طراحی، ساخت و ارزیابی مکانیزم هسته‌گیر خرما

سید حسین صدری[۱]، محمد حسین رئوفت[۲]، سید مهدی نصیری[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، بخش مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شیراز

۲- استاد، بخش مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شیراز

۳- دانشیار، بخش مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شیراز

چکیده

ایران به عنوان سومین تولید کننده و دومین صادر کننده خرما به لحاظ عدم فرآوری مناسب در کشور در رتبه پانزدهم از نظر ارزش اقتصادی به ازای هر تن خرمای صادراتی قرار دارد. هسته‌گیری یکی از فرایندهایی است که موجب افزایش ارزش افزوده خرما می‌گردد. در این پژوهش مکانیزم هسته‌گیری گیره‌ای با طرح جدید طراحی و ساخته شد. کارآیی واحد هسته‌گیر در سه سطح سرعت نامی مکانیزم (۶۰، ۹۰ و ۱۰۰ عدد هسته در دقیقه) و پنج سطح محتوای رطوبتی خرما بر پایه تر (۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۸٪) برای رقم مضافتی بررسی شد. با توجه به ارزیابی‌های انجام شده سرعت و رطوبت در میزان هسته‌گیری تأثیر معنی داری نداشتند. سرعت و برهمکنش سرعت و رطوبت تأثیری معنی داری در میزان گوشت از دست رفته نداشت. هر سه عامل رطوبت، سرعت و برهمکنش آن‌ها تأثیری معنی دار در میزان تغییر طول داشتند در حالی که تنها سرعت در میزان تغییر قطر اثر معنی دار نشان داد. مطلوب ترین حالت هسته‌گیری در سرعت۹۰ (تعداد نامی هسته گیریدر دقیقه) و رطوبت ۲۴٪ بود. در این تیمار درصد هسته‌گیری، درصد گوشت از دست رفته، درصد تغییر قطر و درصد تغییر طول به ترتیب ۸۱، ۱۰۰، ۱/۴ و ۱/۷ درصد بدست آمد.

کلمات کلیدی: خرما، هسته خرما، هسته‌گیری، مکانیزم گیره‌ای

مقدمه

شمال آفریقا و خاورمیانه از مهم‌ترین مناطق پرورش درخت خرما در جهان به شمار می‌آیند. در جهان بیشتر از صد میلیون اصله درخت خرما موجود است. سطح زیر کشت خرما در جهان به بیش از۸۰۰ هزار هکتار می‌رسد که عموماً چهار کشور مصر(۱۵۰۲هزار تن)، ایران (۱۰۸۴ هزار تن)، عربستان(۱۰۶۵ هزار تن) و امارات (۸۴۸ هزار تن) بیش از ۶۰ درصد تولید خرمای جهان را در دست دارند. بر طبق اعلام سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۳۸۶ مرکز آمار ایران تعداد درختان خرما بیش از ۵۵ میلیون اصله و میزان تولید حدود یک میلیون تن در سال بوده است. خرما از محصولات مهم کشاورزی ایران محسوب می‌شود که علیرغم تولید قابل توجه آن از صادرات نسبتاً پائینی برخوردار است (بی نام، ۱۳۸۶).

فرآوری خرما شامل مراحل جداسازی، تمیز کردن، کلاهک گیری، درجه‌بندی مکانیکی، رساندن خرما، آبگیری، آبدهی، براق کردن و هسته‌گیری می‌باشد. خرمای بدون هسته از بازار پسندی بیشتری نسبت به خرما هسته دار برخودار است. خرمای بی هسته به عنوان ماده اولیه فراورده‌های دیگر ویا تولید محصولات جدید تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. هسته خرما یک محصول جانبی به شمار می‌رود که برای دام و طیور دارای ارزش غذایی است و می توان آن را به عنوان یک ماده خوراکی به جیره آنها اضافه نمود (زاغری و همکاران، ۱۳۸۸؛ Aldhaheri *et al*, 2004;).

