بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک بیوسیستم

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان :

بررسی ریزش انگور سفید بیدانه در فرآیند حمل‌ونقل

اساتید راهنما :

دکتر علی حسن‌پور

دکتر اسعد مدرس مطلق

تنظیم و نگارش :

رامین زربیل‌نژاد

بهمن ۱۳۹۳

حق چاپ و نشر برای دانشگاه اورمیه محفوظ است

پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای: رامین زرین‌نژاد در تاریخ ۹۳/۱۱/۲۷ به شماره ۲۲۱-۲ک با رتبه عالی و نمره نوزده و سیزده صدم(۱۹/۱۳) مورد پذیرش هیات محترم داوران قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای اول و رئیس هیئت داوران: دکتر علی حسن‌پور

۲- استاد راهنمای دوم: دکتر [illegible] لطیف

۳- داور خارجی: دکتر پرویز احمدی

۴- داور داخلی: دکتر وحید رستم‌پور

۵- سرپرست تحصیلات تکمیلی: دکتر محسن اسمعیلی

حق چاپ و نشر برای دانشگاه ارومیه محفوظ است

سپاس خدایی را که هر چه دارم از اوست

به امید آنکه توفیق یابم جز خدمت به خلق او نکوشم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم:

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

برادر و خواهر مهربانم:

آن دو عزیزی که در تمام مراحل زندگانیم در کنارم بودند و همیشه در حل مشکلاتم یاور و دلسوزم بودند.

تقدیر و تشکر:

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق رارفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم.

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم، اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه از اساتید با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر حسن پور و آقای دکتر مدرس که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند تشکر نمایم.

از اساتید گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه که در دوره ی کارشناسی ارشد از حضورشان فوائد بسیار برده ام تقدیر و تشکر می کنم.

همچنین از آقای مهندس آسوپریخانی و آقای مهندس آیدین ایمانی، و سایر دوستان و همکلاسی های خوبم صمیمانه قدردانی می نمایم.

رامین زرسیل نژاد

بهمن ۹۳

چکیده

در طی فرآیند حمل‌ونقل، ارتعاشات اثر قابل توجهی بر روی صدمات وارده بر محصولات کشاورزی مانند انگور دارد. از این رو در این پژوهش ریزش انگور سفید بی‌دانه در شرایط حمل‌ونقل جاده‌ای ایران مورد بررسی قرار گرفت. برای اعمال ارتعاش از دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش، موجود در گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه استفاده شد. از دو سطح پرتکرار شتاب و فرکانس، در کف کامیون حمل میوه در جاده‌های ایران، برای شبیه-سازی شرایط ارتعاشی جاده استفاده شد. ابتدا نمونه‌ها (رقم سفید بی‌دانه) از باغات انگور تهیه شدند و بعد از اعمال ارتعاش با دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش، تاثیر شتاب ارتعاش، فرکانس ارتعاش، زمان حمل‌ونقل و نوع بسته-بندی بر روی میزان ریزش حبه‌های انگور مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله دوم تاثیر ترکیب‌های مختلف ارتعاشی (شتاب ارتعاش در دو سطح و فرکانس ارتعاش در دو سطح) بر روی میزان ریزش انگور مورد بررسی قرار گرفت و آسیب زننده‌ترین ترکیب ارتعاشی مشخص گردید. در مرحله سوم تاثیر نوع سامانه بسته‌بندی، شامل جعبه پلاستیکی مرسوم، جعبه پلاستیکی با درپوش، جعبه پلاستیکی با حفاظ کاغذ و نایلون به همراه درپوش و جعبه چوبی مرسوم، بر میزان ریزش انگور در آسیب زننده‌ترین ترکیب ارتعاشی در ۴ بازه زمانی، شامل ۱۵، ۳۰، ۴۵ و۶۰ دقیقه، بررسی گردید. در مرحله چهارم نیروی جدایش دم از حبه انگور، قبل و بعد از اعمال ارتعاش با استفاده از دستگاه آنالیز بافت تعیین گردید و تاثیر شتاب ارتعاش، فرکانس ارتعاش، زمان حمل‌ونقل و نوع بسته‌بندی بر روی نیروی جدایش دم از حبه انگور مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج نشان داد که اثر شتاب ارتعاش، فرکانس ارتعاش، زمان حمل‌ونقل و نوع بسته‌بندی در سطح احتمال ۱٪ بر روی میزان ریزش انگور در شرایط حمل‌ونقل جاده‌ای ایران معنی‌دار می‌باشند. ترکیب ارتعاشی ۱۲/۵ Hz و ۰/۷ g بیش‌ترین آسیب را به انگور وارد نمود و همچنین کمترین میزان ریزش انگور در این ترکیب ارتعاشی مربوط به جعبه پلاستیکی با درپوش می‌باشد. افزایش شتاب باعث جهش قابل توجهی در درصد ریزش انگور می‌شود. در ۴ نوع سامانه بسته‌بندی با افزایش زمان ارتعاش از ۳۰ دقیقه به ۴۵ دقیقه و همچنین ۴۵ دقیقه به ۶۰ دقیقه باعث افزایش قابل توجهی در درصد ریزش انگور گردید. نتایج حاصل از تاثیر شتاب ارتعاش، فرکانس ارتعاش، زمان حمل‌ونقل و نوع بسته‌بندی بر روی نیروی جدایش دم از حبه انگور، به دلیل تهیه نمونه‌ها بطور تصادفی از خوشه انگور، بصورت غیر معنی‌دار بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: انگور، ارتعاشات مکانیکی، ضایعات کشاورزی، حمل‌ونقل و بسته‌بندی.

