

EVALUATION OF GROWTH PATTERN AND CHANGES IN PHYSICO-CHEMICAL ATTRIBUTES OF NORMAL AND PARTHENO-CARPIC DATE FRUITS CV. 'BARHEE'

سید محمدحسن مرتضوی، کاظم ارزانی و محسن برزگر^۲

چکیده

بررسی الگوی رشد و نمو میوه‌ها مورد توجه فیزیولوژیست‌های گیاهی و متخصصین باغبانی می‌باشد که از نظر تجاری نیز دارای اهمیت زیادی است. پژوهش حاضر به منظور بررسی الگوی رشد و نمو و مقایسه تغییرهای فیزیوشیمیایی میوه‌های نرمال و بکر بار خرما رقم 'برحی' انجام گرفت. بدین منظور میوه‌ها در فاصله زمانی هر ۲۰ روز یک بار از زمان تلقیح تا نمو کامل (دوره زمانی ۱۶۰ روزه) برداشت شده و از نظر ویژگی‌هایی مانند وزن تر میوه، طول و قطر، حجم، درصد آب بافت، غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته، pH، سفتی بافت، رنگ ظاهری میوه، غلظت کلروفیل و کارتنوئید کل، فعالیت آبی و غلظت برخی عناصر معدنی مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میوه‌های تلقیح شده از یک الگوی رشد سیگموئید برخوردارند. مؤلفه L (شفافیت ظاهری) همچون غلظت رنگیزه‌ها در طول دوره نمو کاهش یافت. تغییرهای رنگ و افزایش غلظت مواد جامد محلول مهمترین شاخص‌های رسیدن میوه خرمای رقم 'برحی' در مراحل مختلف برداشت شامل خلال، رطب و تمار به شمار می‌روند. در مقابل میوه‌های بکر بار الگوی رشد به طور کامل متفاوتی از خود نشان دادند و بیشتر آن‌ها به مرحله بلوغ نرسیدند، همچنین از نظر ویژگی‌های فیزیوشیمیایی بررسی شده در مراحل مختلف نمو نیز تفاوت‌های قابل توجهی میان میوه‌های نرمال و بکر بار مشاهده گردید. بررسی غلظت عناصر غذایی نشان داد که میوه خرمای رقم 'برحی' از پتاسیم بالایی برخوردار است و غلظت نمک‌های پتاسیم، کلسیم و منیزیم تا اواسط دوره رشد افزایش و سپس کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: الگوی رشد، بکر بار، خرما، رقم 'برحی'، میوه نرمال.

نخل خرما گیاهی است دو پایه که تشکیل میوه در آن مستلزم گرده افشانی گل‌های ماده روی گل آذین‌های خوشه‌ای با گرده گل‌های نر می‌باشد (۲۱). هر خوشه که با شکافتن چمچه (پوشش خوشه باز نشده خرما)^۳ ظاهر می‌شود دارای گل‌هایی است که ابتدا سفید رنگ بوده و پس از گرده افشانی تغییر رنگ می‌دهند (۲۰). گل‌های ماده خرما، کوچک، چرمی، بی‌پایه و دارای سه برچه می‌باشند که در صورت گرده افشانی و انجام

۱- تاریخ دریافت: / / تاریخ پذیرش: / /

۲- به ترتیب استادیار (mortazavi_mh@yahoo.com) گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، استاد گروه

باغبانی و دانشیار گروه صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، جمهوری اسلامی ایران.

۳- Spathe

تلقیح، فقط یکی از آن‌ها رشد کرده و به میوه تبدیل می‌شود (۱). عدم انجام گرده افشانی یا تلقیح، سبب می‌شود تا یک یا هر سه برچه به صورت همزمان رشد کرده و در نهایت میوه‌های بکر بار منفرد^۱ (PS) یا سه تایی^۲ (PT) تشکیل گردد. میوه‌های PT، توخالی و فاقد بذر بوده ولی میوه‌های PS دارای بذره‌های تحلیل رفته هستند (۲۱). بررسی مراحل رشد و نمو و تغییرهای فیزیوشیمیایی میوه‌های مختلف از زمان تشکیل تا رسیدن یکی از موضوع‌های مورد توجه برای پژوهشگران مختلف به خصوص فیزیولوژیست‌های گیاهی می‌باشد. نتایج حاصل از انجام این پژوهش‌ها منجر به ایجاد بستری از اطلاعات بنیادین و قابل استفاده برای پژوهش‌های تکمیلی می‌شود که بسیاری از آن‌ها ارزش اقتصادی زیادی دارند. از جمله می‌توان به روند تغییرهای روغن در زیتون، قند در خرما، نشاسته در سیب و غیره اشاره کرد که در این زمینه گزارش‌های متعددی وجود دارد. بر اساس یکی از مهمترین تقسیم‌بندی‌های انجام گرفته روی مراحل مختلف نمو میوه خرما، داوسون (۱۵) دوره رشد و نمو میوه خرما را به پنج مرحله حبابوک، کیمری، خلال، رطب و تمار تقسیم نموده است. مرحله حبابوک از یک تا سه هفته پس از گرده‌افشانی طول می‌کشد و میوه کوچک، نا بالغ و به رنگ سبز کم‌رنگ می‌باشد. در مرحله کیمری که تا نه هفته به طول می‌انجامد، میوه رشد کرده و به رنگ سبز روشن در می‌آید و با افزایش سریع وزن و حجم، قندهای احیا شونده و مواد جامد محلول بیشتر شده و میوه از بالاترین اسیدیته و مقدار رطوبت بافت برخوردار است. میوه در مرحله خلال (خارک) از سبز به زرد یا قرمز تغییر رنگ می‌دهد، کند شدن روند افزایش حجم، افزایش تجمع قندهای احیا یا غیر احیا شونده مثل ساکارز و کاهش تدریجی اسیدیته و رطوبت میوه نیز از ویژگی‌های این مرحله است. در مرحله رطب، بافت میوه نرم شده و رنگ آن‌ها به قهوه‌ای روشن یا تیره تغییر می‌یابد. در این مرحله، تانن‌های باقی‌مانده در زیر پوست میوه به فرم نامحلول در آمده و میوه خرما طعم گس خود را از دست می‌دهد. در آخرین مرحله نمو میوه (تمار)، میوه بخش زیادی از رطوبت خود را از دست داده و نسبت قند به آب، افزایش قابل توجهی می‌یابد (۱۵).

در بسیاری از پژوهش‌هایی که رشد و نمو میوه‌های بذر دار خرما از زمان تشکیل میوه تا مرحله بلوغ مورد بررسی قرار گرفته، دستکم سه مرحله از رشد که یک منحنی سیگموئید را تشکیل می‌دهند قابل تشخیص است. در مراحل اولیه رشد (اواسط تا اواخر مرحله کیمری)، میوه از نظر قطر و به‌ویژه طول افزایش نشان می‌دهد و منطقه دارای رشد سریع یاخته‌ای، به طور کامل در مجاورت کاسه گل میوه قرار دارد (۲). طول دوره گرده‌افشانی تا بلوغ میوه بسته به رقم و دمای هوا از ۱۲۰ تا ۲۰۰ روز متغیر است و میانگین ۱۸۰۰ درجه-روز، به عنوان واحد گرمایی مورد نیاز از گلدهی تا برداشت، برای رقم‌های مختلف گزارش شده است. بیشتر پژوهش‌های انجام شده در زمینه تغییرهای فیزیوشیمیایی میوه خرما، روی تغییرهای قندها و آب در میوه‌های رسیده یا زمان رسیدن آن‌ها استوار شده است (۲۱). در مراحل مختلف نمو میوه خرما مقدار رطوبت از یک مرحله با رطوبت بالا (۸۵٪ در مرحله کیمری) تا دیگر مراحل با رطوبت پایین (۵-۱۰٪ در خرماهای بسیار خشک) عبور می‌کند (۱۳). الگوی تغییرهای قندها در مراحل مختلف نمو میوه در رقم‌های مختلف به تقریب مشابه است و در مراحل اولیه رشد که حجم و اندازه میوه به سرعت افزایش می‌یابد، تجمع قندها بیشتر از نوع احیا شونده است و قند کل نیز افزایش کمی دارد. با کاهش روند افزایش وزن و حجم میوه، تجمع قندهای احیا شونده نیز کم شده ولی مقدار ساکارز و قند کل به سرعت زیاد می‌گردد. با رسیدن میوه به مرحله بلوغ، ساکارز به تدریج به قندهای احیا شونده تبدیل می‌شود (۲۲). در پژوهشی، برخی ترکیب‌های شیمیایی ۱۲ رقم خرما در کشور امارات متحده عربی

بررسی گردید و تجزیه قندها با HPLC نشان داد که در رقم 'برجی' درصد قند کل در مراحل نمو کیمیری، خلال، رطب و تمار به ترتیب ۷/۷، ۳۱/۱، ۴۰/۸ و ۵۸/۲ می‌باشد و به جز در مرحله خلال که حدود ۶٪ قند ساکارز وجود داشت در سایر مراحل ساکارز وجود نداشت (۸). مهمترین عناصر غذایی که در مراحل نمو در میوه خرما، تجمع می‌یابند پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌باشند و میوه رسیده خرما یک منبع غنی از عنصر پتاسیم به شمار می‌رود (۴، ۵). در گزارش مربوط به بررسی غلظت عناصر غذایی در رقم های خرما امارات متحده عربی مشخص گردید غلظت عناصر K، Ca و Mg در رقم 'برجی' در مرحله خلال به ترتیب ۷۹۶، ۱۰ و ۴۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک می‌باشد (۸). مهمترین اسیدهای آلی که از گوشت میوه خرما جدا شده‌اند مالیک اسید، سیتریک اسید و سوکسینیک اسید می‌باشند و از نظر ارزش تجاری بین افزایش pH و افزایش کیفیت یک رابطه مثبت وجود دارد (۱۹). مهمترین رنگیزه‌هایی که در میوه خرما در مراحل نمو یافت می‌شوند، کلروفیل، کارتنوئیدها و در برخی رقم‌ها آنتوسیانین‌ها هستند که با پیشرفت مراحل نمو و بلوغ میوه از مقدار کلروفیل و کارتنوئیدها کاسته می‌شود (۲۱). در پژوهشی که توسط الفارسی و لی (۹) روی رقم های مختلف خرما انجام گرفت، مقدار چربی و پروتئین بافت میوه به ترتیب ۱/۴-۰/۱ و ۲/۶-۱/۱٪ گزارش شد. منصور و همکاران (۱۸) با تجزیه ترکیب های فنولیک هفت رقم خرما، نشان دادند که آن‌ها حاوی پی-کوماریک، فرولیک، سیناپیک اسید و برخی مشتقات شیکیمیک اسید هستند.

