بررسی فاکتورهای کیفی در تبدیل رطب واریته کبکاب به خرما با استفاده از خشک کن لایه نازک

عسگر فرحناکی*، غلامرضا مصباحی و حامد عسکری[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۱)

چکیده

خرما محصولی بسیار ارزشمند و مغذی است که در صورت فرآوری مناسب می‌تواند جزء اصلی‌ترین اقلام صادراتی ایران قرار گیرد. در این پژوهش با هدف بهبود و تسریع فرایند تبدیل رطب به خرما از یک خشک‌کن لایه نازک برای خشک کردن رطب واریته کبکاب استفاده شد. نمونه‌های رطب تحت تأثیر جریان هوای گرم در ۵ سطح دمایی (۵۶، ۶۶، ۷۶، ۸۶، ۹۶ °C) خشک شدند و در طول زمان خشک کردن تغییرات در فاکتورهایی مانند میزان رطوبت، وزن، pH، رنگ، بافت و چگالی محصول مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در محدوده‌های دمایی پایین (۵۶ و ۶۶ °C)، سرعت خشک کردن پایین و زمان خشک کردن طولانی و غیر اقتصادی است و در محدوده‌های دمایی بالا (۸۶ و ۹۶ °C) گرچه سرعت خشک کردن بالاست، اما فاکتورهای کیفی محصول به ویژه رنگ و بافت نامناسب‌تر هستند. لذا دمای (۷۶ °C) برای خشک کردن رطب قابل توصیه می‌باشد. بررسی روند خشک کردن در دماهای مورد بررسی نشان داد که محدوده رطوبت ۲۷-۲۴ درصد (برپایه خشک) را می‌توان به عنوان رطوبت بحرانی خشک کردن این نوع رطب به حساب آورد. از طرف دیگر با بررسی بافت نمونه‌ها حین خشک کردن این نتیجه‌گیری حاصل شد که در رطوبت‌های بالای ۳۰٪ (بر پایه خشک)، بافت محصول چندان تحت تأثیر تغییرات رطوبت نیست در حالی که در رطوبت‌های کمتر از حد مذکور حتی کاهش اندک در میزان رطوبت، سفتی نامطلوب را در محصول سبب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رطب، واریته کبکاب، خشک کن کابینی، سرعت خشک شدن، رطوبت بحرانی، بافت

مقدمه

میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) یک تک لپه‌ای از خانواده پالم می‌باشد که از یک بذر با آندوکارپ الیافی (شبیه به کاغذ یا پوست) و مزوکارپ گوشتی و پوسته میوه (پریکارپ) تشکیل شده است(۷ و۱۷). میوه خرما غذای مهمی است که به مقادیر زیاد، به ویژه در کشورهای آسیایی مورد مصرف قرار می‌گیرد. میزان تولید خرما در ایران سالانه ۸۸۰ هزار تن(۱۳) بوده که پیش‌بینی می‌شود در طی سال‌های آینده این میزان به یک میلیون تن افزایش یابد. بیشترین میزان تولید خرما در استان کرمان قرار دارد که ۱۷٪ از تولید کشور را به خود اختصاص می‌دهد. رتبه‌های بعدی، هرمزگان ۱۵٪، استان فارس۱۴٪، سیستان و بلوچستان ۱۴٪، جیرفت وکهنوج ۱۴٪، بوشهر و خوزستان هر کدام ۱۲ ٪ و سایر استان‌ها ۲٪ از میزان تولید خرمای کشور را در اختیار دارند.

۱. به ترتیب استادیار، مربی و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: farahnak@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

خرماها بسته به واریته آنها در زمان‌های مشخصی برداشت شده و بسته‌بندی می‌شوند. میوه‌های خرما براساس نوع واریته و شرایط رشدشان از نظر شکل، اندازه و وزن متفاوت هستند. معمولاً خرماها دوکی شکل و دراز و کشیده هستند، ولی با این حال ارقام خاصی نیز وجود دارد که ممکن است گرد و کروی شکل باشند. طول و عرض میوه خرما می‌تواند به ترتیب از ۳۲ تا۶۰ و ۸ تا ۱۸ میلی‌متر متفاوت باشد. وزن یک عدد میوه خرما تقریباً در حدود ۱۰– ۷ گرم می‌باشد که بسته به واریته خرما این میزان می‌تواند بیشتر یا کمتر باشد(۹ و۱۲).

خرما به منظور رسیدن و بالغ شدن چهار مرحله را طی می‌کند تا تغییرات مطلوب از نظر رنگ، طعم، بافت و فلور میکروبی در آن ظاهر شود. اولین مرحله کیمری(Kimri) نامیده می‌شود. در این مرحله خرما به مقدار کمی رشد کرده است و سطح آن صاف و به رنگ سبز می‌باشد. ریگ در سال ۱۹۴۶ آزمایش‌هایی روی خرما در این مرحله انجام داد و اعلام داشت که رشد خرما در این مرحله به دو فاز تقسیم می‌شود. مشخصه فاز اول افزایش سریع در وزن و حجم، اسیدیته بالا، محتوای رطوبت بالا و افزایش کمی در محتوای قند احیا کننده می‌باشد. دومین فاز به طور معمول همراه با کاهش قند، اسیدیته و محتوای رطوبت همراه است(۲۰). مرحله دوم رسیدن خرما خلال(Khalal) نامیده می‌شود که در این مرحله رنگ پوست خرما از سبز به زرد یا کرمی تغییر کرده و کاهش مداوم در سرعت افزایش وزن، قندهای احیا کننده، اسیدیته، محتوای رطوبت و افزایش محتوای ساکارز از مشخصه‌های این مرحله می‌باشد. تغییرات در مرحله رطب(Routab) (مرحله سوم) با تغییر رنگ از زرد به قهوه‌ای همراه است. خرما ها شروع به شفاف و نرم شدن می کنند که از این مرحله رسیدن خرما آغاز می‌شود. در مرحله آخر(تمار(Tamar)) خرماها تیره و نرم شده و به اندازه کافی آب از دست می‌دهند و نسبت قند به آب افزایش یافته و این امر باعث می‌شود که شرایط برای فرایند تخمیر در خرما نامساعد گردد(۷). داوسون در سال ۱۹۶۲ اظهار داشت که خرماها را در مرحله تمار در صورتی که پرس شده باشند، می‌توان در دمای اتاق به مدت یک سال نگهداری نمود، البته این امر به میزان رطوبت خرما بستگی دارد(۹).

در مرحله تمار خرماها تقریباً حاوی ۶۷ ٪ قند و ۲۵ ٪ آب هستند و مابقی ترکیبات آنها را سلولز، پکتین و مواد معدنی تشکیل می‌دهند. خرماها را می‌توان بر اساس نوع قندشان به انواع سوکروزی (ساکارز بیش از ۶۰ ٪ از قند کل را تشکیل می‌دهد) یا قند احیاء کننده(گلوکز و فروکتوز ۸۰٪ قند کل را تشکیل می‌دهد) و یا بر اساس محتوای رطوبتشان به انواع نرم (یا مرطوب) نیمه خشک و خشک تقسیم بندی نمود(۱۲ و۲۷). محتوای کربوهیدرات خرما ها محدوده ای بین ۶۴ تا ۷۴ ٪ دارد در صورتی که میزان پروتئین، سلولز، چربی و مواد معدنی هر کدام در حدود ۲ ٪ گزارش شده اند(۲۶).

خرماهای نرم مانند برحی، خضراوی، مضافتی، کبکاب و شاهانی از نوع قند احیا کننده هستند و حاوی بیش از ۳۰ ٪ آب هستند(۲۷). این خرماها مرحله رطب را طی می‌کنند و وقتی که به مرحله تمار می‌رسند نرم باقی می‌مانند. خرماهای نیمه خشک حاوی ۲۰ الی ۳۰ ٪ آب هستند و به عنوان خرماهای نوع قند احیا دسته‌بندی می‌شوند. این نوع خرماها مرحله رطب را طی می‌کنند و در پایان مرحله تمار خشک می‌شوند(۸).

خرماهای خشک مانند ربی، آشه، شمسایی، سنگ شکن و بزمانی حاوی کمتر از ۲۰ ٪ آب هستند. اینها اکثراً از نوع خرماهای سوکروزی هستند که مرحله رطب را پشت سر نمی‌گذارند و به مرحله تمار نمی‌رسند. محتوای رطوبت خرماها از ۶۰ ٪ (بر پایه مرطوب) در مراحل رسیدگی تا ۲۵ ٪ در مراحل پایانی وخشک متغیر است. محتوای رطوبت مناسب برای نگهداری خرماها در خارج از سردخانه مابین ۲۴ الی ۲۵ ٪ رطوبت بر پایه وزن مرطوب می‌باشد(۷). اکثر خرماهای تجاری دارای مقدار رطوبتی برابر ۲۰ ٪ می باشند. علت انتخاب این درصد رطوبتی کاهش مشکلات انبارداری است به نحوی که میوه هنوز دارای بافت خوب و مناسبی باشد(۹ و۲۱).

