مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد اول، شماره چهارم، زمستان ۸۸
۹۱-۷۹
http://ejfpp.gau.ac.ir

# تأثیر زمان و دماهای مختلف هیدراسیون بر خصوصیات کیفی میوه‌های خشک خرما، رقم برحی

**سیدمحمدحسن مرتضوی[۱]، کاظم ارزانی[۲] و یعقوب منصوری[۳]**

[۱]استادیار گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، [۲]استاد گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۱/۲۱

## چکیده

میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) را می‌توان در سه مرحله آخر نمو شامل، خلال، رطب و تمار مصرف نمود. به‌طور معمول، به بخشی از میوه‌های بالغ اجازه داده می‌شود تا با باقی ماندن بر روی درخت، بخشی از رطوبت خود را قبل از برداشت از دست داده و بدین‌ترتیب کیفیت و ماندگاری آنها افزایش یابد. این میوه‌ها را می‌توان به‌صورت بسته‌بندی فشرده تا مدت‌های طولانی نگهداری نمود اما به‌طور معمول، قسمتی از میوه‌های باقی‌مانده بر روی درخت به علت از دست دادن رطوبت زیاد، بیش از اندازه خشک و غیرقابل مصرف می‌شوند. در این مطالعه به‌منظور مشخص نمودن شرایط بهینه هیدراسیون، تأثیر ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت هیدراسیون در دماهای ٤۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد، بر خصوصیات کیفی میوه خرمای خشک رقم برحی در مرحله تمار، شامل میزان رطوبت، فعالیت آبی، تیره شدن بافت، اسیدیته و سفتی بافت مورد تحقیق قرار گرفت. نتایج نشان داد که از میان تیمارهای اعمال شده، شرایط ٤۸ ساعت در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد و ۲٤ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بهترین تأثیر را در بهبود کیفیت میوه‌های خشک خرما داشتند.

***واژه‌های کلیدی***: خرما، هیدراسیون، کیفیت، پس از برداشت، *Phoenix dactylifera* L.

*مسئول مکاتبه: mortazavi_mh@yahoo.com

**مقدمه**

میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، سته بوده که از یک بذر و فرابر گوشتی اطراف آن تشکیل شده است و به‌علت برخورداری از مواد قندی قابل توجه (حدود ۷۰ درصد) علاوه بر مصرف غذایی، در صنعت نیز موارد استفاده فراوانی دارد (باری‌ولد، ۱۹۹۳). ایران با تولید حدود ۹۰۰ هزار تن خرما در سال، یکی از بزرگ‌ترین تولید کننده‌های خرما می‌باشد ولی عمده فعالیت‌های برداشت، بسته‌بندی و بازار رسانی این محصول در ایران به روش سنتی صورت می‌گیرد. مهم‌ترین مشکلات پس از برداشت خرما در ایران، فقدان کارگاه‌های مجهز و مدرن درجه‌بندی و بسته‌بندی، نقص روش‌های بسته‌بندی، هسته‌گیری و ضدعفونی در کارگاه‌های بسته‌بندی موجود می‌باشد (مرتضوی و همکاران، ۲۰۰۷). از زمان تلقیح تا رسیدن کامل میوه خرما در ارقام مختلف حدود ۲۰۰ روز طول می‌کشد که این دوره از چندین مرحله مجزا شامل حبابوک، کیمری، خلال، رطب و تمار تشکیل شده است (باری‌ولد، ۱۹۹۳). میوۀ خرما در سه مرحله از نمو شامل مراحل خلال، رطب و تمار قابل مصرف است ولی عمده محصول عرضه شده به بازار در مرحله تمار برداشت می‌شود. در این مرحله بافت میوه از نرم تا سفت متغیر بوده، رنگ بافت تیره‌تر شده و میزان رطوبت بافت به ۲۵-۱۰ درصد کاهش می‌یابد (پژمان، ۱۳۸۰). رطوبت بافت میوه یکی از ویژگی‌های کیفی مهمی است که علاوه بر تأثیر مستقیم بر خواص سفتی و کشسانی آن، بر استعداد رشد میکروارگانیسم‌های مختلف نیز مؤثر است. مناسب‌ترین مقدار رطوبت بافت میوه خرما از نظر قابلیت نگهداری، حدود ۲۵ درصد می‌باشد (باری‌ولد، ۱۹۹۳). بر اساس مقدار رطوبت و سفتی بافت، انواع خرما در مرحله تمار را به سه گروه خشک، نیمه خشک و نرم تقسیم می‌کنند. ارقامی مانند اشرسی، دیری و سویدانی با داشتن ۱۸-۱۲ درصد رطوبت جزو خرماهای خشک هستند. ارقام دگلت‌نور، ربی و استعمران رطوبتی متوسط (۲۲-۱۸ درصد) داشته و نیمه‌خشک به حساب می‌آیند. گروه سوم شامل ارقامی مانند خضراوی، برحی، مضافتی و شاهانی است که با برخورداری از ۲۷-۲۲ درصد رطوبت جزو خرماهای نرم به شمار می‌روند (مرتضوی، ۱۳۸۵).

