تعیین سفتی بافت میوه کیوی با استفاده از روش غیرمخرب ضربه ای

شیددخت جوادی[1]، سید مهدی نصیری[2]، عبدالعباس جعفری[2]، علیرضا صالحی[3]
1- کارشناس ارشد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز.
2- استادیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز0
3- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق بخش مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز.
Shidokht_javadi@yahoo.com

چکیده

در پژوهش حاضر روش غیرمخرب ضربه برای تعیین سفتی بافت میوه کیوی مورد ارزیابی قرار گرفت . در این تحقیق از یک لودسل متصل به صفحه آلومینیومی به عنوان ابزار ضربه استفاده شد. ضربه در سه سطح ارتفاع صورت گرفت. شاخص مگنس تیلور به عنوان تست مخرب مبنا برای بیان سفتی بافت و پیش بینی مدل انتخاب شد. نمودار نیرو-زمان حاصل از ضربه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و حداکثر نیروی ضربه ای برای برآورد سفتی بافت استفاده شد. ضریب همبستگی بین داده های ضربه و شاخص مگنس تیلور 0/798 بدست آمد. نتایج نشان داد که ارتفاع تاثیر معنی داری بر نتایج آزمون ضربه دارد.

کلمات کلیدی: آزمون ضربه، آزمون نفوذ، سفتی بافت، شدت ضربه

1- مقدمه:

در ایران به دلیل تنوع آب و هوایی هر ساله انواع مختلف و متنوعی از م یوه ها و سبزی ها تولید می شود .در سال های اخیر سالیانه بین 15 تا 20 هزار تن کیوی صادر می شود که این میزان تنها 30٪ از کل محصول تولید شده می باشد که متأسفانه به علت عدم دقت کافی در زمان برداشت محصول، عدم بسته بندی و انبارداری صحیح نه تنها ضایعات این محصول زیاد است بلکه کیفیت بسته بندی و وضع ظاهری محصول چندان مناسب و مشتری پسند نمی باشد. باتوجه به افزایش تولید کیوی در سال های اخیر و نیاز آینده کشور به رشد صادرات غیر نفتی، ضرورت دارد که در کنار افزایش تولید به روش های نگه داری مناسب، کنترل کیفیت و بسته بندی توجه کامل به عمل آید تا محصولات مرغوب تولیدی ایران نیز بتواند در بین محصولات کشور های رقیب جای خود را باز کند [2]. در میان درجه بندی محصول از لحاظ رسیدگی برای جلوگیری از ضایعات و خرابی میوه در بسته بندی ها ضروری می باشد. تغییرات مداوم فیزیولوژیک در سلول های زنده سبب می شود که تشخیص ویژگی بافت میوه ها و سبزی ها مشکل گردد. سفتی بافت بستگی به رسیدگی و شرایط انبارداری دارد . از این رو محاسبه تأثیر زمان انبارداری بر تغییر کیفیت میوه یک هدف برای تولید کننده ها و توزیع کننده ها است.

سوراخ (پانچ) کردن یک روش مرسوم برای اندازه گیری سفتی توسط سیستم های مکانیکی می باشد. به دلیل طبیعت مخرب بودن این آزمون و اهمیت سرعت و در عین حال دقت تعیین سفتی بافت، روش های غیر مخرب مورد توجه قرار گرفت .تعدادی از پارامترهای ضربه مانند حداکثر نیرو، حداکثر تغییر شکل و مدت زمان ضربه ارتباط نزدیکی با سفتی میوه دارند . تحت شرایط معین تست ضربه یک تست غیر مخرب بوده و به طور اتوماتیک

می تواند کنترل شود. دی برد میکر و همکاران [1] (1982) برای بدست آوردن سفتی بافت میوه و سبزیجات از یک صفحه مبدل استفاده کردند . در این روش سیب از یک ارتفاع معین بر روی صفح ه رها گردید و نیروی ضربه ای حاصل اندازه گیری شد. خصوصیات سیگنال نیرو از جمله پهنای فرکانس به عنوان شاخصی از سفتی بافت معرفی گردید. [5] .