رقم‌های مختلف خرما را می‌توان در سه مرحله از نمو میوه شامل خلال، رطب و تمار برداشت و بازاریابی نمود که انتخاب مرحله برداشت بستگی به ویژگی های رقم، شرایط اقلیمی و تقاضای بازار دارد. در این پژوهش تلاش گردید تا ضمن مقایسه الگوی رشد میوه‌های نرمال و بکر بار برای یکی از مهمترین رقم های خرما دنیا، تغییرهای فیزیوشیمیایی میوه‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تغییرهای فیزیوشیمیایی میوه در روند رشد که در دو سال پی در پی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ انجام گردید، ابتدا و در شروع فصل رویشی هشت درخت یکسان و همسن از درختان مجموعه نخل موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری واقع در شهرستان اهواز انتخاب و علامت‌گذاری گردید. تعداد خوشه‌های هر نخل به هشت عدد در جهت های مختلف جغرافیایی کاهش و در فصل گرده‌افشانی جهت حذف تأثیر نوع گرده (متازنیا) همگی توسط یک نوع گرده (رقم نر 'غنمی') گرده افشانی شد. همزمان و جهت دستیابی به میوه‌های بکر بار تعدادی از خوشه‌های هر درخت تا ۲۰ روز پس از باز شدن چمچه با پوشش های پارچه‌ای پوشیده ماند تا از گرده‌افشانی آن‌ها جلوگیری به عمل آید. با احتساب زمان تلقیح، در ۸ مرحله و به فاصله زمانی هر ۲۰ روز یک بار از خوشه میوه‌های نرمال و بکر بار انتخاب شده، نمونه‌گیری انجام و جهت تجزیه ویژگی های ظاهری و فیزیکی (طول، قطر، نسبت طول به قطر، حجم، وزن تر، درصد آب، مواد جامد محلول و سفتی بافت) در آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات خرما، دانشگاه‌های شهید چمران اهواز و تربیت مدرس تهران اقدام گردید. همچنین ویژگی های فیزیوشیمیایی میوه‌های تلقیح شده (نرمال) خرما رقم 'برجی' (شامل اسیدیته میوه، pH، عصاره، عناصر غذایی پتاسیم، کلسیم و منیزیم، رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئید، فعالیت آبی و رنگ ظاهری) در ۷ مرحله و از ۴۰ روز پس از گرده‌افشانی تا پایان مرحله تمار، به فاصله زمانی هر ۲۰ روز یکبار مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور و در هر مرحله از تجزیه، ۱۲۰ میوه نرمال و ۱۲۰ میوه بکر بار از خوشه‌های هر درخت

برداشت و پس از مخلوط کردن، اندازه‌گیری ویژگی‌های طول، قطر، وزن و حجم میوه، وزن تر و خشک در ۱۰ میوه برای هر تکرار برای هر درخت انجام شد و سپس میانگین تکرارها به عنوان عدد مربوط به آن ویژگی ثبت گردید. برای تعیین طول و قطر میوه از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر استفاده گردید. برای تعیین وزن و حجم میوه‌ها، از ترازوی دقیق و روش جابه جایی آب استفاده شد. برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه، از بافت‌سنج مدل CNS FARNELL با پروب به قطر ۵ mm و قدرت نفوذ ۹۰ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از قندسنج رومیزی مدل A.Krüss Optronic (ساخت آلمان)، استفاده گردید. برای تعیین فعالیت آبی، از دستگاه Aw meter مدل Novasina استفاده شد. برای اندازه‌گیری رطوبت میوه از روش خشک کردن در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس استفاده شد. برای اندازه‌گیری pH و اسیدیته قابل تیتراژ، ابتدا ۱۰ گرم از گوشت میوه عصاره‌گیری شد و پس از خواندن pH عصاره با دستگاه pH متر، جهت تعیین اسیدیته قابل تیتراژ با محلول سود ۰/۰۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲ تیتراژ گردید (۶). برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل و کارتنوئید میوه، از روش مهدویان و همکاران (۱۷) با کمی تغییر استفاده گردید. بدین منظور ۱ گرم از لایه بیرونی گوشت میوه جدا و پس از عصاره‌گیری با استون ۸۰٪ سرد و سانتریفوژ آن، مقدار جذب بخش روئی عصاره در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. جهت تعیین عناصر معدنی، ابتدا، نمونه‌ها توسط سولفوریک اسید، آب اکسیژنه و سلنیوم هضم گردید. اندازه‌گیری پتاسیم به روش نشر شعله‌ای و کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی انجام و مقادیر آن‌ها بر اساس درصد وزن خشک گزارش گردید. تعیین رنگ ظاهری میوه‌ها توسط دستگاه هانتربل انجام گرفت و پس از محاسبه سه مؤلفه L^* ، a و b ، در ۵ خواندن برای هر تکرار، میانگین آن‌ها به عنوان رنگ نمونه ثبت گردید. L^* نشان دهنده درجه روشنایی بوده و مقدار آن از ۰ تا ۱۰۰ متغیر است. مؤلفه a ، معرف رنگ سبز-قرمز بوده که مقادیر منفی آن به سمت سبز و مقادیر مثبت آن به سمت قرمز است. مؤلفه b ، رنگ آبی-زرد را نشان می‌دهد که مقادیر منفی در محدوده رنگ آبی و مقادیر مثبت در محدوده رنگ زرد هستند. جهت درک بهتر مقادیر به دست آمده برای فاصله رنگی پس از تبدیل در قالب زاویه هیو و مقدار کروما در نتایج مورد استفاده قرار گرفت. طرح آماری مورد استفاده در این آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی و شامل چهار تکرار بود. آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام گرفت، مقایسه میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در نمودارها مشخص شد و برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های ارزیابی شده از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

روند رشد میوه

مراحل مختلف نمو میوه‌های نرمال و بکر بار از زمان گلدهی تا پایان فصل رشد در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل ۱-۱ مشخص است، گل ماده خرما سه برچه‌ای می‌باشد که ۷ تا ۱۰ روز پس از تلقیح (شکل ۱-۱b)، میوه وارد مرحله حبابوک شده و دو برچه خشک شده در کنار میوه تشکیل شده دیده می‌شود. بیست روز پس از گلدهی، میوه وارد مرحله کیمری شد که طولانی‌ترین مرحله نمو میوه خرما روی درخت می‌باشد و تا ۸۰ روز پس از گلدهی‌اش ادامه داشت (شکل‌های ۱-۱c، ۱-۱d، ۱-۱e). سپس میوه وارد مرحله خلال گردید که این مرحله تا ۱۲۰ روز پس از گلدهی ادامه یافت (شکل‌های ۱-۱f، ۱-۱g). پس از ۱۴۰ روز میوه در مرحله رطب (شکل ۱-۱h) و پس از ۱۶۰ روز در مرحله تمار (شکل ۱-۱i) بود. در کنار میوه‌های نرمال (بذر دار)، در هر مرحله میوه‌های بکر بار نیز به صورت سه‌تایی دیده می‌شود.