نرم شدن بافت میوه در ابتدا ناشی از فعال شدن آنزیم‌های پلی‌گالاکتوروناز و سلولاز می‌باشد ولی پس از تبدیل میوه به رطب، فعالیت آنزیم اینورتاز با تأثیر بر سرعت و میزان تبدیل دی‌ساکارید ساکارز به فروکتوز و گلوکز بر مقدار آب آزاد بافت و سفتی آن مؤثر است (باری‌ولد، ۱۹۹۳). فعالیت آبی

($a_w$[1]) یکی از پارامترهای کیفی مرتبط با مقدار آب آزاد بافت است که مقدار آن بین صفر تا ۱ متغیر است (ولیز و همکاران، ۱۹۹۸؛ اسکین و رابینسون، ۲۰۰۰). با توجه به این‌که آب جزء اصلی ترکیبات اغلب مواد غذایی است، سرعت واکنش‌هایی که به زوال یک فرآورده منجر می‌شود به مقدار آب و فعالیت آبی آنها بستگی دارد. فعالیت آبی برای میوهٔ خرما اهمیت بسیاری دارد و مقدار آن طی مراحل مختلف نمو (حبابوک، کیمری، خلال، رطب و تمار) بتدریج کاهش می‌یابد. مقدار آن برای خارک تازه که دارای بافتی پر آب و شکننده است بیش از ۰/۹ می‌باشد ولی در مراحل رطب و تمار مقدار آن به‌ترتیب به کمتر از ۰/۸ و ۰/۷ می‌رسد (مرتضوی، ۱۳۸۵). کاهش فعالیت آبی بیانگر کاهش آب آزاد بافت می‌باشد. رابطهٔ میان فعالیت آبی ($a_w$) و میزان آب بر عمر نگهداری میوه و حساسیت آن به آلودگی‌های میکروبی تأثیر می‌گذارد به گونه‌ای که در فعالیت آبی کمتر از ۰/٦٥ میوه خرما به حمله عوامل میکروبی مثل کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌های مختلف مقاوم است (باری‌ولد، ۱۹۹۳). هر ساله در بسیاری از مناطق خرماخیز جنوب مشاهده می‌شود که بخشی از محصول خرما در ارقام مختلف به‌دلایل مختلف، بیشتر از زمان معمول و مناسب بر روی درخت باقی می‌ماند که در نتیجه گرمای هوای آخر فصل و بادهای خشک موسمی، رطوبت میوه بسیار کم شده و بافت آن سفت و نامطلوب می‌شود. میوه‌های خشک آخر فصل، معمولاً به‌دلیل کیفیت پایین، با مشکل بازاریابی مواجه شده و با قیمت نازلی به فروش می‌رسد. سفت شدن بافت میوه ممکن است در اثر گرم شدن ناگهانی هوا در فصل برداشت و یا حتی پس از برداشت و در زمان نگهداری نیز اتفاق بیافتد. بنظر می‌رسد که در این‌گونه موارد می‌توان با قرار دادن میوه خرما در شرایطی که بتواند رطوبت جذب کند بافت میوه را نرم‌تر و مطلوب تر نمود (مرتضوی، ۱۳۸۵). در گزارش‌هایی که در این زمینه وجود دارد گفته شده که واکنش میوه‌های ارقام مختلف به تیمار هیدراسیون یا آب‌دهی متفاوت بوده و میوه‌هایی که اسیدیته کمتری دارند واکنش بهتری دارند. در کالیفرنیا بیشتر نخل‌داران خرماهای سفت را در طبق‌های ویژه‌ای می‌گسترانند و در معرض عبور بخار آب قرار می‌دهند (باری‌ولد، ۱۹۹۳). در زمینه هیدراسیون در کشور ما که از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های خرما به شمار می‌رود و هر ساله باغداران بخشی از محصول خود را به دلیل سفت شدن زیاد میوه از دست می‌دهند، گزارش‌های اندکی وجود دارد. مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در انجام هیدراسیون، اعمال زمان و دمای مناسب برای آب‌دهی میوه‌ها است. مطمئناً