چن و تی جان [2] (1996و1998) یک سیستم مکانیکی برای تست ضربه ای بر اساس یک بازوی نوسان کننده متصل به سنسور را طراحی کردند . آنها گزارش کردند که سیستم دارای عملکرد بالا برای توپ های لاستیکی، کیوی و هلو می باشد. این سنسور توانایی حس کردن سفتی بافت با سرعت 5 میوه در ثانیه را دارا بود . تحقیقات نشان می دهد که استفاده از روش ضربه برای ارزیابی سفتی بافت میوه موفقیت آمیز بوده است [3و4].

در این تحقیق اثر شدت ضربه بر روی حداکثر نیروی ضربه ای و رابطه بین حداکثر نیروی ضربه ای و نیروی نفوذ در مدت نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

2- مواد و روش ها

2-1- آماده سازی نمونه: برای آزمایش از 360 نمونه میوه کیوی از واریته هاروارد با رطوبت اولیه 81/4 ± 0/7 درصد بر مبنای تر در یک فصل برداشت استفاده شد. در انتخاب نمونه ها سعی شد که تا حد ممکن از نظر شکل و اندازه یکسان باشند تا از تاثیر تغییرات حاصل از آن کاسته شود. کیوی های استفاده شده در این آزمون دارای وزن 73/2±3/8 و سفتی بین 82/9 و 3/8 بودند. نمونه ها به دو گروه برای نگهداری در دمای دو و 20 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 45 درصد تقسیم شده و به مدت 15روز نگه داری شدند. برای نگهداری میوه ها در دمای دو درجه از یخچال و برای 20 درجه سانتی گراد از ژرمیناتور استفاده شد.

2-2- آزمون نفوذ: برای تعیین سفتی بافت از آ زمن استاندارد نفوذ (پانچ) استفاده شد (مرجع) بدین منظور از دستگاه اینستران مجهز به پروب به قطر 8 میلیمتر استفاده شد. سرعت حرکت پروب 20 میلیمتر بر دقیقه و حداکثر میزان نفوذ برای هر میوه 10 میلی متر تنظیم شد . . حداکثر نیروی نفوذ توسط برنامه STM-Controller ثبت و برای تجزیه و تحلیل به محیط نرم افزار اکسل انتقال یافت.

2-3- آزمون ضربه: در این آزمون از یک صفحه آلومینیومی به وزن 315/8 گرم و ابعاد 97×99×12 میلی متر به عنوان محل بر خورد میوه استفاده شد . این صفحه در بالای یک لودسل 50kgf پیچ شده بود. آزمون ضربه در سه سطح ارتفاع 10، 20 و 30 میلی متر انجام شد. در هر روز 30 نمونه از هر دما به طور تصادفی انتخاب شد و به سه دسته ده تایی تقسیم شدند و هر گروه ده تایی از یک ارتفاع بر روی لودسل رها شدند . لودسل متصل به دستگاه اینستران بود و نمودار نیرو – زمان هر ضربه توسط برنام ه ثبت شد . بعد از آن داده ها به نرم افزار اکسل انتقال داده شدند و حداکثر نیرو ضربه ای ثبت گردید.

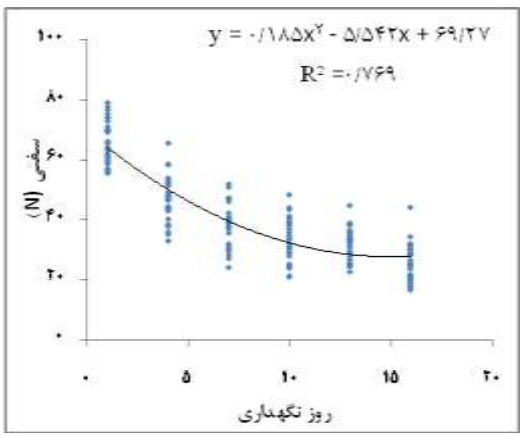
[1] De Baerdemaeker et al.
[2] Chen and Tjan