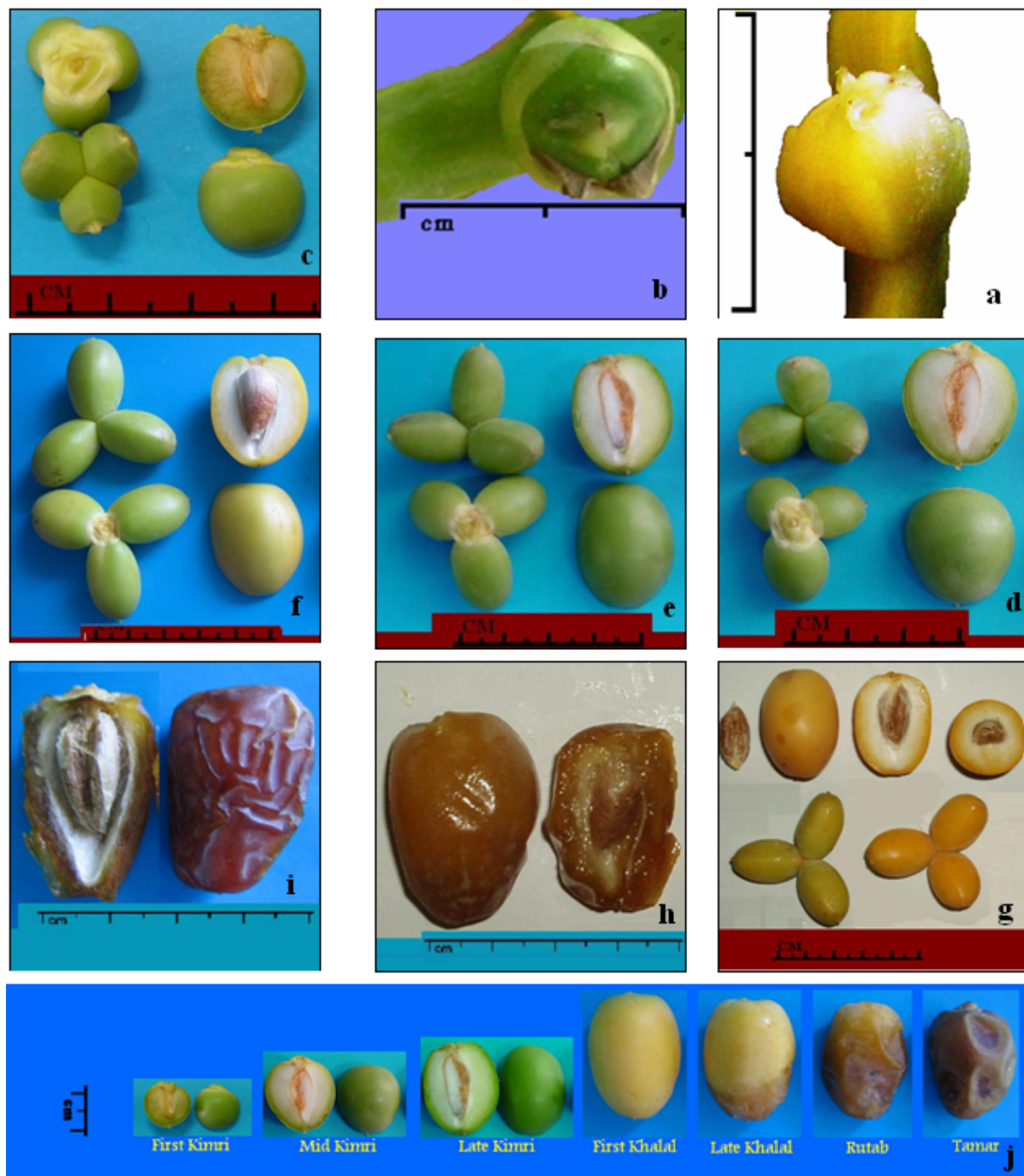


Fig. 1. Illustrations related to 'Barhee' date fruit growth stages. a: Female flower, b: Hababook, c: First Kimri (40 days after full bloom), d: Mid Kimri (60 days after full bloom), e: Late Kimri (80 days after full bloom), f: First Khalal (100 days after full bloom), g: Late Khalal (120 days after full bloom), h: Rutab (140 days after full bloom) and i: Tamar stage (160 days after full bloom).

شکل ۱- مراحل مختلف رشد و نمو میوه خرما رقم 'برحی'، a: گل ماده خرما، b: مرحله حبابوک، c: ابتدای مرحله کیمری (۴۰ روز پس از تلقیح)، d: اواسط مرحله کیمری (۶۰ روز پس از تلقیح)، e: اواخر مرحله کیمری (۸۰ روز پس از تلقیح)، f: ابتدای مرحله خلال (۱۰۰ روز پس از تلقیح)، g: انتهای مرحله خلال (۱۲۰ روز پس از تلقیح)، h: مرحله رطب (۱۴۰ روز پس از تلقیح) و i: مرحله تمار (۱۶۰ روز پس از تلقیح).

تغییرهای طول، قطر، نسبت طول به قطر و حجم میوه

الگوی تغییرهای طول، قطر، نسبت طول به قطر و حجم میوه به ترتیب در شکل های ۲-a الی ۲-d آمده است. همان‌گونه که در شکل ۲-a نشان داده شده است در میوه‌های نرمال، از زمان گلدهی تا ابتدای مرحله خلال (۱۰۰ روز پس از گلدهی)، طول میوه به سرعت افزایش یافت و به ۳۲/۳ میلی‌متر رسید. در مرحله خلال و ابتدای تبدیل خارک به رطب (۱۲۰ روز پس از گلدهی) طول میوه با کمی افزایش به ۳۲/۶ میلی‌متر رسید ولی در ادامه و تا پایان مرحله نمو، طول میوه به ۲۹/۳ میلی‌متر کاهش یافت. بر خلاف میوه‌های نرمال، در میوه‌های بکر بار تا پایان نمونه‌گیری، طول میوه در حال افزایش بود و به ۲۶ میلی‌متر رسید. الگوی تغییرهای قطر میوه‌های نرمال و بکر بار خرما رقم 'برحی' در طول فصل رشد مشابه تغییرهای طول میوه بود (شکل ۲-b). بیشینه قطر میوه نرمال، ۱۲۰ روز پس از گلدهی (۲۵/۱ میلی‌متر) بود که در ۱۶۰ روز پس از گلدهی به ۱۶/۳ میلی‌متر رسید و بیشینه قطر میوه‌های بکر بار نیز ۱۶/۳ میلی‌متر بود که ۱۶۰ روز پس از گلدهی به دست آمد. هر چه نسبت طول به قطر بیشتر از ۱ باشد میوه کشیده‌تر است. همان‌گونه که در شکل ۲-c مشاهده می‌شود، میوه‌های نرمال کروی‌ترند و نسبت طول به قطر میوه از ۶۰ تا ۱۲۰ روز پس از گلدهی که همزمان با زرد شدن میوه‌ها و مرحله خلال می‌باشد به نسبت ثابت بوده و بیشینه به ۱/۳ رسید ولی با تبدیل میوه به رطب و تمار نسبت طول به قطر افزایش یافته و میوه کشیده‌تر شد به گونه‌ای که ۱۶۰ روز پس از گلدهی این نسبت به ۱/۴ افزایش یافت. میوه‌های بکر بار تا ۸۰ روز پس از گلدهی بیشتر از نظر طولی رشد نمودند و نسبت طول به قطر به ۱/۸ رسید. در ادامه رشد میوه، این نسبت به کندی کاهش یافت و ۱۶۰ روز پس از گلدهی به حدود ۱/۶ رسید. حجم میوه نیز تا ۱۲۰ روز پس از گلدهی افزایش یافت و بیشینه به ۱۱/۰۸ سانتیمتر مکعب رسید، در ۴۰ روز آخر نمو میوه، حجم میوه رو به کاهش نهاد و ۱۶۰ روز پس از گلدهی به ۶/۴۲ سانتیمتر مکعب رسید. در میوه‌های بکر بار، تا آخرین مرحله نمونه‌گیری، حجم میوه به کندی در حال افزایش بود و به حدود ۲/۸ سانتیمتر مکعب رسید (شکل ۲-d).

تغییرهای وزن میوه

همان‌گونه که در شکل ۲-a نشان داده شده است ۴۰ روز پس از گلدهی روند افزایش وزن تر میوه‌های نرمال سرعت بیشتری گرفت و تا اواسط مرحله خلال (۱۲۰ روز پس از گلدهی) این روند ادامه داشت. در مرحله خارک هر میوه خرمای رقم 'برحی' ۱۱/۲ گرم وزن داشت. از آن مرحله به پس که همزمان با تبدیل خارک به رطب و سپس تمار می‌باشد، وزن تر میوه کاهش یافت و وزن هر میوه نرمال در آخرین مرحله برداشت حدود ۶/۴ گرم بود. وزن تر میوه‌های بکر بار در نمونه‌گیری اول (۲۰ روز پس از گلدهی) تغییر اندکی داشت و در ۱۶۰ روز پس از گلدهی، وزن تر هر میوه بکر بار به ۲/۵ گرم رسید. بر خلاف وزن تر، وزن خشک تا آخرین مرحله برداشت در حال افزایش بود و بیشترین وزن خشک میوه ۱۶۰ روز پس از گلدهی و همزمان با مرحله تمار مشاهده گردید (۵/۹ گرم). وزن خشک میوه‌های بکر بار نیز همین روند را داشت، و بیشترین وزن خشک هر میوه بکر بار در دو مرحله آخر نمو (۱۴۰ و ۱۶۰ روز پس از گلدهی) حدود ۰/۶۴ گرم بود.

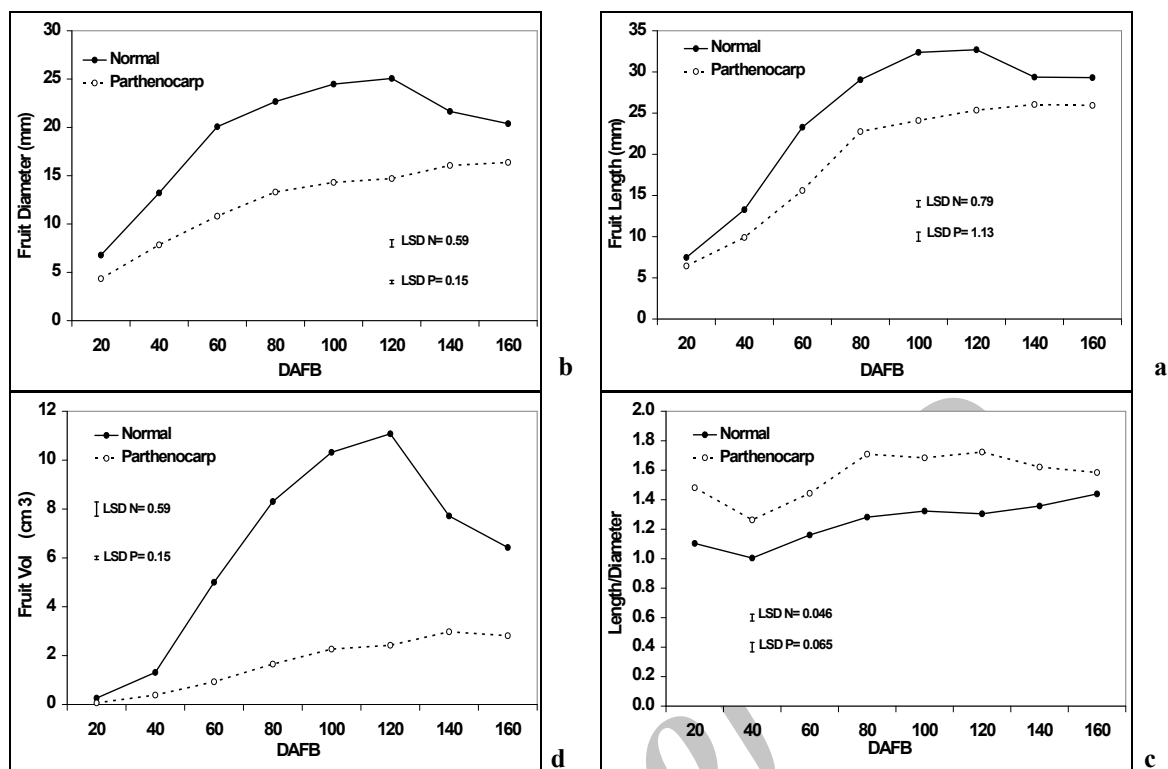


Fig. 2. The pattern of changes in length (a), diameter (b), length/diameter ratio (c) and fruit volume (d) of 'Barhee' date fruits.

