties of Mazafati date fruit in the different stages of maturity

Rasool Khodabakhshian^{1*} and Bagher Emadi²

1- Phd Student, Department of mechanics of Agricultural Machinery Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, ra_kh695@stu-mail.um.ac.ir

2- Associate Professor, Department of mechanics of Agricultural Machinery Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Knowing the physical properties of agricultural produce made a new approach in optimum designing of transport, handling and processing systems. In the meantime, for the first stage of mechanization of related activities of date, comprehensive and complete data on physical properties of produce is needed. In this study, some physical and chemical properties of Mazafati variety of date fruit at different stages of maturity (Kimri, Khalal, Rutab and Tamt) were evaluated. Dimensional analysis at different stages of maturity showed an increase in the early stages of growth, as in the 16th week after inoculation the maximum of dimensions were found. Then, with passing from Kimri stage until Tamr stage a decreasing trend was seen. Bulk density, true density and porosity in the early stages followed a decreasing trend and reached the lowest amount in the 16th week. Then, these values follow an increasing trend as maximum value was obtained in the Tamr stage. The percentage of soluble solids content and sugar content of studied variety follow an increasing trend with increasing of maturity stage. According the obtained results, the optimum harvest time of considered variety is between 22 and 24 week after inoculation when the mean weight, length and width of fruit was 8.60 g, 34 mm and 18 mm, respectively. The moisture content of date fruit in this stage was 43%.

Keywords: Date, maturity stages, Mazafati variety, physical and chemical properties