خواص دینامیکی نقاط مختلف میوه در آزمون ضربه (٦١٢)

جلال کفاشان[٢] ، حسن صدرنیا[٣] ، هرمان رامون و برت تیسکینز[١]

چکیده

یکی از عمده ترین عوامل موثر در تلفات پس از برداشت محصولات کشاورزی ضربات مکانیکی می باشد. سالانه درصد بالایی از این محصولات بدلیل وجود یا تشدید همین عامل ازبین می روند یا کیفیت شان کاهش می یابد. از این رو این نوشتار، به بررسی دقیق تری از اثرموقعیت های مکانی ضربه بر خواص دینامیکی میوه می پردازد. برای این منظور چهار موقعیت مکانی مختلف شامل سمت ساقه، سمت گل و دو سمت جانبی روی میوه سیب به عنوان محل بررسی اثر ضربه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد اثر موقعیت مکانی ضربه بر ضریب جهش در سطح اطمینان ٩٥٪ معنی داری است.

کلیدواژه: ضربه، کیفیت میوه، ضریب ،جهش،کوفتگی

١- بخش مکاترونیک، بیواستاتیک و سنسورها، دانشگاه ک. یو.ال، بلژیک، پست الکترونیک: Jalal.kafashan@biw.kuleuven.be
٢- موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کرج
٣- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۱. مقدمه

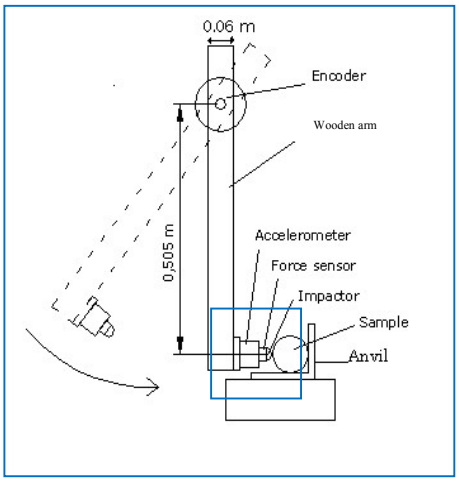
امروزه بدلیل نیاز روز افزون کشور و بمنظور حفظ سلامت جامعه استفاده از میوه تازه و با کیفیت مناسب ضروری بنظر می رسد. از طرفی سالانه درصد بالایی از محصولات میوه ای بدلیل وجود آسیبهای مکانیکی تلف میشوند یا کیفیتشان کاهش می یابد.این کاهش کیفی که کاهش کمی تولید محصول را در بازار مصرف بدنبال دارد میتواند از طریق جلوگیری از بروز این نوع آسیبها با شناخت بهتر عوامل و موقعیتهای وقوع آنها جبران گردد.

غالباً کوفتگی(Bruise) در طی مراحل جابجایی، حمل و نقل،بسته بندی بسبب ضربه رخ می دهد. ضربات مکانیکی بعنوان عامل موثر و اصلی در تلفات پس از برداشت محصولات شناخته شده اند. در طی مراحل پس از برداشت بارهای دینامیکی در ایجاد کوفتگی در محصولات بیشتر موثرندچون بارهای دینامیکی از لحاظ مقدار و وقوع اثری بیش از بارهای استاتیکی دارند[۲و۳].همچنین میزان و وجود کوفتگی نقش کلیدی در مرحله تفکیک محصولات سالم و درجه بندی ایفا می کند.اگرچه معمولا میزان تلفات سیب بین ۱۰ تا ۲۵ درصد است[۷] ولی در برخی از واریته ها این میزان تا ۵۰ درصد نیز گزارش شده است[۴].در گزارشات مختلف این میزان بسیار متفاوت گزارش شده، برای مثال تیم و همکارانش در مقاله خود میزان کوفتگی سیب در جعبه هارا در طی حمل ونقل از باغ ۱۵ تا ۴۷,۵ درصد و برای رده بندی شده بصورت U.S. Extra Fancy آنرا ۶۷,۵ تا ۹۲,۵ درصد ذکر کرده اند[۸]. در یک مطالعه ویژه،پرکردن جعبه ها بدون مواد ضربه گیر باعث ۸۹ درصد کوفتگی در میوه ها شد و دانشمندان میشیگان براین باورند که ۳۵ درصد کوفتگی ها در مراحل برداشت و حمل و نقل اتفاق می افتد[۲] .

