

اثر ارتعاشات شبیه‌سازی شده حمل و نقل بر درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ

فیض‌الله شهبازی^{۱*} و سعید محمدزاده^۲
۱.۰۲. استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۰/۵)

چکیده

حمل و نقل نامناسب محصولات کشاورزی آسیب‌های مکانیکی بر آن‌ها وارد می‌کند. شکل آسیب به خواص فیزیکی و مکانیکی محصول و نوع بار وارد بر آن بستگی دارد. ارتعاشات تولیدشده هنگام حمل و نقل باعث تکان خوردن محصول و برخورد آن با سطوح اجزای ماشین حمل‌کننده و دیگر قسمت‌ها می‌شود و به شکل بافت‌های آن صدمه می‌زند. در این پژوهش اثرات فرکانس ارتعاش، و موقعیت قرارگیری داخل مخزن، روی میزان صدمات واردشده به تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار مطالعه شد. ابتدا دستگاه شبیه‌ساز ارتعاشات در آزمایشگاه طراحی و ساخته شد و با استفاده از آن ارتعاشات حمل و نقل شبیه‌سازی، و اثر پارامترهای گوناگون روی میزان صدمات بررسی شد. میزان صدمه بر مبنای اختلاف بین میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های ارتعاش‌داده‌شده با تیمارهای شاهد، برحسب درصد در نظر گرفته شد. فرکانس ارتعاش در چهار سطح: ۵، ۷/۵، ۱، و ۱۲/۵ Hz و موقعیت قرارگیری تخم‌مرغ‌ها داخل مخزن در سه سطح: پایین (۴۰ سانتی‌متر)، وسط (۸۰ سانتی‌متر) و بالا (۱۲۰ سانتی‌متر)، در نظر گرفته شد. عمل ارتعاش دهی همه نمونه‌ها در شتاب ثابت ۰/۵g و زمان ثابت ۱۰ دقیقه انجام گرفت. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که اثرات فرکانس و موقعیت قرارگیری داخل مخزن، در سطح یک درصد روی میزان کاهش درصد جوجه‌درآوری معنی‌دار است. با افزایش فرکانس ارتعاش، میزان درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها کاهش یافته بود. ارتعاشات با فرکانس‌های بالاتر از ۵Hz بیشترین صدمات را وارد کرده بودند. میزان کاهش درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌های واقع در لایه‌های بالایی مخزن به‌طور معنی‌داری بیشتر از لایه‌های وسطی و زیرین بود.

کلیدواژه‌ها

ارتعاشات، تخم‌مرغ، جوجه‌درآوری، حمل و نقل، شبیه‌سازی.

■ مقدمه

مهم‌ترین دلایل کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها، می‌تواند به دلیل مرگ نطفه در حد فاصل تخم‌گذاری تا هنگام خواباندن تخم‌مرغ‌ها در دستگاه جوجه‌کشی باشد که این موضوع می‌تواند به دلیل حمل و نقل ناصحیح و صدمات مکانیکی ناشی از آن باشد (Skinner, & Adam, 1963). بی‌دقتی و تکان‌های شدید در هنگام حمل و نقل تخم‌مرغ‌های قابل جوجه‌کشی سبب درهم‌ریختگی و گسیختگی ساختمان ظریف داخل تخم‌مرغ می‌گردد و معمولاً متعاقب آن مرگ‌ومیر جنین رخ می‌دهد. حمل و نقل نامناسب محصولات کشاورزی و دامی باعث ایجاد آسیب‌های مکانیکی روی آن‌ها می‌شود. شکل آسیب بستگی به خصوصیات فیزیکی و مکانیکی محصول و نوع بار وارد بر آن (بار ساکن، متحرک، و نوسانی) دارد. اگر وسیله حمل‌کننده مناسب نباشد،

هدف اصلی از پرورش طیور و خواباندن تخم‌مرغ‌های قابل جوجه‌کشی (بارور) تولید جوجه سالم است، که در عمل، دستیابی به این هدف به ندرت امکان‌پذیر است. انتظار می‌رود که از هر ۱۰۰ عدد تخم‌مرغ خوابانده‌شده در دستگاه جوجه‌کشی به‌طور متوسط حدود ۹۵ جوجه سالم به دست آید. اما گاه تعداد خروج جوجه‌ها از تخم‌مرغ برخلاف آنچه که انتظار می‌رود کاهش می‌یابد که در چنین مواقعی باید با توجه به اهمیت اقتصادی موضوع هرچه سریع‌تر علت را کشف کرد. یکی از

* نویسنده مسئول

تخریب سفیده تخم مرغ و در نتیجه کاهش کیفیت داخلی آن شده است به طوری که عمر انبارداری نمونه های ارتعاش دیده در مقایسه با نمونه های شاهد به مدت سه هفته کاهش یافته است.

