طراحی، ساخت و ارزیابی مکانیزم هسته‌گیر خرما

محمد حسین رئوفت[۱]، سید مهدی نصیری[۲*]، علی اشراقی[۳]

۱- استاد بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز
۲- استادیار بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز، nasiri@shirazu.ac.ir
۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز

چکیده

ایران سومین تولید کننده و دومین صادرکننده‌ی خرما است. ارزش اقتصادی به ازاء هر تن خرمای صادراتی ایران نسبت به کشورهای صادرکننده‌ی خرما به علت عدم انجام فرآوری مناسب در رتبه‌ی پانزدهم جهانی قرار دارد. هسته‌گیری یکی از فرآیندهایی است که موجب افزایش ارزش افزوده‌ی خرما می‌گردد. دستگاه‌های ساخته شده برای هسته‌گیری خرمای کامل از روش پانچی برای خروج هسته از خرما استفاده کرده‌اند. در این پژوهش یک واحد هسته‌گیر خرما به روش گیره‌ای برای اولین بار طراحی، ساخته و ارزیابی شد. کارآئی واحد هسته‌گیر در سه سطح سرعت مکانیزم و پنج سطح محتوای رطوبتی بر پایه‌ی تر برای خرمای مضافتی مورد آزمون قرار گرفت. رطوبت محصول تأثیر معناداری بر روی هسته‌گیری از خود نشان نداد اما سرعت تأثیر معناداری بر آن داشت ($p < ۰/۰۵$). میانگین درصد گوشت از دست رفته ۲/۱ درصد بدست آمد و بین تیمارهای رطوبت، سرعت و برهمکنش آن‌ها اختلاف معنی‌داری در درصد گوشت از دست رفته وجود نداشت. رطوبت، سرعت و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد تغییر طول و قطر خرما نداشتند. با افزایش سرعت درصد تغییر طول کاهش و درصد تغییر قطر خرما افزایش یافت اما با افزایش رطوبت درصد تغییر طول افزایش و درصد تغییر قطر خرما روند کاهشی پیدا کرد. میانگین تغییر طول خرما ٪۱۱- و میانگین تغییرات قطر ٪۷/۳ بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: خرما، هسته‌گیر، طراحی و ساخت ، مضافتی

مقدمه

میوه خرما از لحاظ گیاه‌شناسی یک رسته، شامل یک هسته تنها است که توسط یک اندوکارپ شبه پارانشیم فیبری، مزوکارپ گوشتی و پوست میوه یا پری کارپ احاطه شده است. میوه آن از لحاظ شکل، اندازه و وزن به واریته و شرایط رشد آن بستگی دارد. معمولاً در اغلب واریته‌ها به صورت دوک مانند و در برخی واریته‌ها شبیه به کره است (Falade and Abbo, 2007).

در دنیا بیش از ۳۰۰۰ رقم خرما شناسایی شده است که در نقاط و کشورهای مختلف پراکنده هستند. یکی از خوش طعم‌ترین و دلچسب‌ترین انواع خرما در جهان خرمای مضافتی است. این رقم خرما به رنگ بنفش تیره متمایل به سیاه، گوشت‌دار و پر شهد می‌باشد. اندازه دانه‌های آن معمولاً بین ۲/۵ الی ۴/۵ سانتیمتر است، محصول آن نسبتاً زیاد و از جمله خرماهای تر محسوب می‌شود. نوع مرغوب آن در شهرستان بم از استان کرمان بعمل می‌آید و به طور کلی سومین خرمای مهم ایران از نظر میزان کاشت محسوب می‌شود (هاشم پور، ۱۳۷۸).

بر اساس آمار FAO[1] در سال ۲۰۱۲ ایران رتبه‌ی سوم تولید خرما را در جهان دارا بود. مطابق این آمار رتبه‌های اول و دوم تولید خرما متعلق به کشورهای مصر و عربستان سعودی بود. ایران دومین صادر کننده‌ی خرما از نظر میزان صادرات می‌باشد اما قیمت واحد تن خرمای صادراتی ایران به علت فرآوری نامناسب رتبه‌ی پانزدهم را دارد (Anonymous, 2012).

از مراحل فرآوری خرما می‌توان جداسازی و تمیزکردن خرما، کلاهک‌گیری، درجه‌بندی مکانیکی خرما، رساندن خرما، آبگیری، آبدهی، براق کردن و هسته‌گیری را می‌توان نام برد. خرمای بدون هسته از جهت ایجاد بازارهای جدید و مصرف‌کنندگان جدید و همچنین به عنوان ماده‌ی اولیه‌ی فرآورده‌های دیگر مورد توجه قرار می‌گیرد. هسته‌ی خرما خود یک محصول جانبی است که از عمل هسته‌گیری خرما بدست می‌آید. نتایج تحقیقات حاکی از این است که هسته خرما برای دام و طیور دارای ارزش غذایی است و می‌توان آن را به عنوان یک ماده خوراکی به جیره دام و طیور اضافه نمود (زاغری و همکاران، ۱۳۸۸; Aldhaheri *et al*., 2004; Vandepopuliere *et al*., 1995). بر اساس پژوهش‌های محققان هسته‌ی خرما دارای خواص دارویی نیز می‌باشد. به عنوان مثال جوشانده‌ی هسته‌ی خرما برای دفع سنگ کلیه و بیماری‌های مثانه مفید است (معطر، ۱۳۸۷). تحقیات دیگر نیز نشان داده است که عصاره‌ی هسته‌ی خرما اثر ضد باکتری دارد (شریعتی و همکاران، ۱۳۸۹).