شکل ۲- مقایسه تغییرهای طول (a)، قطر (b)، نسبت طول به قطر (c) و حجم (d) میوه‌های خرماي رقم 'برحی' در روند رشد.

مقدار آب بافت

مقدار آب بافت میوه‌های نرمال و بکر بار تا ۶۰ روز پس از گلدهی در حال افزایش بود و به ۸۳/۵٪ کل وزن میوه رسید (شکل ۳- b). با ادامه روند رشد و از ۱۰۰ روز پس از گلدهی مقدار آب میوه‌های نرمال با سرعت کاهش یافت. در مراحل رطب (۱۴۰ روز پس از گلدهی) و تمار (۱۶۰ روز پس از گلدهی)، هر میوه نرمال به ترتیب ۲۹/۱۲ و ۱۸/۱۲٪ آب داشت. در میوه‌های بکر بار روند کاهش آب آرام بود و در ۱۶۰ روز پس از گلدهی هر میوه بکر بار ۷۳/۹٪ آب داشت.

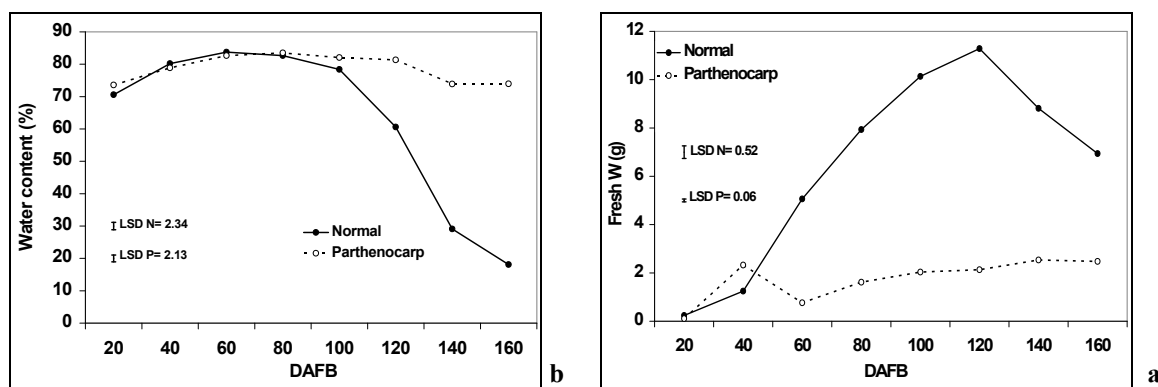


Fig. 3. The pattern of changes in fresh weight (a) and water content (b) of 'Barhee' date fruits. شکل ۳- مقایسه تغییرهای وزن تر (a) و درصد آب (b) میوه‌های خرمای رقم 'برچی' در روند رشد.

فعالیت آبی و مواد جامد محلول

فعالیت آبی نشان‌دهنده مقدار آب آزاد بافت می‌باشد که بر اساس شکل ۴-ا، فعالیت آبی بافت میوه خرما تا قبل از مرحله خارک (۱۰۰ روز پس از گلدهی) به نسبت ثابت بود (حدود ۰/۹۸). با شروع مرحله خارک و تبدیل میوه به رطب و تمار، فعالیت آبی میوه کاهش یافت به گونه‌ای که مقدار آن در سه مرحله آخر نمو که همزمان با مراحل خارک، رطب و تمار می‌باشند به ترتیب عبارت بود از: ۰/۹۳، ۰/۷۹ و ۰/۶۰. بررسی تغییرهای مقدار مواد جامد محلول (شکل ۴-ب) نشان داد که تا ۸۰ روز پس از گلدهی، مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های نرمال و بکر بار با اندکی افزایش به ۱۱/۳٪ رسید. با ادامه رشد میوه میزان مواد جامد محلول در میوه‌های نرمال افزایش سریعی پیدا کرد و در هنگام رسیدن کامل میوه، یعنی در حدود ۱۶۰ روز پس از گلدهی، مقدار مواد جامد محلول به بیشترین مقدار خود، ۸۰/۴٪ رسید. افزایش مواد جامد محلول در میوه‌های بکر بار جزئی بوده و ۱۶۰ روز پس از گلدهی به ۱۵/۴٪ رسید.

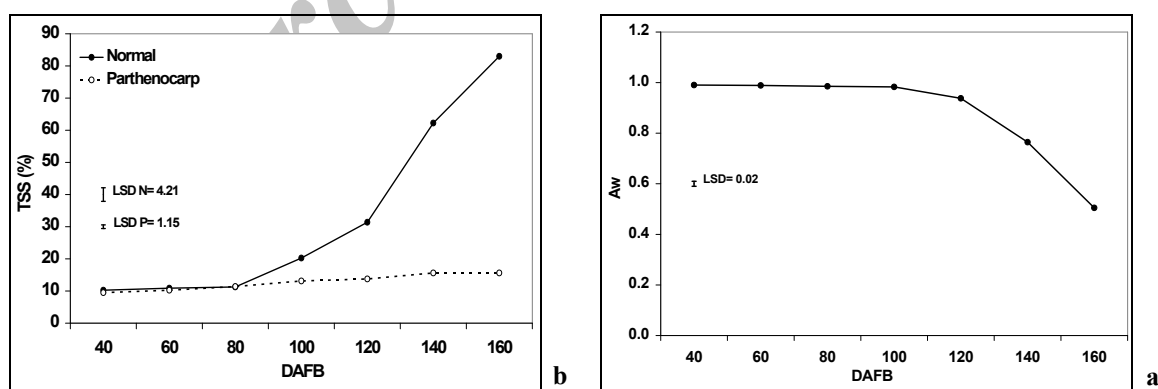


Fig. 4. The pattern of changes in water activity (a) and TSS (b) of 'Barhee' date fruits.

شکل ۴- مقایسه تغییرهای فعالیت آبی (a) و مواد جامد محلول (b) میوه‌های خرمای رقم 'برچی' در روند رشد.

اسیدیته قابل تیتر، نسبت TSS/TA و pH

همان‌گونه که در شکل a-5 مشاهده می‌گردد در ابتدای دوره رشد (۴۰ روز پس از تشکیل میوه) که همزمان با اوایل مرحله کیمیری می‌باشد اسیدیته میوه زیاد (۱/۱۲٪) بود ولی پس از گذشت ۱۲۰ روز از گلدهی، اسیدیته میوه به تدریج کاهش یافت و به ۰/۹۵٪ وزن تر میوه رسید. با تبدیل میوه به رطب، غلظت اسیدهای آلی کاهش زیادی یافت (۰/۴۱٪) و در انتهای مرحله تمار (۱۶۰ روز پس از تلقیح) با افزایش مجدد به ۰/۹۲٪ رسید. نسبت اسیدیته به مواد جامد محلول به عنوان شاخص طعم در نظر گرفته می‌شود و از نظر مصرف کننده بر روی مزه میوه اثر تعیین‌کننده‌ای دارد. همان‌گونه که در شکل b-5 مشخص است این شاخص برای میوه‌های نرمال در سه مرحله آخر نمو افزایش قابل توجه یافت به گونه‌ای که مقدار آن برای مراحل خلال، رطب و تمر به ترتیب به ۳۳/۱۳، ۱۵۳/۳۹ و ۹۰/۵۳ رسید. pH عصاره میوه در مراحل ابتدایی رشد میوه ۵/۹۲ بود که با ادامه روند رشد میوه تا ۱۲۰ روز پس از تلقیح افزایش یافته و به ۶/۲۲ رسید. تبدیل میوه به رطب سبب افزایش قابل توجه pH عصاره شد (۷/۲۷) و در آخرین مرحله رشد (۱۶۰ روز پس از تلقیح) با کاهشی مجدد به ۶/۲۷ رسید (شکل a-6).

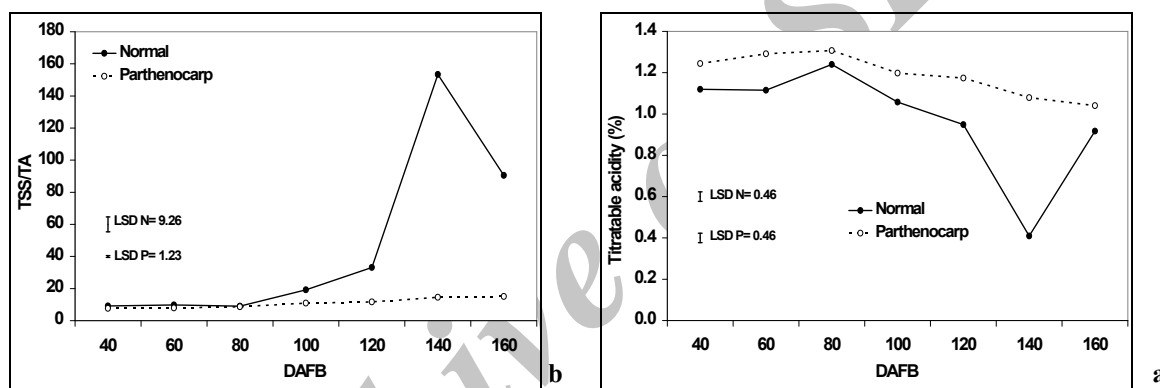


Fig. 5. The pattern of changes in titratable acidity (a) and TSS/TA (b) of 'Barhee' date fruits.