روش معمول برای هسته‌گیری خرما استفاده از پانچ است. پتیت و مونتیرو[1](۱۹۹۱) از این روش برای هسته‌گیری خرما استفاده کردند. آن‌ها از یک حسگر که در چاله‌ی سقوط هسته تعبیه شده بود و به یک مکانیزم قابل برنامه‌ریزی خودکار متصل بود که به کمک آن هسته‌گیری یا عدم انجام آن را مشخص می‌کردند. کیپرمن و سیلبرمن[2] (۱۹۹۶) دستگاه هسته‌گیر خرمای پانچی را ساختند که از یک مکانیزم تغذیه زیپ مانند استفاده می نمود. خرما مابین دو سر زیپ قرار می گرفت و در حین حرکت ریل عمل هسته‌گیری انجام می‌شد. آن‌ها در سال ۱۹۸۸ یک دستگاه هسته‌گیر خرما با روش پانچی ساختند که پیش از هسته‌گیری، میوه های خرما را بر اساس اندازه تفکیک می نمود. کاسترو[3](۲۰۰۴) نیز دستگاه پانچی ساخت که در آن شیارهایی برای شست و شوی پانچ در نظر گرفته شده بود. پولیتینو و مورسوکی[4] (۲۰۰۸) در دستگاه هسته‌گیر خرما از یک پانچ با حرکت نوسانی منحنی استفاده کردند که عملیات هسته‌گیری را در حین حرکت نوار نقاله انجام می‌داد. در دستگاه هسته‌گیر لارسن[5] (۲۰۱۲) از یک سیستم تشخیص مادون قرمز برای تشخیص و جدا کردن میوه فاقد کیفیت استفاده شد. نوروزی (۱۳۸۳) برای اولین بار یک دستگاه هسته‌گیر پانچی ساخت. بر اساس آزمایش هایی که وی انجام داد رطوبت بهینه برای هسته‌گیری خرمای مضافتی از نظر میزان تغییر شکل خرما و مقدار گوشت از دست رفته، ۳۳٪ اعلام شد. در ادامه اسکویی شمالی در سال ۱۳۸۴ دستگاه مذکور را تکمیل کرد. آزمایش های دستگاه جدید بر روی دو رقم خرمای مضافتی و کبکاب انجام شد و اعلام شد که سطوح مختلف عامل های رطوبت، نیروی پانچ و رقم (مضافتی- کبکاب) اثر معنی داری بر مقدار گوشت از دست رفته نداشتند. با این حال خرمای مضافتی رقم مناسب تری از رقم کبکاب شناخته شد.

رئوفت و همکاران (۱۳۹۲) از یک مکانیزم گیره‌ای برای اولین بار برای خارج کردن هسته از میوه خرما استفاده کردند. این گیره وارد گوشت خرما می‌شد و با گرفتن کامل هسته، آن را از درون میوه خارج می‌نمود. این طرح با هدف کاهش توقف دستگاه به علت چسبندگی خرما و حفظ شکل ظاهری میوه طراحی و ساخته شد. این مکانیزم در سه سطح سرعت هسته‌گیری و پنج سطح رطوبت خرما مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که رطوبت محصول تأثیر معنی داری بر هسته‌گیری نداشت، اما تأثیر

1 - Petit and Monteiro
2 - Ciperman and Silbermann
3 - Castro
4 - Politino and Morsucci
5 - Larsen

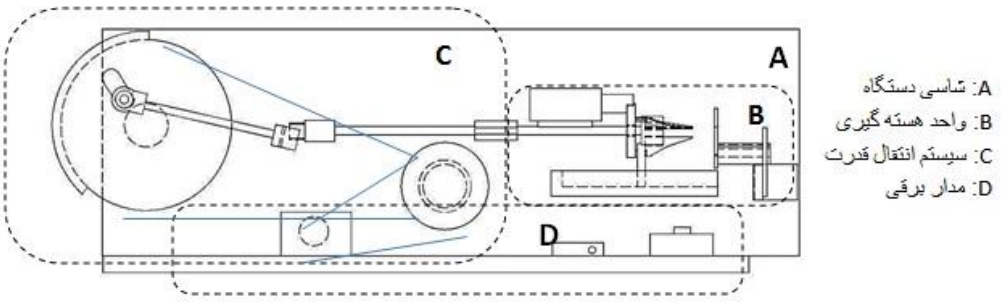
سرعت معنی دار بود ($P < ۰/۰۵$). میانگین درصد گوشت از دست رفته ۲/۱ ٪ بدست آمد و بین عامل های مختلف رطوبت، سرعت و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی داری در درصد گوشت از دست رفته مشاهده نشد. رطوبت، سرعت و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی داری بر درصد تغییر طول و قطر خرما نداشت. میانگین تغییر قطر خرما ۱۱ درصد و میانگین تغییرات قطر ۷/۳ درصد گزارش شد. این مکانیزم دارای معایبی از جمله آسیب به خرما به دلیل ورود گیره تا انتهای هسته، کاهش کارایی واحد هسته‌گیری در سرعت‌های زیاد، افزایش لرزش در سرعت‌های زیاد و عدم اطمینان از بسته شدن گیره به دلیل شکل مکانیزم باز و بسته شدن گیره بود (اشراقی، ۱۳۹۱).