با دانستن این موضوع که اغلب کپک‌ها در رطوبت نسبی کمتر از ۷۰٪ قادر به رشد نیستند (این مقدار در مورد باکتری‌ها

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

و مخمرها بیشتر است)، مقدار رطوبت ۲۴٪ در خرماها که معادل با مقدار رطوبت نسبی ۷۰٪ در آن محیط می‌باشد، رطوبت مناسبی برای پایداری محصول خرما می‌باشد. خرمای دارای رطوبت بیش از ۲۴٪ در شرایط گرم و مرطوب در معرض حملات میکروبی به ویژه مخمرها و کپک‌ها قرار می‌گیرد. مهم‌ترین و متداول‌ترین تغییری که در خرما صورت می‌گیرد، فرایند تخمیر (تولید الکل) و ترش شدن (تولید اسیدهای لاکتیک و استیک) و رشد سطحی کپک‌هاست(۷).

میوه خرما در مرحله رطب دارای رطوبتی بیش از ۳۵ ٪ می‌باشد که برای نگهداری آن باید دقت لازم به عمل آید، زیرا رطب میوه‌ای فساد پذیر است. بحث در مورد بازاریابی و فروش رطب مانند خلال می‌باشد، تنها تفاوت آن در این است که خرما یک مرحله دیگر از رشد و بلوغ خود را روی نخل گذرانده و دیگر این‌که از نظر فیزیولوژیکی، خرما فرایندهای نزولی را شروع می‌کند. هیچ شکی وجود ندارد که اگر رطبی به خوبی رسیده باشد و با دقت نگهداری و حمل شود، یکی از مناسب‌ترین شکل‌های خرما است، که مورد استفاده قرار می گیرد و می‌تواند بیشترین درآمد را برای نخل کار داشته باشد. مشکل جدی رطب این است که محصول در این مرحله نرم و فساد پذیر است و این امر نگهداری و حمل و نقل آ نرا مشکل و پرهزینه می سازد. در هنگام رسیدن رطب بازارهای محلی سریع اشباع می‌شوند و بازارهای دورتر به دلیل هزینه حمل و نقل و تیمارهای خاص، از فروش محصول در آنها کاسته می‌شود و امکان فروش آن به علت عرضه بالا در محل نیز وجود ندارد. گسترش چشمگیر ارتباطات و حمل و نقل در طی دهه‌های گذشته کار بازاریابی و فروش را در بازارهای خارجی آسان کرده و امروزه در بازارهای اروپایی، رطب را می‌توان به راحتی به عنوان یک میوه مرغوب در قفسه‌های سوپر مارکت‌ها و فروشگاه‌های مختلف یافت. اگر شرایط اقلیمی اجازه دهد و در مناطق خرما کاری مشکلی ایجاد نشود، رطب روی نخل به تمار (خرما) تبدیل و به صورت خرما مصرف می‌شود(۷).

در رطب با فرض این‌که مشکل حشرات قابل کنترل باشد، حملات میکروبی و تیره شدن، دو عاملی هستند که سبب کاهش کیفیت می‌شوند و میزان کاهش کیفیت تحت تأثیر رطوبت، زمان و دما قرار می‌گیرد. کاهش رطوبت یا خشک کردن می‌تواند حملات میکروبی را متوقف کرده و باعث شود که تیره شدن با شدت کمتری رخ دهد. تأثیر منفی خشک کردن می‌تواند مربوط به از دست رفتن بافت نرم رطب باشد، لذا این امر نیز باید در نظر گرفته شود. تأثیر تیمار گرمایی بر غیر فعال شدن آنزیم‌ها و میکروب‌ها نیز قابل توجه است. در هر حال برای از بین بردن میکروارگانیزم‌ها به برقراری ترکیب مناسبی از دما و زمان نیاز است. مراک در سال ۱۹۴۱ پیشنهاد کرده است که پاستوریزاسیون به مدت ۲۰ دقیقه در دمای $87^{\circ}C$ ۵۰ دقیقه در دمای $71^{\circ}C$ و ۶۰ دقیقه در دمای $66^{\circ}C$ برای غیر فعال سازی آنزیم‌ها و میکروب‌های رطب خرما مناسب می‌باشند(۱۹). ریگ در سال ۱۹۵۸ گزارش کرده است که پاستوریزاسیون خرما به مدت ۴ ساعت در دمای $71^{\circ}C$ برای از بین بردن میکروارگانیزم‌ها ناموفق بوده و مخمر های زیادی در ۳۰ دقیقه تیمار گرمایی با $74^{\circ}C$ باقی مانده‌اند(۲۳). اگر چه با توجه به این نتایج می‌توان دما و زمان پاستوریزاسیون مؤثر را پیشنهاد کرد، ولی باید در نظر داشت که قرار دادن طولانی مدت خرما در این دما ممکن است منجر به از دست دادن خواص ارگانولپتیکی به ویژه در رطب نرم می‌شود. هم‌چنین باید در نظر داشت که در این مرحله میوه بسیار حساس می‌باشد و در برابر دستکاری‌ها و تغییرات پیاپی مقاوم نیست. ولی با این حال زمانی که رطوبت محصول به زیر ۲۴ ٪ (پایه مرطوب) می رسد، میوه در این شرایط بسیار مقاوم به فساد است و به هر حال در دمای $65-60^{\circ}C$ ، در میزان متعادل رطوبت موجود در خرما بویژه کمتر از ۲۴٪ ، میکروارگانیسم ها هیچ شانسی برای رشد و نمو را ندارند(۵ و۶).

رنگدانه‌های متفاوتی در خرما شناخته شده‌اند که کاروتنوئیدها، آنتوسیانین، فلاون‌ها، فلاونول‌ها، لیکوپن، کاروتن، فلاوگزانتین و لوتئین را در خرماهای تازه می‌توان یافت(۴). تیره شدن خرما از رنگ قهوه‌ای روشن به تیره در زمان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

برداشت، توسط مکانیزم‌های متعددی شامل قهوه‌ای شدن آنزیمی اکسیداتیو (پلی فنول اکسیداز)، قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی اکسیداتیو به دلیل وجود تانن‌های پیچیده و قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی که قندها و پروتئین‌ها نقش مهمی در آن دارند، صورت می‌گیرد. ارتباط مثبتی بین درجه تیره شدن و افزایش مقدار رطوبت، دمای انبار و زمان وجود دارد که در تحقیقات انجام شده مشخص گردیده است(۲۲). آنزیم‌ها کم و بیش دارای دامنه دمایی بهینه فعالیت مخصوص به خود بوده و دارای یک دمای حداقل است که در پایین‌تر از آن فعالیتش متوقف می‌شود. معمولاً دامنه دمایی مناسب، بین ۴۵°C-۳۵ قرار دارد و دمای بالاتر از ۵۰°C باعث کاهش فعالیت آنزیمی می‌شود. بیشتر آنزیم‌ها در دمای ۹۰°C غیر فعال می‌شوند. اعمال تیمار دمایی روی خرما موجب غیر فعال‌سازی آنزیمی می‌گردد که در کاهش سرعت تیره شدن رنگ خرما مؤثر می‌باشد. ولی با این حال اعمال درجه حرارت‌های بالا به مدت طولانی موجب بروز واکنش‌های قهوه‌ای شدن خواهد شد که اثر سوء بر روی رنگ محصول دارد. بنابراین اعمال حرارت و کاهش رطوبت تا حدی باید صورت گیرد که موجب تیره شدن محصول نگردد. با این حال خرماهای با رنگ تیره طبیعی در صورتی که در خشک‌کن‌های با دمای بالا خشک شوند، نسبت به خشک شدن در برابر نور خورشید، از لحاظ تیره شدن رنگ صدمه کمتری می‌بینند(۲۴). هوگارد و همکارانش در سال ۱۹۵۱ گزارش کردند که واکنش‌های قهوه‌ای شدن، موجب آهسته شدن کاهش pH خواهد شد(۱۵). اثر pH بر واکنش‌های قهوه‌ای شدن به شدت بستگی به محتوای رطوبت خرما دارد. اگر محتوای رطوبت خرما بالا باشد، در طی خشک کردن در خشک کن کابینی باعث ایجاد واکنش‌های کاراملیزاسیون خواهد شد. ولی در صورتی که محتوای آب خرما پایین باشد و pH خرما نزدیک به ۶ یا بالاتر از آن باشد موجب می‌شود که واکنش‌های میلارد در خرما روی دهد(۲۵). تعدادی از اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک، مالیک و اگزالیک از گوشت خرما جدا شده‌اند که این اسیدها بر عطر و طعم خرما تأثیر می‌گذارند؛ از این رو موقع رسیدن محصول، مقدار اسید آن کم می‌شود. ارتباط قطعی بین افزایش کیفیت تجاری و افزایش pH و کم شدن اسیدیته در مورد رقم دیگلت نور به اثبات رسیده است. متداولترین pH برای خرما بین ۵/۳ تا ۶/۳ می‌باشد(۲۱). فولادی و گلشن، رطب مضافتی را در دمای ۵۰ °C برای مدت ۱۲ ساعت و تا رطوبت ۲۲٪ خشک کردند و نتیجه گرفتند که با کاهش دما و با افزایش زمان خشک کردن میزان اسیدیته افزایش یافته و از کیفیت خواص ارگانولپتیک محصول کاسته می‌شود(۱).

