تعیین خصوصیات مکانیکی سه واریته خربزه به منظور استفاده در روشهای مکانیکی پوست گیری

باقر عمادی*، محمد حسین عباسپور فرد*

چکیده

خصوصیات مکانیکی سه واریته مرسوم خانواده خربزه مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفته تا از آنها در تشکیل یک بانک اطلاعاتی به منظور استفاده در طراحی و توسعه ماشینهای پوست گیر مکانیکی استفاده شود. خصوصیات مورد مطالعه عبارت بودند از: سختی، نیروی گسیختگی، و نیروی برشی. همچنین درصد اثرگذاری پوست روی میوه پوست نشده برای هر یک از پارامترهای فوق محاسبه گردید. حدود نیروی گسیختگی پوست و محصول پوست نشده به ترتیب 91/31 تا 175/63 و 100/01 تا 183/19 نیوتن تعیین گردید. در حالیکه استفاده از نیروی گسیختگی برای پوست گیری هندوانه توصیه نشد، مقدار این نیرو برای پوست گیری واریته های راک ملون و هانی دیو به ترتیب 92 و 155 نیوتن تعیین گردید. حدود تغییرات برای سختی پوست از 179/95 تا 436/36 نیوتن – میلیمتر بدست آمد. این خصوصیت برای محصولات پوست نشده این خانواده نیز از 603/25 تا 1079/66 نیوتن - میلیمتر متغیر بود. میزان انرژی لازم برای پوست گیری هر سه واریته 500 نیوتن - میلیمتر تعیین گردید. نیروی برشی لازم برای پوست، گوشت، و محصول پوست نشده به ترتیب 9/96 تا 12/65 ، 0/27 تا 0/51 ، و 9/55 تا 12/19 نیوتن بدست آمد. پوست گیری با استفاده از ابزار کاردی توصیه نشد.

مقدمه

یکی از مزایای مطالعه خصوصیات مکانیکی محصولات کشاورزی، استفاده از آنها در افزایش کارایی ماشینهای فراوری محصول نظیر ماشینهای پوست گیری می باشد. عملکرد یک ماشین پوست گیری مکانیکی می تواند تحت تاثیر نیروهای عامل باشد. این نیروها می توانند مفید یا غیر مفید باشند. انواع مفید مانند نیروی برشی بطور هدف دار و از پیش طراحی شده بکار گرفته می شوند ولی تاثیر این نیروها گاهی بدلیل حضور نیروهای غیر مفید مانند انواع بارهای