هدف از پژوهش پیش رو افزایش کارایی مکانیزم هسته‌گیر گیره‌ای و کاهش تغییر شکل ظاهری میوه خرما است. برای این منظور مکانیزم گیره‌ای جدیدی ساخته شد و مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

ساخت واحد هسته گیر

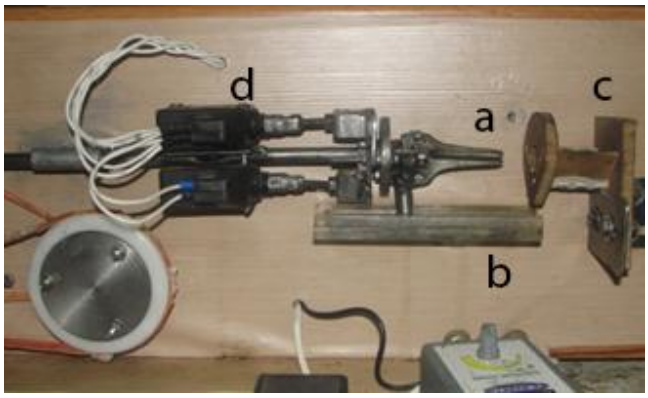
مکانیزم جدید با همان ایده قبلی طراحی شد به گونه‌ای که وارد میوه خرما شود و با گرفتن هسته آن را بیرون بکشد. با این حال تلاش گردید معایب مکانیزم قبل از جمله ارتعاش گیره حین ورود به میوه و لزوم احاطه کامل هسته حذف شود. در این مکانیزم از گیره نازک‌تر استفاده شد تا میوه دچار تغییرات فیزیکی کمتر قرار گیرد (شکل ۱).



شکل ۱ – طرح واره مکانیزم هسته‌گیر

گیره به صورت سه بازویی ساخته شد (شکل ۲). برای باز و بسته شدن بازوهای گیره از دو سلونوئید برقی استفاده شد که از دو میکروسویچ واقع بر روی یک قرقره فرمان می‌گرفتند. زمان‌بندی تحریک میکروسویچ ها توسط بادامک پیرامونی قرقره انجام می شد. به این صورت که در حرکت عادی دهانه گیره باز بود و هنگامی که میکروسویچ ها توسط بادامک تحریک می شدند بسته می

شد. زمان بسته شدن گیره هنگامی بود که گیره به اندازه کافی وارد گوشت خرما شده بود و بخشی از هسته را در بر گرفته بود (شکل ۳). با برگشت گیره به بیرون خرما هسته از میوه خارج می شد.



a: گیره‌ی خرما، b: ریل، c: تکیه‌گاه خرما، d: سلونوئید باز بسته شده گیره.

شکل ۲- مکانیزم هسته‌گیری

آزمایش مکانیزم جدید با دو عامل اصلی محتوای رطوبت خرما در ۵ سطح (۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۶ و۲۸ درصد بر مبنای تر) و سرعت هسته‌گیری در سه سطح (۳۰و۶۰و۹۰ nnp/min) ، در ۱۰ تکرار برای هر تیمار، برای خرما رقم مضافتی انجام شد. برای تأمین رطوبت‌های مورد نیاز آزمایش میوه های خرما با روش تعادلی در کنار نمک NaCl در ظرف‌های بدون درز به مدت ۲۱ روز به رطوبت ۲۸٪ (بر پایه تر) رسانده شدند. سپس در آون دیجیتال خشک شدند و با اندازه گیری مداوم وزن نمونه‌ها بر اساس رابطه (۱) در پنج دسته محتوای رطوبت تقسیم بندی شدند.

$$W_2 = \frac{W_1 \times (1 - 0.319)}{1 - M_{vb}} \qquad (۱)$$

در این رابطه W_1 وزن اولیه خرما، W_2 وزن ثانویه میوه خرما و M_{vb} محتوای رطوبت بر پایه تر (اعشاری) است. سرعت هسته‌گیری (نامی) برابر با تعداد سیکل رفت و برگشتی گیره خرما در یک دقیقه تعریف شد (رابطه ۲).

$$\text{سرعت هسته‌گیری} = \frac{\text{تعداد نامی هسته گیری خرما}}{\text{دقیقه}} \qquad (۲)$$

مکانیزم برای سه سرعت ۶۰، ۹۰ و ۱۰۰ هسته در دقیقه کالیبره ؛

بزرگ خرما اندازه گیری و ثبت شد. پس از هر آزمایش درصد هسته‌گیری با رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\mathrm{PI} = \frac{N_p}{N} \times 100 \qquad (۳)$$

که PI درصد هسته‌گیری، N_P تعداد هسته‌گیری موفق، N تعداد کل هسته‌گیری است.