مقدار رطوبت خرما را به طور مصنوعی با استفاده از خشک کردن (در آفتاب یا به صورت صنعتی) می‌توان کاهش داد. خشک کردن خرمای تازه امری ضروری است زیرا خرمای تازه حاوی رطوبت بالایی (بیش از ۳۰ ٪ رطوبت بر پایه مرطوب) می‌باشد که باعث کاهش عمر ماندگاری محصول می‌شود. به میوه‌های خرمای رسیده اجازه داده می‌شود که به طور جزئی قبل از برداشت بر روی درخت خشک شوند و مجدداً برای بالا بردن کیفیت نگهداری و انبارداری، آنها را در مجاورت نور خورشید خشک می‌کنند. با این حال مشکلات در ارتباط با خشک کردن آفتابی به خوبی مشهود است(۱۰، ۱۱ و ۱۴). آلودگی خرما به فضولات حیوانات، پرندگان، حشرات، قارچ‌ها، خاک و شن و طولانی بودن زمان فرآیند خشک شدن، عدم کنترل مناسب در حین فرایند خشک شدن آفتابی را زیر سوال می‌برد. خشک کردن کابینی روشی است که در کشورهای پیشرفته، جایگزین روش آفتابی برای اکثر مواد غذایی شده است. کاهش رطوبت در خشک‌کن‌های کابینی در دما و جریان هوای کنترل شده، باعث تنظیم رطوبت مناسب برای خرما و نگهداری محصولی با کیفیت بالا می‌شود. در این تحقیق تأثیر دما و زمان خشک کردن بر فرایند خشک کردن کابینی خرما بررسی شده است و سعی شده که دما و زمان مناسب و بهینه برای خشک کردن میوه خرما با توجه به کیفیت محصول نهایی به دست آید.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

مواد و روش‌ها

میوه خرمای مورد استفاده در این تحقیق از استان بوشهر فراهم گردید. میوه‌های خرما همگی از واریته کبکاب و در مرحله رطب از یک نخلستان جمع‌آوری گردید. شاخه‌های خرما به طور تصادفی از خوشه‌ها و درختان متفاوت جدا گردیدند و در جعبه‌های چوبی تمیز قرار داده شدند. سپس جعبه‌ها فوراً به منظور انجام مراحل تحقیق به آزمایشگاه انتقال داده شدند. میزان رطوبت اولیه رطب‌های مورد استفاده حدود ۳۰٪ (بر پایه مرطوب) بود.

میوه‌های خرما، براساس شکل، اندازه و رنگ جداسازی گردیده و رطب هایی که دارای اندازه و رنگ مشابهی بودند در کیسه های پلاستیکی از جنس پلی اتیلن با دانسیته کم به ضخامت ۱۰۰ µm قرار داده شده و سپس کیسه ها درزبندی شدند و به منظور استفاده های بعدی در دمای پایین(۴ ± ۲ °C) نگهداری گردیدند. جداسازی رطب ها بر اساس رنگ با استفاده از تشخیص چشمی انجام گرفت.

روند خشک کردن میوه‌های رطب

در ابتدا میوه‌های رطب وزن گردیده و به صورت تک لایه در سینی‌های مشبک فلزی با چارچوب چوبی قرار داده شدند و در یک دستگاه خشک‌کن کابینی مدل (Proctor , USA) با جریان عرضی هوا، در دماهای °C ۵۶ ، ۶۶ ، ۷۶ ، ۸۶ ، ۹۶ خشک گردیدند. سرعت هوا $3\ ms^{-1}$ بود. ابتدای خشک کردن از زمان ثابت شدن دما در درجه حرارتی که برای خشک کردن تعیین شده بود، آغاز می‌شد. میوه های رطب قبل از خشک کردن وزن می‌شدند و در طی خشک شدن، هر ۲۰ دقیقه به طور مداوم برای مدت ۴ ساعت وزن می‌گردیدند. در طی خشک کردن در زمان‌های (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ دقیقه) از نمونه‌های قرار گرفته در خشک کن، نمونه برداری انجام می‌گرفت تا برای ارزیابی مقدار رطوبت، رنگ، بافت و چگالی مورد استفاده قرار گیرند. تغییرات pH بعد از هر ۸۰ دقیقه بررسی شد. داده‌های خشک کردن به صورت درصد کاهش وزن در مقابل زمان و سرعت خشک کردن در مقابل محتوای رطوبت (بر پایه خشک) بیان شد.

اندازه‌گیری میزان تغییرات pH رطب در طی خشک کردن

اندازه‌گیری میزان pH رطب با استفاده از روش AOAC (۱۹۸۴) صورت گرفت. دستگاه مورد استفاده برای این منظور یک pH متر دیجیتال، مدل (METROHM , 632) ساخت کشور سوئیس بود مقدار ۲ گرم از مخلوط له شده رطب در هاون با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و برای مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از همزن مغناطیسی به خوبی مخلوط گردید. سپس در °C ۲۵، pH آن قرائت شد. نمودار تغییرات pH در مقابل زمان خشک کردن در دماهای مختلف رسم گردید و مورد بررسی قرار گرفت(۲).

اندازه‌گیری رطوبت رطب در طی خشک کردن

میزان رطوبت رطب با توجه به میزان قند بالای آن، با استفاده از روش AOCS Ca 2a-45 اندازه‌گیری شد. روش مورد استفاده، اندازه‌گیری رطوبت به روش تقطیر با تولوئن است. میزان ۱۰ گرم از نمونه رطب برای اندازه‌گیری رطوبت مورد استفاده قرار گرفت و میزان رطوبت با استفاده از تولوئن بعد از مدت زمان ۵ ساعت جوشش، تعیین گردید(۳).

ارزیابی تغییرات رنگ رطب در طی خشک کردن

در این بخش نمونه‌ها برای عکس برداری در محفظه‌ای با زمینه به رنگ سفید قرار گرفتند که برای نورپردازی فضا از دو نوع لامپ تنگستن و فلوئورسنت استفاده شد. زاویه تابش نور با سطح افقی تصویر، ۴۵ درجه بود. تصویربرداری با استفاده از دوربین دیجیتال ۲ مگاپیکسل مدل (Fujifilm , A202, China) انجام گرفت که در ادامه پس از انتقال تصاویر به رایانه، با استفاده از نرم افزار Photoshop 8 پردازش تصویر انجام گرفت. فاکتورهای مربوط به رنگ سنجی در سیستم هانترلب L و a وb، از طریق نرم افزار به دست آمدند و نمودارهای تغییرات رنگ در مقابل زمان خشک کردن، در دماهای مختلف رسم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

گردیدند و مورد ارزیابی قرار گرفتند. مدل رنگی Lab مرکب از جزء روشنایی(Lightness) (مقدار L با محدوده از صفر تا ۱۰۰) و دو جزء رنگی (محدوده ۱۲۰- تا ۱۲۰+) شامل جزء a (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء b (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می‌باشد(۱۶).

ارزیابی تغییرات بافت رطب در طی خشک کردن

برای تعیین خصوصیات بافتی از آزمون Penetration استفاده شد. آزمون توسط دستگاه Texture Analyser مدل (Stevens-Lfra) ساخت کشور انگلستان صورت گرفت. برای این منظور از رطب‌های نمونه‌برداری شده در دماها و زمان‌های مختلف در طی خشک کردن، استفاده گردید و سعی شد تا از نمونه‌های با قطر تقریباً یکسان استفاده شود. نمونه‌ها در جایگاه مورد نظر در دستگاه قرار داده شدند و با سرعت ۰/۲ میلی‌متر بر ثانیه به میزان ۲ میلی‌متر، پروب استوانه‌ای با سطح مقطع دایره به قطر۷ میلی‌متری وارد نمونه گردید و ماکزیمم نیروی وارد شده به نمونه به دست آمد. ارزیابی بافت در دمای حدود ۲ ± ۲۵ انجام گرفت. سپس نمودار ماکزیمم نیرو در مقابل محتوای رطوبت برای دماها و زمان‌های مختلف رسم گردید(۱۸).