روش معمول برای هسته‌گیری خرما روش پانچی است که پتیت و مونیترو[2] (۱۹۹۱) از این روش برای هسته‌گیری خرما استفاده کردند آن‌ها از یک حسگر برای تفکیک خرماهای هسته‌گیری شده با خرماهای هسته‌گیری نشده استفاده کردند. کیپرمن و سیلبرمن[3] (۱۹۹۶) دستگاه هسته‌گیر خرمای پانچی را درست کردند که دستگاه آن‌ها از یک تغذیه خاص به صورت زیپی استفاده می‌کرد و خرما مابین دو سر زیپ قرار می‌گرفت و در حین حرکت ریل زیپی پانچ به پائین حرکت کرده و هسته‌گیری انجام می‌شد. آن‌ها در سال ۱۹۹۸ یک دستگاه هسته‌گیر خرما با روش پانچی درست کردند که پیش از انجام هسته‌گیری میوه‌های خرما را بر اساس اندازه‌اشان تفکیک می‌نمود. کاسترو[4] (۲۰۰۴) نیز در دستگاه هسته‌گیر خرمای خود از روش پانچی استفاده کرد. ابزار پانچ این دستگاه دارای شیارهایی برای شستشوی پانچ بود. پولیتینو و مورسوکی[5] در سال ۲۰۰۸ دستگاه هسته‌گیر خرمایی را به ثبت رساندند. آن‌ها از پانچی با حرکت نوسانی منحنی مانند استفاده کردند که عملیات هسته‌گیری را در حین حرکت نوار نقاله انجام

1- Food and Agriculture Organization of the United Nations
2- Petit and Monteiro
3- Cimperman and Silbermann
4- Castro
5- Politino and Morsucci

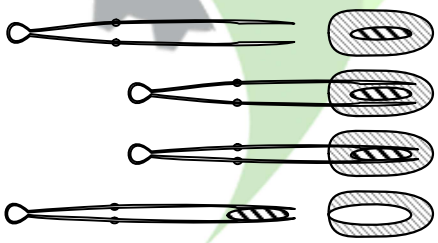
می‌داد. دستگاه لارسن[1] (۲۰۱۲) برای هسته‌گیری خرما دارای سیستم مادون قرمز برای تشخیص کیفیت میوه برای هسته‌گیری بود که پیش از هسته‌گیری خرماهای با کیفیت پائین را جدا می‌نمود. نوروزی و رئوفت یک دستگاه هسته‌گیر پانچی در سال ۱۳۸۳ ساختند. آن‌ها رطوبت بهینه برای هسته‌گیری خرمای مضافتی را از نظر میزان تغییر شکل خرما و گوشت از دست رفته ۲۳٪ اعلام کردند. اسکوئی و رئوفت (۱۳۸۴) دستگاه مذکور را تکمیل و اعلام کردند که تلفات گوشت از دست رفته در تیمارهای مختلف رطوبت، نیروی پانچ، رقم (مضافتی – کبکاب) اختلاف معنی‌داری نداشتند. آن‌ها خرمای مضافتی را مناسب‌تر از رقم کبکاب از نظر تغییر شکل ظاهری برای انجام هسته‌گیری اعلام کردند.

روش‌های دیگری نیز برای هسته‌گیری خرما مورد استفاده قرار گرفته است. لاولند[2] در سال ۱۹۶۴ از دو پانچ روبروی هم که از بالا و پائین خرما وارد آن می‌شدند و هسته را با کمک همدیگر از یک سمت بیرون می‌آوردند، استفاده کرد. فرانسیسکو[3] در سال ۱۹۵۴ در هسته‌گیر خود از روش مکشی با ایجاد خلاء استفاده کرد. آشلوک[4] نیز در سال ۱۹۵۲ با استفاده از دو پانچ موازی هسته‌ی خرما را از کنار آن خارج نمود.

در این طرح یک مکانیزم گیره‌ای به عنوان روش جدیدی برای هسته‌گیری خرما به منظور کاهش توقف دستگاه به علت چسبندگی خرما و حفظ شکل ظاهری میوه، طراحی و ساخته شده و این مکانیزم در سه سرعت مختلف هسته‌گیری و پنج سطح رطوبت خرما مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ایده‌ی این طرح به گونه‌ای بود که گیره همانند شکل ۱ وارد گوشت خرما شود، هسته را محاصره کند و پس از بسته شدن دهانه گیره هسته را بین خود گرفته و حین حرکت رو به عقب هسته را از داخل خرما بیرون بکشد. در این روش فقط یک سر خرما شکاف می‌خورد.

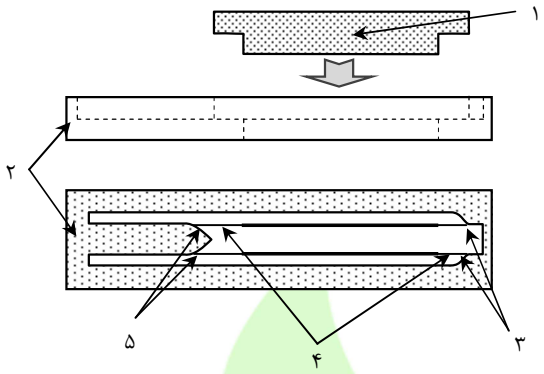


شکل ۱. مراحل هسته‌گیری با روش گیره‌ای

برای باز و بسته کردن دهانه‌ی گیره بین دو روش ریلی و بادامکی، روش ریلی برگزیده شد. ریلی همانند شکل ۲ طراحی و ساخته شد که میله‌های هدایت کننده‌ی متصل به گیره‌ی خرما داخل آن قرار گرفت. با حرکت رفت و برگشتی گیره‌ی خرما، فنر

1- Larsen
2- Loveland
3- Francisco
4- Ashlock

قرار گرفته داخل ریل مسیر حرکت میله‌های هدایت‌کننده‌ی گیره‌ی خرما را عوض می‌کرد، این کار باعث آن شد که دهانه‌ی گیره در زمان‌های معین باز و یا بسته شود.