میزان گوشت از دست رفته خرما با رابطه زیر محاسبه شد.

که W_1 وزن قبل از هسته‌گیری (گرم)، W_2 وزن بعد از هسته‌گیری (گرم)، W_C وزن هسته (گرم) و W_L درصد گوشت از دست

$$W_L = \frac{W_1 - (W_2 + W_C)}{W_1} \times 100 \quad (۵)$$

رفته می باشد. قطر متوسط هر میوه خرما با اندازهگیری دو قطر عمود بر هم با محاسبه میانگین حسابی بدست آمد. سپس درصد تغییر قطر و طول (شکل ظاهری) با رابطه های زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد تغییر قطر} = \frac{d_1 - d_2}{d_1} \times 100 \quad (۶)$$

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

$$\text{درصد تغییر طول} = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \times 100 \quad (۷)$$

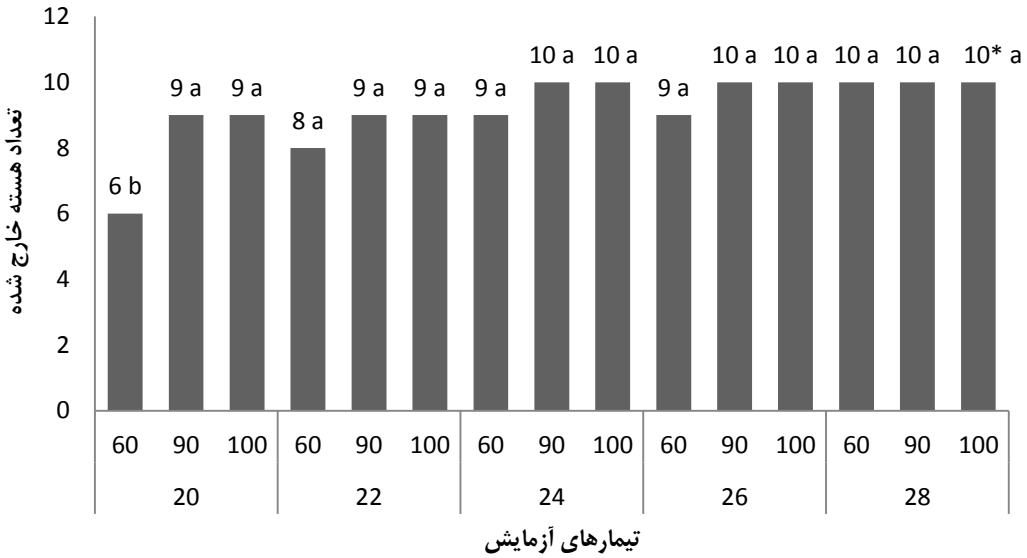
که h_1 طول میوه پیش از هسته‌گیری و h_2 طول پس از هسته‌گیری است.

صفات اندازه‌گیری شده با آزمایش های فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از برنامه SPSS 20.0 برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه بین میانگین ها استفاده شد. پس- آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصدبرای مقایسه میانگین ها استفاده گردید.

نتایج

هسته‌گیری

میانگین هسته‌گیری برای خرمای مضافتی ۹۲ درصد بود. تأثیر رطوبت و سرعت بر فراوانی هسته‌گیری در خرمای مضافتی با آزمون χ^2 بررسی شد. اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بین رطوبت‌ها و سرعت‌ها مشاهده نشد. کمترین میزان هسته‌گیری برابر با ۶۰ درصد در تیمار رطوبت ۲۰ درصد بر مبنای تر و سرعت ۶۰ عدد در دقیقه بود. شکل ۴ نشان‌دهنده میزان هسته‌گیری در برهمکنش رطوبت و سرعت برای خرمای مضافتی است.