اندازه‌گیری تغییرات چگالی رطب در طی خشک کردن

اندازه‌گیری چگالی رطب با استفاده از استوانه مدرج صورت گرفت. برای دقت بیشتر، استوانه مدرجی انتخاب گردید که دارای واحدهای حجمی به اندازه ۰/۱ حجم نمونه بود. در داخل استوانه مدرج حجم معینی تولوئن قرار داده شد و به میزان ۳۰٪ حجم تولوئن، نمونه رطب با وزن مشخص وارد گردید. حجم اضافه شده در اثر وارد کردن نمونه رطب به داخل استوانه مدرج، معادل با حجم نمونه رطب در نظر گرفته شد. با استفاده از وزن نمونه رطب و حجم به دست آمده، چگالی رطب تعیین شد(۱۸).

روش‌های آماری مورد استفاده

خشک کردن رطب در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل در ۵ تیمار دمایی مختلف با هفت سطح زمانی و در سه تکرار انجام پذیرفت. آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی نیز در سه تکرار انجام شدند. پس از آنالیز واریانس و تعیین معنی‌دار بودن اختلاف‌ها، مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی آنها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و عملیات تجزیه و تحلیل آماری با روش آنالیز Univariate و با استفاده از نرم افزار SPSS اجرا گردید.

نتایج

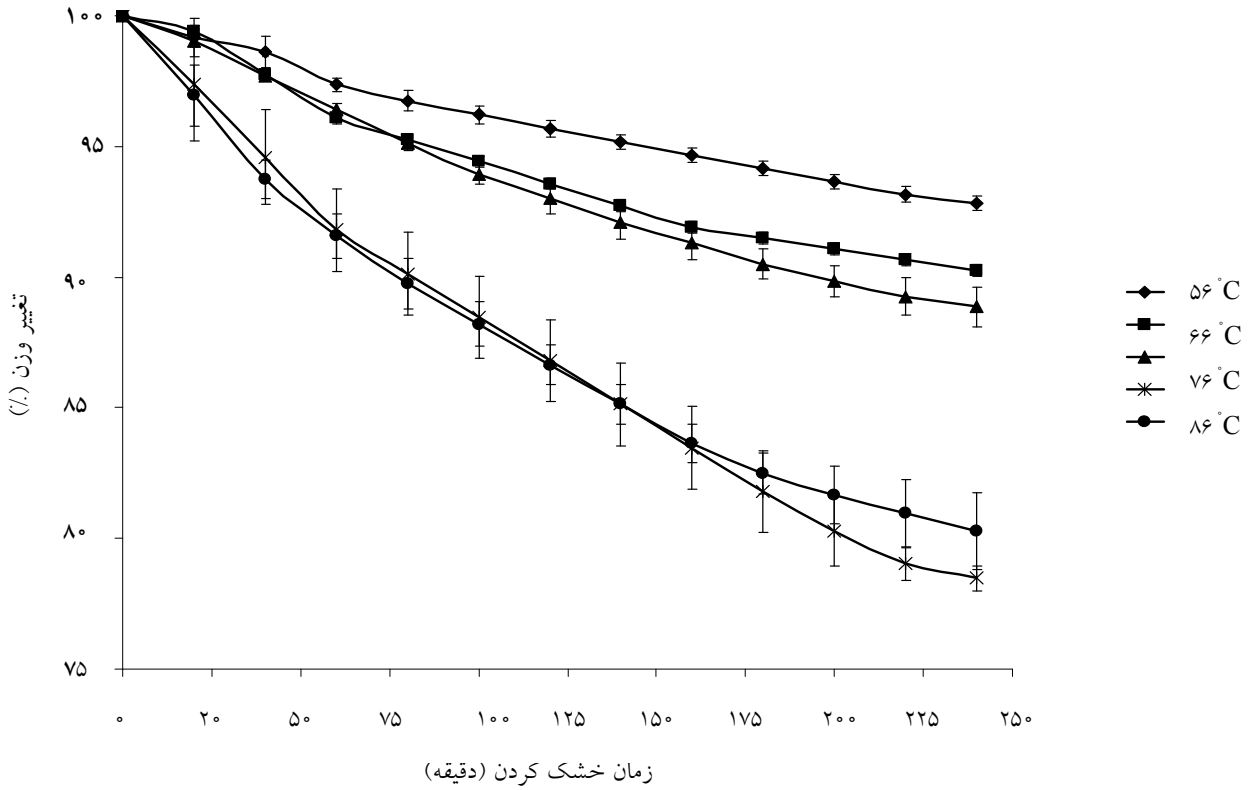
تغییرات رطوبت در طی خشک کردن در دماهای مختلف

درتجزیه آماری نتایج تأثیر دما و زمان خشک کردن بر محتوای رطوبت رطب‌ها در طول مدت دوره خشک کردن در خشک کن کابینی مشخص شد که این تأثیر در سطح ۵٪ معنی‌دار است و بیشترین محتوای رطوبت مربوط به دمای ۵۶ و C° ۶۶ بود. اثر متقابل دما و زمان خشک کردن نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است. شکل (۱- الف) درصد تغییرات کاهش وزن رطب در دماهای مختلف (۵۶ تا C° ۹۶) در مقابل زمان خشک شدن را نشان می‌دهد و ملاحظه می‌شود که با افزایش دمای خشک شدن درصد کاهش وزن افزایش می یابد. در شکل (۱- ب) میزان رطوبت اولیه رطب و کاهش آن در طی فرایند خشک کردن در دماهای مختلف دیده می‌شود. به صورت کلی افزایش دمای خشک کردن باعث کاهش بیشتر میزان رطوبت رطب گردیده است.

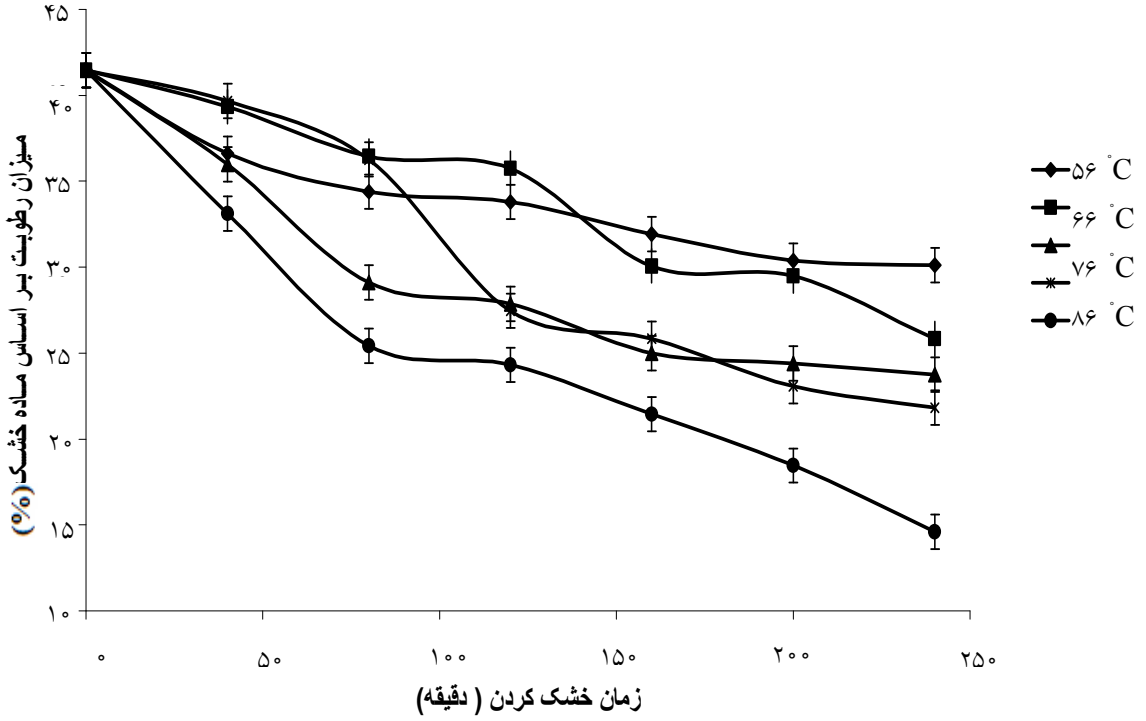
در شکل (۱- ج) نیز سرعت کاهش رطوبت در مقابل میزان رطوبت موجود در رطب محاسبه شده است. مشاهده می‌شود که در ابتدای خشک کردن سرعت خشک شدن صفر است (سمت راست نمودار شکل ۱- ج) و با گذشت زمان، ابتدا سرعت خشک شدن افزایش می‌یابد و سپس در محدوده محتوای رطوبت ۲۷-۲۴ ٪ (بر پایه خشک) سرعت خشک شدن کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. این امر نشان می‌دهد که در خشک کردن رطب، در ابتدای فرایند، خارج کردن آب راحت‌تر از مراحل انتهایی فرایند می با شد. نتایج مقایسه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]