3- نتایج و بحث

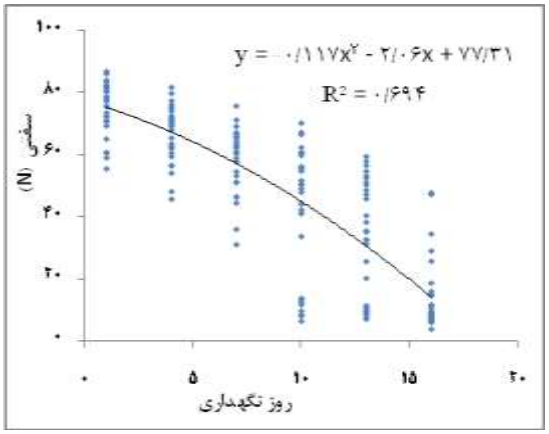
3-1- تأثیر روزهای نگهداری بر تغییرات سفتی بافت:

نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش تعداد روزهای نگهداری، نیروی نفوذ از79/3 نیوتن تا 16/6 نیوتن در دمای 2 درجه و از 86/8 نیوتن تا 3/8 نیوتن در دمای20 درجه کاهش یافته است. آرپویی[1] و همکاران (1984) ، مکرایی[2] و همکاران (1989) و وانگ[3] و همکاران (2006) نیز در پژوهش های خود نتایج مشابهی را گزارش کردند.

همچنین نتایج بدست آمده از نگهداری کیوی در د و دمای دو درجه سانتی گراد و ۲۰ درجه سانتی گراد نشان داد که روند تغییرات سفتی در دو دمای 2 و 20 درجه سانتی گراد متفاوت می باشند. در دمای 2 درجه این روند دارای شیب کاهشی و در دمای 20 درجه دارای شیب افزایشی بود . این تغییرات تابع واکنش های فیزیولوژیکی میوه در اثر تنفس بیشتر آن در دمای 20 درجه سانتی گراد است (شکل های 1 و 2). . از طرفی مشخص شد که نمونه های نگهداری شده در دمای 2 درجه سانتی گراد پراکنش کمتری در مقادیر سفتی داشته اند.



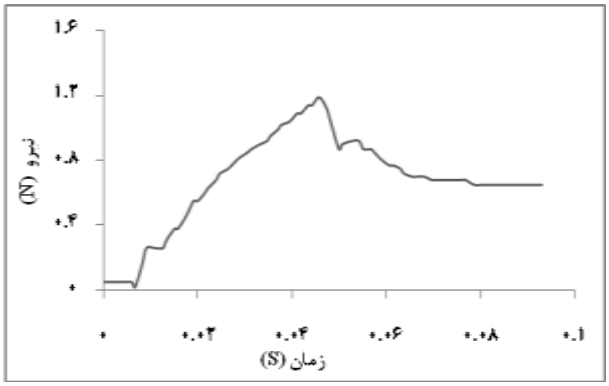
شکل1: تغییرات نیروی نفوذ در طول نگهداری در دمای دو درجه سانتی گراد



شکل2: تغییرات نیروی نفوذ در طول نگهداری در دمای20 درجه سانتی گراد

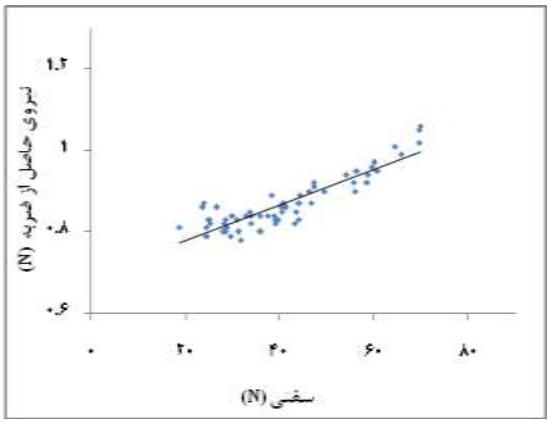
3-2- تعیین حداکثر نیرو در آزمون ضربه: در آزمون ضربه داده ها به اکسل منتقل شدند و حداکثر نیرو ی لحظه برخورد تعیین شد. در نمودار 1 نمونه ای از نمودار ضربه دیده می شود . در این نمودار حداکثر نیروی ضربه مقدار 1/19 نیوتن بدست آمد.