شکل ٤- فراوانی هسته خارج شده در محتوای رطوبت و سرعت‌های مورد آزمایش

*: (فراوانی ۱۰ مبین هسته گیری صد در صدی است)

(حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

در طراحی مکانیزم جدید بر خلاف مدل پیشین (رئوفت و همکاران، ۱۳۹۱) ارتعاش حاصل از مکانیزم بادامکی برای فعال شدن گیره با جایگزین شدن سلنوئیدهای الکتریکی حذف گردید. بر همین اساس مقدار هسته‌گیری ۴۷ درصد افزایش یافت. در رطوبت ۲۰ درصد و سرعت ۶۰ عدد در دقیقه تفاوت معنی داری بین مقدار هسته گیری مشاهده شد زیرا وجود بافت نسبتاً سفت خرما در رطوبت کم و سرعت پایین گیره خرما را دچار فشردگی نموده و درنتیجه باعث جابجایی هسته در درون میوه شده و امکان گرفتن آن توسط گیره کاهش یافته و هسته‌گیری به درستی انجام نشد.

درصد گوشت از دست رفته

تجزیه واریانس داده های گوشت از دست رفته متاثر از محتوای رطوبت میوه، سرعت هسته گیری و برهمکنش رطوبت–سرعت در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

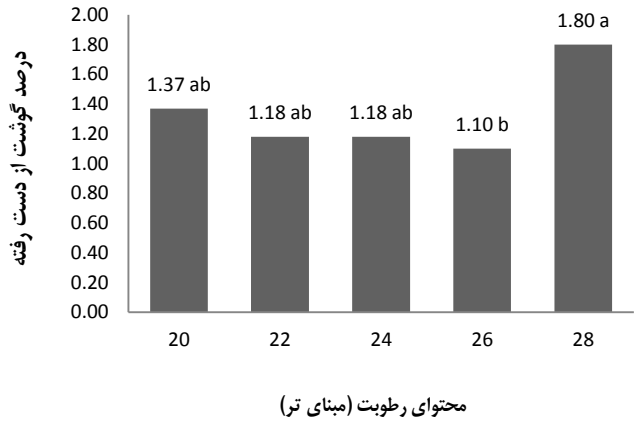
صفات	درصد گوشت از دست رفته			درصد تغییر قطر			درصد تغییر طول		
منابع تغییر	درجه آزادی	F	معنی داری	درجه آزادی	F	معنی داری	درجه آزادی	F	معنی داری
رطوبت	۴	۲/۶۸	۰/۰۳*	۴	۰/۹۶	۰/۴۵^{ns}	۴	۶/۲۶	۰/۰۰*
سرعت	۲	۱/۸۴	۰/۱۶^{ns}	۲	۳/۳۴	۰/۰۴*	۲	۲/۹۷	۰/۰۶^{ns}

رطوبت×سرعت	۸	۱/۰۱	۰/۴۳^{ns}	۸	۰/۶۶	۰/۷۷^{ns}	۸	۰/۹۱	۰/۵۱^{ns}
خطا	۱۳۵			۱۳۵			۱۳۵		
کل	۱۴۹			۱۴۹			۱۴۹		

ns : نشان دهنده عدم معنی داری در سطح ۵٪ است

*: نشان دهنده معنی داری در سطح ۵٪ است

مقایسه میانگین گوشت از دست رفته در محتوای رطوبت مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود بین درصد گوشت از دست رفته در رطوبت های مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد. این تفاوت را می توان به اثر رطوبت بر تغییر خواص رئولوژکی میوه خرما از جمله تغییر میزان چسبندگی، سفتی و خاصیت ارتجاعی خرما نسبت داد (غفاری و همکاران، ۱۳۹۱). در مقدار گوشت از دست رفته مؤثر است. از آنجایی که میزان گوشت از دست رفته با تغییر رطوبت رابطه خطی ندارد و همچنین بین تیمار های رطوبت ۲۲، ۲۴ و ۲۶ تفاوت معنی داری وجود ندارد. با توجه به نمودار های رسم شده می توان نتیجه گرفت که کمترین گوشت از دست رفته در یکی از رطوبت های میانی بوده است، در نتیجه رطوبت ۲۲ یا ۲۶ درصد می تواند به‌عنوان شرایط مناسب هسته‌گیری با دستگاه توصیه شود. . میانگین گوشت از دست رفته برابر با ۱/۴۵ درصد بود که به طرز قابل توجهی ناچیز است.