فهرست مطالب

فصل اول

کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق ۲

۱-۳- هدف ۳

فصل دوم

تئوری مسئله ۵

۲-۱- انگور و جایگاه آن در ایران ۵

۲-۱-۱- صدمات مکانیکی وارده بر محصولات کشاورزی ۷

۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده ۹

۲-۳- دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش ۱۲

۲-۳-۱- مکانیزم دستگاه ۱۶

۲-۳-۲- اجزاء و طرح دستگاه ۱۶

۲-۳-۲-۱- سامانه تولید کننده ارتعاش ۱۶

۲-۳-۲-۲- سیستم تولید و انتقال توان ۱۹

۲-۳-۲-۳- سامانه کنترل کننده دستگاه ۲۰

۲-۴- جمع بندی ۲۱

فصل سوم

مواد و روش‌ها ۲۳

۳-۱- نحوه تنظیم دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش آزمایشگاهی ۲۴

۳-۲- تهیه نمونه‌ها و اندازه‌گیری جرم میوه‌ها..... ۲۵
۳-۲-۱- تهیه نمونه..... ۲۵
۳-۲-۲- اندازه‌گیری جرم میوه‌ها..... ۲۶
۳-۳- اعمال ارتعاش..... ۲۷
۳-۳-۱- بررسی اثر پارامترهای موثر بر روی میزان ریزش میوه..... ۲۸
۳-۳-۲- بررسی اثر ترکیب‌های مختلف شتاب ارتعاش و فرکانس ارتعاش بر روی میزان ریزش میوه..... ۲۸
۳-۳-۳- بررسی اثر نوع سامانه بسته‌بندی بر روی میزان ریزش میوه..... ۲۹
۳-۴- بررسی نیروی جدایش دم از حبه..... ۳۱
۳-۴-۱- تهیه نمونه‌ها..... ۳۲
۳-۴-۲- دستگاه آنالیز بافت..... ۳۲
۳-۵- تحلیل آماری..... ۳۴