شکل ۵- تغییرهای اسیدیته قابل تیتر (a) و نسبت TSS/TA (b) میوه‌های خرمای رقم 'برحی' در روند رشد.

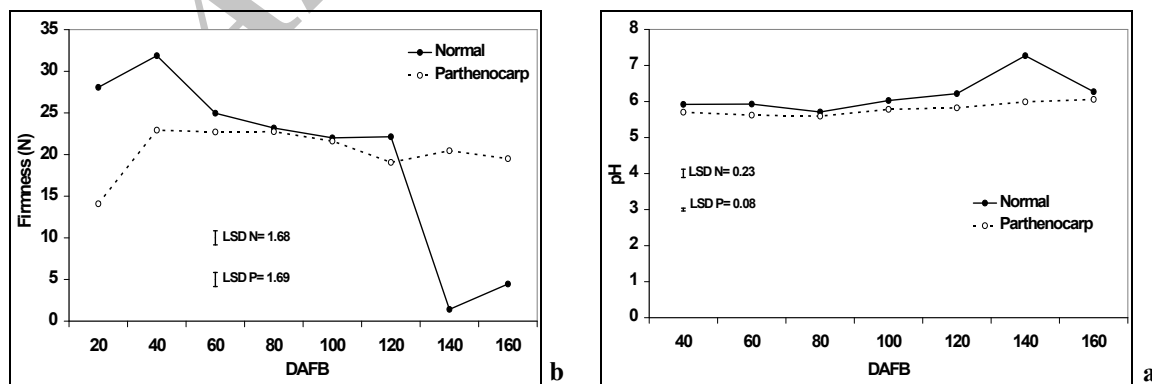


Fig. 6. The pattern of changes in pH (a) and flesh firmness (b) of 'Barhee' date fruits.

شکل ۶- تغییرهای pH عصاره (a) و سفتی بافت (b) میوه‌های خرمای رقم 'برحی' در روند رشد.

سفتی بافت

شکل ۶-ب نشان می‌دهد که در میوه‌های نرمال و بکر بار، تا ۲۰ روز پس از گلدهی، سفتی بافت افزایش و در ادامه به آرامی کاهش یافت و ۱۲۰ روز پس از گلدهی در میوه‌های نرمال به ۲۲/۱ و در میوه‌های بکر بار به ۱۹/۰ نیوتن رسید. با تبدیل میوه به رطب (۱۴۰ روز پس از گلدهی)، سفتی بافت میوه‌های نرمال کاهش قابل توجهی یافته و به ۱/۴ نیوتن رسید ولی در مرحله تمار (۱۶۰ روز پس از گلدهی) سفتی بافت به ۴/۴ نیوتن افزایش یافت. کاهش سفتی بافت در میوه‌های بکر بار روند آرامی داشت و ۱۶۰ روز پس از گلدهی به ۱۹/۵ نیوتن رسید.

غلظت کلروفیل، کارتنوئید و رنگ ظاهری

بررسی رنگی‌های کلروفیل و کارتنوئید برون بر میوه خرما نشان داد که غلظت هر دو رنگی‌زه به مرور کم می‌شود ولی تا ۱۰۰ روز پس از گلدهی غلظت کلروفیل بیشتر بود. در ادامه رشد میوه که همزمان با مرحله خارک بود (۱۲۰ روز پس از گلدهی)، غلظت کلروفیل نسبت به کارتنوئید کاهش بیشتری یافت. در دو مرحله آخر نمو نیز، غلظت هر دو رنگی‌زه به کمتر از ۰/۰۱ میلی گرم بر گرم وزن تر رسید (شکل ۷-ا). همچنین بررسی رنگ ظاهری میوه خرما با دستگاه هانتربل نشان داد که مقدار مؤلفه L (شفافیت میوه) تا ۱۲۰ روز پس از گلدهی که همزمان با زرد شدن میوه و مرحله خارک است افزایش یافت ولی با تبدیل میوه به رطب و تمار، مقدار آن کاهش یافت. تا ۱۰۰ روز پس از گلدهی و تا زمانی که رنگ میوه سبز است، مقدار مؤلفه a منفی بود و با شروع مرحله خارک و تغییر رنگ میوه مقدار آن به بیشتر از صفر افزایش یافت. تغییرهای مقدار مؤلفه b نیز مشابه تغییرهای L بود که از ابتدای تشکیل میوه تا ۱۲۰ روز پس از گلدهی افزایش و سپس رو به کاهش نهاد. مقدار هیو تا مرحله پایانی نمو رو به کاهش بود که در پایان به ۵۶/۷۰ رسید. مقدار کروما در مرحله خلال و تغییر رنگ کامل میوه افزایش قابل توجهی داشت و به ۴۷/۶۹ رسید و تا انتهای مراحل نمو روندی کاهشی داشت (شکل ۷-ب).

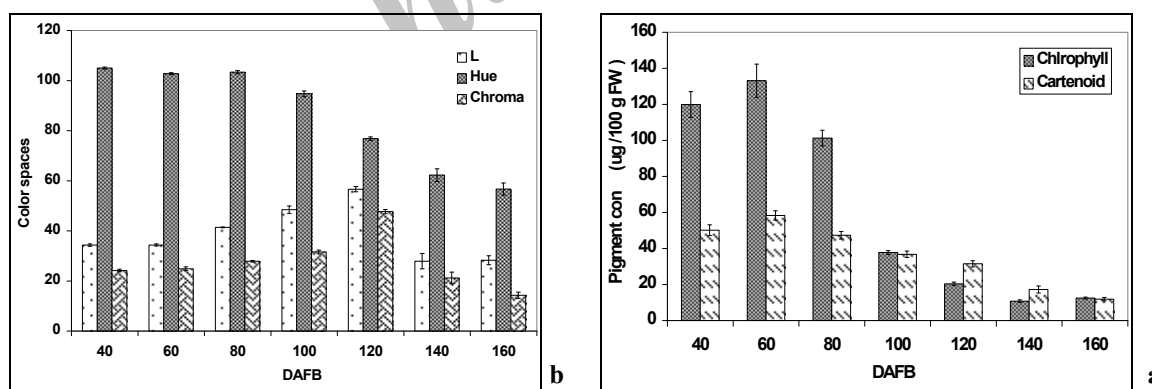


Fig. 7. The pattern of changes in fruit periderm pigments (a) and surface color (b) of 'Barhee' date fruits.

شکل ۷- مقایسه غلظت رنگی‌های پریدرم میوه (a) و رنگ سطحی (b) میوه‌های خرما رقم 'برجی' در روند رشد.

غلظت عناصر غذایی

بررسی غلظت عناصر غذایی در گوشت میوه (شکل ۸-ا) نشان داد که میوه خرما غنی از پتاسیم می‌باشد و بیشترین غلظت پتاسیم، ۸۰ روز پس از گلدهی (۱/۷۳٪ وزن خشک) به دست آمد و در مراحل خارک، رطب و تمار، غلظت پتاسیم به ترتیب ۱/۰۴، ۰/۹۲ و ۰/۹۶٪ وزن خشک میوه بود. همچنین غلظت عناصر غذایی کلسیم و منیزیم میوه خرما نیز قابل توجه بود. غلظت کلسیم، ۸۰ روز پس از گلدهی ۱۲۴/۳۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک بود. در ادامه رشد میوه غلظت آن کاهش یافت و ۱۶۰ روز پس از گلدهی به ۲۶/۸۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک رسید. غلظت منیزیم از ابتدای تشکیل میوه تا مرحله خلال رو به کاهش بود و در ۴۰ روز آخر نمو میوه، غلظت آن اندکی افزایش یافت و ۱۶۰ روز پس از گلدهی غلظت منیزیم به ۴۵/۶۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک رسید.

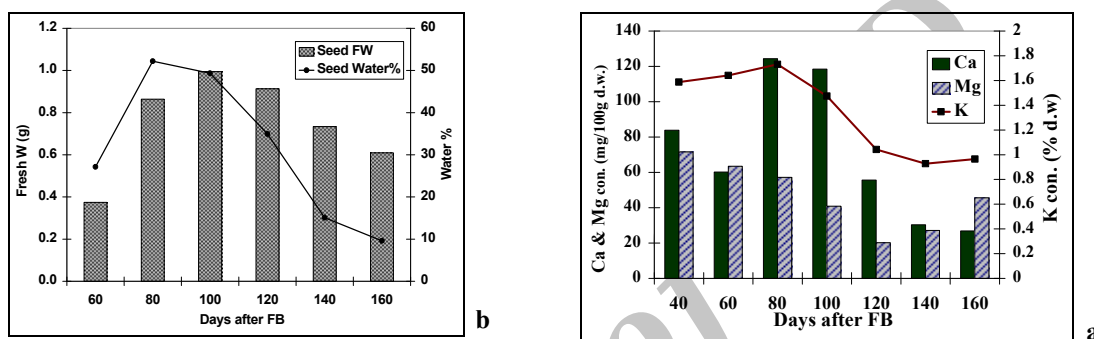


Fig. 8. The pattern of changes in nutrient content (a) seed FW and water content (b) of 'Barhee' date fruits.