گزارش چندانی در زمینه تأثیر ارتعاشات بر درصد جوجه درآوری تخم مرغ در کشور در دست نیست. از این رو با توجه به اهمیت تخم مرغ - به ویژه آن هایی که برای جوجه کشی استفاده می شوند - همچنین بالابودن هزینه و مصرف انرژی برای تولید جوجه از تخم مرغ های نطفه دار، هدف از این طرح بررسی صدمات وارد شده به تخم مرغ (کاهش درصد جوجه درآوری) در اثر فرکانس ارتعاش شبیه سازی شده حمل و نقل و مطالعه تأثیر جای گیری تخم مرغ ها داخل مخزن روی میزان صدمات وارد بر آن هاست.

■ مواد و روش ها

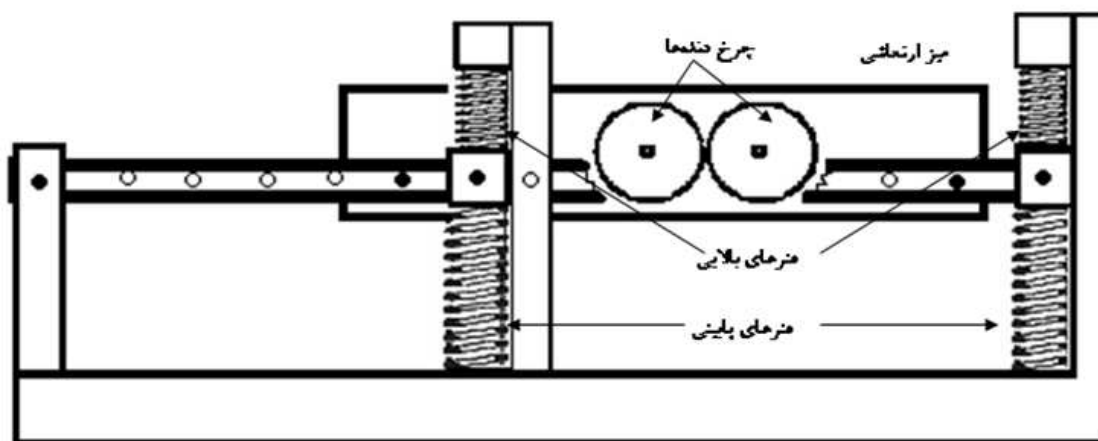
برای شبیه سازی ارتعاش ها بر تخم مرغ ها، دستگاه شبیه ساز ارتعاشات در شرایط آزمایشگاه طراحی و ساخته شد. شکل ۱، دستگاه مورد نظر و شماتیک آن را نشان می دهد. با توجه به شکل، مشاهده می شود که این دستگاه شامل میزی ارتعاشی است که به آن دو عدد چرخ دنده وصل شده است و این چرخ دنده ها به وسیله موتور الکتریکی دور متغیر، در خلاف جهت هم می چرخند. روی محور چرخ دنده ها دو عدد وزنه به صورت خارج از مرکز قرار گرفته است که وزن و میزان خارج از مرکزی آن ها قابل تنظیم است. میز ارتعاشی روی دو تیرک افقی قرار گرفته است. یک پیکربندی فنی از تیرک ها نگهداری می کند. یک سر تیرک ها از بالا و پایین به دو فنر (فنرهای بالایی و پایینی) و سر دیگر آن ها به صورت لولایی به تیرک های عمودی وصل شده است. به موتور الکتریکی دستگاه مبدل برق^۱ (تنظیم کننده دور موتور)، وصل شده است که با استفاده از آن دور موتور تغییر می کند و در اندازه مورد نظر تنظیم می شود. با تغییر دور موتور، دور چرخ دنده ها و در نتیجه سرعت زاویه ای وزنه ها تغییر می کند و میز در جهت عمودی به ارتعاش در می آید. فرکانس دستگاه بر