در سالهای اخیر پژوهشهای متعددی در زمینه آسیبهای ناشی از ضربه بر روی میوه ها و تستهای مربوطه انجام شده است [۹،۶،۱و ۱۰].اما غالب این آزمونها بر سطح جانبی یا پیرامونی میوه ها برای داده برداری یا مدلسازی صورت گرفته است. برای اکثریت میوه ها تاکنون درخصوص جزئیات خواص مکانیکی آنها در نقاط مختلفشان گزارشی در دست نیست. این اطلاعات از جزئیات خواص مکانیکی و دینامیکی میتواند در قرارگیری بهتر آنها درطی مراحل بسته بندی و در جعبه ها بمنظور جلوگیری یا کاهش کوفتگی میوه ها کمک شایانی بنماید. بعلاوه وجودموقعیتهای مکانی مختلف در میوه ها این پتانسیل را در خود دارد که بر خواص مکانیکی و دینامیکی آنها بخاطر جهت و موقعیت اثرگذار باشد [۵].ازاینرو ضروری بنظر میرسد هنگامی که مسائل حمل و نقل مطالعه میشود به بررسی اثرموقعیت مکانی ضربه بر خواص دینامیکی میوه ها نیز توجه شود. زیرا تاکنون هیچ روش شناسی استانداردی موجود نیست. بنابراین در پژوهش حاضر به بررسی اثرموقعیت مکانی ضربه بر خواص دینامیکی میوه سیب می پردازیم تا در نهایت بتوان به توسعه یک روش استاندارد در آزمونهای ضربه دست یافت و از این داده ها در مدلسازی برای بهینه سازی دستگاههای درجه بندی و بسته بندی میوه هااستفاده نمود.

۲. واد و روشها

در این پژوهش، سیب جوناگلد با اندازه و رسیدگی یکسان بدون هرگونه کوفتگی بعنوان نمونه های آزمون ضربه انتخاب شدند.سپس چهار موقعیت مکانی سمت ساقه،سمت گل و دو سمت جانبی روی سیبها بعنوان محل بررسی اثر ضربه علامت گذاری شد تا توسط دستگاه آزمون ضربه مورد استفاده قرارگیرند. در این آزمون دستگاه آزمون ضربه ساخته شده در دانشگاه لوون برای ایجاد کوفتگی و اندازه گیری ضریب جهش مورد استفاده قرار گرفت. همچنانکه در شکل ۱ میتوان دید، این دستگاه شامل یک آونگ –pendulum – چوبی به طول 0.505m همراه با ضربه زننده–impactor – آلومینومی کروی به شعاع انحنای 25mm میباشد. ضربه زننده به سنسور نیرو (Dytran instruments 1051V3) با حساسیت 11 mV/N متصل شده است. شتاب سنج352C22 PCB piezotronics با حساسیت 10 mV/gهمتراز با آن و درهمان راستا وصل شده است. در نقطه اتصال بازوی آونگ optical encoder از نوع Heidenhain RON 275 قرار دارد. همچنین برای داده برداری از این سه سنسور یک کارت National Instrument PCI-MIO-16E-1 مورد استفاده قرار گرفته است. داده های جمع آوری شده از این دستگاه توسط برنامه نوشته شده در LABVIEW پردازش میشود.



شکل ۱ . شمای کلی دستگاه آزمون ضربه.

مطابق شکل ۲ برای انجام آزمایشات، هریک از سیبها بطور کامل در محل سندان دستگاه قرار داده شد و توسط ماده الاستیکی مقید گردید. هچنین برای اعمال یک سطح ثابتی از انرژی،زاویه اولیه بازوی آونگ برای همه آزمونها ثابت درنظر گرفته شد.