شکل ۸- تغییرهای غلظت عناصر غذایی (a)، وزن تر و درصد آب بذر (b) میوه‌های خرما رقم 'برحی' در روند رشد.

وزن تر بذر و درصد رطوبت آن

بررسی تغییرهای وزن بذر و درصد آب آن که از ۶۰ روز پس از تلقیح آغاز گردید نشان داد که تا ابتدای مرحله خلال (۱۰۰ روز پس از تلقیح) وزن بذر افزایش یافته و به ۰/۹۹ گرم رسید ولی در ادامه وزن آن به آرامی کاهش یافت و در مرحله پایانی نمو به ۰/۶۱ گرم رسید. تغییرهای آب بذر نیز از الگوی مشابهی پیروی نمود با این تفاوت که ۸۰ روز پس از تلقیح، بذر میوه از بالاترین درصد آب (۵۲/۲۳٪) برخوردار بود و در مرحله تمار که میوه از بذری سخت برخوردار است رطوبت میوه به ۹/۶٪ کاهش یافت (شکل ۸-ب).

بررسی روابط همبستگی بین ویژگی‌های ارزیابی شده نشان‌دهنده رابطه قوی برخی ویژگی‌ها با یکدیگر بود (جدول‌های ۱ و ۲). در سر تا سر فصل رشد روند تغییرهای قطر با تغییرهای حجم، وزن تر و طول میوه مطابقت داشت. این نتایج بیانگر آسانی برآورد وزن تر، وزن خشک و حجم میوه (و به عبارتی روند رشد میوه) از راه اندازه‌گیری قطر میوه در فصل رشد و با کمک رابطه‌های همبستگی محاسبه شده می‌باشد. در طول فصل رشد، روند تغییرهای pH با تغییرهای اسیدیته قابل تیتراسیون مطابقت داشت و افزایش pH، با کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره میوه همراه بود. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، یک رابطه همبستگی قوی بین مقدار آب میوه و فعالیت آبی بافت میوه وجود داشت که با ضریب همبستگی بالا نشان داد با کاهش آب آزاد بافت مقدار عددی فعالیت آبی نیز کاهش می‌یابد. همچنین بررسی رابطه بین کلروفیل کل و مؤلفه رنگی هیو نشان داد یک رابطه با ضریب همبستگی ($R^2 = 86\%$) وجود داشت.

جدول ۱- ضریب همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در ۸ مرحله نمو میوه خرما 'برحی'.
Table 1. Correlation coefficients between physicochemical properties evaluated in 8 growth stages in date palm fruits cv. 'Barhee'.

	وزن تر FW	% آب % Water	حجم Volume	قطر Diameter	طول Length	طول/قطر L/D	سفتی بافت Firmness
وزن تر FW	1						
درصد آب % Water	-0.265	1					
حجم Volume	0.991 ^{††}	-0.172	1				
قطر Diameter	0.947 ^{††}	-0.160	0.948 ^{††}	1			
طول Length	0.968 ^{††}	-0.319	0.956 ^{††}	0.977 ^{††}	1		
طول/قطر L/D	0.776 ^{††}	-0.674 ^{††}	0.742 ^{††}	0.686 ^{††}	0.822 ^{††}	1	
سفتی بافت Firmness	-0.478 ^{††}	0.905 ^{††}	-0.389 [†]	-0.408 [†]	-0.546 ^{††}	-0.808 ^{††}	1

†Significant at 1% level

† معنی‌دار در سطح ۱٪

††Significant at 5% level

†† معنی‌دار در سطح ۵٪

جدول ۲- ضریب همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در ۸ مرحله نمو میوه خرما 'برحی'.
Table 2. Correlation coefficients between physicochemical properties evaluated in 8 growth stages in date palm fruits cv. 'Barhee'.

	TSS	TA اسیدیته	pH پهانش	TSS/TA قند/اسید	Ca کلسیم	Mg منیزیم	K پتاسیم	Chlr کلروفیل	Cartd کارتونید	Aw فعالیت آبی	L روشنایی	Hue هیو	Chroma کروما
TSS	1												
TA اسیدیته	-	1											
pH پهانش	0.68 ^{**}	-	1										
TSS/TA قند/اسید	0.64 ^{**}	0.97 ^{**}	-	1									
Ca کلسیم	0.84 ^{**}	-	0.91 ^{**}	-	1								
Mg منیزیم	-	0.52 ^{**}	-0.47 [*]	-0.53 ^{**}	-	1							
K پتاسیم	0.55 ^{**}	-	-	-0.59 ^{**}	0.45 [*]	-	1						
Chlr کلروفیل	-	0.57 ^{**}	-	-0.81 ^{**}	0.56 ^{**}	0.83 ^{**}	-	1					
Cartd کارتونید	0.85 ^{**}	0.78 ^{**}	-	-0.69 ^{**}	0.32	0.89 ^{**}	0.86 ^{**}	-	1				
Aw فعالیت آبی	0.77 ^{**}	-	0.63 ^{**}	-0.82 ^{**}	0.44 [*]	0.82 ^{**}	0.88 ^{**}	0.91 ^{**}	-	1			
L روشنایی	-	0.71 ^{**}	-	-0.72 ^{**}	0.54 ^{**}	0.61 ^{**}	0.73 ^{**}	0.63 ^{**}	0.83 ^{**}	-	1		
Hue هیو	0.96 ^{**}	0.50 ^{**}	-0.46 [*]	-0.72 ^{**}	0.54 ^{**}	0.61 ^{**}	0.73 ^{**}	0.63 ^{**}	0.83 ^{**}	0.52 ^{**}	-	1	
Chroma کروما	-0.44 [*]	0.35	-0.38 [*]	-0.51 ^{**}	0.35	-0.13	0.11	-0.10	0.23	0.52 ^{**}	0.29	-	1
	0.95 ^{**}	0.75 ^{**}	-	-0.84 ^{**}	0.57 ^{**}	0.82 ^{**}	0.94 ^{**}	0.86 ^{**}	0.93 ^{**}	0.87 ^{**}	0.29	0.23	-
	-0.44 [*]	0.19	-0.21	-0.39 [*]	0.21	-0.16	0.02	-0.09	0.23	0.56 ^{**}	0.93 ^{**}	0.23	1

†Significant at 1% level

† معنی‌دار در سطح ۱٪

††Significant at 5% level

†† معنی‌دار در سطح ۵٪

بحث و نتیجه‌گیری

میوه خرما را می‌توان در چندین مرحله از رشد و نمو خود برداشت و مصرف نمود و مرحله "رسیدن" در رقم‌های مختلف یکسان نمی‌باشد. در مورد میوه خرما، اولین نشانه‌های نرم شدن میوه (ایجاد لکه‌های رطوب) معادل "مرحله بلوغ" معرفی شده است و تغییرهای بیشتر در بخش گوشتی میوه، همانند از دست‌دهی آب جزء "زوال" یا "پیری" میوه به حساب می‌آید (۱۴). بررسی مراحل نمو میوه رقم 'برحی' نشان داد که میوه این رقم در حدود ۱۲۰ روز پس از عمل تلقیح میوه وارد مرحله بلوغ می‌شود و بسته به نوع مصرف، اصطلاح رسیدن را برای هر یک از سه مرحله خلال، رطب و تمار می‌توان به کار برد. از این نظر رقم 'برحی' از معدود رقم‌هایی است که در سه مرحله پایانی نمو برداشت و مصرف می‌شود. همچنین بررسی کل دوره رشد و نمو میوه در دو سال پی در پی نشان داد که رقم 'برحی' برای رسیدن کامل میوه (مرحله تمار) روی درخت به حدود ۱۶۰ روز زمان نیاز دارد که در مقایسه با دیگر رقم‌های خرما یک رقم میان‌رس به حساب می‌آید. تراهی (۲) نیز دوره نمو میوه خرما، رقم 'برحی' در اهواز را ۱۵۰ روز گزارش نمود که اختلاف اندک می‌تواند به دلیل اختلافات دمایی تابستان در سال‌های مختلف باشد.

میوه خرما از نظر گیاه‌شناسی یک سته می‌باشد که از یک هسته سخت و فیبری و بخش خوراکی (فرابر) تشکیل شده است. مهمترین تفاوت میوه‌های نرمال و بکر بار تشکیل هسته در میوه‌های نرمال است. میوه‌های بکر بار در بیشتر رقم‌های خرما خوراکی نیستند و همان‌گونه که در شکل‌های مختلف نشان داده شد، تفاوت‌های زیادی از نظر ظاهری، شکل و ویژگی‌های فیزیوشیمیایی با میوه‌های نرمال دارند. میوه‌های نرمال پس از گذشت ۴۰ روز با افزایش سریع وزن تر مواجه شدند که این افزایش تا اواسط مرحله خلال ادامه یافت. تبدیل میوه به رطب و سپس به تمار سبب کاهش وزن تر میوه گردید که این کاهش وزن به طور عمده به دلیل از دست دادن رطوبت میوه بود. بر خلاف میوه‌های نرمال، وزن تر میوه‌های بکر بار تا ۸۰ روز پس از تلقیح افزایش آرامی داشت و در ادامه نیز رطوبت میوه تغییر چندانی نداشت. این مسأله را می‌توان بدین دلیل دانست که میوه‌های بکر بار به ندرت به رطب تبدیل می‌شوند و از این رو آبی از دست نمی‌دهند. در مورد دلیل کاهش یا عدم افزایش وزن خشک میوه در ۲۰ روز آخر نمو گزارشی یافت نشد ولی به نظر می‌رسد علت این مسأله سوختن بخشی از مواد ذخیره‌ای میوه‌های نرمال و چوبی شدن بافت میوه‌های بکر بار در پایان فصل رشد باشد. نتایج فوق با نتایج تراهی (۲) در بررسی چرخه نمو رقم‌های خرمای 'استعمران' و 'برحی' مطابقت داشت. عزیزه و همکاران (۱۱) نیز تغییرهای مشابهی را در وزن تر، خشک و مقدار رطوبت رقم‌های سودان گزارش نمودند. از آنجایی که وزن میوه از نظر باغدار و فروشنده اهمیت زیادی دارد، فروش در مرحله خارک که وزن تر میوه بیشینه بوده و نسبت به وزن میوه در مراحل رطب و تمار به ترتیب $\frac{1}{3}$ و $\frac{1}{6}$ برابر می‌باشد در اولویت است زیرا افزون بر نوبر بودن محصول، وزن خوشه‌ها نیز بیشتر است. تغییرهای طول و قطر میوه بیانگر رشد سیگموئیدی میوه خرما در رقم 'برحی' می‌باشد. در این گونه منحنی رشد که به صورت S می‌باشد، می‌توان رشد میوه را به سه فاز لگاریتمی، خطی و پیری تقسیم نمود. کاهش طول و قطر میوه‌های نرمال در دو مرحله آخر نمو (رطب و تمار) به دلیل از دست‌دهی آب و جمع‌تر شدن میوه می‌باشد. همچنین بررسی الگوی رشد رقم 'دگل‌نور' نیز نشان داد طول و قطر میوه این رقم تا اواسط دوره رشد افزایش دارد ولی پس از آن کم می‌شود (۱۴).