*استادیار گروه ماشین هاي کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد

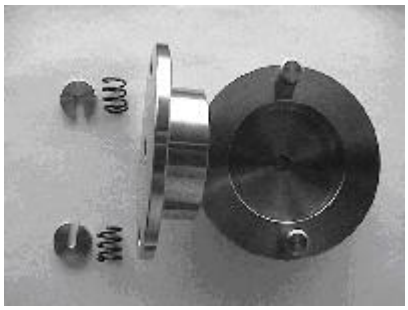
مکانیکی،کاهش می یابد (1). در یک طراحی خوب، در حالیکه نقش نیروهای مفید تقویت می شود، تلاش می شود از تاثیر نیروهای غیر مفید کاسته شود. بدین منظور شناسایی خصوصیات مکانیکی محصولاتی مانند خانواده خربزه کمک موثری از لحاظ بکارگیری صحیح و بجای نیروهای عامل در طراحی ماشین های پوست گیر آنها می نماید. یکی از آزمایشات مرسوم در تعیین خصوصیات مکانیکی محصولات کشاورزی آزمایش فشار می باشد. محققان زیادی از این آزمایش برای تعیین خصوصیات مکانیکی قسمتهای مختلف میوه در حالت هایی نظیرپوست، گوشت، و میوه پوست نشده استفاده نموده اند (2-9). آزمایش کشش هم قابل استفاده بدین منظور می باشد (10) ولی استفاده از آن در مقایسه با آزمایش فشار عمومیت ندارد. دلایل آن وجود محدودیت در نگه داشتن نمونه پوست در طول آزمایش (11) و ایجاد گسیختگی های کششی ناقص در طول تهیه نمونه می باشد (12-13). تلاشهای صورت گرفته برای یافتن اطلاعات مستند در مورد خصوصیات مکانیکی محصولات خانواده خربزه متاسفانه تنها به یک مورد تحقیق انجام گرفته بوسیله هارکر و همکارانش در سال 1997 (14) منتهی گردید که آن هم از نقطه نظر تحقیق حاضر چندان مفید نمی باشد. آنها کارایی ابزارهای مختلف تست بافت گوشت میوه را از نظر استحکام و آبدار بودن برای واریته هایی نظیر هندوانه و تیل مقایسه نمودند. آنها نقش ساختمان سلولی گوشت میوه را در تعیین میزان آبدار بودن و استحکام آن بررسی نمودند. بهرحال با توجه به لزوم شناخت خصوصیات مکانیکی قسمتهای مختلف میوه برای بهبود و ارتقای کارایی ماشین های پوست گیرمکانیکی ارقام خربزه، تحقیق حاضر صورت پذیرفت. این تحقیق روی قسمتهای مختلف میوه در سه حالت شامل پوست، گوشت، و میوه پوست نشده از سه رقم مرسوم خربزه در استرالیا شامل راک ملون[1]، هانی دیو[2]، و هندوانه[3] انجام گرفت. برای انجام آزمایشات از روش آزمایش فشار استفاده شد وآزمایشات مربوط به پوست بطور مستقیم بر روی پوست جدا شده از میوه صورت پذیرفت. پارامترهای نیروی گسیختگی[4] وسختی[5] برای پوست و میوه پوست نشده با استفاده از منحنی های نیرو- تغییرشکل بترتیب اندازه گیری و محاسبه گردید. نیروی

[1] Rockmelon
[2] Honeydew
[3] Watermelon
[4] Rupture force
[5] Toughness

برشی[1] برای هر سه واریته در حالتهای پوست، گوشت، و پوست نشده تعیین شد. همچنین درصد اثر گذاری پوست روی میوه پوست نشده برای هر یک از پارامترهای فوق محاسبه گردید و کلیه نتایج بصورت آماری مقایسه شد. در انتها کاربرد نتایج حاصله در طراحی ماشینهای پوست گیر مکانیکی بررسی گردید.

مواد و روشها

سه واریته از خانواده خربزه شامل راک ملون، هانی دیو، و هندوانه بصورت تصادفی از مزارع محلی بریزبن (ایالت کویینزلند، استرالیا) برای آزمایشات انتخاب شدند. میوه های رسیده و سالم در اندازه های مختلف انتخاب شدند. نمونه ها در شرایط کنترل شده برای حداقل 24 و حداکثر 48 ساعت نگهداری شدند. این شرایط عبارت از دمای 25- 20 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 55- 50 درصد بود. با توجه به عدم امکان انجام آزمایشات بر روی میوه کامل، نمونه های میوه پوست نشده با قطر 80 میلیمتر و ضخامت 10 میلیمتر بوسیله یک کارد استوانه ای از میوه کامل بریده و آماده شد. نمونه های پوست به قطر 30 میلیمتر و با جدا کردن گوشت از پوست با ملاطفت تهیه گردیدند. با فرض تقسیم یک میوه به سه قسمت بالا، پایین و وسط کلیه نمونه ها بصورت تصادفی ازآن قسمتها تهیه شدند. نگهدارنده های مخصوص برای هر یک از نمونه های پوست، گوشت، و میوه پوست نشده ساخته و استفاده شد (شکل 1).