1- Water activity

هر چه دما بالاتر باشد میوه‌هایی که در رطوبت اشباع قرار گرفته‌اند، آب بیشتری جذب می‌کنند ولی اگر دما از حدی بالاتر رود، کاراملیزه شدن قندها موجب سوختگی و تغییر رنگ میوه خواهد شد. در این راستا و بمنظور یافتن شرایطی که به کمک آن بتوان رطوبت خرمای رقم "برحی" سفت شده را به گونه‌ای افزایش داد که علاوه بر نرم‌تر شدن میوه، عوارض ظاهری ایجاد نشده و یا میوه‌ها بیش از حد نرم نشوند آزمایشی انجام گردید که طی آن تأثیر زمان و تیمارهای مختلف دمایی جهت اعمال هیدراسیون مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

**مواد گیاهی:** این آزمایش در پاییز سال ۱۳۸٤ در آزمایشگاه‌های علوم باغبانی و مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام گردید. بدین منظور نمونه‌برداری از کلکسیون مرکزی مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور در شهرستان اهواز انجام گرفت. میوه‌های خرما رقم برحی که تا مرحله تمار بر روی درخت باقی مانده و دارای بافتی سفت و غیر قابل مصرف بودند برداشت و به تهران منتقل شدند. میوه‌های سالم، یک‌دست و با وضعیت ظاهری مشابه جهت اعمال تیمار هیدراسیون انتخاب شدند.

**تیمار هیدراسیون:** منظور از تیمار هیدراسیون قرار دادن میوه‌ها در شرایطی است که رطوبت جذب کنند. بدین منظور، میوه‌های انتخاب شده به درون محفظه کنترل دقیق دما و با رطوبت ثابت ۹۵ درصد منقل گردید. جهت یافتن بهترین شرایط هیدراسیون، میوه‌ها در زمان های ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت و در دو دمای ٤۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد درون دستگاه قرار گرفتند.

**ارزیابی صفات کیفی:** در این آزمایش، تأثیر تیمارهای مختلف هیدراسیون بر مقدار افزایش رطوبت، نرم شدن بافت و دیگر صفات کیفی میوه مانند تیره شدن بافت، فعالیت آبی، اسیدیته قابل تیتر و pH عصاره مورد ارزیابی قرار گرفت.

**اسیدیته و pH عصاره:** جهت اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر و pH، پس از جدا کردن هسته، ۱۲/۵ گرم گوشت میوه از هر تکرار در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر عصاره‌گیری گردید. اسیدیته قابل تیتر بر اساس میلی‌گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم بافت میوه بوسیله تیتراسیون عصاره میوه خرما با محلول

سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۱ و pH عصاره با دستگاه pH متر Metrohm مدل ۷٤٤ (ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد (گارسیا و همکاران، ۲۰۰٤).

**تیره شدن بافت**[1]: تیره شدن بافت بر اساس تغییر در میزان جذب عصاره میوه در طول موج ٤۲۰ نانومتر و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICAM 8700 series) محاسبه گردید (بلوچ، ۲۰۰٦).

**فعالیت آبی**: جهت اندازه‌گیری فعالیت آبی، بخشی از گوشت میوه درون محفظه دستگاه هیگرومتر Novasina AW SPRINT مدل T-800 قرار داده شد و عدد ثبت شده توسط دستگاه پس از به تعادل رسیدن رطوبت نسبی تعادلی یادداشت گردید (لاولی و همکاران، ۲۰۰۷).

**سفتی بافت**: با توجه به اهمیت تغییرات سفتی بافت میوه، برای اندازه‌گیری این فاکتور کیفی از دستگاه اینسترون مدل (Hounsfield H-SOKS) استفاده گردید که ارزیابی با پروب به قطر ۸ میلی‌متر و سرعت نفوذ ۹۰ میلی‌متر/دقیقه صورت گرفت (تاگلیتی و همکاران، ۲۰۰۹).