هنگام حمل و نقل ارتعاشات ایجاد شده باعث تکان خوردن شدید محصول و برخورد آن با سطوح اجزای ماشین حمل کننده و دیگر قسمت ها می شود و در نتیجه سبب تغییر شکل بافت های آن و ایجاد صدمه می شود. تحقیقات انجام شده درباره اثر ارتعاشات حمل و نقل بر میزان صدمات وارد به محصولات کشاورزی تحقیقاتی بیشتر در مورد میوه هاست، از جمله: هلو (O'Brien *et al.*, 1969; Vergano *et al.*, 1991; Ogut *et al.*, 1999)، پرتقال (Chesson & O'Brien, 1971)، زردآلو (O'Brien & Guillou, 1969; Slaughter *et al.*, 1993)، گوجه (Olorunda & Tung, 1985; Hinsch *et al.*, 1993)، انگور و توت فرنگی (Fischer *et al.*, 1990)، سیب (Singh & Xu, 1993; Timm *et al.*, 1996; Timm *et al.*, 1998) و هندوانه (Shahbazi *et al.*, 2010).

Timm *et al.* (1996)، گزارش کرده اند که هنگام حمل و نقل جاده ای شتاب های ۰/۲۵ تا ۰/۵۰g دارای بیشترین فراوانی بوده اند و فرکانس های ۲، ۷، ۱۰، ۱۵، و ۲۰ Hz، بیشتر از همه رخ داده اند و از بین آن ها نیز، فرکانس های ۷ و ۱۵ Hz بیشترین فراوانی را دارند. نتایج به دست آمده از اندازه گیری و آنالیز ارتعاش های عمودی حمل و نقل جاده ای در ایران نشان داده است که فرکانس های بین ۵ تا ۱۵ Hz و شتاب های بین ۰/۳ تا ۰/۷g بیشترین فراوانی را دارند. (Shahbazi *et al.*, 2010). در موضوع اثر ارتعاشات حمل و نقل روی تخم مرغ و کیفیت آن نیز مطالعاتی انجام شده که از جمله آن ها می توان به پژوهش های Dawson & Seydim (1998) و Berardinelli *et al.* (2003) (a & b) اشاره کرد. Seydim & Dawson (1998) اثر ارتعاشات شبیه سازی شده حمل و نقل را روی میزان شکستگی تخم مرغ بررسی و گزارش کردند که با افزایش زمان ارتعاش، میزان صدمات وارد شده به صورت شکستگی تخم مرغ ها افزایش یافته است و میزان شکستگی در لایه های پایینی کمتر بوده است. Berardinelli *et al.* (2003) (a & b)، اثر ارتعاشات شبیه سازی شده حمل و نقل را روی کیفیت Unit Haugh تخم مرغ مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که این فاکتور در نمونه های ارتعاش دیده حدود ۲۸ درصد کمتر از نمونه های شاهد بوده است. طبق گزارش Adam & Skinner (1963) ارتعاشات ناشی از حمل و نقل باعث

مورد نظر از تغییرات اندازه و وزنه‌ها، خارج از مرکزی وزنه‌ها، و تغییر موقعیت عرضی قرارگیری میز روی تیرک‌های افقی استفاده می‌شود.

حسب Hz، از تقسیم تعداد دور چرخ‌دنده‌ها بر حسب rpm، که به وسیله مبدل اندازه‌گیری می‌شود بر ۶۰s، به دست می‌آید. برای تنظیم شتاب دستگاه در اندازه



شکل ۱. دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش‌های جاده (بالا) و شماتیک آن (پایین)