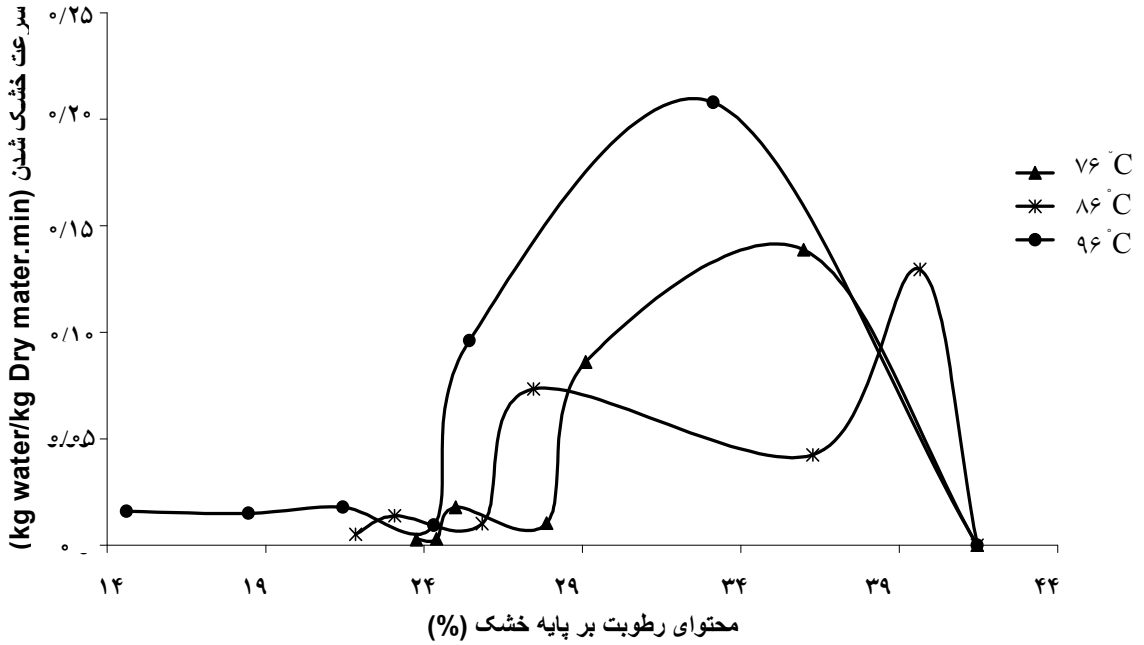
شکل (۱- الف). منحنی درصد تغییرات وزن رطب در دماهای مختلف در طی فرایند خشک کردن



شکل (۱- ب). منحنی تغییرات رطوبت رطب در دماهای مختلف در طی فرایند خشک کردن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]



شکل (۱- ج). نمودار سرعت خشک شدن (٪) در دماهای مختلف

میانگین مقدار محتوای رطوبت در دماها و زمان‌های مختلف خشک کردن در جدول (۱- الف) و (۱- ب) آورده شده است.

تغییرات pH نمونه‌های رطب در طی خشک کردن در دماهای مختلف

در مقایسه میانگین‌های pH میوه رطب در بین دماها و زمان‌های مختلف خشک کردن اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ ٪ مشاهده می‌شود. بررسی روند تغییرات pH اندازه‌گیری شده در طول مدت دوره خشک کردن، نشان می‌دهد که با افزایش زمان، pH در حال کاهش می‌باشد(شکل۲). این نتیجه در مورد افزایش دما نیز مشاهده می‌شود. نتایج مقایسه میانگین های pH در دماها و زمان‌های مختلف خشک کردن در جدول (۲- الف) و (۲- ب) آورده شده است.کمترین میزان تغییرات pH مربوط به دمای ۵۶ °C است و دمای ۶۶ °C و ۷۶ فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ ٪ هستند. کاهش بیشتر pH در نمونه های رطب خشک شده در دماهای بالاتر، می‌تواند احتمالاً به دلیل کاهش آب بیشتر در دماهای بالاتر و افزایش بیشتر غلظت مواد اسیدی در این دماها باشد.

تغییرات رنگ نمونه‌های رطب در طی خشک کردن در دماهای مختلف

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های فاکتورهای رنگ سنجی در سیستم هانترلب (L ، a و b) ، بین دماها و زمان‌های مختلف خشک کردن در جدول (۳) آورده شده است. در هر سه مورد مشاهده می‌شود که دما و مدت زمان خشک کردن بر فاکتورهای رنگ تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ ٪ داشته اند.

- تغییرات میزان پارامتر L رنگ رطب

بررسی روند میانگین تغییرات روشنایی(L) Lightness رنگ، اندازه‌گیری شده در طول مدت دوره خشک کردن، نشان می‌دهد که با افزایش دما و زمان خشک کردن ، (L) رطب‌های خشک شده کاهش می‌یابد (شکل ۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

جدول(۱- الف). مقایسه میانگین تغییرات محتوای رطوبت نمونه‌های رطب در دماهای مختلف خشک کردن

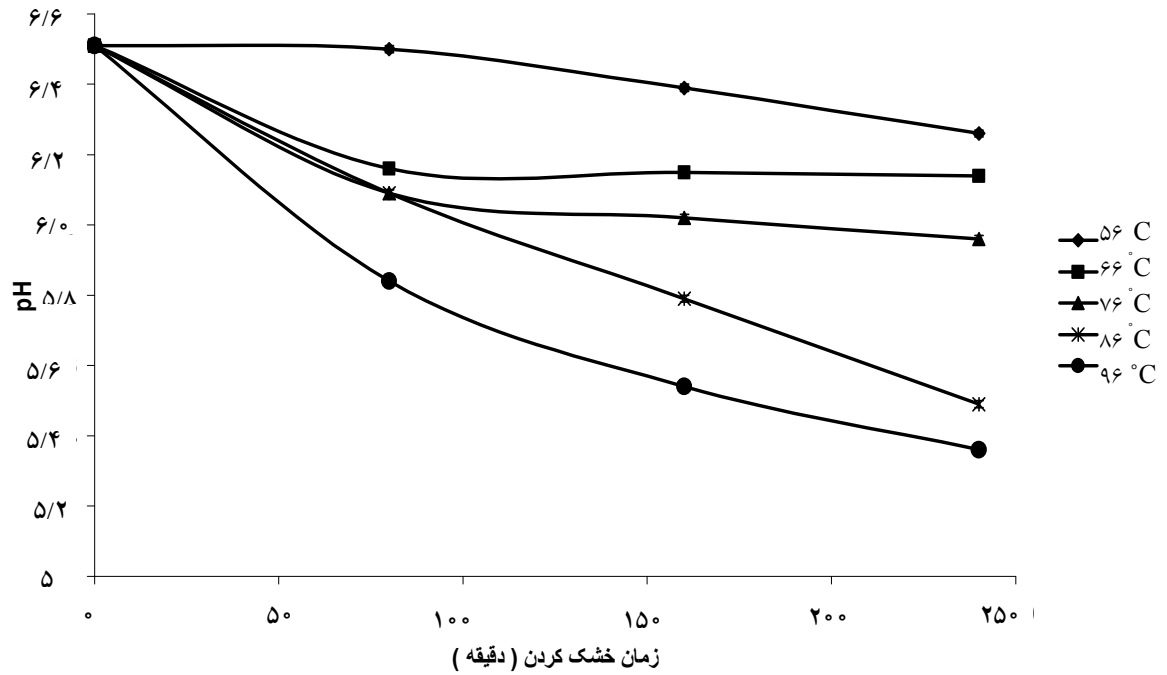
دمای خشک کردن رطب (°C)	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶
محتوای رطوبت بر پایه خشک (٪) *	۳۴/۲۱[a]	۳۴/۱۷[a]	۳۰/۹۲[c]	۲۹/۷۷[b]	۲۵/۶۶[d]

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح P ≤ ۰/۰۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

جدول(۱- ب). مقایسه میانگین تغییرات محتوای رطوبت نمونه‌های رطب در زمان‌های مختلف خشک کردن

زمان خشک کردن رطب (min)	۰	۴۰	۸۰	۱۲۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۴۰
محتوای رطوبت بر پایه خشک (٪) *	۴۲/۳۰ [g]	۳۶/۹۴ [f]	۳۲/۳۳ [e]	۲۹/۸۳ [d]	۲۶/۸۵ [c]	۲۵/۱۶ [b]	۲۳/۲۳ [a]

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۰/۰۵ ≥ p درصد فاقد اختلاف معنی‌دار آماری هستند.