چهار موقعیت مکانی علامت گذاری شده– سمت ساقه،سمت گل و دو سمت جانبی – روی سیبها در معرض ضربه قسمت ربه زننده قرار گرفت.هریک از مکانها فقط یکبار در معرض ضربه واقع شد. انرژی ضربه برای همه بطور یکسان رابر0.11 ژول بود. در طی آزمونهای ضربه، ضریب جهش (CR) بر اساس رابطه زیراندازه گیری شد:

$$C_R = \frac{V_f}{V_i}$$

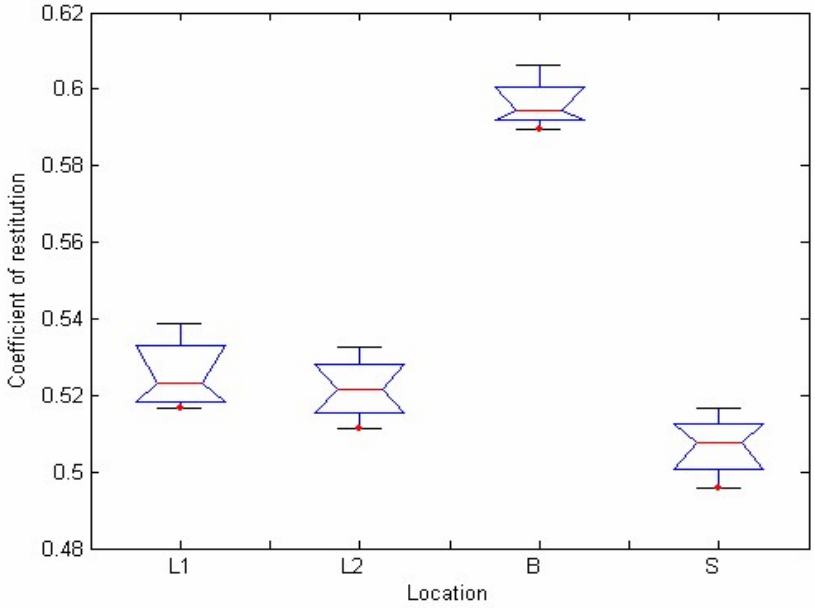
در این رابطه Vf و Vi بترتیب سرعت قسمت ضربه زننده(m/s) قبل و بعد از اعمال ضربه میباشند.

شکل ۲ . نحوه قرارگیری و محل ضربه بر سیب -از چپ به راست: سمت گل، سمت جانبی و سمت ساقه.

پس از آزمونهای ضربه در نقاط مختلف سیبها،آنها در فضای آزمایشگاه با دمای 20 °C برای مدت 24 ساعت نگهداری شدند. سپس قطر کوفتگی در محلهای علامت گذاری شده توسط کولیس دیجیتالی اندازه گیری شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر موقعیت مکانی ضربه بر ضریب جهش در سطح اطمینان 95% معنی داری است. در حالیکه بین موقعیت مکانهای جانبی ضربه دیده اختلاف معنی داری در همین سطح وجود نداشت. بعلاوه حداکثر و حداقل ضریب جهش میوه سیب بترتیب در سمت گل (B)و ساقه میوه(S) سیب واقع بود. شکل ۳ ضریب جهش میوه سیب جوناگلد را در مقابل چهار موقعیت مکانی مختلف(ساقه میوه(S)،سمت گل (B)وسمتهای جانبی(L))نمایش میدهد. میانگین ضریب جهش میوه سیب در سمتهای جانبی،گل و ساقه بیترتیب 0.524، 0.596 و 0.507 محاسبه گردید. همچنین مشاهدات نشان داد میانگین اندازه قطر کوفتگی در سمت ساقه بیشتر از سمتهای دیگر است. میانگین اندازه قطر کوفتگی در سمت ساقه، جانبی و گل بترتیب ۱,۲۸،۱,۱۶ و ۱,۱۷ سانتیمتر بود. بنابراین از نتایج میتوان دریافت در محلهایی که ضریب جهش کمتر است میزان کوفتگی بیشتر است و بلعکس.



شکل ۳ ضریب جهش سیب جوناگلد در چهار موقعیت مکانی مختلف (ساقه میوه(S)،سمت گل (B)وسمتهای جانبی(L)).

ازاینرو ضریب جهش میتواند بعنوان پارامتری جدید در آزمونهای ضربه میوه ها بمنظور نشان دادن میزان کوفتگی مد نظر قرارگیرد و سمت ساقه میوه بعنوان نقطه کلیدی بحساب آید.اگرچه آزمونهای بیشتری برای اثبات این موضوع بعنوان یک قانون کلی ضروری بنظر میرسد.