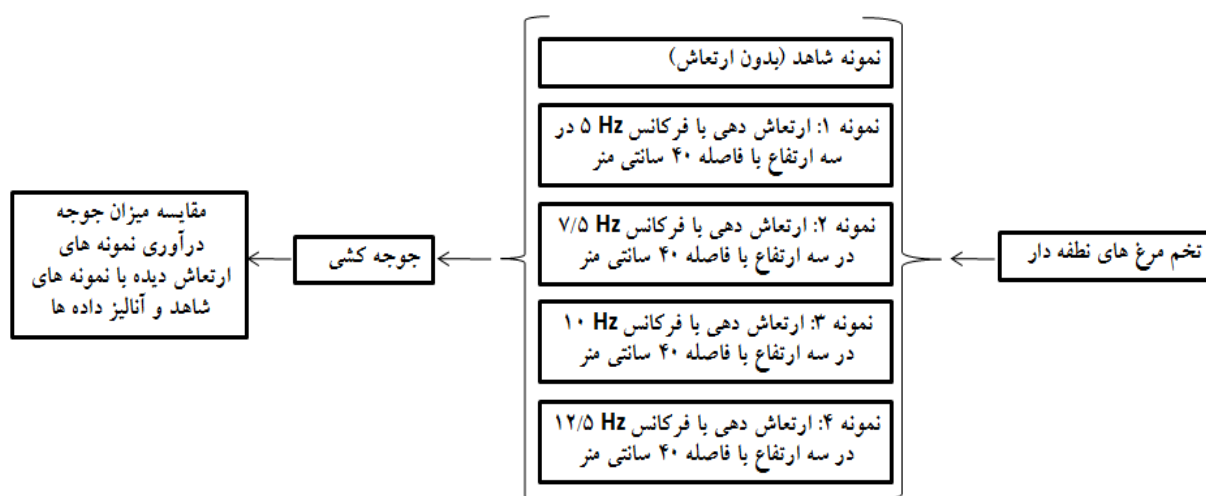
شتاب ثابت برابر $0.5g$ و زمان ثابت ۱۰ دقیقه انجام گرفت. به دلیل این‌که نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری و آنالیز ارتعاشات حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران، نشان داده است که شتاب‌های ارتعاش با میانگین $0.3g$ و $0.7g$ بیشترین فراوانی را دارند، شتاب ارتعاش $0.5g$ انتخاب شد (Shahbazi et al., 2010). در این مطالعه میانگین دو شتاب بالا یعنی $0.5g$ برای شبیه‌سازی در نظر گرفته شد. زمان ارتعاش ۱۰ دقیقه، به این سبب انتخاب شد که این زمان می‌تواند نماینده حمل‌ونقل جاده‌ای در مسافت‌های متوسط و کمتر از ۱۰۰۰ کیلومتر باشد (Hinsch et al., 1993; Acican et al., 2006; Shahbazi et al., 2010). طبق بررسی‌هایی که انجام شد واحدهای جوجه‌کشی سعی می‌کنند که تخم‌مرغ‌های مورد نیاز خود را از استان خود یا استان‌های هم‌جوار

پس از طراحی دستگاه، با استفاده از آن، تخم‌مرغ‌ها تحت ارتعاش قرار گرفتند و اثر پارامترهای گوناگون روی میزان صدمات وارد شده بررسی شد. این پارامترها عبارت بودند از: فرکانس ارتعاش (چهار سطح) و موقعیت قرارگیری تخم‌مرغ‌ها داخل مخزن (سه سطح). اثر پارامترهای مذکور به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار روی نمونه تخم‌مرغ‌های نطفه‌دار نژاد رز، مطالعه شد. برای هر تیمار، ۱۲۰ عدد تخم‌مرغ به صورت تصادفی انتخاب و آزمایش شد. در شکل ۲، دیاگرام اجرای طرح، نشان داده شده است. عمل ارتعاش‌دهی همه نمونه‌ها در

نظر گرفته شد. برای این کار از مقایسه تعداد جوجه‌درآوری نمونه‌های ارتعاش‌داده شده با نمونه‌های شاهد از همان نوع تخم‌مرغ‌ها که هیچ‌گونه فرایند ارتعاش‌دهی روی آن‌ها انجام نشده بود، استفاده شد. برای اجرای طرح از امکانات کارخانه جوجه‌کشی دربال بروجرد استفاده شد. برای این کار دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش به محل کارخانه حمل و نصب گردید و ارتعاش‌دهی روی تخم‌مرغ‌هایی که قرار بود فرایند جوجه‌کشی در مورد آن‌ها انجام شود صورت گرفت. پس از ارتعاش‌دهی نمونه‌های ارتعاش‌دیده با دیگر تخم‌مرغ‌های کارخانه (شاهد) جوجه‌کشی شدند و در پایان مرحله داده‌های مورد نیاز به دست آمد (شکل ۲). برخی خواص فیزیکی (ظاهری) نمونه تخم‌مرغ‌های مطالعه شده شامل ابعاد متوسط: طول (L) و عرض (W) با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین وزن متوسط تخم‌مرغ‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

تهیه کنند که در این صورت مسافت حمل کمتر از ۱۰۰۰ کیلومتر است. انتخاب فرکانس‌های ارتعاش (۵، ۷/۵، ۱۰، و ۱۲/۵ Hz) نیز، براساس نتایج مطالعات قبلی صورت گرفت (Shahbazi et al., 2010). برای ارتعاش‌دهی تخم‌مرغ‌ها سعی شد که در حد امکان شرایط واقعی حمل و نقل فراهم شود. برای حمل شانه‌های تخم‌مرغ نطفه‌دار از مرغ‌داری به کارخانه جوجه‌کشی از قفسه‌های فلزی چهار طبقه با فاصله طبقات ۴۰ سانتی‌متر استفاده می‌شد. در این طرح نیز یکی از قفسه‌های بالا به میز ارتعاشی دستگاه شبیه‌ساز ارتعاشات وصل شد و عمل ارتعاش‌دهی در سه ارتفاع (موقعیت) به ترتیب با فاصله ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر از کف انجام گرفت. هنگام ارتعاش‌دهی نمونه‌ها، شتاب ارتعاش دستگاه به وسیله دستگاه ارتعاش‌سنج مدل VB-8213 ساخت شرکت لوترون اندازه‌گیری و کنترل می‌شد.