شکل ۲. تأثیر دما و زمان بر تغییرات pH رطب در طی خشک کردن در دماهای مختلف

جدول(۲- الف). مقایسه میانگین تغییرات pH نمونه‌های رطب در دماهای مختلف خشک کردن

دمای خشک کردن رطب (°C)	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶
تغییرات pH *	۶/۴۲[d]	۶/۱۷[c]	۶/۰۹[c]	۵/۹۵[b]	۵/۷۱[a]

*: میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح P ≤ ۰/۰۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

جدول(۲- ب) . مقایسه میانگین تغییرات pH نمونه‌های رطب در زمان‌های مختلف خشک کردن

زمان خشک کردن رطب (min)	۰	۸۰	۱۶۰	۲۴۰
تغییرات pH *	۶/۳۰ [d]	۶/۱۴ [c]	۵/۹۸ [b]	۵/۸۵ [a]

*: میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح P ≤ ۰/۰۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

جدول(۳- الف). مقایسه میانگین تغییرات L، a و b رنگ نمونه‌های رطب در دماهای مختلف خشک کردن

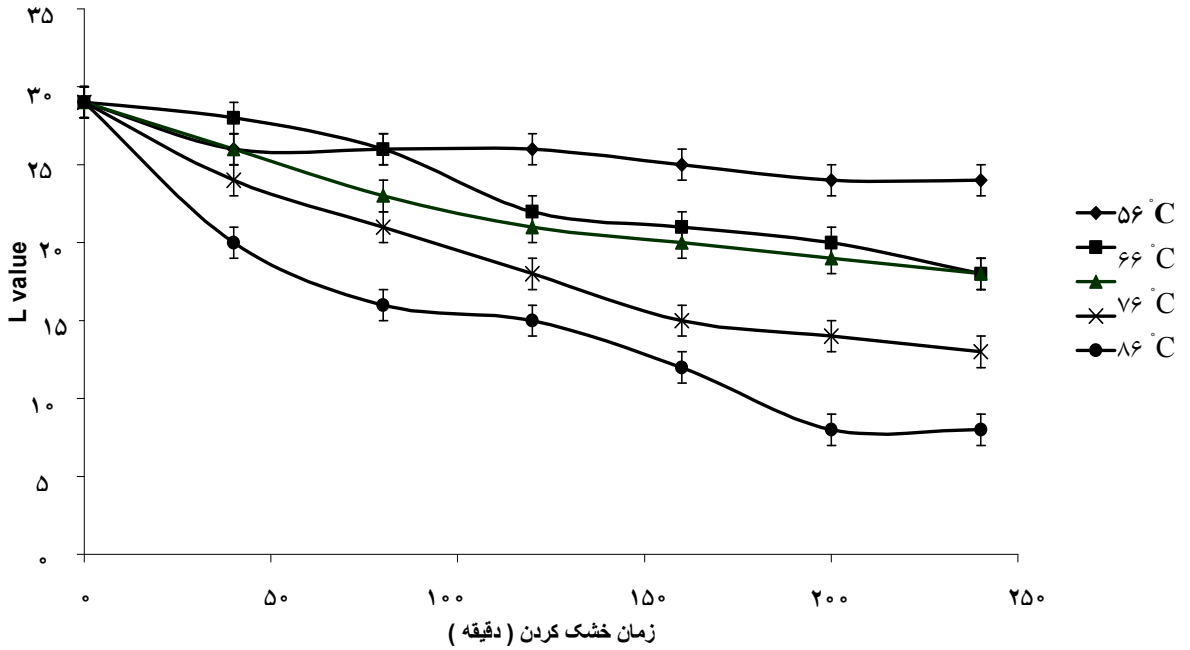
دمای خشک کردن رطب (°C)	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶
تغییرات Lightness (L) رنگ *	۲۵/۷۱^{e}	۲۳/۴۲^{d}	۲۲/۲۸^{c}	۱۹/۱۴^{b}	۱۵/۴۲^{a}
تغییرات (a) رنگ	۳۴/۷۱^{d}	۳۳/۴۲^{c}	۳۵/۰۰^{d}	۳۲/۴۲^{b}	۲۱/۲۸^{a}
تغییرات (b) رنگ	۳۶/۱۴^{e}	۳۳/۲۸^{d}	۳۱/۴۲^{c}	۲۷/۴۲^{b}	۱۸/۴۲^{a}

*: میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۰/۰۵ ≥ P درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

جدول(۳- ب). مقایسه میانگین تغییرات L، a و b رنگ نمونه‌های رطب در زمان‌های مختلف خشک کردن

زمان خشک کردن رطب (min)	۰	۴۰	۸۰	۱۲۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۴۰
تغییرات Lightness (L) رنگ*	۲۹/۰۰ ^{g}	۲۴/۸۰ ^{f}	۲۲/۴۰ ^{e}	۲۰/۴۰ ^{d}	۱۸/۶۰ ^{c}	۱۷/۰۰ ^{b}	۱۶/۲۰ ^{a}
تغییرات (a) رنگ	۳۸/۰۰ ^{f}	۳۵/۲۰^{e}	۳۳/۰۰ ^{d}	۳۶/۶۰ ^{c}	۲۸/۲۰ ^{b}	۲۷/۶۰ ^{ab}	۲۷/۰۰ ^{a}
تغییرات (b) رنگ*	۴۱/۰۰ ^{g}	۳۵/۴۰^{f}	۳۱/۸۰ ^{e}	۲۸/۶۰ ^{d}	۲۵/۶۰ ^{c}	۲۲/۶۰ ^{b}	۲۰/۴۰ ^{a}

*: میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۰/۰۵ ≥ P درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند.



شکل ۳. تأثیر دما وزمان بر پارامتر (L) رنگ رطب در طی خشک کردن

- تغییرات میزان پارامتر a رنگ رطب

روند میانگین تغییرات(a) Redness رنگ انـدازه‌گیـری شـده در طول مدت دوره خشک کردن، نشان می‌دهد که با افزایش دما و زمان خشک کردن، (a) کاهش یافته است (شکل ۴).

- تغییرات میزان پارامتر b رنگ رطب

روند میانگین تغییرات (b) Yellowness رنگ اندازه‌گیری شـده در طول مدت دوره خشک کردن، نشان می‌دهد کـه بـا افـزایش دما و زمان خشک کردن، (b) کاهش می‌یابد (شکل ۵).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

تغییرات بافت نمونه‌های رطب در طی خشک کردن

میزان نرمی و سفتی بافت با روش دستگاهی اندازه‌گیری بافت انجام شد. در این روش از میزان نیروی لازم برای وارد کردن یک پروب استوانه ای شکل سطح مقطع به قطر ۷ میلی‌متر در بافت رطب به عنوان معیار اندازه‌گیری بافت استفاده شد. در مقایسه میانگین‌های ماکزیمم نیروی وارده بر میوه رطب در دماها و زمان‌های مختلف خشک کردن، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ ٪ مشاهده می‌شود (جدول۴). بررسی روند تغییرات بافت اندازه‌گیری شده در طی مدت خشک کردن، نشان می‌دهد که با افزایش زمان ، ماکزیمم نیرو در حال افزایش می‌باشد. این نتیجه در مورد افزایش دما نیز مشاهده می‌شود. خشک کردن رطب در دماها و زمان‌های مختلف منجر به تولید رطب‌های دارای محدوده وسیعی از میزان رطوبت بر پایه خشک (۴۳-۱۴٪) شده است.

با داشتن نتایج آزمون بافت و رطوبت در شکل ۶، منحنی عمومی رابطه بافت و میزان رطوبت در رطب واریته کبکاب ارائه می‌گردد. مشاهده می‌شود که منحنی از دو قسمت با شیب کم (محدوده رطوبت بیش از ۳۰٪) و شیب زیاد (محدوده رطوبت زیر ۳۰ ٪) تشکیل شده است. کاهش رطوبت تا حدود ۳۰٪ (بر پایه خشک) تأثیر قابل توجهی روی سفتی بافت ندارد و در رطوبت‌های زیر ۳۰ ٪ میزان تأثیر رطوبت رطب بر سفتی بافت بیشتر می‌شود.

تغییرات چگالی

در مقایسه میانگین‌های چگالی میوه رطب در دماها و زمان‌های مختلف خشک کردن، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ ٪ مشاهده نمی‌شود. بررسی روند تغییرات چگالی اندازه‌گیری شده در طول مدت دوره خشک کردن، نشان می‌دهد که با افزایش زمان، چگالی رطب هیچ تغییری نمی کند. این نتیجه در مورد افزایش دما نیز مشاهده می‌شود.