[1] Arpuia
[2] MacRae
[3] Wang

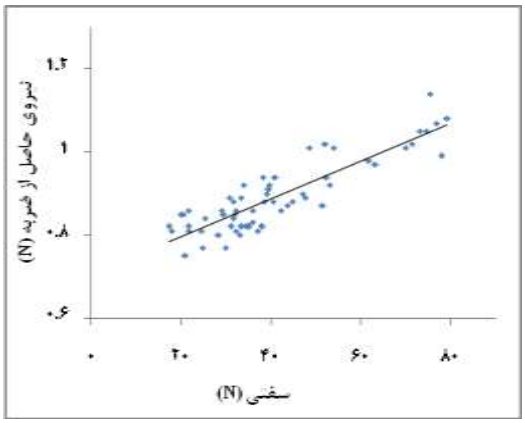


شکل 3: نمودار نیرو – زمان برخورد کیوی به وزن 67/7 گرم و سفتی 70/9 نیوتن

3-3-تاثیر ارتفاع سقوط برحداکثر نیروی ضربه ای: به منظور بررسی تأثیر شدت ضربه از سه ارتفاع برای رها شدن کیوی استفاده شد . راگنی[1] و همکاران (2010) با انجام آزمایشاتی نشان دادند که با کاهش شدت ضربه (کاهش ارتفاع ضربه) مقدار R^2 افزایش می یابد. اگر چه ضربه قوی تر باعث تاثیر و تغییر شکل عمیق تر در میوه می شود و علی القاعده باید شامل اطلاعات بیشتری در مورد بافت میوه باشد ، ولی به دلیل نوفه های حاصل از برخورد میوه با صفحه در ارتفاع های بالاتر مقدار R^2 کاهش یافته است. شکل های 4 و 5 تاثیر ارتفاع را بر حداکثر نیروی ضربه نشان می دهد



شکل 4: حداکثر نیروی نفوذ- حداکثر نیروی حاصل از ضربه در دمای 2 درجه و ارتفاع 10 میلی متری



شکل 5: حداکثر نیروی نفوذ- حداکثر نیروی حاصل از ضربه در دمای 2 درجه و ارتفاع 20 میلی متری

نتایج بدست آمده نشان داد که یک رابطه خطی بین داده های بدست آمده از آزمون ضربه و نفوذ وجود دارد به طوری که در ارتفاع 10میلی متری و دما های دو و20 درجه سانتی گراد، به ترتیب همبستگی 0/886، 0/878،

[1] Ragni

در ارتفاع 20 میلی متری هبستگی 0/880، 0/873 و در ارتفاع 30 میلی متری همبستگی 0/860، 0/851 بدست آمد.

3-4 تعین رابطه حداکثر نیروی حاصل از ضربه و حداکثر نیروی لازم برای سوراخ کردن میوه

با استفاده از رگرسیون چندتایی معادله کلی برای دمای دو درجه ساتی گراد و 20 درجه سانتی گراد بدست آمد. ضریب تبیین بین سفتی بافت، نیروی ضربه ای و ارتفاع برای دمای دو و 20 درجه سانتی گراد به ترتیب 73/6 و 76/1 محاسبه شد.

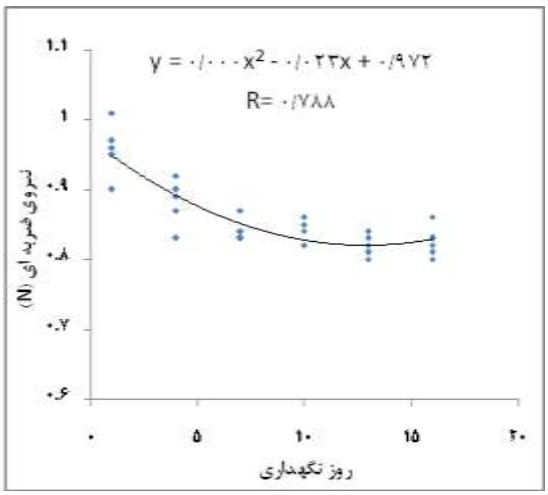
معادله 1: معادله سفتی در دمای دو درجه سانتی گراد $MTF = - 0/387\ h + 155\ IMF - 91$