**طرح آزمایشی و آنالیز آماری**: این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار طراحی و انجام گردید. پس از ثبت و مرتب‌سازی داده‌ها در نرم‌افزار Excel، تجزیه داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. لازم به ذکر است قبل از انجام تجزیه واریانس، نرمال بودن توزیع کلیه داده‌ها با روش Kolmogorov-Smirnov مورد آزمون قرار گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین‌ها و تجزیه واریانس صفات کیفی اندازه‌گیری شده (سفتی بافت، کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتر، pH عصاره، فعالیت آبی و رنگ عصاره) در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این جدول هیدراسیون تأثیر معنی‌داری بر همه صفات کیفی مورد بررسی داشت.

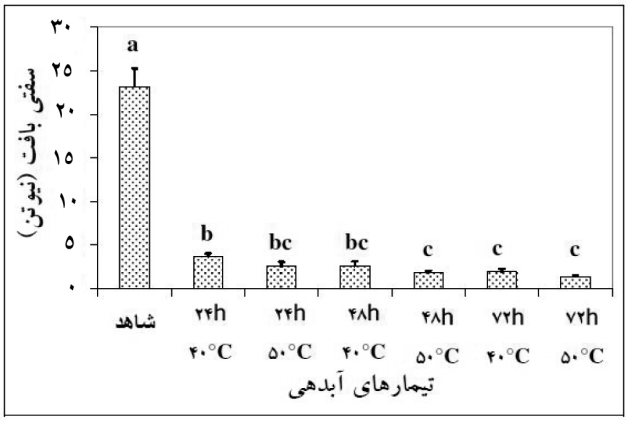
1- Darkening

**جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کیفی ارزیابی شده در آزمون تاثیر زمان و دمای هیدراسیون بر کیفیت خرمای رقم برحی**

| صفات کیفی | درجه آزادی | میانگین مربعات | خطای آزمایش | ضریب واریانس |
|---|---|---|---|---|
| سفتی بافت (نیوتن) | ٦ | ۲٤۹/۸۸** | ۰/۸٤٤ | ٪ ۱۷/۳۲ |
| مقدار آب (درصد) | ٦ | ۱۵۷/۲۵** | ۲/۸۵۵ | ٪ ۷/۵۳ |
| تیره شدن رنگ عصاره | ٦ | ۰/۰۹۷** | ۰/۰۰٤ | ٪ ٦/٤۵ |
| فعالیت آبی | ٦ | ۰/۰۳۷** | ۰/۰۰۰۱ | ٪ ۳/۷۷ |
| pH عصاره | ٦ | ۰/۱۰۹** | ۰/۰۰۵ | ٪ ۱/۱٦ |
| اسیدیته (میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) | ٦ | ۳۱۸۱/۱۸۱** | ۷۳٤/۹۸۸ | ٪ ۱۱/۱۷ |

** معنی دار در سطح ۱٪؛ ns غیر معنی‌دار

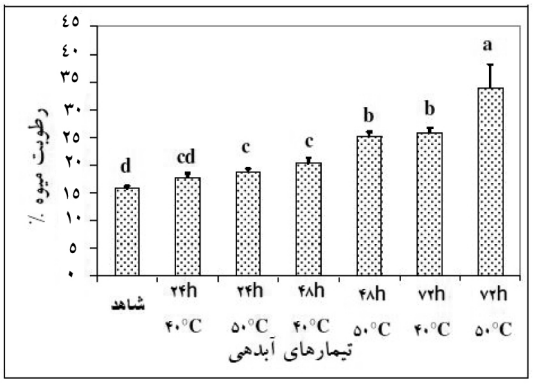
از مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر کیفیت میوه‌های خرما، سفتی بافت می‌باشد. میوه‌های خشک دارای بافتی سفت هستند که آنها را غیر قابل مصرف می‌کند. تأثیر تیمارهای مختلف هیدراسیون بر نرم شدن بافت میوه در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، هیدراسیون در همه تیمارها سبب نرم شدن معنی‌دار بافت میوه گردید به گونه‌ای که سفتی بافت از ۲۳/۱۵ نیوتن در شاهد به کمتر از ٤ نیوتن در دیگر تیمارها رسید. از بین تیمارهای اعمال شده، ۲٤ ساعت هیدراسیون در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش سفتی بافت میوه به ۳/۷۲ نیوتن شد. در دیگر تیمارها سفتی بافت بسیار کمتر شد به گونه‌ای که پس از ۷۲ ساعت هیدراسیون در دماهای ٤۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد، سفتی بافت به‌ترتیب به ۱/۹۱ و ۱/٤۱ نیوتن رسید.