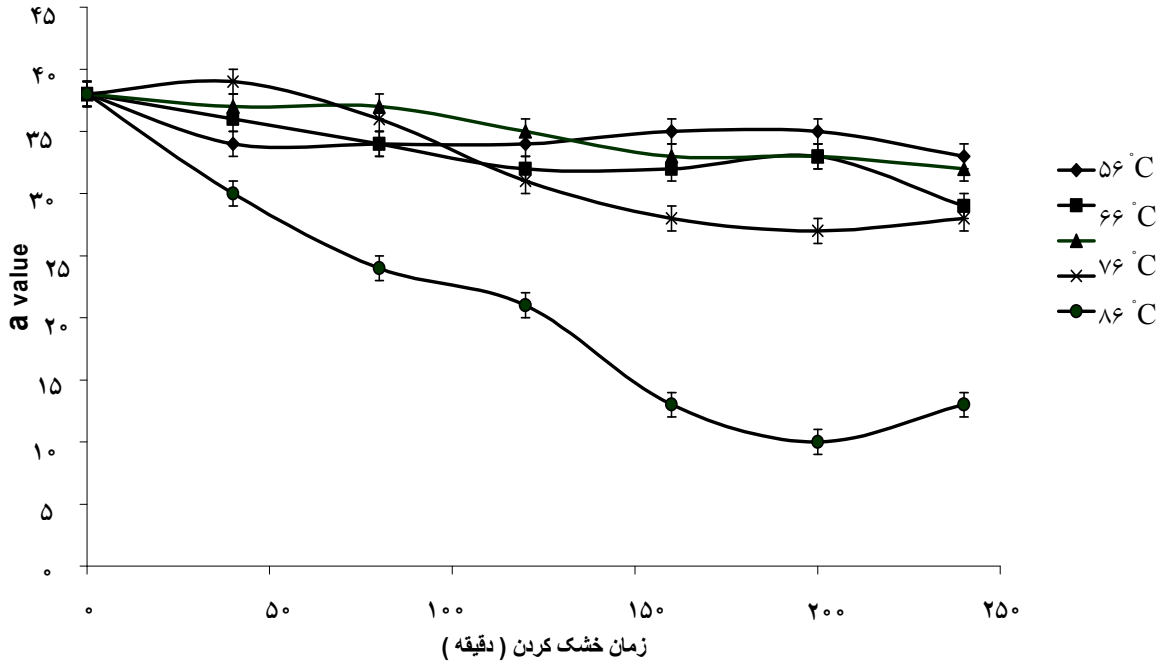
بحث

هدف این تحقیق بررسی فرایند خشک کردن رطب واریته کبکاب به منظور افزایش طول عمر نگهداری آن با استفاده از خشک کردن صنعتی بوده است. هم‌چنین این روش را می‌توان برای رطب هایی که قبل از تبدیل به تمار(خرما) از روی نخل ریزش می کنند و در مرحله رطب باقی مانده اند، استفاده نمود تا موجب افزایش عمر ماندگاری آنها گردد.

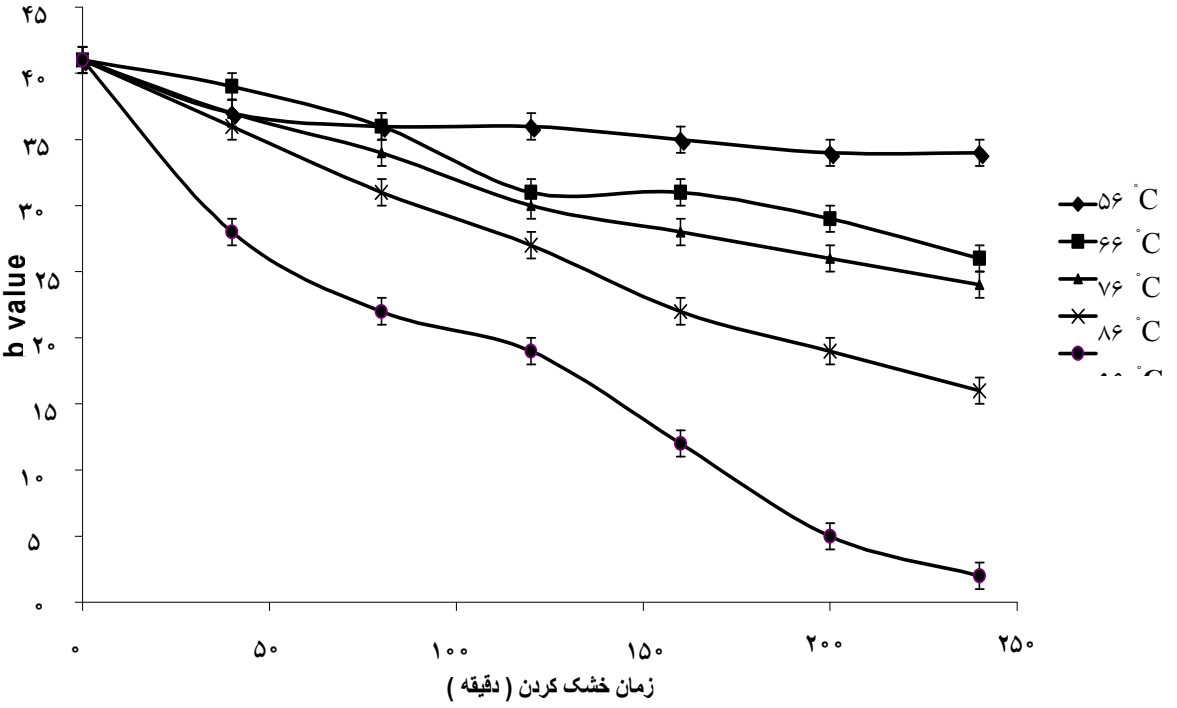
در این تحقیق تأثیر دما و زمان در فرایند خشک کردن رطب واریته کبکاب با اندازه‌گیری درصد کاهش وزن، رطوبت کل، بافت، رنگ و چگالی بررسی شد. نتایج ارزیابی رطوبت کل نشان داد که در دماهای ۵۶ °C و ۶۶، سرعت خشک کردن پایین است و برای رسیدن به رطوبت مناسب نگهداری رطب واریته کبکاب، خشک کردن در مدت زمان بیشتر از ۴ ساعت نیاز خواهد بود. در دما های ۷۶ °C ، ۸۶ و ۹۶ ، مدت زمان مورد نیاز خشک کردن تا رسیدن به رطوبت ۳۰٪ بر پایه خشک (۲۴-۲۳ ٪ بر پایه مرطوب) به ترتیب ۱۰۰ ، ۱۱۰ و ۵۰ دقیقه می‌باشد که از لحاظ صنعتی و صرفه اقتصادی و کم کردن زمان خشک کردن دماهای ۷۶ °C و بالاتر مناسب به نظر می رسند. نتایج حاصل از بررسی منحنی سرعت خشک شدن در طول فرایند خشک شدن نشان داد که خشک کردن رطب کبکاب دارای دو مرحله می‌باشد. در رطوبت های بالاتر از ۳۰- ۲۵ ٪ (بر پایه خشک) سرعت خروج آب بالا بوده و آب به آسانی خارج می‌شود در حالی که در رطوبت‌های زیر ۳۰- ۲۵ ٪، سرعت خروج آب تنزل شدیدی پیدا کرده و سرعت خشک کردن بسیار کم می‌شود. نظر به این‌که رطوبت مناسب برای نگهداری رطب حدود ۳۰٪ بر پایه خشک (۲۴-۲۳ ٪ بر پایه مرطوب) می‌باشد این امر باعث می‌شود که از لحاظ تکنیکی نیازی به انجام دادن فرایند خشک کردن در محدوده ای که سرعت خشک کردن پایین است، نباشد. رطوبت حدود ۳۰- ۲۵ ٪ بر پایه خشک را می‌توان در مورد رطب کبکاب، رطوبت بحرانی خشک کردن نامید. به احتمال زیاد چنین پدیده‌ای در خشک کردن سایر واریته‌های خرما قابل پیش بینی است، ولی میزان رطوبت بحرانی خشک کردن می‌تواند تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی و مخصوصاً میزان قندهای محلول قرار گیرد. سرعت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]