۱- فنر، ۲- بدنه ریل، ۳- گلوگاه بسته شدن گیره، ۴- قسمت مرتعش فنر، ۵- گلوگاه باز شدن

شکل ۲: ریل حرکت گیره و فنر

انجام آزمایش در بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام پذیرفت. برای ارزیابی مکانیزم از دو متغیر محتوای رطوبت بر پایه‌ی تر و سرعت هسته‌گیری تحت قالب آزمایش فاکتوریل و طرح پایه کاملاً تصادفی استفاده شده است. برای تأمین رطوبت‌های مورد نیاز آزمایش ابتدا رطوبت میوه‌های خرما با روش رطوبت تعادلی در کنار نمک NaCl در ظرف‌های مخصوص به مدت ۲۱ روز به ۲۸٪ (بر پایه تر) رسانده شد. سپس خرماها در آون دیجیتال قرار داده شدند و با اندازه‌گیری مداوم وزن ۵ نمونه میزان رطوبت آن‌ها با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$M_{vb} = \frac{W_1 \times 0/2831_2 - (W_1 - W_2)}{W_2} \qquad (1)$$

در این رابطه W_1 وزن اولیه میوه‌ی خرما؛ W_2 وزن ثانویه‌ی میوه‌ی خرما؛ M_{vb} محتوای رطوبتی بر پایه تر است.

تعداد ۳۰ عدد خرما در رطوبت‌های ۲۸٪، ۲۶٪، ۲۴٪، ۲۲٪ و ۲۰٪ (بر پایه تر) جدا شد و برای آزمایش به منظور حفظ رطوبت بسته‌بندی شد.

سرعت هسته‌گیری برابر با تعداد سیکل رفت و برگشتی گیره‌ی خرما در یک دقیقه تعریف شد (رابطه ۲).

$$\text{سرعت هسته‌گیری} = \frac{\text{تعداد نامی هسته‌گیری خرما}}{\text{دقیقه}} \qquad (2)$$

مکانیزم برای سه سرعت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ (NNP/min[1]) هسته‌گیری در دقیقه کالیبره شد. پیش از انجام هسته‌گیری وزن، طول، قطر کوچک و قطر بزرگ خرما اندازه‌گیری و ثبت شد. برای هر تیمار سرعت – رطوبت ۱۰ عدد خرما به صورت تصادفی انتخاب گردید و عملیات هسته‌گیری روی آن‌ها صورت پذیرفت. پس از هسته‌گیری وزن گوشت، وزن هسته، طول، قطر کوچک و قطر بزرگ خرما اندازه‌گیری و ثبت شد.

درصد هسته‌گیری با رابطه زیر محاسبه گردید:

$$PI = \frac{N_p}{N} \times ۱۰۰ \quad (۳)$$

که PI درصد هسته‌گیری؛ N_p تعداد هسته‌گیری موفق؛ N تعداد کل هسته‌گیری است.

برای تحلیل میزان هسته‌گیری آزمون $\chi^۲$ برای سنجش معنی‌داری بین گروه‌ها انتخاب شد. روش محاسبه‌ی $\chi^۲$ در رابطه‌ی ۴ نشان داده شده است.

$$\chi^۲ = \sum \frac{(f_{oi} - f_e)^۲}{f_e} \quad (۴)$$

در این رابطه f_{oi} فراوانی بدست آمده؛ f_e فراوانی مورد انتظار (که از روی فراوانی تمامی داده‌ها بدست می‌آید) می‌باشد.

برای مقایسه‌ی هر جفت تیمار داده‌ها از دو روش $\chi^۲$ یا z-test می‌توان استفاده کرد. z-test نسبت به $\chi^۲$ در نشان دادن اختلاف‌ها دارای حساسیت بیش‌تری است به همین دلیل در این پژوهش از z-test برای مقایسه‌ی جفت تیمارها استفاده گردید. برای انجام این تحلیل ماکروهایی در برنامه‌ی Microsoft Excel 2010 نوشته شد.

$$z = \frac{p_۱ - p_۲}{S.E.(p_۱ - p_۲)} \quad (۵)$$

$$S.E.(p_۱ - p_۲) = \sqrt{pq(\frac{۱}{n_۱} + \frac{۱}{n_۲})} \quad (۶)$$

$$p = \frac{n_۱p_۱ + n_۲p_۲}{n_۱ + n_۲} \quad (۷)$$

$$q = ۱ - p \quad (۸)$$

در رابطه‌های فوق، z داده‌ی استاندارد شده‌ی نرمال؛ S.E. انحراف معیار؛ p_i نسبت رخداد ۱ در تیمار iام؛ q_i نسبت رخداد صفر در تیمار iام؛ p نسبت رخداد ۱ در کلیه تیمارها؛ q نسبت رخداد صفر در کلیه تیمارها و n_i تعداد دسته‌ی iام است.