**شکل ۱- تأثیرتیمارهای مختلف هیدراسیون بر سفتی بافت میوه خرما**

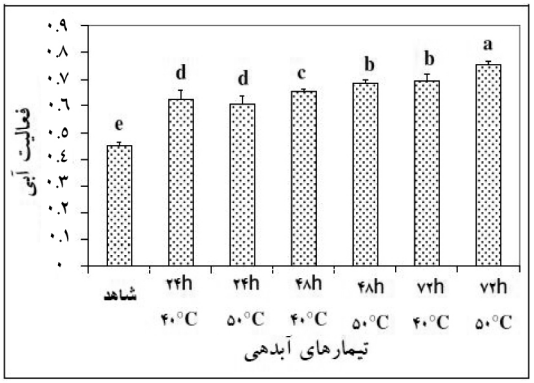
(حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد).

از دیگر صفاتی که به‌طور مستقیم تحت تأثیر تیمار هیدراسیون تغییر می‌کنند، مقدار رطوبت و فعالیت آبی بافت می‌باشند که ارتباط نزدیکی با هم دارند. همان‌گونه که در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است در نمونه‌های هیدراسیون نشده (شاهد) مقدار رطوبت و فعالیت آبی میوه بسیار پایین بود (به‌ترتیب ۱۵/۷۱ درصد و ۰/٤٥۱) و هیدراسیون در همه تیمارها سبب افزایش درصد آب و فعالیت آبی بافت گردید. با افزایش دما و زمان هیدراسیون فعالیت آبی و رطوبت میوه افزایش بیشتری یافت به گونه‌ای که پس از ۷۲ ساعت هیدراسیون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت و فعالیت آبی میوه به‌ترتیب به ۳۳/۹۱ درصد و ۰/۷۵۳ رسید که در این شرایط میوه بسیار مرطوب و نرم می‌شود.




**شکل ۲- تأثیرتیمارهای مختلف هیدراسیون بر درصد رطوبت میوه خرما**

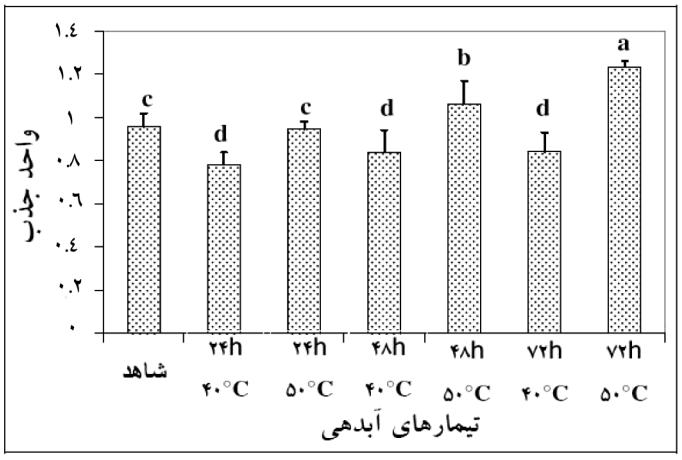
(حروف یکسان بیان‌گر عدم اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد).




**شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف هیدراسیون بر فعالیت آبی میوه خرما**

(حروف یکسان بیان‌گر عدم اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد).

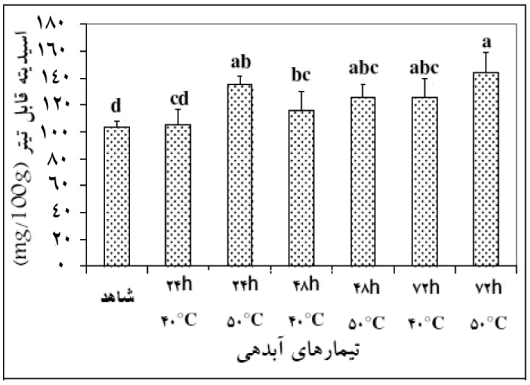
از دیگر صفات مورد بررسی رنگ عصاره میوه بود. هر چه مقدار جذب رنگ عصاره بیشتر شود به معنی تیره‌تر شدن رنگ بافت در اثر تیمارهای اعمال شده می‌باشد. نتایج شکل ٤ نشان داد که هیدراسیون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در هر سه زمان مورد بررسی در مقایسه با دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد سبب تیره‌تر شدن رنگ بافت شده است. بیشترین تیره شدن رنگ بافت در تیمار هیدراسیون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و پس از آن هیدراسیون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت مشاهده گردید. هیدراسیون در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد در هر سه زمان مورد بررسی (۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت) اختلاف معنی‌داری از نظر تیره شدن رنگ بافت با هم نداشتند. تیره‌تر شدن رنگ عصاره احتمالاً بعلت آزاد شدن ترکیبات فنولیک و اکسید شدن آنها توسط آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز (PPO) می‌باشد که شرایط با آب آزاد کمتر سبب تسریع واکنش اکسیداسیون می‌گردد (ویلز و همکاران، ۱۹۹۸). علت تیره شدن رنگ خرما در رقم دگلت‌نور در دمای٤۹ درجه سانتی‌گراد بر اثر قهوه‌ای شدن کربونیل-آمین (واکنش میلارد) و مختصری نیز فعالیت آنزیم پلی‌فنولاز گزارش شده است (باری‌ولد، ۱۹۹۳).