٤. نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مقاله، بررسی اثرموقعیت مکانی ضربه بر خواص دینامیکی میوه سیب جوناگلد ارائه گردید. نتایج نشان داد حداکثر و حداقل ضریب جهش میوه بترتیب در سمت گل و ساقه میوه سیب یافت میشود. این نتیجه در جهت دهی و الگودهی محصولات در سامانه های بسته بندی و آزمونهای ضربه میتواند مفید باشد. با در نظر گرفتن موقعیتهای مکانی مختلف روی میوه، ضریب جهش میتواند پارامتری جدید در آزمونهای ضربه میوه ها مورد ملاحظه قرارگیرد. همچنین این کار گامی نوین دریافتن روشی استاندارد برای آزمونهای ضربه در میوه ها و محصولات کشاورزی محسوب میشود. روش حاضر در محصولات با اندازه های حجمی بزرگتر میتواند بطور موثری بکار گرفته شود. مسلما،شناخت دقیق خواص دینامیکی بویژه ضربه پذیری محصولات می تواند به برنامه ریزی صحیح، رعایت ملزومات حمل و نقل و پیاده سازی آنها بصورت کارآمد بمنظور کاهش تلفات در سطح کلان در کشور کمک شایانی نماید.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه همکاران ارجمند در وزارت علوم،تحقیقات و فناوری و وزارت جهادکشاورزی بخاطر حسن همکاریهایشان صمیمانه قدردانی می نماییم.

فهرست منابع

[۱]Bajema, R.W., Hyde, G.M.1998. Instrumented pendulum for impact characterization of whole fruit and vegetable specimens. Trans. ASAE 41(5): 1399–1405.

[۲]Kupferman, E. 2006. Minimizing bruising in apples, Postharvest Information Network, Washington State University, Tree Fruit Research and Extension Center.

[۳]Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach science publishers,New York, 498

[۴]Pang D. W., Studman C. J., Ward G. T. 1992. Bruising damage in apple-to-apple impact . Journal of Agricultural Engineering Research, 52 (4): 229 – 240.

[۵]Sadrnia H., Rajabipour A.,Jafari A., Javadi A.,Mostofi Y., Kafashan J., Dintwa E., De Baerdemaeker J.,2008. Internal bruising Prediction in Watermelon compression using non-linear models. Journal of Food Engineering, 86(2): 272-280.

[۶]Schulte-Pason, N.L., Brown, G.K., Timm, E.J. 1992. Apple impact damage thresholds. Applied engineering in agriculture, 8 (1), 55-60.

[۷]Studman, C.J., Brown, G.K., Timm, E.J., Schulte, N.L., Vreede, M.J. 1997. Bruising on blush and non-blush sides in apple-to-apple impacts. Transactions of the ASAE, 40(6): 1655-1663.

[۸]Timm, E.J., Bollen, A.F., Dela Rue, B.T., Woodhead, I.M., 1998. Apple damage and compressive forces in bulk bins during orchard transport. Appl. Eng. Agric. 14, 165–172.

[۹]Van Zeebroeck M., Tijskens, E., Dintwa, E., Kafashan, J., Loodts, J., De Baerdemaeker, J. and H. Ramon, 2006. The discrete element method (DEM) to simulate fruit impact damage during transport and handling: Case study of vibration damage during apple bulk transport. Postharvest Biology and Technology. 41(1): 92-100.

[۱۰].Zhang, W. 1994. Apple impact bruise analysis. Ph.D. Dissertation, Program in Engineering Science, College of Engineering and Architecture, Washington State University.

Dynamical properties of different locations of fruit during impact test

J. Kafashan[1,2], H. Sadrnia[1,3], H. Ramon & B. Tijskens[1]

[1]Division of Mechatronics, Biostatistics and Sensors, Katholieke Universiteit Leuven (K.U.L.), Belgium

[2]Department of Mechanics of Agro Machinery and Mechanization Engineering, AERI, Karaj

[3]Department of Agricultural Machinery Engineering, Ferdowsi University, Mashhad

E_mail: Jalal.kafashan@biw.kuleuven.be

Abstract

Mechanical impact is one of the most important issues that cause post harvest losses. A large percentage of fruits are wasted yearly or their qualities are decreased due to bruise caused by impact. The key aim of this work is to carry out in more detail the effects of impact locations on dynamical properties of fruits. In this study, four different impact locations (stem side, two lateral sides, and a blossom side) were marked on apples for a test by an impactor. The results illustrate that a significant difference exists between the effects of locations on restitution coefficient at the 95% confidence level.

Keywords: Impact, Location, Bruise, Fruit, Restitution coefficient