فصل چهارم

نتایج و بحث..... ۳۷
۴-۱- نتایج مربوط به بررسی اثر پارامترهای موثر بر روی میزان ریزش میوه..... ۳۸
۴-۱-۱- نتایج مربوط به بررسی اثر ترکیب‌های مختلف شتاب ارتعاش و فرکانس ارتعاش..... ۴۵
۴-۱-۱-۱- تعیین آسیب زننده‌ترین ترکیب ارتعاشی..... ۴۹
۴-۱-۲- نتایج مربوط به بررسی اثر نوع سامانه بسته‌بندی..... ۵۱
۴-۲- نتایج مربوط به بررسی نیروی جدایش دم از حبه انگور..... ۵۷

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۶۷
۵-۱- نتیجه‌گیری..... ۶۷
۵-۲- پیشنهادات..... ۶۹

فهرست منابع..... ۷۰

پیوست‌ها..... ۷۵

فهرست جداول

جدول ۲-۱- پرتکرارترین سطوح فرکانس و شتاب اندازه‌گیری شده توسط شهبازی و همکاران.....۱۱
جدول ۳-۱- پرتکرارترین سطوح فرکانس و شتاب در کف کامیون شش چرخ حمل میوه.....۲۷
جدول ۳-۲- سطوح مختلف پارامترهای مورد مطالعه.....۲۸
جدول ۳-۳- ترکیب‌های مختلف شتاب ارتعاش و فرکانس ارتعاش اعمال شده.....۲۹
جدول ۴-۱- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار اول.....۳۸
جدول ۴-۲- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار دوم.....۳۹
جدول ۴-۳- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار سوم.....۳۹
جدول ۴-۴- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ میانگین تکرارها.....۳۹
جدول ۴-۵- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار اول.....۴۰
جدول ۴-۶- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار دوم.....۴۰
جدول ۴-۷- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار سوم.....۴۰
جدول ۴-۸- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ میانگین تکرارها.....۴۱
جدول ۴-۹- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار اول.....۴۱
جدول ۴-۱۰- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷ g ؛ تکرار دوم.....۴۱
جدول ۴-۱۱- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷ g ؛ تکرار سوم.....۴۲
جدول ۴-۱۲- میزان ریزش انگور در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ میانگین تکرارها.....۴۲
جدول ۴-۱۳- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷ g ؛ تکرار اول.....۴۲
جدول ۴-۱۴- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار دوم.....۴۳
جدول ۴-۱۵- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار سوم.....۴۳
جدول ۴-۱۶- میزان ریزش انگور در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ میانگین تکرارها.....۴۳
جدول ۴-۱۷- تجزیه واریانس بلوک‌های کاملا تصادفی آزمون‌ها.....۴۴
جدول ۴-۱۸- درصد ریزش حبه‌های انگور در ترکیب‌های مختلف ارتعاشی.....۴۹

جدول ۴-۱۹- درصد ریزش انگور در چهار سامانه‌های بسته‌بندی و چهار بازه زمانی.....۵۱
جدول ۴-۲۰- نیروی جدایش دم از حبه قبل از اعمال ارتعاش.....۵۸
جدول ۴-۲۱- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار اول.....۵۸
جدول ۴-۲۲- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار دوم.....۵۸
جدول ۴-۲۳- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار سوم.....۵۹
جدول ۴-۲۴- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ میانگین تکرارها.....۵۹
جدول ۴-۲۵- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار اول.....۵۹
جدول ۴-۲۶- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار دوم.....۶۰
جدول ۴-۲۷- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ تکرار سوم.....۶۰
جدول ۴-۲۸- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۳ g ؛ میانگین تکرار.....۶۰
جدول ۴-۲۹- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار اول.....۶۱
جدول ۴-۳۰- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار دوم.....۶۱
جدول ۴-۳۱- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار سوم.....۶۱
جدول ۴-۳۲- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۷/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ میانگین تکرارها.....۶۲
جدول ۴-۳۳- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار اول.....۶۲
جدول ۴-۳۴- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ تکرار دوم.....۶۲
جدول ۴-۳۵- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷ g ؛ تکرار سوم.....۶۳
جدول ۴-۳۶- نیروی جدایش دم از حبه در فرکانس ۱۲/۵ Hz و شتاب ۰/۷g ؛ میانگین تکرارها.....۶۳
جدول ۴-۳۷- تجزیه واریانس بلوک‌های کامل تصادفی آزمون‌های نیروی جدایش دم از حبه.....۶۳