میزان گوشت از دست رفته‌ی خرما نیز با رابطه زیر اندازه‌گیری شد:

$$W_L = \frac{W_۱ - (W_۲ + W_C)}{W_۱} \quad (۹)$$

1- Numinal number of pitting

که W_L وزن گوشت از دست رفته؛ W_1 وزن قبل از هسته‌گیری؛ W_2 وزن بعد از هسته‌گیری و W_C وزن هسته می‌باشد.

با داشتن قطر کوچک و بزرگ خرما قطر متوسط آن با رابطه‌های زیر محاسبه شد.

$$d_m = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (10)$$

که d_m قطر متوسط خرما؛ d_1 قطر کوچک خرما و d_2 قطر بزرگ خرما می‌باشد.

درصد تغییر شکل ظاهری نیز با رابطه‌های زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد تغییر طول} = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \times 100 \quad (11)$$

که h_1 طول پیش از هسته‌گیری و h_2 طول پس از هسته‌گیری است.

$$\text{درصد تغییر قطر} = \frac{\Delta d}{d_1} \times 100 \quad (12)$$

که d_1 میانگین قطر پیش از هسته‌گیری و d_2 میانگین قطر پس از هسته‌گیری است.

نرمال بودن داده‌های درصد گوشت از دست رفته، درصد تغییر طول و درصد تغییر قطر توسط برنامه‌ی Minitab 14.0 بررسی شد. از برنامه‌ی SPSS 19.0 به منظور انجام تجزیه واریانس توسط آزمون F برای تحقیق وجود اختلاف بین تیمارهای مختلف سرعت – رطوبت در میزان گوشت از دست رفته، درصد تغییر طول و درصد تغییر قطر و آزمون دانکن برای مقایسه‌ی میانگین آن‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

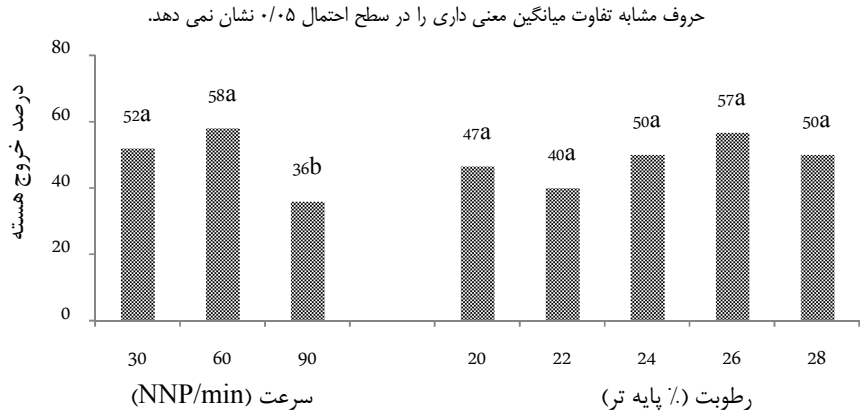
ارزیابی هسته‌گیری

تأثیر رطوبت و سرعت بر فراوانی هسته‌های خارج شده از میوه با آزمون χ^2 بررسی شد. اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ بین رطوبت‌ها حاصل نشد ($p=0/78$ و $\chi^2=1/76$) اما سرعت مکانیزم در سطح احتمال ۰/۰۵ اثر معنی‌داری بر درصد هسته‌گیری داشت ($p=0/04$ و $\chi^2=6/25$). آزمون z برای مقایسه‌ی جفت رطوبت‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد اما بین سرعت‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میانگین هسته‌گیری ۴۹٪ و انحراف از معیار آن ۶٪ بدست آمد (شکل ۳).

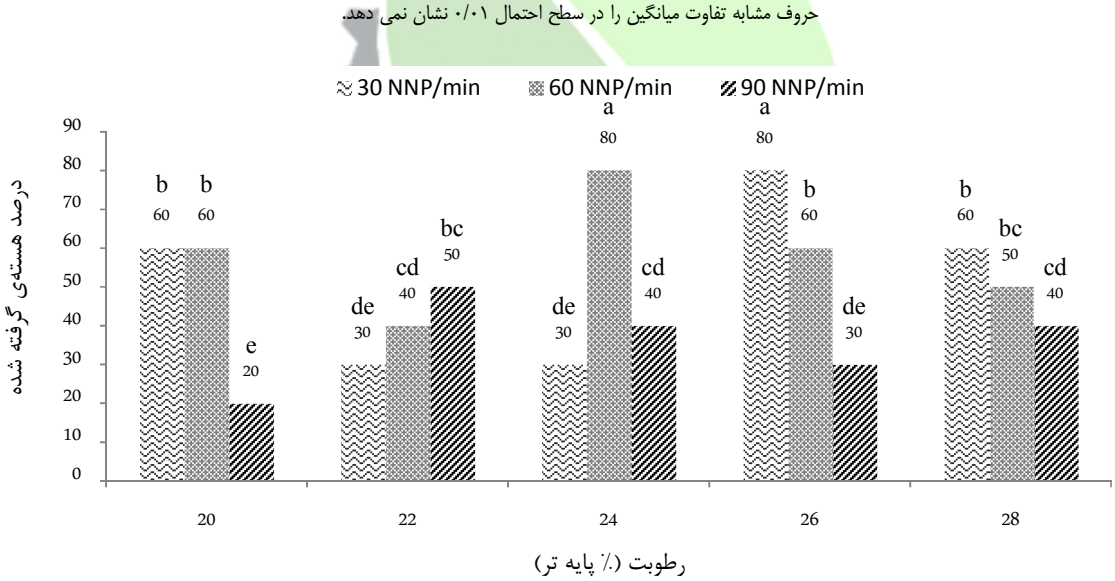
مدت زمانی به طول می‌انجامد تا گیره به علت فنری بودن کاملاً در حالت باز و یا بسته قرار گیرد. در این مدت گیره نوسانات کوچکی انجام می‌دهد. می‌توان علت کاهش درصد هسته‌گیری در سرعت (۹۰NNP/min) را افزایش نوسانات گیره دانست که مانع انجام کامل عملیات هسته‌گیری شده است. در سرعت‌های پائین‌تر نوسانات گیره کم‌تر می‌باشد و گیره فرصت مناسب را برای رسیدن به فاصله‌ی تعیین شده در هنگام ورود به خرما را دارد.