**شکل ٤- تأثیرتیمارهای مختلف هیدراسیون بر تیره شدن رنگ بافت خرما، رقم برحی**

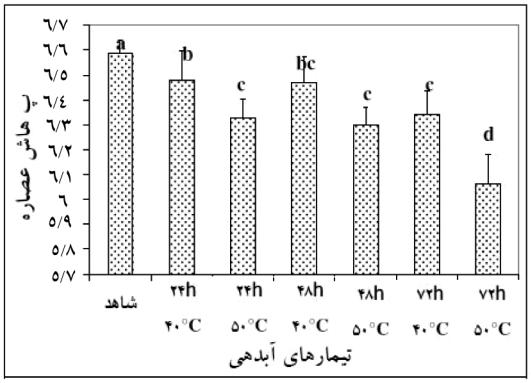
(حروف یکسان بیان‌گر عدم اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد).

از جمله دیگر صفاتی که تحت تأثیر هیدراسیون بطور معنی‌داری تغییر یافتند اسیدیته قابل تیتر و pH عصاره میوه بود (شکل‌های ۵ و ٦). بطورکلی هیدراسیون سبب افزایش اسیدیته و کاهش pH عصاره گردید. با افزایش دما و زمان هیدراسیون، افزایش اسیدیته و کاهش pH بیشتر شد.




**شکل ۵- تأثیرتیمارهای مختلف هیدراسیون بر اسیدیته قابل تیتر میوه خرما**

(حروف یکسان بیان‌گر عدم اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد).




**شکل ٦- تأثیرتیمارهای مختلف هیدراسیون بر pH عصاره میوه خرما**

(حروف یکسان بیان‌گر عدم اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد)

در میوه‌های هیدراسیون نشده (شاهد) اسیدیته قابل تیتر میوه‌ها ۱۰۳/٤٦ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم بود. در تیمار ۲٤ ساعت هیدراسیون در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری با شاهد دیده نشد

ولی بیشترین مقدار اسیدیته در تیمار ۷۲ ساعت هیدراسیون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید (۱٤٤/۱۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم). pH عصاره از عوامل مهم و مؤثر در قابلیت رشد میکروارگانیسم‌ها است. مقدار آن در میوه‌های شاهد ٦/۵۹ بود ولی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد (هر سه زمان اعمال شده) بیشترین کاهش در pH دیده شد. در تیمار ۷۲ ساعت هیدراسیون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، pH میوه به ٦/۰٦ رسید که پایین‌ترین مقدار در بین تیمارهای اعمال شده بود.

بطورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که جذب یا از دست‌دهی آب تأثیر قابل توجه‌ای بر سفتی بافت میوه خرما دارد و خشک شدن بیش از اندازه میوه در پایان تابستان، سبب سفت شدن بیش از حد بافت میوه‌ها می‌گردد. چنین میوه‌هایی بدون اعمال تیمار هیدراسیون قابل مصرف نمی‌باشند. میوه‌هایی که برای این آزمایش انتخاب شده بودند دارای ۱۵/۷ درصد رطوبت بودند و سفتی بافت آنها بیش از ۱۸ نیوتن بود در حالی‌که میوه رقم برحی در مرحله تمار به طور طبیعی دارای بیش از ۱۸ درصد رطوبت است و سفتی بافت آن حدود ٤/۵ نیوتن می‌باشد (مرتضوی، ۱۳۸۵). از میان تیمارهای مختلف اعمال شده جهت افزایش رطوبت میوه‌ها، هیدراسیون در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بهترین تأثیر را در رساندن رطوبت میوه به گستره طبیعی آن داشتند. با توجه به همبستگی مقدار رطوبت و فعالیت آبی میوه خرما، علاوه بر نرم شدن میوه، محیط هنوز برای رشد میکروارگانیسم‌ها فراهم نیست. در فعالیت آبی کمتر از ۰/٦ تقریباً هیچ میکروارگانیسمی قادر به رشد نیست ولی واکنش‌های اکسیداسیون در فعالیت‌های آبی پایین بیشتر اتفاق می‌افتد. مقدار فعالیت آبی میوه خرما قبل از هیدراسیون حدود ۰/٤۵ بود، که براساس گزارش اسکین و رابینسون (۲۰۰۰) تا رسیدن به محدوده ۰/٦۵ قابلیت نگهداری مناسبی از نظر عدم آلودگی میکروبی میوه خواهد داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که هیدراسیون میوه خرما به‌مدت ٤۸ و ۷۲ ساعت سبب افزایش قابل توجه فعالیت آبی می‌شود به گونه‌ای که پس از ۷۲ ساعت آب‌دهی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، فعالیت آبی بافت به ۰/۷۵ رسید که از نظر قابلیت گسترش میکروارگانیسم‌ها بسیار مستعد می‌باشد.

همچنین تیمارهای مختلف هیدراسیون باعث اسیدی‌تر شدن عصاره سلولی گردید (شکل ۵) و هر چه زمان و دمای هیدراسیون بیشتر بود pH، کاهش بیشتری یافت. pH عصاره فقط بیانگر یون‌های $H^+$ بوده و متأثر از مجموعه اسیدهای قوی و ضعیف میوه می‌باشد. اسیدهای آلی عمدتاً جزو اسیدهای ضعیف بوده و تأثیر زیادی بر pH عصاره نداشته و اسیدهای قوی که سبب تغییر سریع pH می‌شوند،

معمولاً کمتر از ۱ درصد کل اسیدهای عصاره را شامل می‌شوند. pH یا غلظت یون‌های $H^+$، بر روی مزه تأثیری ندارد و اهمیت آن بیشتر بخاطر تأثیر بر واکنش‌های آنزیمی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها (مخمرها و باکتری‌ها) می‌باشد، بنابراین در مقایسه با اسیدیته قابل تیتر، تغییرات pH از ارزش کمتری به عنوان یک فاکتور کیفی مؤثر بر مزه برخوردار است (گارسیا و همکاران، ۲۰۰٤).

از مهم‌ترین نتایج این آزمایش می‌توان به کاهش قابل توجه سفتی بافت میوه در همه تیمارهای هیدراسیون اشاره نمود. با افزایش زمان و دمای هیدراسیون میوه نرم‌تر گردید به گونه‌ای که میوه‌ها تحت تأثیر هیدراسیون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت، بافت بسیار نرمی پیدا کردند که بسیار سریع له می‌شد و قابل استفاده نبود. بهترین شرایط میوه از نظر سفتی بافت تحت شرایط هیدراسیون در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت حاصل شد. یکی از مشکلات هیدراسیون که در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر مشهود بود تیره شدن رنگ بافت بود و از این لحاظ، تمامی تیمارهای اعمال شده در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد برتری داشتند. با جمع‌بندی نتایج به‌دست آمده از تأثیر تیمارهای اعمال شده، و بر اساس بازه مطلوب کیفی برای صفات مورد بررسی که در منابع مختلف برای ارقام مختلف خرما مشخص گردیده است، جدول ۲ تنظیم گردید:

**جدول ۲- نتایج مقایسه صفات کیفی میوه خرما، رقم برحی تحت تأثیر شرایط مختلف هیدراسیون**

| شرایط هیدراسیون | فعالیت آبی | درصد رطوبت | سفتی بافت | رنگ عصاره | pH عصاره | اسیدیته |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد (قبل از هیدراسیون ) | Θ | Θ | Θ | Δ | Δ | Δ |
| ٤۰ درجه سانتی‌گراد- ۲٤ ساعت | Δ | Θ | √ | √ | Δ | Δ |
| ٤۰ درجه سانتی‌گراد- ٤۸ ساعت | √ | √ | √ | √ | Δ | Δ |
| ٤۰ درجه سانتی‌گراد- ۷۲ ساعت | √ | Δ | Θ | √ | Δ | Δ |
| ۵۰ درجه سانتی‌گراد- ۲٤ ساعت | Δ | √ | √ | Δ | Δ | Δ |
| ۵۰ درجه سانتی‌گراد- ٤۸ ساعت | √ | Δ | Θ | Θ | Δ | Δ |
| ۵۰ درجه سانتی‌گراد- ۷۲ ساعت | Θ | Θ | Θ | Θ | Θ | Θ |