فهرست اشکال

شکل۲-۱- نمونه‌ای از ساختمان حبه‌ی انگور سفید بی‌دانه (دوکوزلیان ۲۰۰۰).....۶

شکل۲-۲- تاثیر به‌کارگیری لرزش در پر کردن فضاهای خالی جعبه انگور.....۸

شکل ۲-۳- نمای کلی از یک دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش.....۱۳

شکل۲-۴- الف، ب، ج، د، اجزاء دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش استفاده شده.....۱۵

شکل۲-۵- وزنه‌های متصل به محور دوار استفاده شده.....۱۶

شکل ۲-۶- اصول کار تولید ارتعاش عمودی با استفاده از وزنه‌های خارج از مرکز.....۱۷

شکل ۲-۷- یکی از تیرک‌های افقی به همراه فنرهای بالایی و پایینی.....۱۸

شکل ۲-۸- سیستم انتقال نیروی مورد استفاده در دستگاه شبیه‌ساز اتعاش.....۱۹

شکل۲-۹- اینورتور.....۲۰

شکل ۳-۱- دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش مورد استفاده در آزمایشات.....۲۴

شکل ۳-۲- چیده شدن با دقت میوه‌ها برای جلوگیری از آسیب.....۲۵

شکل ۳-۳- قرارگیری نمونه‌ها در داخل سردخانه.....۲۶

شکل۳-۴- ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم.....۲۶

شکل۳-۵- شتاب‌سنج استفاده شده جهت اندازه‌گیری و کنترل شتاب ارتعاش.....۲۷

شکل ۳-۶- سامانه‌های بسته‌بندی استفاده شده.....۳۰

شکل ۳-۷- دستگاه آنالیز بافت (texture analyser).....۳۱

شکل ۳-۸- جدا شدن حبه انگور از محل اتصال دم به حبه.....۳۲

شکل ۳-۹- پایه مخصوص نگهداری حبه انگور در دستگاه آنالیز بافت.....۳۳

شکل ۳-۱۰- کامپیوتر PC و نرم افزار exponent مورد استفاده در دستگاه آنالیز بافت.....۳۳

شکل ۳-۱۱- نمونه‌ای از داده‌های بدست آمده از دستگاه آنالیز بافت.....۳۴

شکل۴-۱- میزان ریزش انگور در ترکیب‌های ارتعاشی استفاده شده در زمان ۱۵ دقیقه.....۴۵

شکل۴-۲- میزان ریزش انگور در ترکیب‌های ارتعاشی استفاده شده در زمان ۳۰ دقیقه.....۴۶

شکل۴-۳- میزان ریزش انگور در ترکیب‌های ارتعاشی استفاده شده در زمان ۴۵ دقیقه.....۴۶

شکل۴-۴- میزان ریزش انگور در ترکیب‌های ارتعاشی استفاده شده در زمان ۶۰ دقیقه.....۴۷

شکل۴-۵- میزان ریزش انگور در فرکانس‌های استفاده شده.....۴۸

شکل۴-۶- میزان ریزش انگور در شتاب‌های استفاده شده ۴۹

شکل ۴-۷- درصد ریزش انگور در چهار سامانه بسته‌بندی در چهار بازه زمانی.....۵۳

فهرست علائم و نمادها

g	شتاب جاذبه	$\frac{m}{s^2}$
F	نیرو	N
m	جرم	kg
e	فاصله از مرکز دوران	m
f	فرکانس	rad/sec
X	دامنه ارتعاش	m
a	شتاب ارتعاش	$\frac{m}{s^2}$
ω	فرکانس دایره‌ای	rad/sec