(الف)

(ب)

شکل 1- نگهدارنده های نمونه ها: الف) نمونه پوست ، ب) نمونه پوست نشده

آزمایش فشار

[1] Cutting force

مشاهده رفتار نمونه ها تحت آزمایش نیرو- تغییر شکل، اندازه گیری نیروی گسیختگی و محاسبه سختی از جمله اهداف انجام این تست بود. آزمایشات بر مبنای استاندارد ASAE (15) و با استفاده از ماشین اینسترون انجام گرفت. دندانه[1] مورد استفاده در آزمایش عبارت از یک میله از جنس استیل با قطر 8 میلیمتر و با نوک کروی بود (شکل 2). سرعت دندانه درطول آزمایش برابر 20 میلیمتر بر دقیقه انتخاب شد. نمونه ها در نگهدارنده های مربوط به خود در طول آزمایشات نگهداری شدند. افزایش نیروی فشاری باعث کاهش مقاومت نمونه در نقطه اثر دندانه شده و در نهایت گسیختگی نمونه را در پی داشت. منحنی نیرو- فشار بوسیله کامپیوتر متصل به ماشین اینسترون رسم گردیده و نقطه گسیختگی تعیین می شد. سطح زیر منحنی تا نقطه گسیختگی بعنوان سختی نمونه (16) بوسیله کامپیوتر محاسبه می گردید. هر آزمایش 20 مرتبه بر روی نمونه های مختلف تکرار گردیده و معدل نتایج گزارش گردید.

آزمایش نیروی برشی

این آزمایش به منظور اندازه گیری نیروی برشی نمونه ها در هر یک از سه حالت پوست ، گوشت، و میوه پوست نشده برای هر سه رقم انجام گرفت. بدین منظور از یک دندانه برنده با نوک تیز شده (30 درجه) و ضخامت 1/5 میلیمتر (17) استفاده گردید (شکل 3). تست توسط ماشین اینسترون با سرعت 20 میلیمتر بر دقیقه اجرا گردید.

شکل 2-دندانه با نوک کروی

شکل 3-دندانه با نوک تیز شده

تخمین درصد اثرگذاری پوست روی میوه پوست نشده

[1] Indentor

میزان اثرگذاری پوست بر روی خواص مکانیکی مورد مطالعه میوه پوست نشده به صورت نسبتی بدون بعد مورد ارزیابی قرار گرفت.

تحلیل آماری

از روش یک طرفه تحلیل واریانس با استفاده از مقایسه پست هاک[1] توسط نرم افزار SPSS برای تحلیل آماری نتایج استفاده شد.