پس از ارتعاش‌دهی نمونه‌ها میزان صدمات به صورت کاهش درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها اندازه‌گیری و در



شکل ۲. دیاگرام مراحل اجرای طرح

دو فاکتور، فرکانس ارتعاش و موقعیت تخم‌مرغ‌ها داخل مخزن اثر معنی‌داری را روی کاهش میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها در سطح یک درصد داشته‌اند. همچنین اثر متقابل فرکانس ارتعاش و موقعیت تخم‌مرغ‌ها داخل مخزن در سطح پنج درصد روی این فاکتور معنی‌دار بوده است. با توجه به داده‌های جدول ۲ مشاهده می‌شود که اثر فرکانس ارتعاش، شدیدتر از موقعیت داخل مخزن بوده است.

نتایج و بحث

جدول ۱، خصوصیات تخم‌مرغ‌های مطالعه شده را که قبل از انجام ارتعاش‌دهی روی آن‌ها اندازه‌گیری شده است، نشان می‌دهد. در جدول ۲، نتایج تحلیل واریانس داده‌های مربوط به کاهش میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها، در اثر اعمال ارتعاش ارائه شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که هر

داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهند که با افزایش فرکانس ارتعاش، میزان صدمات وارد شده به تخم‌مرغ‌ها افزایش یافته است. نتیجه به دست آمده در این خصوص مشابه نتایج تحقیقات : Skinner & Adam (1963)، Seydim & Dawson (1998) و Berardinelli *et al.* (2003) (b & a) در مورد تخم‌مرغ است. Skinner & Adam (1963)، گزارش کرده‌اند که ارتعاش‌های ناشی از حمل‌ونقل، باعث تخریب سفیده تخم‌مرغ و در نتیجه کاهش کیفیت داخلی آن شده است به طوری که عمر انبارداری نمونه‌های ارتعاش دیده در مقایسه با نمونه‌های شاهد به مدت سه هفته کاهش یافته است.

جدول ۳، نتیجه مقایسه میانگین‌ها در آزمون چنددامنه‌ای دانکن را نشان می‌دهد. در این جدول، میانگین کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها، در سطح پنج درصد مقایسه شده‌اند ($\alpha = 0.05$).

طبق نتایج تحلیل واریانس داده‌ها (جدول ۲) فرکانس ارتعاش، بیشترین تأثیر را روی میزان کاهش درصد جوجه‌درآوری داشت ($F=181/78$) و تأثیر آن در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) مشاهده می‌شود که بین میانگین کاهش درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها در سطوح گوناگون فرکانس ارتعاش، اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی نمونه تخم‌مرغ‌های مطالعه شده

خواص فیزیکی	متوسط	حداکثر	حداقل	SD*
طول (میلی‌متر)	۵۴/۵۶	۵۷/۸۶	۵۱/۸۶	۲/۲۱
عرض (میلی‌متر)	۴۲/۹۶	۴۴/۵۳	۴۱/۷۲	۰/۸۷
وزن (گرم)	۵۲/۳۰	۵۵/۵۸	۴۸/۶۵	۲/۲۳
درصد جوجه‌درآوری	۹۴/۷۸	۹۸/۶۷	۸۷/۵۶	۳/۱۳

* divination. Standard

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس داده‌های مربوط به کاهش درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ در اثر ارتعاش

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
فرکانس ارتعاش	۳	۲۶۲۱/۳۲۲	۸۷۳/۷۷۴	۱۸۱/۷۸۸**
موقعیت داخل مخزن	۲	۹۵۲/۶۷۵	۴۷۶/۳۳۷	۹۹/۱۰۱**
فرکانس ارتعاش × موقعیت داخل مخزن	۶	۱۳۸/۷۰۵	۲۳/۱۱۷	۴/۸۱۰*
خطای آزمایش	۲۴	۱۱۵/۳۵۷	۴/۸۰۷	
کل	۳۶	۲۵۸۵۷/۰۵۰		