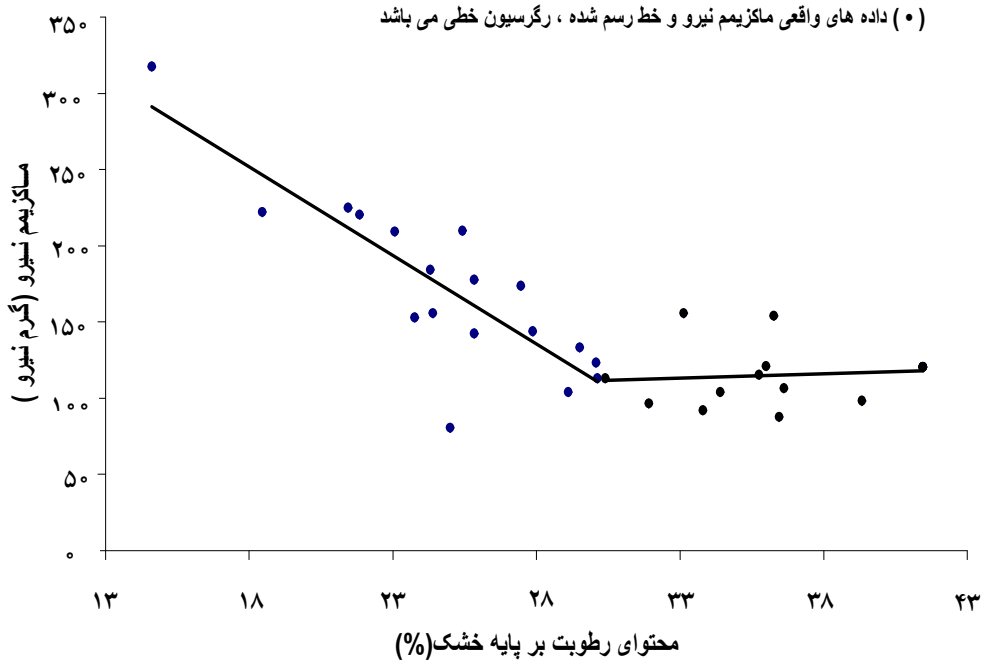
شکل ۴. تأثیر دما و زمان بر پارامتر (a) رنگ رطب در طی خشک کردن



شکل ۵. تأثیر دما و زمان بر پارامتر(b) رنگ در طی خشک کردن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]



شکل ۶. تغییرات بافت در رطوبت‌های مختلف در طی خشک کردن با دماهای مختلف

جدول۴. مقایسه میانگین تغییرات بافت نمونه‌های رطب در دماهای مختلف خشک کردن

دمای خشک کردن رطب (°C)	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶
تغییرات حداکثر نیرو*	۱۰۶/۴۸^{a}	۱۱۷/۲۰^{b}	۱۲۵/۵۱^{c}	۱۸۰/۱۶^{d}	۲۰۴/۹۷^{e}

* : میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح $P \leq ۰/۰۵$ درصد دارای اختلاف معنی‌دار آماری هستند.

خشک شدن در دمای ۷۶ °C، بالاتر از ۸۶ °C قرار گرفته است که این احتمال وجود دارد که سرعت خروج آب به علت سخت شدن پوسته و بسته شدن روزنه های پوسته رطب، کاهش یافته باشد.

مقایسه نتایج رنگ سنجی در مورد پارامترهای L، a و b نشان داد که با افزایش دما و زمان خشک شدن پارامترهای L، a و b به طور منظم کاهش می‌یابند. تغییرات رنگ در دمای ۹۶ °C بیشتر و شدیدتر از ۸۶ °C و ۷۶ °C می‌باشد و در صورت استفاده از دمای ۹۶ °C، کنترل مؤثری بر فرایند خشک شدن لازم است تا موجب تیره شدن بیش از حد رطب و کاهش بازارپسندی آن نگردد.

منحنی عمومی به دست آمده در مورد رابطه بافت و میزان رطوبت بر پایه خشک رطب واریته کبکاب را می‌توان به عنوان راهنمای کلی تغییرات بافت مورد استفاده قرار داد. همان طوری که مشاهده شد در رطوبت های بالای ۳۰ ٪ بر پایه خشک، بافت رطب نرم می‌باشد و در رطوبت‌های کمتر از ۳۰ ٪ میزان تأثیر رطوبت بر بافت بسیار چشمگیرتر است و بافت سفت شده و روند افزایش سفتی بافت از فرمول (۴۶۲+ رطوبت×۱۱/۷− = ماکزیمم نیرو) با میزان ضریب رگرسیون ۰/۷۱ تبعیت می‌کند. بنابراین باید توجه داشت در رطوبت‌های زیر ۳۰ ٪ حتی تغییر محدودی در میزان رطوبت، می‌تواند نرمی بافت را تحت تأثیر قرار دهد و به همین دلیل کنترل مراحل آخر در خشک کردن رطب به منظور حفظ بافت آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این امر اهمیت بسته بندی و انتخاب مواد بسته بندی مناسب را نیز نشان می‌دهد. به طوری که در صورت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]

بسته‌بندی رطب‌های دارای رطوبت ۳۰ ٪ (بر پایه خشک) در مواد بسته‌بندی قابل نفوذ به رطوبت و قرار گرفتن بسته‌ها در محیط‌های خشک ممکن است با از دست دادن چند درصد رطوبت، بافت سفت شده و بازارپسندی محصول از بین برود.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در سطح صنعتی خشک‌کن لایه نازک روش مطلوبی برای خشک کردن رطب واریته کبکاب بوده و با پتانسیل بالا برای کاهش رطوبت سایر واریته‌های خرما می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. فولادی، م. ح.، الف.گلشن تفتی. ۱۳۸۲. اثر کاهش رطوبت بر کیفیت رطب مضافتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۱): ۱۹۱-۱۹۷.

2. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
3. AOCS. Ca 2a-45.1997. Official Methods of Analysis. American Oil Chemists Society, Washington, DC.
4. Ashmawi, H., A. A. Hussein and H. Aref. 1955. Chemical changes in Samani dates during growth and ripening. Bulletin No. 60, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt.
5. Azawi, A. F., H. S. El-Haidari, F. M. Aziz, A. K. Murad and H. M. Al-Saud 1984. The effect of high temperatures on the dried fruit beetle Carpophilus Hemipterus L, a pest of stored dates in Iraq. Date Palm J. 3(1): 327-336.
6. Azawi, A. F., H. S. El-Haidari, F. M. Aziz and A. K.Murad. 1983. Effect of high temperatures on fig moth, Ephestia cautella, Walker (*Lepidoptera*, *Pyralidae*). Date Palm J. 2(1): 79-85.
7. Barreveld, W. H. 1993. Date palm products. FAO Agricultural Services. Bulletin No.101. http://www.fao org/docrep/t0681E/t0681e00.htm.
8. Cook, J. A. and J. R. Furr. 1952. Sugars in the fruit of soft, semi-dry and dry commercial date varieties. Date Growers' Institute, Vol. 29.
9. Dowson, V. H. W. 1962. Dates - Handling, Processing and Packing. FAO Agricultural Development Paper No. 72, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
10. Doymaz, I. 2004. Convective air-drying characteristics of thin layer carrots. J. Food Eng. 61: 359–364.
11. Doymaz, I. 2005. Drying characteristics and kinetics of okra. J. Food Eng. 69: 275–279.
12. Elhadi, M.Y. Date. http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/059 date.pdf.
13. FAOSTAT data, 2005 http://faostat.fao org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567.
14. Guine, R. P. F. and J. A. Castro. 2002. Pear drying process analysis: Drying rates and evaluation of water and sugar concentrations in space. Drying Technol. 20: 1515–1526.
15. Haugard,G. , L. Tameraman and A. Silvestri.1951. A study of the reaction of aldoses and amino acid. J. Am. Chem. Soc. 73: 4594 – 4600.
16. Kit L. Y. and P. E. Spyridon. 2004. A digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces, J. Food Eng. 61: 137 – 142.
17. Kolawole O. F. and S. A. Emmanuel. 2006. Air-drying and rehydration characteristics of date palm(*Phoenix dactylifera* L.) fruits. J. Food Eng. 79:724–730.
18. Mohan,V. N. and X. Victor. 2005. Rheological properties of solid foods. PP. 101-147. In. Rao, M. A., S. H. Rizavi and A. K. Datta. (Eds.). Engineering Properties of Foods. CRC press Pub., Taylor and Francis Group, Boca Raton.
19. Mrak, E. M. 1941. The deterioration of dates. Date Growers' Institute, Vol. 18.
20. Rygg, G. L. 1946. Compositional changes in the date fruit during growth and ripening. U.S. Dept. of Agriculture, Technical Bulletin 910.51.
21. Rygg, G. L. 1948. Storage humidity for dates. Date Growers' Instit. 25: 24-35.
22. Rygg, G. L. 1957. The relation of moisture content to rate of darkening in Deglet Noor dates. Date Growers' Institute, 34:13-14.
23. Rygg, G. L. 1958. Influence of handling procedures and storage and transit temperatures on improving and maintaining quality of dates. Date Growers' Institute, Vol. 35.
24. Rygg, G. L. 1975. Date development, handling, and packing in the United States. Agric. Handbook. Agric. Res. Service. Washington, DC.
25. Saleem, S. A. 2005. Aspects of Ripening of Dhakki Date (*Phoenix dactylifera* L.) and Post Harvest Stability Employing Hurdle Technology, PhD Thesis, Gumal University, Pakistan.
26. Sawaya, W. N. 1986. Dates of Saudi Arabia. Regional Agriculture and Water Research Centre, Ministry of Agriculture and Water, Riyadh, Saudi Arabia.
27. Seaview packaging Inc. The many varieties of dates. http://www.seaviewsales.com/varieties1.html.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.48.2]