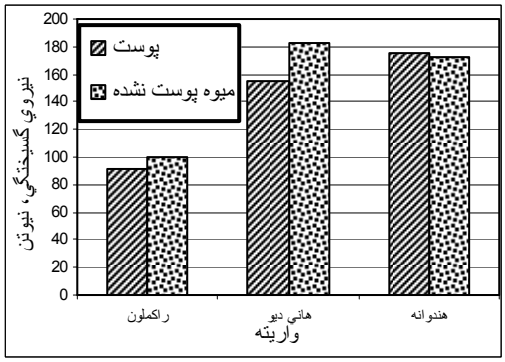
نتایج و بحث

کمترین نیروی گسیختگی پوست و میوه پوست نشده برای واریته راک ملون بترتیب برابر 91/31 و 100/01 نیوتن بدست آمد (شکل 4) در صورتیکه بیشترین نیروی گسیختگی پوست و میوه پوست نشده بترتیب تعلق به ارقام هندوانه (175/63 نیوتن) و هانی دیو (19/ 183 نیوتن) داشت. رقم راک ملون از این جهت بطور معنا داری (در سطح 5 درصد) با دو رقم دیگر متفاوت بود که شاید بدلیل ضخامت کمتر و یا استحکام پایین تر پوست بوده باشد. این در حالی بود که بین دو رقم دیگر تفاوت معنا داری مشاهده نشد. این آزمایش مقاومت بالا در برابر گسیختگی را با وجود ضخامت کم پوست رقم هانی دیو در هر یک از دو نمونه پوست و پوست نشده نشان داد. درصد اثرگذاری پوست روی میوه پوست نشده 82، 89، و 97 درصد بترتیب برای واریته های هانی دیو، راک ملون، و هندوانه محاسبه شد. درصد بالای اثرگذاری پوست هندوانه می تواند بدلیل ضخامت بالای پوست آن باشد. بالاترین وکمترین میزان سختی پوست بترتیب متعلق به هندوانه (436/36 نیوتن- میلیمتر) و راک ملون (179/95 نیوتن- میلیمتر) بودند (شکل 5). در حالی که سختی پوست هانی دیو اختلاف معناداری (در سطح 5 درصد) با راک ملون نداشت، هندوانه با دو واریته دیگر از این نظر کاملا متفاوت بود. ترتیب فوق در مورد سختی میوه پوست نشده مشاهده نشد. سختی راک ملون پوست نشده (603/25 نیوتن- میلیمتر) پایینتر از دو واریته دیگر بود و با آنها اختلاف معناداری داشت. درصد اثرگذاری پوست روی سختی میوه پوست نشده از 21 به 50 درصد بترتیب برای هانی دیو و هندوانه افزایش یافت. مقادیر

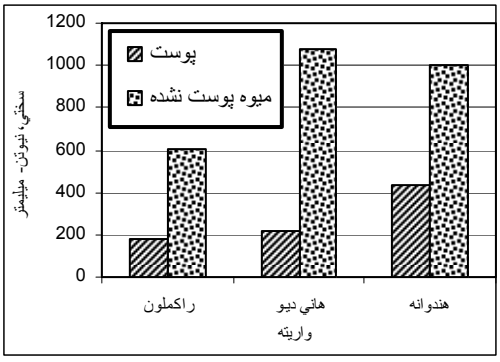
[1] One-way analysis of variance with post-hoc comparisons

بدست آمده نشان دهنده انعطاف پذیری و مقاومت بالای هانی دیو در برابر گسیختگی می باشد. از این لحاظ هندوانه با دو واریته دیگر اختلاف معنا داری نشان داد.

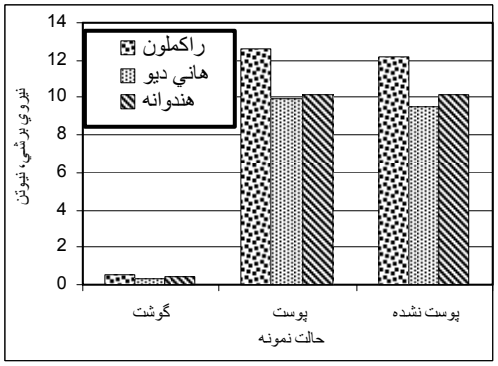
بطور کلی نیروی برشی بترتیب از هانی دیو به راک ملون برای هر حالت آزمایش شامل پوست، گوشت، و میوه پوست نشده افزایش یافت (شکل 6). نیروی برشی لازم برای پوست، گوشت، و محصول پوست نشده به ترتیب 9/96 تا 12/65 ، 0/27 تا 0/51 ، و 9/55 تا 12/19 نیوتن بدست آمد. از نکات قابل توجه می توان به بالاتر بودن میزان نیروی برشی پوست به تنهایی در مقایسه با میوه پوست نشده برای واریته های هانی دیو و راک ملون اشاره نمود. همچنین مقدار این پارامتر برای پوست هندوانه و میوه پوست نشده آن تقریبا برابر بدست آمد.