شکل ۵- میانگین گوشت از دست رفته در سطوح مختلف رطوبت برای خرمای مضافتی (حروف مشابه عدم تفاوت میانگین در سطح ۵ درصد را نشان می دهد)

درصد گوشت از دست رفته در سطوح مختلف سرعت در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری با یک دیگر نداشت.

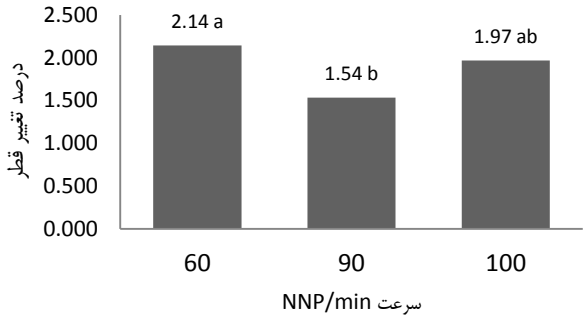
میانگین درصد گوشت از دست رفته در تیمار های مختلف رطوبت و سرعت طبق ازمون دانکن تاثیر معناداری نشان نداد.

بررسی درصد تغییر قطر خرما

در جداول ۱ نتایج حاصل از تجزیه واریانس درصد تغییر قطر برای خرماهای مضافتی نشان داده شده است.

رطوبت تاثیر معنی داری بر درصد تغییر قطر نشان نداد.

تأثیر سطوح مختلف سرعت بر درصد تغییر قطر خرمای مضافتی با آزمون دانکن مورد تحلیل قرار گرفت و اختلاف منعنی داری بین این سطوح مشاهده شد (شکل ۶) .



شکل ٦- میانگین تغییر قطر در سرعت‌های مختلف (خرمای مضافتی)

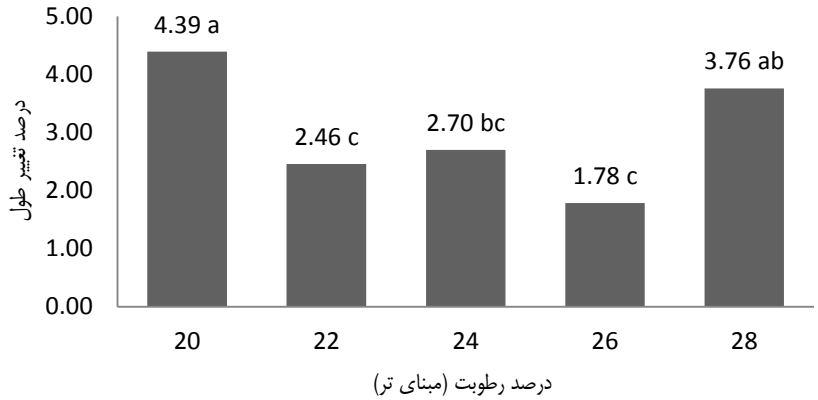
(حروف لاتین مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ ٪ است.)

در بررسی سرعت‌های مختلف گیره مشاهده شد، سرعت NNP/min ۹۰ کمترین میزان تغییر قطر را ایجاد کرد و میانگین درصد تغییر قطر برای خرمای مضافتی ۱/۹ درصد است.

بررسی تغییر طول خرما

تجزیه واریانس درصد تغییر طول خرما برای رقم مضافتی نشان داد که تنها رطوبت بر روی تغییر طول تأثیر معنی داری دارد (جدول ۱).

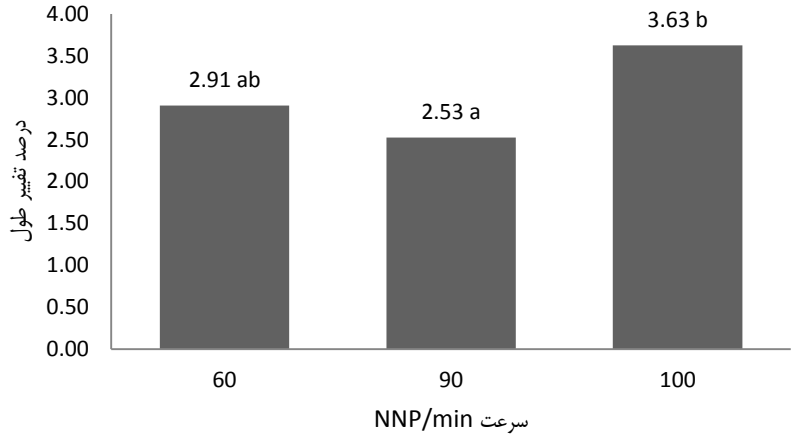
میانگین تغییر طول خرما برای رقم مضافتی ۳/۱۹ درصد بدست آمد. اختلاف های سطوح مختلف رطوبت با آزمون دانکن مورد تحلیل قرار گرفت و معنی دار شد. (شکل ۷).