تغییرهای حجم میوه‌های نرمال نیز، از یک سیر صعودی-نزولی برخوردار بود و تا حدود ۱۲۰ روز پس از گلدهی وزن افزایش یافت و در مرحله خلال، میوه بالاترین حجم را داشت که پس از تبدیل میوه به رطب و تمار

حجم کاهش یافت. در میوه‌های بکر بار تا پایان فصل رشد، حجم به صورت تدریجی و با شتاب آرامی افزایش داشت، اگر چه این افزایش در ۲۰ روز آخر نمو کندتر گردید. مهمترین اختلاف میوه‌های نرمال و بکر بار از نظر رشد و اندازه نهایی میوه، به دلیل وجود بذر است که در اثر تلقیح در میوه تشکیل می‌شود. بذرها منبعی غنی از هورمون‌هایی مانند اکسین، جبرلین‌ها و سایتوکینین‌ها هستند که مهمترین نقش آن‌ها به ویژه در اوایل دوره نمو میوه جذب مواد فتوسنتزی ساخته شده در برگ‌ها به داخل میوه است (۳).

در زمینه تغییرهای سفتی بافت میوه خرما در طول روند رشد و دلایل این تغییرهای گزارشی مشاهده نگردید ولی به نظر می‌رسد افزایش اولیه سفتی بافت می‌تواند در ارتباط با افزایش مقدار مواد فیبری بافت در نتیجه افزایش تعداد یاخته‌ها در واحد حجم و ضخیم شدن دیواره یاخته‌ها باشد. در ادامه رشد طولی یاخته‌ها و بیشتر شدن فضای بین یاخته‌ها سبب کمتر شدن تراکم مواد فیبری و پکتیکی در واحد حجم و در نتیجه کاهش سفتی بافت می‌شود (۳). آنچه مسلم است در مرحله تبدیل میوه به رطب، بافت به طور ناگهانی نرم می‌شود به گونه‌ای که با فشار اندکی می‌توان میوه را له نمود. نرم شدن بافت در میوه‌های مختلف می‌تواند به دلیل از بین رفتن آماس یاخته‌ها و شکسته شدن دیواره‌های یاخته‌ها در اثر فعالیت آنزیم‌ها باشد. در زمینه نحوه فعالیت این آنزیم‌ها در فرآیند رسیدن و تبدیل میوه به رطب گزارش منتشر شده‌ای مشاهده نگردید ولی بریولد (۱۳) نرم شدن میوه خرما را در ارتباط با فعالیت آنزیم‌های پکتین‌استراز و پلی‌گالاکتروناز می‌داند. از دست دادن آب و افزایش غلظت قندها در مرحله تمار باعث افزایش ویسکوزیته و در نتیجه بیشتر شدن سفتی بافت می‌شود. بررسی تغییرهای غلظت مواد جامد محلول (TSS) در میوه‌های نرمال و بکر بار نشان داد که از ۸۰ روز پس از گلدی که اواخر مرحله کیمری می‌باشد، TSS افزایش یافت و این افزایش در مرحله خارک شدت بیشتری پیدا کرد. با توجه به غلظت TSS می‌توان خرما را شیرین‌ترین میوه به حساب آورد به گونه‌ای که در قدیم، در برخی مناطق از آن به عنوان منبع قند استفاده می‌کردند و امروزه نیز از رقم‌های درجه دوم خرما، قند مایع تولید می‌شود (۱۳). در مرحله تمار، به علت آب از دست‌دهی غلظت قندها و TSS بیشتر می‌شود. بررسی‌های مختلف انجام شده در زمینه قندهای میوه خرما نشان می‌دهد که تجمع قند در میوه رقم‌های مختلف از الگوی مشابهی پیروی می‌کند. تجمع سریع قندها اندکی قبل از بلوغ رخ می‌دهد، به عبارتی قبل از تجمع مقدار مشخصی از قندها در میوه، نمی‌توان آن‌را به صورت مصنوعی به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رساند (۲۱). در مقایسه با میوه‌های نرمال، میوه‌های بکر بار به رطب تبدیل نمی‌شوند و بیشتر آن‌ها در پایان فصل نمو هنوز سبز هستند و TSS آن‌ها به ۱۵/۴۴٪ می‌رسد. در موارد خاصی که برخی از میوه‌های بکر بار به رطب تبدیل شدند، غلظت مواد جامد محلول در آن‌ها به بیش از ۴۰٪ رسید.

از جمله دیگر ویژگی‌های مورد بررسی که تأثیر زیادی بر کیفیت و مزه میوه دارد غلظت اسیدیته قابل تیتر و pH عصاره بود. نکته قابل توجه این بود که اسیدیته میوه تا انتهای مرحله کیمری افزایش و در ادامه کاهش یافت. در بیشتر میوه‌ها با نزدیک‌تر شدن به زمان رسیدن اسیدیته میوه کاهش می‌یابد. وارسته (۷) کاهش اسیدیته میوه انار در زمان رسیدن را گزارش نمودند. همچنین پژوهش‌های انجام گرفته برای میوه‌هایی مانند هلو و ازگیل نیز کاهش اسیدیته در زمان رسیدن را نشان داد (۱۶، ۲۳). مهمترین تفاوت میوه خرما با دیگر میوه‌ها، زمان رسیدن آن است، زیرا زمانی میوه خرما از لحاظ مصرف‌کننده رسیده است که از نظر فیزیولوژیک مرحله پیری را هم طی نموده و پس از زوال کامل میوه، به مرحله مرگ رسیده است. میوه خرما در مرحله خلال و رطب، از نظر فیزیولوژیک مرحله‌ای معادل رسیدن در سایر میوه‌ها را طی می‌کند و همان‌گونه که دیده شد تا این مرحله اسیدیته میوه کم می‌شود. درباره علت افزایش اسیدیته در مراحل تمار گزارشی مشاهده نگردید. شاید بتوان

افزایش غلظت اسیدها و به‌ویژه استیک اسید در مراحل پایانی نمو میوه خرما را به تخمیر تدریجی قندهای میوه و تولید الکل و اسید استیک نسبت داد و علت ترش شدن ناگهانی برخی رقم‌های خرما در مرحله رطب را بالا بودن نسبت آب به قند میوه و افزایش بیش از اندازه غلظت استیک اسید میوه دانست. از جمله ویژگی‌های مرتبط با اسیدیته، pH عصاره میوه می‌باشد که فعالیت میکروارگانیسم‌ها را زیر تأثیر قرار می‌دهد (۲۴). در گزارشی محدوده تغییرهای pH میوه رسیده خرما، رقم 'دگلتنور' بین ۵/۳ تا ۶/۳ عنوان شده است (۱۳).

بررسی غلظت عناصر غذایی نشان از افزایش مقدار پتاسیم، کلسیم و منیزیم تا اواسط دوره رشد و سپس کاهش آن داشت. نتایج حاصل در مورد تغییرهای عناصر غذایی با نتایج به دست آمده توسط تراهی (۲) و الجبوری و همکاران (۱۰) مطابقت داشت. همچنین در گزارشی غلظت عناصر K، Ca و Mg در مرحله خلال رقم 'برحی' در امارات متحده عربی به ترتیب ۷۹۶، ۱۰ و ۴۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش گردید (۸). به طور کلی و بر اساس نتایج به دست آمده و تأیید آن توسط نتایج دیگر پژوهشگران می‌توان گفت میوه رسیده خرما یک منبع غنی از عنصر پتاسیم به شمار می‌رود (۴، ۵).

از جمله دیگر ویژگی‌های مورد بررسی که اهمیت زیادی برای خرما دارد فعالیت آبی بود که بیانگر مقدار آب آزاد بافت است و بسیاری از واکنش‌های شیمیایی، تغییرهای آنزیمی و رشد میکروارگانیسم‌ها متأثر از آن می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که با آغاز کاهش آب میوه (مرحله خلال) فعالیت آبی نیز کاهش یافت. آب دارای تأثیرهای چند جانبه بر ماندگاری، مزه و کیفیت ظاهری است. میوه خرما رقم 'برحی' در آخرین مرحله نمو از فعالیت آبی کمتر از ۰/۶ برخوردار بود بنابراین می‌توان میوه را در مرحله تمار بدون نگرانی به مدت طولانی نگهداری کرد. در مرحله رطب، فعالیت آبی میوه در حدود ۰/۸ و بیشتر بود، از این رو جهت افزایش ماندگاری، کاهش رطوبت میوه ضروری است. در مورد فعالیت آبی میوه خرما در مراحل مختلف نمو گزارشی مشاهده نگردید ولی بلوچ و همکاران (۱۲) فعالیت آبی خرما رقم داکمی در مرحله تمار را ۰/۶ گزارش کردند.