شکل 4- نیروی گسیختگی



شکل 5- سختی



شکل 6- نیروی برشی

کاربرد نتایج در پوست گیری

در این تحقیق سعی شد پارامترهای موثر و لازم در پوست گیری مکانیکی محصولات خانواده خربزه مورد مطالعه قرار گیرد. مقادیر متوسط نتایج بدون در نظر گرفتن انحرافات برای انجام توصیه های لازم در پوست گیری بکار گرفته شد. بررسی نتایج نشان داد که استفاده از تکنیک پوست گیری بر مبنای کاربرد نیروی گسیختگی در مورد هندوانه بدلیل نزدیکی مقادیر آن برای پوست و میوه پوست نشده عملی نمی باشد. اما در مورد راک ملون و هانی دیو کاربرد این روش با حداکثر نیروی گسیختگی بترتیب 92 و 155 نیوتن توصیه گردید. با توجه به مقادیر سختی بدست آمده، حداکثر انرژی لازم برای پوست گیری هر سه واریته برابر 500 نیوتن – میلیمتر تعیین گردید. طراحی ماشین بر مبنای مقادیر فوق باعث هدر نرفتن انرژی و صدمه ندیدن گوشت میوه خواهد گردید. طراحی ماشین بر مبنای استفاده از نیروی برشی بویژه در جهت شعاعی روی هر سه واریته به هیچ وجه توصیه نگردید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه صنعتی کوئینزلند (بریزبن، استرالیا) که امکانات و وسایل تحقیق حاضر را فراهم نمود تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1. Brusewitz G H; McCollum T G; & Zhang X (1991). Impact bruise resistance of peaches. Transactions of the ASAE, 34 (3), 962-965.
2. Jackman R L; & Stanley D W (1994). Influence of the skin on puncture properties of chilled and nonchilled tomato fruit. Journal of Texture Studies, 25, 221-230.
3. Voisey P W; & Lyall L H (1965a). Methods of determining the strength of tomato skin in relation to fruit cracking. Proc. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 86, 597-609.
4. Voisey P W; & Lyall L H (1965b). Puncture resistance in relation to tomato fruit cracking. Canadian Journal of Plant Science, 45, 602-603.
5. Grotte M; Duprat F; & Loonis D (2001). Mechanical properties of the skin and the flesh of apples. International Journal of Food Properties, 4 (1), 149-161.
6. Holt C B (1970). The measurement of tomato firmness with a Universal Testing Machine. Journal of Texture Studies, 1, 491-501.
7. Voisey P W; Lyall L H; & Kloek M (1970). Tomato skin strength-its measurement and relation to cracking. Journal of American Society for Horticultural Science, 95, 485-488.
8. Bahnasawy A H; El-Haddad Z A; El-Ansary M Y; & Sorour H M (2004). Physical and mechanical properties of some Egyptian onion Cultivars. Journal of Food Engineering, 62, 255-261.
9. Emadi B; Kosse V; & Yarlagadda P K D V (2005). Mechanical properties of pumpkin, International Journal of Food Properties, 8 (2), 277-287.

10. Jackman R L; & Stanley D W (1994). Influence of the skin on puncture properties of chilled and nonchilled tomato fruit. Journal of Texture Studies, 25, 221-230.
11. Su C S; & Humphries E G (1972). Rupture properties of cucumber skin. Pickle Pak Science, 2, 1-10.
12. Clevenger J T; & Hamann D D (1968). The behaviour of apple skin under tensile loading. Transactions of the ASAE, 11, 34-37.
13. Thompson R L; Fleming H P; & Hamann D D (1992). Delineation of puncture forces for exocarp and mesocarp tissues in cucumber fruit. Journal of Texture Studies, 23, 169-184.
14. Harker F R; Stec M G H; Hallett I C; & Bennett C L (1997). Texture of parenchymatous plant tissue: a comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness. Postharvest Biology and Technology, 11, 63-72.
15. ASAE Standard. (2001). ASAE S368.4. Compression test of food materials of convex shape. American Society of Agricultural. Engineering. 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659.
16. Finney E E (1969). To define texture in fruits and vegetables. Agricultural Engineering (United States), 50, 462-465.
17. Ohwovoriole E N; Oboli S; & Mgbeke A C C (1988). Studies and preliminary design for a cassava tuber peeling machine. Transaction of the ASAE, 380-385.