شکل ۷- میانگین تغییر طول در محتوای رطوبتی مختلف خرمای مضافتی

(حروف لاتین مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ ٪ است.)

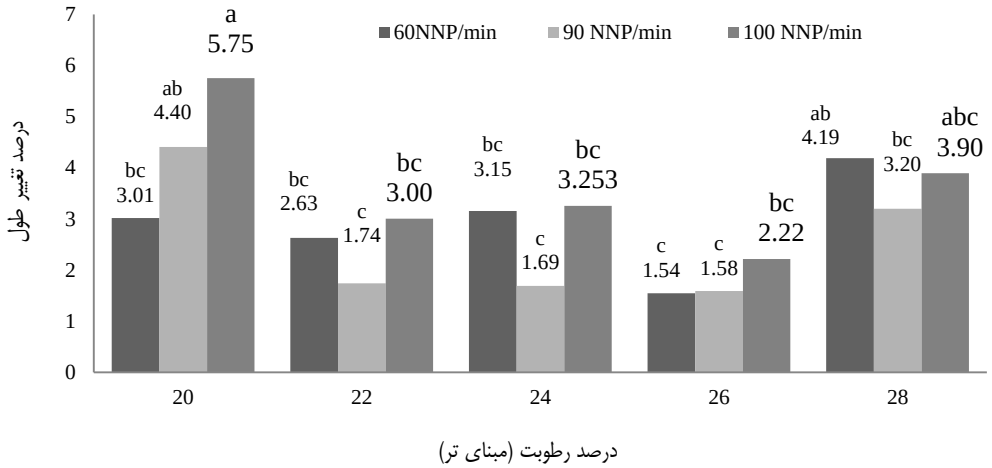
همانگونه که از شکل پیداست در رطوبت های میانی میزان تغییر طول کاهش یافته است و شاهدکمترین میزان تغییر طول هستیم. تأثیر سطوح مختلف سرعت بر درصد تغییر طول که در جدول تجزیه واریانس با سطح ۶ درصد به صورت مرزی معنی دارنبود در تحلیل با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری نشان داد (شکل۸).



شکل ۸- میانگین تغییر طول در سرعت‌های مورد آزمایش (خرمای مضافتی)

(حروف لاتین مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ ٪ است.)

تأثیر سطوح مختلف رطوبت–سرعت بر درصد تغییر طول برای خرمای مضافتی در شکل های ۹ نشان داده شده است. این تأثیر با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد. نتایج نشان در که سطوح مختلف رطوبت– سرعت با یکدیگر تفاوتی معنی دار دارند.



شکل ۹- میانگین درصد تغییر طول در سطوح مختلف رطوبت-سرعت (خرمای مضافتی)

(حروف لاتین مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ ٪ است.)

نتیجه گیری

مکانیزم جدید گیره ای، میانگین درصد هسته‌گیری ۹۲٪ برای خرمای مضافتی را بدست داد. در تیمار رطوبت ۲۸ ٪ و در تمامی سرعت‌ها همچنین در رطوبت های ۲۲ و ۲۴ ٪ در سرعت‌های NNP/min ۹۰ و ۱۰۰ هسته‌گیری دستگاه برابر۱۰۰ ٪ بود.در حالیکه در رطوبت ۲۰ ٪ و سرعت NNP/min ۶۰ به خاطر سفت بودن خرما و سرعت کمتر گیره کمترین میزان هسته‌گیری،۶۰ ٪ ، بدست آمد.

برای تمام تیمار ها میانگین درصد گوشت از دست رفته ۱/۴۵ درصد برای رقم مضافتی بدست آمد. ارزیابی های انجام شده نشان داد که عامل رطوبت بر مقدار گوشت از دست رفته تأثیر معنی داری دارد (سطح احتمال ۵ ٪) و کمترین مقدار گوشت از دست رفته در رطوبت های ۲۲ و ۲۶ ٪ مشاهده شد. در مکانیزم جدید با توجه به تغییرات صورت گرفته میانگین مقدار گوشت از دست رفته ۳۱٪ نسبت به مکانیزم اشراقی و همکاران (۱۳۹۱) کاهش داشته است.