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

انگور یکی از مهم‌ترین میوه‌های تولیدی ایران بوده و در این کشور سالیانه حدود ۲۲۴۱۳۰۰ تن انگور تولید می‌شود که در مقام نهم تولید انگور جهان قرار می‌گیرد (فائو ۲۰۱۱). استفاده از انگور محدود به میوه‌ی رسیده‌ی آن نبوده، بلکه میوه‌ی نارس آن به‌صورت غوره، آب غوره و غوره‌ی خشک مصرف غذایی دارد. همچنین عصاره‌ی انگور به صورت آب انگور یا آب انگور تغلیظ شده و دوشاب (شیره‌ی خنثی شده و غلیظ شده‌ی آب انگور) و خشک شده‌ی آن به صورت کشمش، خمیر کشمش، کنسانتره‌ی شیره‌ی کشمش مورد مصرف قرار می گیرد (اسمعیلی 1385). در بین ارقام مختلف انگور، رقم سفید بی‌دانه از نظر کمیت تولید رقم غالب می‌باشد. این رقم انگور دارای رشد خیلی زیاد، بارآوری منظم و بسیار زیاد، قسمت گوشتی بی‌رنگ، ترد و آبدار، دارای درصد قند بالا(۲۱/۱ درصد)، میزان اسید پایین(۵/۷ گرم در لیتر) و شکل خوشه‌ی متراکم و کشیده است(علیزاده ۱۳۸۳).

مسئله بازار پسندی یکی از عوامل مهم در مورد محصولات کشاورزی بالاخص میوه‌ها و سبزیجات بوده و درخواست مشتری جهت استفاده از محصولات با کیفیت بالاتر در دهه‌های اخیر رشد زیادی داشته است (وان زیبروک و همکاران[1]، b۲۰۰۷). صدمات مکانیکی وارده به محصولات کشاورزی در فاصله‌ی برداشت تا مصرف اصلی‌ترین عامل کاهش کیفیت و بازار پسندی می‌باشد (یورتلو و اردوغان[2] ۲۰۰۵). مجموعا چنین صدماتی کیفیت محصول را کاهش و ضایعات آن را به‌دلیل فساد افزایش می‌دهد (لی و وانگ[3] ۱۹۹۸).یکی از ویژگی‌های مهم محصولات کشاورزی که در ارتباط با کیفیت محصول می‌باشد، حساسیت آن در برابر آسیب و خسارات است و در این بین میوه‌ها و سبزیجات به دلیل داشتن مقاومت کم در پوست و رطوبت بالا، دارای

1- Van Zeebroeck
2- Yurtlu and Erdogan
3- Li and Wang

حساسیت بسیار بالاتری نسبت به آسیب‌های حمل‌ونقل و فرآوری بوده و مقدار ضایعات آنها با توجه بـه کیفیـت حمل‌ونقل و فرآیند ممکن است از ۵ الی ۵۰ درصد و حتی بیشتر متغیر باشد (دوبرزانسکی و همکـاران[1] ۲۰۰۶). آسیب‌های مکانیکی وارده به میوه‌ها ممکن است در مرحله برداشت، حمل‌ونقـل، درجـه‌بنـدی و ... بوجـود آیـد. بیشترین این آسیب‌ها مربوط به مرحله حمل‌ونقل میوه می‌باشد و بسته به نوع بسته‌بندی، شرایط جاده و وسـیله حمل‌ونقل میوه میزان این آسیب متفاوت خواهد بود. نیروهای استاتیکی و دینامیکی وارد بر میـوه‌هـا در هنگـام حمل‌ونقل باعث آسیب‌دیدگی آن‌ها می‌شود و اگر مقدار این نیروها از یک حد معین بیشتر شود سبب تغییر شکل و آسیب میوه‌ها خواهد شد (اردوغان[2] و همکاران ۲۰۰۳). میزان و نوع صدمه‌ای که در این حالت بـه میـوه وارد می‌شود بستگی به خصوصیات ارتعاشی وارده به میوه و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خود میوه دارد (پلـگ[3] و هینگا ۱۹۸۶). نوع وسیله حمل‌کننده، شرایط جاده و نوع سامانه بسته‌بندی در خصوصیات ارتعاش وارده به میـوه موثر و تعیین کننده است (اوبرین[4] و فرایدلی ۱۹۷۰). محصولاتی نظیر انگور بـه علـت دارا بـودن بافـت نـرم و پوست نازک در برابر صدمات مکانیکی وارده حساس هستند (رانگ و همکاران[5] ۲۰۰۴).