بررسی مراحل رشد و نمو میوه‌های نرمال بیانگر این مطلب است که رنگ ظاهری میوه خرما از زمان تشکیل تا برداشت تغییرهای زیادی داشت. اندازه‌گیری رنگی‌های کلروفیل و کارتنوئید نشان داد که برخلاف بالا بودن غلظت کارتنوئیدها در برابر میوه خرما، تا زمانی که کلروفیل‌ها غالب هستند (ابتدای مرحله خلال)، میوه به رنگ سبز می‌باشد. در مرحله خلال، اپیدرم میوه به رنگ زرد درآمد. به نظر می‌رسد که برخلاف کمتر شدن غلظت کارتنوئیدها نسبت به مراحل قبل، دلیل اصلی تغییر رنگ ظاهری میوه، از بین رفتن رنگ سبز غالب مربوط به کلروفیل‌ها می‌باشد. بر این اساس می‌توان خرما را در گروه میوه‌هایی مانند موز قرار داد که زرد شدن میوه نه به دلیل سنتز کارتنوئیدها، بلکه به دلیل از بین رفتن رنگ سبز ناشی از کلروفیل است. نتایج اندازه‌گیری رنگ سطحی میوه توسط دستگاه هانتربل مؤید نتایج اندازه‌گیری رنگی‌های کلروفیل و کارتنوئید بود و افزایش مقدار عددی a (مثبت تر شدن) نشان‌دهنده کاهش شدت رنگ سبز میوه بود. بررسی کلی نتایج به دست آمده از روند تغییرهای فیزیوشیمیایی میوه‌های نرمال و بکر بار حاکی از آن بود که از نظر ویژگی‌های مربوط به ابعاد میوه (طول، قطر، وزن و حجم میوه)، اختلاف قابل توجهی از همان مراحل اوایل نمو مشهود است ولی برای برخی ویژگی‌ها مانند درصد آب، سفتی، اسیدیته، پ هاش عصاره و غلظت مواد جامد محلول در چند مرحله اول نمو اختلاف چندانی وجود ندارد ولی در سه مرحله پایانی نمو و آغاز مرحله خلال، غلظت برخی از ترکیب‌های نامبرده شده تغییر قابل توجهی می‌یابد. به نظر می‌رسد با توجه به این که خرما رقم 'برحی' از جمله رقم‌های با تانن کم در مراحل اولیه نمو می‌باشد، استفاده از تیمارهایی که بر حجم و اندازه میوه تأثیرگذارند (مانند مواد

تنظیم کننده رشد) می‌تواند اندازه میوه و قابلیت مصرف آن را زیر تأثیر قرار دهد و اهمیت آن‌ها را به عنوان فرآورده‌ای با ارزش اقتصادی افزایش دهد.

سیاسگزاری

بدینوسیله از مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور به خاطر همکاری در عملیات نمونه‌گیری و نیز آزمایشگاه‌های گروه باغبانی دانشگاه‌های شهید چمران اهواز و تربیت مدرس که در مراحل مختلف انجام این پژوهش همکاری‌های لازم را به عمل آوردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

منابع

- ۱- پژمان، ح. ۱۳۸۰. راهنمای خرما: کاشت، داشت و برداشت. نشر آموزش کشاورزی، ۲۶۶ ص.
- ۲- تراهی، ع. ۱۳۷۷. بررسی تغییرات کمی و کیفی میوه خرما در ارقام استعمران و برخی در طول دوره رشد و نمو. پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، ۱۱۴ ص.
- ۳- راحمی، م. ۱۳۸۰. فیزیولوژی درختان میوه: رشد و نمو (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۱۲ ص.
- ۴- فلاحی، م. ۱۳۷۹. خرما. رشد و نمو، دستاوری و بسته‌بندی. انتشارات بارثاوا، تهران، ۱۲۴ ص.
- ۵- کاشانی، م. ۱۳۷۱. خرما. انتشارات صندوق مطالعاتی نخیلات. چاپ اول. ۱۰۲ ص.
- ۶- مرتضوی، س. م. ح. ک. ارزانی، و م. برزگر. ۱۳۸۵. کاربرد بسته‌بندی تحت خلأ و شرایط اتمسفر تغییر یافته بر ماندگاری و کیفیت میوه خرما در مرحله خلال. مجله علمی کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۹: ۱۲۷-۱۲۵.
- ۷- وارسته، ف. ۱۳۸۵. تغییرات فیزیکوشیمیایی میوه انار طی روند رشد. پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران، تهران، ۱۸۸ ص.
8. Ahmed, A.W.K. and I.A. Ahmed. 1995. Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening . Food Chem. 54:305-309.
9. Al Farsi, M.A., and C.Y. Lee, 2008. Nutritional and functional properties of dates: A review. Critic. Rev. Food Sci. Nutr. 48:877-887.
10. Aljuburi, H.J., H. Al-Mesry and M. Al-Banna. 1994. Mineral contents of five date palm cultivars in various stages of fruit development. Bull. Fac. Agr. Univer. Cario, 45:165-186.
11. Aziza, M., D.B. Harper, and D.E. Johnston. 1986. Biochemical changes during ripening of some Sudaese date varieties. J. Sci. Food Agr. 37:43-53.

12. Baloch, M.K., S.A. Saleem, A.K. Baloch, W.A. Baloch. 2006. Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. Food Sci. Technol. 39:671-676.
13. Barreveld, W.H. 1993. Date Palm Products. Agricultural Services Buletin No 101. 216pp. F.A.O., Rome, Italy.
14. Coggins, J. and L.N. Knapp. 1969. Growth development and softening of the Deglet Noor date fruit. Date Growers' Inst. 46:10-11.
15. Dowson V.H. W. and A. Aten. 1962. Dates: Handling, Processing and Packing. FAO Agricultural Development Paper No. 72, 392 pp. F.A.O., Rome.
16. Glew, R.H., F.A. Ayaz, C. Sanz, D.J. Vanderjagt, H.S. Huang, L.T. Chuang, and M. Strnad. 2003. Changes in sugars, organic acids and amino acids in medlar during fruit development and maturation. Food Chem. 83:363-369.
17. Mahdavian, K., M. Ghorbanali, K.M. Kalantri, The Effects of ultraviolet radiation on the contents of chlorophyll, flavonoid, anthocyanin and proline in *Capsicum annuum* L. Turkish J. Bot. 32:25-33.
18. Mansouri, A., G. Embarek, E., Kokkalouc, and P. Kefalas. 2005. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Chem. 89:411-420.
19. Mortazavi, S.M.H., K. Arzani, and M. Barzegar. 2010. Changes in sugars and organic acids in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) during fruit development and maturation, cv. Barhee. The Fourth Int. Date Palm Conf., Abu Dhabi, UAE.
20. Oudejans, J.H.M. 1969. Date palm. In: Outlines of Perennial Crops Breeding in the Tropics. Ferwerda, F.P. and F. Wit (ed). Landbouwhogeschool papers, Wageningen, The Nethwrlands, 243 p.
21. Reuveni, O. 1986. Date. In: Handbook of Fruit Set and Development Monselise, P.S., (ed.). CRC press, Boca Raton, Florida, U.S.A. 568 p.
22. Rygg, G.L. 1946. Compositional changes in the date fruit during growth and ripening. U.S.D.A. Technic. Bull. 910.51

23. Wu, B.H., B. Quilot, M. Genard, J. Kervalla and S.H. Li. 2005. Changes in sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches, *P. davidiana* and hybrids as analyzed by principal component analysis. *Sci. Hort.* 103:429-439.
24. Zeuthen, P. and L.B. Sorenson. 2003. *Food Preservation Techniques*. CRC Press, Boca Raton, U.S.A. 600 p.

Archive of SID

EVALUATION OF GROWTH PATTERN AND CHANGES IN PHYSICOCHEMICAL ATTRIBUTES OF NORMAL AND PARTHENO-CARPIC DATE FRUITS CV. 'BARHEE'

S.M.H. MORTAZAVI, K. ARZANI AND M. BARZEGAR¹

Evaluation of growth and development pattern of fruits is a subject of interest to plant physiologists and horticultural researchers and may also be of economic importance for understanding the associated problems. This study was undertaken to ascertain the nature of fruit development in the date cv. 'Barhee', with particular reference to the comparison of parthenocarp and normal fruits from pollination to harvest time. Fruits were harvested at 20 days intervals during a 160 days growth cycle and evaluated for fresh weight, diameter and length, volume, water content, total soluble solids (TSS), acidity, pH, firmness, surface color change, total chlorophyll and carotenoids, water activity and major mineral contents. Normal fruits exhibited a sigmoid growth pattern. Lightness decreased with fruit maturity as did estimated pigments. Color change and TSS were responsible indicators of ripening of 'Barhee' date fruit at different stages including Khalal, Rutab and Tamar. Inversely, parthenocarp fruits showed considerably different growth pattern and they almost didn't reach maturity stage and strong significant variation was also found at harvest time between normal and parthenocarp fruit attributes. Mineral element analysis showed that date fruit cv. 'Barhee' is a rich source of potassium and the concentrations of K, Ca and Mg had an increase till the mid of growth cycle and then decreased gradually.

Keywords: Date palm (*Phoenix dactylifera* L.), Growth Pattern, Normal and Parthenocarp fruits, cv. 'Barhee'.

1. Assistant Professor (mortazavi_mh@yahoo.com), Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University, Professor, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University, Ahvaz I.R. Iran, respectively.