میانگین تغییرات قطر خرما ۱/۸۸درصد بود. عامل رطوبت و اثر متقابل رطوبت و سرعت اثر معنی داری بر درصد تغییر قطر نداشتند. اما میزان تغییر قطر در تیمارهای مختلف سرعت تفاوت معنی داری با یک دیگر داشتند و در سرعت NNP/min ۹۰ کمترین میزان تغییر قطر مشاهده شد. دستگاه جدید میانگین تغییر قطر خرما را ۷۴٪ نسبت به دستگاه پیشین کاهش داده است.

میانگین تغییر طول ۳/۱۹ درصد بود. ارزیابی تأثیرات تیمار های رطوبت و سرعت نشان داد که در هر دو عامل رطوبت، سرعت و اثر متقابل آن‌ها بر روی میزان تغییر طول تأثیر معنی داری دارند (سطح ۵٪). تغییر طول به‌عنوان عاملی که در جهت حرکت گیره تغییر می کند، تحت تأثیر عواملی چون میزان سفتی خرما و مقاومت آن در برابر ورود گیره، خاصیت ارتجاعی آن ، میزان چسبیدن گوشت به هسته، اندازه هسته و ضربه ناشی از ورود گیره تغییر می کند، عوامل نام‌برده از سرعت هسته‌گیری و رطوبت تأثیر زیادی می‌پذیرند، با بررسی‌های انجام شده کمترین تغییر طول در سطح رطوبت ۲۶ ٪ بر مبنای تر و سرعت NNP/min ۹۰ مشاهده شد. دستگاه جدید توانست میانگین درصد تغییر طول را ۷۱٪ نسبت به حالت پیشین کاهش دهد. برای تکامل دستگاه و افزایش کارایی توصیه می شود طراحی جدیدی بر روی محل قرار گیری خرما انجام شود و قسمت تغذیه جدیدی به دستگاه اضافه شود.

با توجه به تمام ارزیابی‌ها حالت بهینه کارکرد دستگاه برای خرمای مضافتی در رطوبت ۲۶٪ بر مبنای تر و سرعت NNP/min ۹۰ مشاهده شد، در این حالت میزان گوشت از دست رفته ۰/۹۹ درصد، تغییر قطر ۲/۲۱ درصد و تغییر طول ۱/۵۹ درصد با هسته‌گیری ۱۰۰ درصد بود.

منابع

اسکویی شمالی، ح. (۱۳۸۴). تکمیل مراحل طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه هسته‌گیر خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

رئوفت، ح؛ نصیری، م. و اشراقی، ع. (۱۳۹۲). طراحی، ساخت و ارزیابی مکانیزم هسته‌گیر خرما، هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

روحانی، الف. (۱۳۶۷). خرما. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

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.

غفرانی، ع، ا؛ کامگار، س و نصیری، م؛ (۱۳۹۱). تعیین خواص ویسکوالاستیک خرما (رقم مضافتی) در رطوبت های مختلف محصول، هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، دانشگاه شیراز.

نوروزی، ع. (۱۳۸۳). طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه هسته‌گیر خرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

Aldhaheri, A., Alhadrami, G.,Aboalnaga., N., Wasfi, I. and Elridi, M. (2004). Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rates fed date pits. *Feed Chemistry*, 86, 93-97.

Anonymous. (2013). Agricultural Production Domain. FAO statistics. (http://faostat. FAO. org/site/339/default. aspx, visited on June 2, 2015).

Castro, E. (2004). Pitting knives having an axial bore and method for decontaminating a drupe. United States Patent Office, No. US 6827007 B2 .

Ciperman, F. J. and Silberman, K. (1996). Apparatus for pitting prunes of dates. United States Patent Office, No. 5577439 .

Ciperman, F. J. and Silberman, K. (1998). Pitting apparatus with box cam; wiping blade, or separating assembly. United States Patent Office, No. 5970949 .

Falade, K. O. and Abbo, E. S. (2007). Air-drying and rehydration characteristics of date palm fruits (phoenix dactylifera L.). Journal of Food Engineering,31, 724-730 .

Larsen, L. J. (2012). Continuous fruit pitting by singularization of fruit pieces. United States Patent Office, No. US 8196508 B2 .

Petit, G. and Monteiro, D. (1991). Device for pitting fruit particularly prunes. United States Patent Office, No. 5024147 .

Politino, M. and Morsucci, J. (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 .