با توجه به وجود ۱۵ تیمار رطوبت – سرعت به منظور انجام مقایسه‌های جفتی بین تیمارها ۱۰۵ مقایسه توسط آزمون z صورت

پذیرفت. وجود و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها و میزان فراوانی هسته‌گیری آن‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳. درصد هسته‌گیری در رطوبت‌های مختلف خرما



شکل ۴. درصد هسته‌گیری در رطوبت و سرعت‌های مورد آزمایش

بیش‌ترین مقدار هسته‌گیری در هر سرعت در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱. میزان بیش‌ترین هسته‌گیری در سرعت‌های مختلف

سرعت (NNP/min)	رطوبت (٪ بر مبنای تر)	بیش‌ترین هسته‌گیری (٪)
۳۰	۲۶	۸۰
۶۰	۲۴	۸۰
۹۰	۲۲	۵۰

بررسی درصد گوشت از دست‌رفته

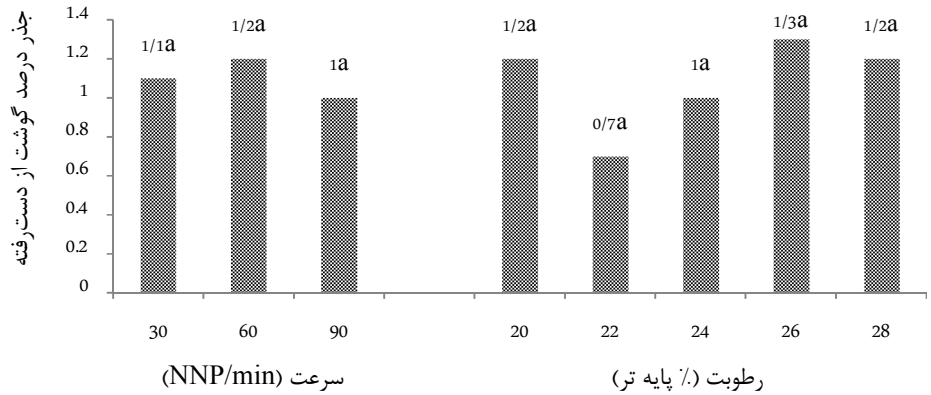
داده‌های درصد گوشت از دست رفته با گرفتن جذر نرمال شدند. سپس توسط تجزیه واریانس اختلاف درصد گوشت از دست رفته میان تیمارهای مختلف مورد تحقیق قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس جذر درصد گوشت از دست رفته

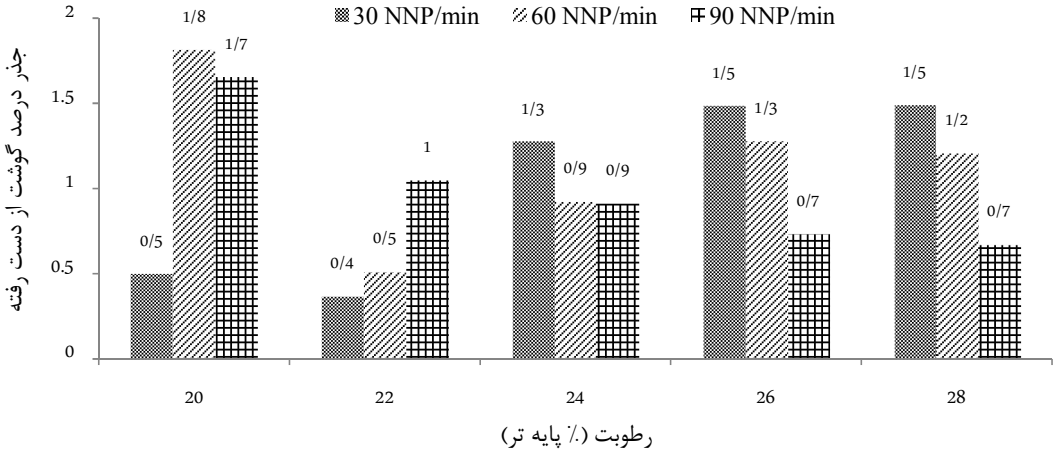
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
رطوبت	۳	۴	۰/۷	۰/۶^{ns}
سرعت	۰/۳	۲	۰/۱	۰/۱^{ns}
رطوبت × سرعت	۹/۵	۸	۱/۲	۱/۱^{ns}
خطا	۶۵/۵	۵۸	۱/۱	
کل	**۱۶۶**	**۷۲**		

ns: نشان دهنده‌ی عدم معنی‌داری است ($p > ۰/۰۵$)

همان طور که مشاهده می‌شود رطوبت، سرعت و برهمکنش رطوبت و سرعت بر جذر درصد گوشت تأثیر معناداری را نشان نداند. میانگین گوشت از دست رفته در خرماهای هسته‌گیری شده برابر با ۲/۰۸ درصد بود که به میزان قابل توجهی پائین است. در شکل ۵ جذر درصد گوشت از دست رفته در سرعت‌های مختلف و در رطوبت‌های مختلف به تفکیک نشان داده شده است. آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری بین رطوبت‌ها و همچنین بین سرعت‌ها بر جذر گوشت از دست رفته در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان نداد.