√ تأثیر مناسب  Θ تأثیر نامناسب  Δ تأثیر قابل قبول

بر اساس نتایج بدست آمده برای کلیه تیمارها و تأثیر آنها بر صفات کیفی پس از مقایسه با شاهد، می‌توان گفت که هیدراسیون در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت و دمای ٥٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت بر هیچکدام از صفات کیفی ارزیابی شده تأثیر منفی نداشت و از میان این دو تیمار نیز می‌توان تیمار اول را به‌عنوان بهترین شرایط برای هیدراسیون خرمای خشک رقم برحی در مرحلهٔ تمار پیشنهاد نمود.

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور جهت همکاری در عملیات نمونه‌گیری و نیز آزمایشگاه گروه باغبانی و مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس که در مراحل مختلف انجام این پژوهش همکاری‌های لازم را به‌عمل آوردند، سپاسگزاری می‌نماییم.

## منابع

۱- پژمان، ح. ۱۳۸۰. راهنمای خرما: کاشت، داشت و برداشت. نشر آموزش کشاورزی.

۲- مرتضوی، س.م.ح. ۱۳۸۵. تغییرات فیزیکوشیمیایی در مراحل رشد و رسیدن میوه و تأثیر شرایط مختلف بسته‌بندی بر کیفیت و ماندگاری پس از برداشت خرما. رساله دکتری علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس.

3.Baloch, M.K., Saleem, S.A., Baloch, A.K. and Baloch, W.A. 2006. Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. *Food Science and Technology*, 39, 671-676.

4.Barreveld, W.H. 1993. Date Palm Products. Agricultural Services Buletin No 101. 216pp. F.A.O., Rome.

5.Eskin, N.A.M. and Robinson, D.S. 2000. Food Shelf Life Stability. CRC PRESS, Washington.

6.Garcia, J. C., Valdivia, C. B. P., Martinez, Y. R. and Hernandez, M. S. (2004). Acidity changes and pH-buffering capacity of Nopalitos. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 169–174.

7.Lavelli, V., Zanoni, B. and Zaniboni, A. 2007. Effect of water activity on carotenoid degradation in dehydrated carrots. *Food Chemistry*, 104, 1705–1711

8.Mortazavi, S.M.H., Arzani, K. and Barzegar, M. 2007. Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Postharvest Quality and Shelf Life of Date Fruits in Khalal Stage. *Acta Horticulturae*, 736: 471-477.

9.Taglienti, A., Massantini, R., Botondi, R., Mencarelli, F. and Valentini, M. 2009. Postharvest structural changes of Hayward kiwifruit by means of magnetic resonance imaging spectroscopy. *Food Chemistry*, 114: 1583-1589.

10.Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., and Joyce, D. 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology & Handling of Fruits, Vegetables and Ornamentals. CAB international press, 262 p.

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

EJFPP., Vol. 1 (4): 79-91
http://ejfpp.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

# The effects of different temperature and duration of hydration on the quality of dried date fruits, cv. Barhee

**[*]S.M.H. Mortazavi[1], K. Arzani[2] and Y Mans uri[3]**

[1]Asistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz

[2]Professor of Department of Horticultural Sciences, Tarbiat Modarres University

[3]Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 2009-9-11; Accepted: 2010-4-10

**Abstract**

Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) is consumable in the last three stages of development including Khalal, Rutab and Tamar. Normally, part of the matured date fruits are allowed to partially dry on the trees before they are harvested to enhance their reserve and storage quality. These fruits can be stored for long periods in the form of compressed packs but usually some part of fruits on the tree become dry, hard and unusable due to loss of much water. In current study, to find out best hydration conditions, the effects of 24, 48 and 72 hours hydration at 40 and 50°C on the moisture content, water activity, darkening, acidity and firmness of the dried Tamar fruit were studied. The results showed that among different hydration treatments which were applied to improve the quality of dried fruits, 48h hydration at 40°C and 24h at 50°C had the best effects on the fruit quality.

***Keywords:*** Date palm (*Phoenix dactylifera* L.); Hydration; Quality; Postharvest; cv. Barhee

[*]Corresponding author; Email: mortazavi_mh@yahoo.com