** و * - به ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

جوجه درآوری ایجاد شده است (۱۰/۸۸ درصد). با افزایش فرکانس از ۵ به ۷/۵Hz بیشترین جهش در کاهش در جوجه‌درآوری به وجود آمده است و این فاکتور به اندازه ۲/۲۸ برابر افزایش یافته است. در حالی که با افزایش فرکانس از ۷/۵ به ۱۰Hz میزان جوجه‌درآوری به اندازه ۱/۱۹ برابر و با افزایش فرکانس از ۱۰ به ۱۲/۵Hz به اندازه ۱/۱۱ برابر افزایش یافته است. داده‌های بالا

با توجه به این که فرکانس ارتعاش، همان تکان‌های وارد شده در واحد زمان به محصول است، هرچه میزان این تکان‌ها بیشتر باشد صدمه بیشتری ایجاد خواهد شد. با توجه به داده‌های جدول ۳ مشاهده می‌شود که در فرکانس ارتعاش ۱۲/۵Hz، بیشترین کاهش در جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها رخ داده است (۲۹/۳۳ درصد) در حالی که در فرکانس ارتعاش ۵Hz کمترین کاهش در

از ۱۸/۸۴ به ۲۳/۹۹ درصد، رسیده است. در لایه‌های بالایی بیشترین صدمه‌دیدگی رخ داده است و کاهش میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها به شدت بستگی به ارتفاع قراردیمی آن‌ها دارد. صدمه ناشی از کاهش در میزان جوجه‌درآوری در این قسمت برابر ۳۱/۳۷ درصد است که نسبت به لایه‌های پایینی در حدود ۱/۵ برابر و نسبت به لایه‌های وسطی حدود ۱/۳ برابر، افزایش یافته است.

سایر پژوهشگران نیز افزایش میزان صدمات وارد شده به محصول (میوه) در اثر ارتعاشات را در لایه‌های بالایی در مقایسه با لایه‌های زیرین و وسطی گزارش کرده‌اند (O'Brien *et al.*, 1969; Slaughter *et al.*, 1993; Ogut *et al.*, 1999; Nicolai & Tijssens, 2007; Zhou *et al.*, 2007; Shahbazi *et al.*, 2010) دلیل این موضوع را به این صورت بیان داشته‌اند که با افزایش ارتفاع قرارگیری محصول داخل مخزن، هنگامی که محصول تحت ارتعاش قرار می‌گیرد، میزان و قدرت شتاب وارد شده افزایش می‌یابد و در نتیجه شدت برخورد اجزای داخلی به هم و به دیواره مخزن افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش صدمات است. همچنین Adam & Skinner (1963) و Berardinelli *et al.* (2003) نتایج مشابهی در خصوص اثر موقعیت قرارگیری تخم‌مرغ روی شکستگی و کاهش کیفیت آن در اثر ارتعاشات حمل و نقل ارائه کردند.

نشان می‌دهند که فرکانس‌های بین ۵ و ۷/۵ Hz بیشترین صدمه را روی تخم‌مرغ ایجاد کرده‌اند. بنابراین، ساختار فنربندی وسیله حمل‌کننده تخم‌مرغ‌هایی که برای جوجه‌کشی استفاده می‌شوند باید در حدی باشد که فرکانس ارتعاش آن بیشتر از ۵ Hz نباشد.

طبق نتایج آنالیز واریانس داده‌ها (جدول ۲) تأثیر موقعیت داخل مخزن روی کاهش جوجه‌درآوری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. افزایش ارتفاع موقعیت قرارگیری تخم‌مرغ‌ها در داخل مخزن سبب افزایش درصد کاهش جوجه‌درآوری شده است. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) مشاهده می‌شود که بین میانگین صدمات وارد شده به تخم‌مرغ‌ها به صورت کاهش جوجه‌درآوری در سطوح گوناگون موقعیت داخل مخزن اختلاف معنی‌دار وجود دارد (در سطح پنج درصد) و میانگین‌ها در سه گروه: a, b, و c تقسیم‌بندی شده‌اند.