شکل ۵. میانگین درصد گوشت از دست رفته در سرعت‌های مورد آزمایش



شکل ۶. میانگین درصد گوشت از دست رفته در تیمارهای مورد آزمایش

بررسی درصد تغییر طول خرما

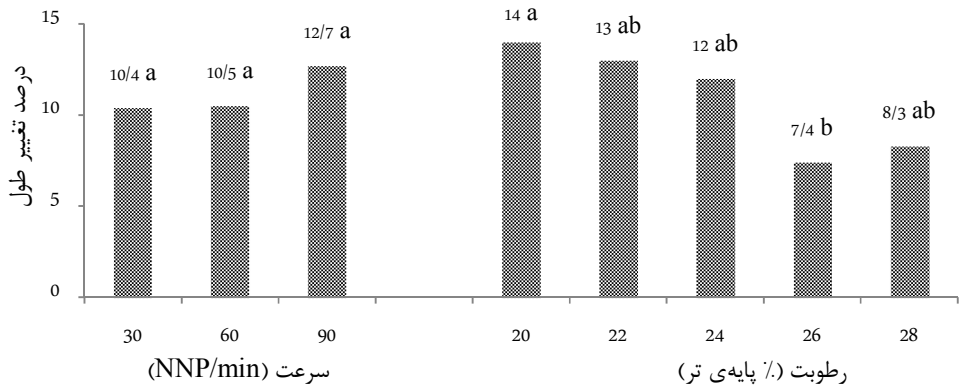
تجزیه واریانس درصد تغییر طول خرما نشان داد رطوبت، سرعت و اثر برهمکنش آن‌ها تأثیری بر درصد تغییر طول خرما نداشته‌اند (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس درصد تغییر طول خرما

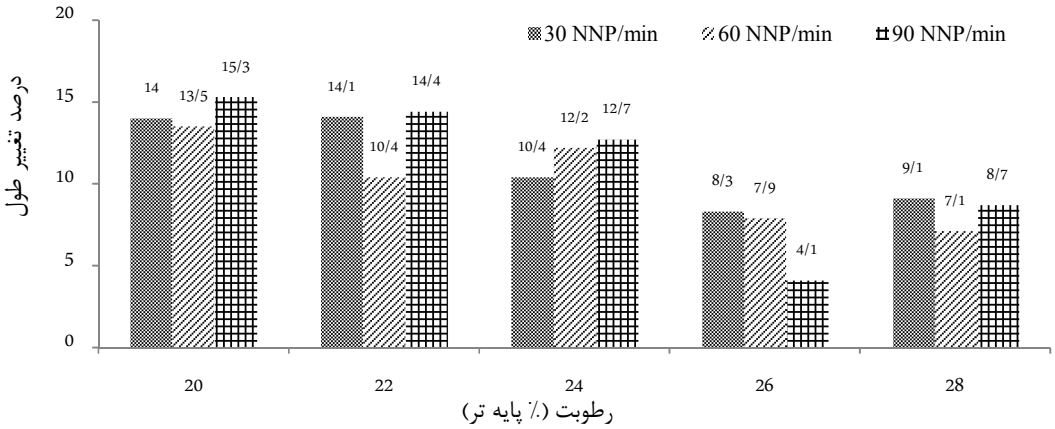
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
رطوبت	۴۲۶/۹	۴	۱۰۶/۷	۱/۷^{ns}
سرعت	۴۹/۶	۲	۲۴/۸	۰/۴^{ns}
رطوبت × سرعت	۲۱۵/۲	۸	۲۶/۶	۰/۴^{ns}
خطا	۳۵۷۲/۹	۵۸	۶۱/۶	
کل	**۱۳۲۶۴/۱**	**۷۲**		

ns: نشان دهنده‌ی عدم معنی‌داری است ($p > ۰/۰۵$)

به صورت کلی میانگین درصد تغییر طول در تمامی خرماهای هسته‌گیری شده حدود ۱۱-٪ بدست آمد. آزمون دانکن بین سرعت‌های مختلف اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۵ بر درصد تغییر طول نشان نداد. با افزایش رطوبت درصد تغییر طول کاهش یافت (شکل ۷). در زمانی که رطوبت بسیار بالا باشد گیره‌ی خرما به راحتی وارد بافت آن می‌شود و نیروی جانبی زیادی به اطراف وارد نمی‌کند در نتیجه طول خرما کاهش قابل ملاحظه‌ای ندارد. با کاهش رطوبت و افزایش سفتی میوه‌ی خرما یکپارچگی خرما افزایش می‌یابد در نتیجه تغییر طول خرما پس از هسته‌گیری نیز افزایش می‌یابد.