معادله2 : معادله سفتی در دمای 20درجه سانتی گراد $MTF = - 0/024\ h + 173\ IMF - 108$

MTF: حداکثر نیرو در تست سوراخ کردن (N)
IMF: حداکثر نیروی ضربه ای (N)
h: ارتفاع ضربه (mm)

3-5 تأثیر روزهای نگهداری بر حداکثر نیروی ضربه ای

نتایج نشان داد که با افزایش روزهای نگهداری حداکثر نیروی ثبت شده حاصل از ضربه کاهش می یابد. این تغییرات می تواند به علت نرم شدن بافت و کاهش سفتی میوه در طول نگهداری باشد . با کاهش سفتی، بافت میوه به هنگام برخورد مانند یک جسم الاستیک عمل کرده و مقدار ی از نیرو را جذب می کند و ضربه سریعتر میرا می شود . از نتایج بدست آمده از شکل 6 می توان نتیجه گرفت که نیروی ضربه ای می تواند سفتی بافت را در طول دوره نگهداری برآورد کند . با توجه به ضریب همبستگی بالا برای 95 درصد داده ها می توان نتیجه گرفت که داده های ضربه د ر برآورد کردن تغییرات بافت میوه کیوی در طول نگهداری موفق بوده است.



شکل 6: تغیرات حداکثر نیروی ضربه ای در طول نگهداری در دمای دو درجه سانتی گراد و ارتفاع 10 میلی متری

به منظور بررسی آسیب های احتمالی میوه ها که به مدت دو هفته در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شده بودند محل ضربه به صورت ظاهری (تغییر رنگ و نرمی) به صورت حسی مورد بررسی قرار گرفت . این بررسی نشان داد که هیچگونه آسیبی در اثر آزمون ضربه در میوه بوجود نیامده است . بنابراین می توان به این نتیجه رسید که این آزمون کاملا غیر مخرب بوده و هیچ گونه آسیبی به بافت میوه وارد نمی سازد.

نتیجه گیری

نتایج به دست آمد نشان داد که یک رابطه خطی قوی بین نیروی حاصل از ضربه غیر مخرب به میوه و نیروی حاصل از نفوذ در میوه (سفتی میوه) وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از طول دوره نگهداری میوه نشان داد که روش ضربه ای به عنوان یک روش غیر مخرب بخوبی می تواند به عنوان جایگزین آزمون مخرب نفوذ سفتی، بافت میوه کیوی را تخمین بزند . با توجه به ماهیت غیر مخرب بودن آزمون ضربه ای می توان این روش را در صنایع درجه بندی و بسته بندی کیوی توصیه نمود.

منابع

1. بی نام. 1388. عنوان: کیوی و بررسی اقتصادی آن .اداره تنظیم بازار محصولات کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی مازندران.

2. Arpuia, M.L., F. G. Mitchell and G. Mayer. 1984. The effect of growing location and harvest maturity on the storage performances quality of Hayward. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (4): 584-587.

3. Chen, P., Tjan, Y., 1996. A low-mass impact sensor for highspead firmness sensing of fruits. Paper 96F-003. AgEng96, Madrid, Spain.

4. Chen, P., Tjan, Y., 1998. A real-time impact sensing system for on-line firmness sensing of fruits. AgEng'98 Paper No. 98- F-006. AgEng Oslo 98, Conference on Agricultural Engineering, Oslo, Norway.

5. De Baerdemaeker, J., Lemaitre, L., Meire, R., 1982. Quality detection by frequency spectrum analysis of the fruit impact force. Trans. ASAE 25:175-178.

6. MacRae, E.A., Lallu, N., Searle, A.N., 1989. Changes in the softening of kiwifruit (Actinidia deliciosa) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. J. Sci. Food Agric. 49: 413-430.

7. Ragni, L., Berardinelli, A. Guarnieri, A., 2010. Impact device for measuring the flesh firmness of kiwifruits. J. Food Eng. 96: 591-597.

8.Wang, J.,Teng, B.,Yu, Y., 2004. The firmness detection by excitation dynamic characteristics for peach. J. Food Control 17 :353-358.