کمترین کاهش در میزان جوجه‌درآوری روی تخم‌مرغ‌هایی رخ داده است که در لایه‌های پایینی قرار گرفته‌اند. میانگین کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌هایی که در لایه‌های پایینی قرار گرفته‌اند در فرکانس‌های مختلف ارتعاش برابر ۱۸/۸۴ درصد بوده است در حالی که در لایه‌های وسطی میزان کاهش جوجه‌درآوری به اندازه ۱/۲۷ برابر، نسبت به لایه‌های پایینی افزایش یافته است و

جدول ۲. مقایسه میانگین کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها در هریک از متغیرهای غیروابسته بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن

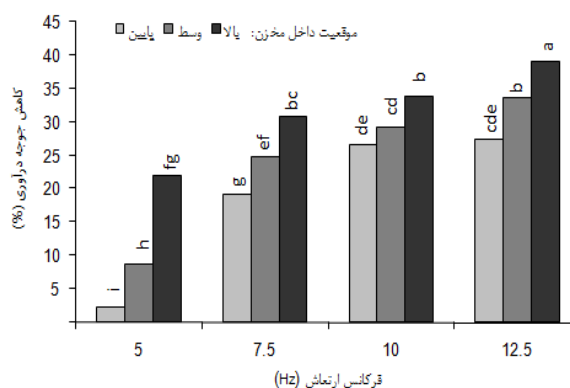
متغیر وابسته (کاهش جوجه‌درآوری (درصد))	متغیر غیروابسته
	فرکانس ارتعاش (Hz)
۱۰/۸۸d	۵/۰
۲۴/۹۰c	۷/۵
۲۹/۸۶b	۱۰/۰
۳۳/۲۹a	۱۲/۵
	موقعیت داخل مخزن
۱۴/۵۷c	پایین (۴۰ سانتی‌متر)
۲۰/۵۰b	وسط (۸۰ سانتی‌متر)
۲۹/۴۰a	بالا (۱۲۰ سانتی‌متر)

برای هر صفت اعدادی که حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد ندارند

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این طرح نشان داد که حمل و نقل و فرکانس ارتعاشات ناشی از آن روی درصد جوجه‌درآوری تخم‌مرغ مؤثر است، از این‌رو، نتیجه‌گیری می‌شود که واحدهای جوجه‌کشی را نمی‌توان در هر جایی احداث کرد و هنگام احداث واحدهای جوجه‌کشی باید مسافت آن‌ها از محل مرغ‌داری در نظر گرفته شود و در حد امکان سعی شود که مرغ‌داری و واحد جوجه‌کشی با هم و با رعایت مسائل بهداشتی، به‌صورت مجتمع ساخته شوند. نتایج نشان داد که فرکانس ارتعاش در سطح یک درصد اثر معنی‌داری روی کاهش میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها دارد و با افزایش فرکانس ارتعاش، میزان صدمات وارد شده به تخم‌مرغ‌ها به‌صورت کاهش درصد جوجه‌درآوری، افزایش یافته بود. فرکانس ارتعاش تا محدوده ۵Hz اثر زیادی را روی صدمات وارد شده نگذاشته بود اما فرکانس‌های بالاتر باعث کاهش شدید در میزان جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها شده بودند. با افزایش ارتفاع قرارگیری تخم‌مرغ‌ها داخل مخزن میزان جوجه‌درآوری آن‌ها در اثر ارتعاش‌ها کاهش یافته بود. بنابراین، باید از روی هم‌چیدن تخم‌مرغ‌ها هنگام حمل و نقل و با ارتفاع بیشتر از ۸۰ سانتی‌متر جلوگیری شود.

شکل ۳ اثر متقابل فرکانس ارتعاش و موقعیت قرارگیری تخم‌مرغ داخل مخزن روی کاهش درصد جوجه‌درآوری را نشان می‌دهد. در این شکل کمترین کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها برابر ۲/۲ درصد است که در حالت فرکانس ارتعاش ۵Hz و روی تخم‌مرغ‌هایی که در لایه‌های پایینی مخزن قرار گرفته‌اند رخ داده است. همچنین در حالت فرکانس ارتعاش ۵Hz و لایه وسطی مخزن میزان صدمه کمتر از ۱۰ درصد بوده و برابر ۸/۵۵ درصد است (شکل ۳). بیشترین مقدار کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ‌ها در شکل ۳ برابر ۳۸/۹۴ درصد است که در حالت فرکانس ارتعاش ۱۲/۵ و روی تخم‌مرغ‌هایی که در لایه‌های بالایی مخزن قرار گرفته‌اند، رخ داده است. این موضوع نشان می‌دهد در حالتی که ساختار فربندی وسیله حمل‌کننده مناسب نیست، بهترین حالت برای حمل تخم‌مرغ‌های بارور به‌منظور جوجه‌کشی، پایین بودن فرکانس ارتعاش (در حدود ۵Hz) و بیشتر نبودن ارتفاع قرارگیری تخم‌مرغ‌ها از ۸۰ سانتی‌متر است.