شکل ۷. میانگین درصد تغییر طول در سرعت‌های مورد آزمایش



شکل ۸. میانگین درصد تغییر طول در تیمارهای مورد آزمایش

بررسی درصد تغییر قطر

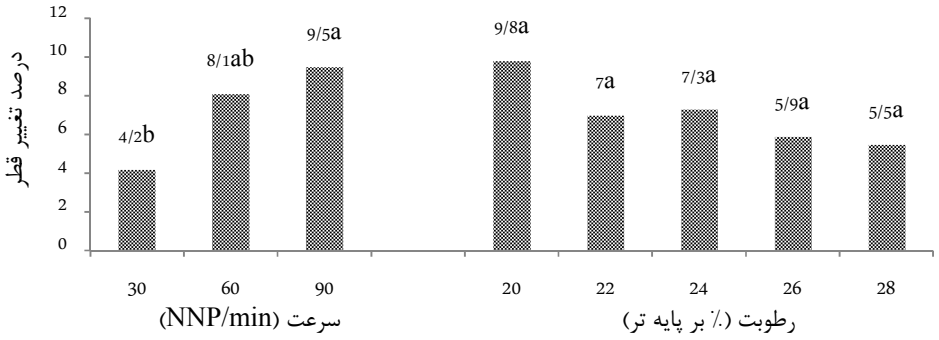
همان طور که در جدول تجزیه واریانس شماره ۴ مشاهده می‌شود رطوبت، سرعت و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد تغییر قطر نداشته است.

جدول ۴. تجزیه واریانس درصد تغییر قطر خرما

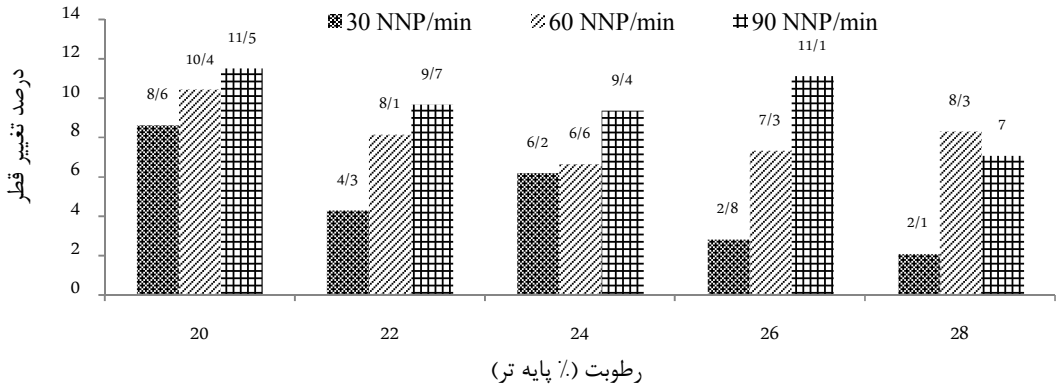
منابع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
رطوبت	۱۳۳/۹	۴	۳۳/۵	۰/۵^{ns}
سرعت	۳۳۸/۸	۲	۱۶۹/۴	۲/۵^{ns}
رطوبت × سرعت	۱۰۴/۲	۸	۱۳/۰	۰/۳^{ns}
خطا	۳۹۰۱/۲	۵۸	۶۷/۳	
کل	۸۱۵۵/۴	۷۲		

ns: نشان دهنده‌ی عدم معنی‌داری است ($p > ۰/۰۵$)

میانگین درصد تغییر قطر در خرماهای هسته‌گیری شده برابر با ۷/۳۰ بدست آمد. با افزایش سرعت درصد تغییر قطر افزایش یافت اما با افزایش رطوبت به علت کاهش نیروی جانبی به دیواره‌ی خرما در هنگام هسته‌گیری درصد تغییر قطر کاهش یافت (شکل ۹).



شکل ۹. میانگین درصد تغییر قطر در سرعت‌های مورد آزمایش



شکل ۱۰. میانگین درصد تغییر قطر در تیمارهای مورد آزمایش

نتیجه‌گیری کلی

میانگین درصد هسته‌گیری ۴۹٪ بود. با توجه به ارزیابی‌های صورت‌گرفته رطوبت در بازه‌ی ۲۰–۲۸٪ تأثیر معناداری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر روی هسته‌گیری از خود نشان نداد. سرعت در سطح احتمال ۰/۰۵ تأثیر معناداری روی میزان هسته‌گیری داشت. در کل رطوبت ۲۶٪ بیش‌ترین هسته‌گیری را داشت. سرعت ۶۰NNP/min نیز بالاترین درصد هسته‌گیری را داشت. بیش‌ترین هسته‌گیری در تیمار با رطوبت ۲۶٪ و سرعت ۳۰NNP/min و همچنین تیمار با رطوبت ۲۴٪ و سرعت ۶۰NNP/min به میزان ۸۰٪ مشاهده شد. میانگین درصد گوشت از دست رفته در تیمارهای مختلف سرعت – رطوبت برابر ۲/۰۸ درصد بوده و بین تیمارهای رطوبت، سرعت و برهمکنش رطوبت – سرعت اختلاف معنی‌داری در درصد گوشت از دست رفته وجود نداشت. سرعت NNP/min کم‌ترین گوشت از دست رفته را داشت. رطوبت ۲۲٪ نیز کم‌ترین گوشت از دست رفته را داشت. کم‌ترین درصد گوشت از دست رفته در تیمار با سرعت ۳۰NNP/min و رطوبت ۲۲ اتفاق افتاد. رطوبت، سرعت و اثر برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری روی درصد تغییر طول خرما نداشتند. با افزایش سرعت درصد تغییر طول خرما افزایش یافت. کم‌ترین تغییر طول خرما در سرعت ۳۰NNP/min مشاهده شد. با افزایش رطوبت نیز درصد تغییر طول خرما روند کاهش پیدا کرد. کم‌ترین درصد تغییر طول خرما در رطوبت ۲۶٪ مشاهده شد. کم‌ترین درصد تغییر طول خرما نیز متعلق با رطوبت ۲۶٪ و سرعت ۹۰NNP/min بود. تیمارهای سرعت، رطوبت و اثر برهمکنش سرعت و رطوبت نیز تأثیر معناداری بر روی درصد تغییر قطر خرما پس از هسته‌گیری نشان ندادند. مطلوب‌ترین تیمار آزمایش رطوبت ۲۶ درصد (بر مبنای تر) و سرعت ۶۰NNP/min بود که هسته‌گیری ۸۰٪، گوشت از دست‌رفته ۲/۱٪، تغییر طول ۷/۹–٪، قطر ۷/۳٪ مشاهده شد.