شکل ۳. اثر متقابل فرکانس ارتعاش و موقعیت قرارگیری داخل مخزن روی میزان کاهش جوجه‌درآوری تخم‌مرغ

REFERENCES

- Acican, T., K. Alibas & I.S. Ozelkok. (2006). Mechanical damage to apples during transport in wooden crates. *Biosystems Engineering*, 96: 239-248.
- Adam, J. L & Skinner, J. L. (1963). Effects of management, strain and truck shipment on albumen quality of eggs. *Poultry Science*, 42, 1076-1081.
- Berardinelli, A., Donati, V., Giunchi, A., Guarnieri, A., & Ragni, L. (2003 a) Effects of sinusoidal vibrations on quality indices of shell eggs, *Biosystems Engineering* 86 (3), 347-353.
- Berardinelli, A., Donati, V., Giunchi, A., Guarnieri, A., & Ragni, L. (2003 b) Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs, *Biosystems Engineering* 86 (4), 495-502.
- Chesson, J. H. & O'Brien, M. (1971). Analysis of Mechanical Vibration of Fruit during Transportation. *Trans. ASAE*, 14, 222-224.
- Fischer, D., Craig, W. & Ashby, B.H. (1990).

- Reducing Transportation Damage to Grapes and Strawberries. *J. Food Dist. Res.*, 21, 193-202.
7. Hinsch, R.T., D.C. Slaughter, W.L. Craig, & J.F. Thompson. (1993). Vibration of fresh fruits and vegetables during refrigerated truck transport. *Transactions of the ASAE*, 36, 1039-1042.
 8. Nicolai, B.M. & E. Tijsknes. (2007). Impact damage of apples during transport and handling. *Postharvest biology and technology*. 45, 157-167
 9. O'Brien M, & R.B. Fridley. (1970). Measurement of vibrations related to harvesting and handling of fruits and vegetables. *Transaction of the ASAE*, 13(6), 870- 873.
 10. O'Brien, M. & R. Guillou. (1969). An in-transit vibration simulator for fruit-handling studies. *Transactions of the ASAE*, 12, 94-97.
 11. O'Brien, M., R.C. Pearl, E.P. Vilas Jr, & R. L. Driesbach. (1969). The magnitude and effect of in-transit vibration damage of fruits and vegetables on processing quality and yield. *Transactions of the ASAE*, 12: 452-455.
 12. Ogut, H., A. Peker, & C. Aydin. (1999). Simulated transit studies on peaches: effects of container cushion materials and vibration on elasticity modulus. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 30, 59-62.
 13. Olorunda, A.O. & M.A. Tung. (1985). Simulated transit studies on tomatoes: effects of compressive load, container, vibration and maturity on mechanical damage. *Journal of Food Technology*, 20, 669-678.
 14. Seydim, A.C & Dawson, P. L. (1999). Packaging effects on shell egg breakage rates during simulated transportation. *Poultry Science*, 78, 148-151.
 15. Shahbazi.F., A. Rjabipour., S. Mohtasebi, & Sh. Rafie. (2010). Simulated in-ransit vibration damage to watermelons. *J. Agr. Sci. Tech.* 12, 23-34.
 16. Singh, S.P, & M. Xu. (1993). Bruising in apples as a function of truck vibration and packaging. *Applied Engineering in Agriculture*, 9, 455-460.
 17. Slaughter, D.C., R.T. Hinsch & J.F. Thompson. (1993). Assessment of vibration injury to Bartlett pears. *Transactions of the ASAE*, 36, 1043-1047
 18. Timm, E, J., A. F. Bollen., B. T. Dela Rue & I. M. Woodhead. (1998). Apple damage and compressive forces in bulk bins during orchard transport. *Applied Engineering in Agriculture*, 14(2), 165-172.
 19. Timm, E. J., G. K. Brown & P. R. Armstrong. (1996). Apple damage in bulk bins during semi-trailer transport. *Applied Engineering in Agriculture*, 12(3), 369-377.
 20. Vergano, P.J., R.F. Testin, & W.C. Nevall. (1991). Peach bruising Susceptibility to impact, vibration and compression abuse. *Transactions of the ASAE*, 34, 2110-2116.
 21. Zhou, R., S. Shuqiang, Y. Liping & L. Yunfei. (2007). Effect of transport vibration levels on mechanical damage and physiological responses of huanghua pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua). *Postharvest Biol. Technol.*, 46, 20-28