منابع

۱. اسکویی، ح. و رئوفت، م. ۱۳۸۴. تکمیل مراحل طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه هسته‌گیر خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲. ایران منش، س. م. ۱۳۷۹. مقدمه‌ای بر کاربرد تکنولوژی مدرن در تولید، فرآوری، بسته‌بندی و صادرات خرما. چاپ اول، انتشارات سازمان چاپ المهدی، تهران.

۳. زاغری، م.، قاسمی، م.، شیوازاده، م. و شیخ احمد، ا. ۱۳۸۸. بررسی ارزش غذایی هسته خرما در تغذیه جوجه‌های گوشتی. مجله علوم دامی ایران، دوره ۴۰، شماره ۴.

۴. شریعتی، ا.، پردلی، ح.، خادمیان، آ. و کیائی، ا. ۱۳۸۹. بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره‌های میوه و هسته خرما (*Phoenix dactylifera L.*) علیه سویه‌های استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم. مجله علوم غذایی و تغیه، سال هفتم، شماره ۴.

۵. معطر، ف. ۱۳۸۷. کنفرانس گیاهان دارویی، تالار زیتون، دانشکده علوم پزشکی اصفهان.

۶. نوروزی، ع. و رئوفت، م. ۱۳۸۳. طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه هسته‌گیر خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۷. هاشم‌پور، م. ۱۳۷۸. گنجینه خرما، نشر آموزش کشاورزی، تهران.

8. Aldhaheri, A., G. Alhadrami, N. Aboalnaga, I. Wasfi, and M. Elridi. 2004. Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rates fed date pits. Feed Chemistry 86: 93-97.
9. Anonymous. 2012. *Agricultural Production Domain. FAO statistics*. (http://faostat. fao. org/site/339/default. aspx visited on February 29, 2012)
10. Ashlock, G. W. 1952. Machine for removing pits from fruit. United States Patent Office, No. 2604131.
11. Castro, E. 2004. Pitting knives having an axial bore and method for decontaminating a drupe. United States Patent Office, No. US 6827007 B2.
12. Ciperman, F. J. and K. Silberman. 1996. Apparatus for pitting prunes of dates. United States Patent Office, No. 5577439.
13. Ciperman, F. J. and K. Silberman. 1998. Pitting apparatus with box cam; wiping blade, or separating assembly. United States Patent Office, No. 5970949.
14. Falade, K. O. and E. S. Abbo. 2007. Air-drying and rehydration charadcteristics of date palm fruits (*phoenix dactylifera L.)*. Journal of Food Engineering 31: 724-730.
15. Fransisco, M. E. 1954. Pitting and stuffing apparatus. United States Patent Office, No. 2681089.
16. Larsen, L. J. 2012. Continuous fruit pitting by singularization of fruit pieces. United States Patent Office, No. US 8196508 B2.
17. Loveland, M. W. 1964. Fruit pitting machine. United States Patent Office, No. 3159195.
18. Petit, G. and D. Monteiro. 1991. Device for pitting fruit particullarly prunes. United States Patent Office, No. 5024147.
19. Politino, M. and J. Morsucci. 2008. Pitting machine comprising a punching head which performs a

curvilinear oscillatory movement in synchronization with the translation movement of fruits to be pitted. United States Patent Office, No. US 7320280 B2.

20. Vandepopuliere. J. M., Y. Al-Yousef, and J. J. Lyons. 1995. Dates and date pits as ingredients in broiler starting and coturnix quail breeder diets. Poultry Science 74: 1134-1142.

Design, fabrication and evaluation of a pitting mechanism for date fruit

Mohammad Hossein Raoufat[1], Seyed Mehdi Nassiri[2*], Ali Eshraghi[3]

1- Professor, Department of Biosystems Engineering, Shiraz University
2- Assistant professor, Department of Biosystems Engineering, Shiraz University
3- Former graduate student, Department of Biosystems Engineering, Shiraz University
*- Corresponding author: nasiri@shirazu.ac.ir

Abstract:

Iran is the third largest producer and second largest exporter of date fruits. Due to lack of appropriate processing, Iran date fruit export bas been ranked fifteenth among other date fruit exporting countries. Pitting is one of the processes that increase the fruit economic value. Existing pitting machines use punching method. In the present study a clamp - type pitting unit for date fruit was designed, developed and evaluated as a new method. Pitting mechanism was evaluated on Mazafati cultivar at three nominal rates of pitting per min and at five moisture contents. Results showed that date moisture content has no significant effect on pitting, while pitting rate can affect in a significant manner. Other results showed moisture content, pitting rate and their interaction significantly influenced on percentage of lost flesh. Average loss in flesh weight was 2.1%. Moisture content, pitting rate and their interaction did not show any significant effect on percentage of fruit height and diameter change. As the rate of pitting increased, the fruit height tend to increase too. With the increasing moisture content, fruit height percentage decreased. Mean fruit height change was -11%. As the rate of pitting increased, the fruit diameter tends to increase too. With increasing of moisture content, pitted fruit diameter change increased. Mean of fruit diameter change was 7.3%.

Keywords: Date, Pitter, Design and Evaluation, Mazafati