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

در کشورهایی که دارای سیستم‌های کشاورزی مدرن و پیشرفته هستند بـا دارا بـودن سـامانه‌هـای بسـته‌بنـدی مناسب برای حمل‌ونقل میوه، و وسایل نقلیه مخصوص حمل‌ونقل میوه، مقـدار ضـایعات ناشـی از آسـیب‌هـای حمل‌ونقل کم می‌باشد. اعمال شرایط حمل‌ونقل، مدت زمان جابه‌جایی و خواص مکانیکی و فیزیکی محصول در طراحی سیستم‌های جابجایی و سامانه‌های بسته‌بندی می‌تواند نقش مهمی در کاهش این ضایعات داشته باشـد. متاسفانه مقدار این ضایعات در ایران بالاست، و در مورد محصول انگـور مقـدار ایـن ضـایعات ۲۹ درصـد اسـت (ترازنامه غذایی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۱). حال آنکه تولید انگور در ایران و بخصوص در استان آذربایجان-غربی بعنوان یکی از محصولات کشاورزی اصلی و مهم به‌شمار می‌آید، بنابراین مطالعه در ایـن مـورد و تعیـین

1- Dobrzanski
2- Erdogan
3- Peleg
4- O,Brien
5- Rang

روش‌های موثر کاهش ضایعات انگور در حمل‌ونقل امری مهم و سودمند است که باعث کاهش تلفات و درنتیجه افزایش سوددهی و بازارپسندی محصول می‌گردد.

از اهداف این پژوهش می‌توان به تعیین سامانه بسته‌بندی مناسب برای کاهش تلفات انگور سفید بی‌دانه طی فرآیند حمل‌ونقل و استفاده از این طرح در امر صادرات میوه اشاره کرد.

۱-۳- هدف

با توجه به نکات یاد شده و ضرورت انجام تحقیق، پژوهش حاضر با اهداف زیر انجام گردید:

الف) بررسی اثر پارامترهای موثر بر میزان ریزش انگور در شرایط حمل‌و نقل (شتاب ارتعاش، فرکانس ارتعاش، زمان حمل‌ونقل و نوع بسته‌بندی).

ب) بررسی اثر ۴ ترکیب مختلف ارتعاشی (فرکانس در ۲ سطح و شتاب در ۲سطح) بر روی میزان ریزش انگور در شرایط حمل‌ونقل و استخراج بدترین ترکیب از نظر آسیب وارده به محصول. این سطوح از شتاب و فرکانس، پرتکرارترین ترکیب‌های ارتعاشی در کف کامیون‌های حمل میوه در جاده‌های ایران می‌باشند.

پ) بررسی عملکرد ۴ نوع سامانه بسته‌بندی زیر در میزان ریزش انگور در بدترین شرایط حمل‌و نقل، در ۴ بازه زمانی مختلف و تعیین مناسب‌ترین سامانه بسته‌بندی با توجه به مسافت حمل‌ونقل.

I : جعبه پلاستیکی با درپوش

II : جعبه پلاستیکی مرسوم

III : جعبه چوبی مرسوم

IV : جعبه پلاستیکی با حفاظ کاغذ و نایلون به همراه درپوش

ت) بررسی نیروی جدایش دم از حبه انگور، قبل و بعد از اعمال ارتعاش برای هر کدام از سامانه‌های بسته‌بندی اشاره شده در قسمت (پ) و تعیین حداکثر نیروی قابل تحمل حبه قبل از جدایش از دم.

فصل دوم

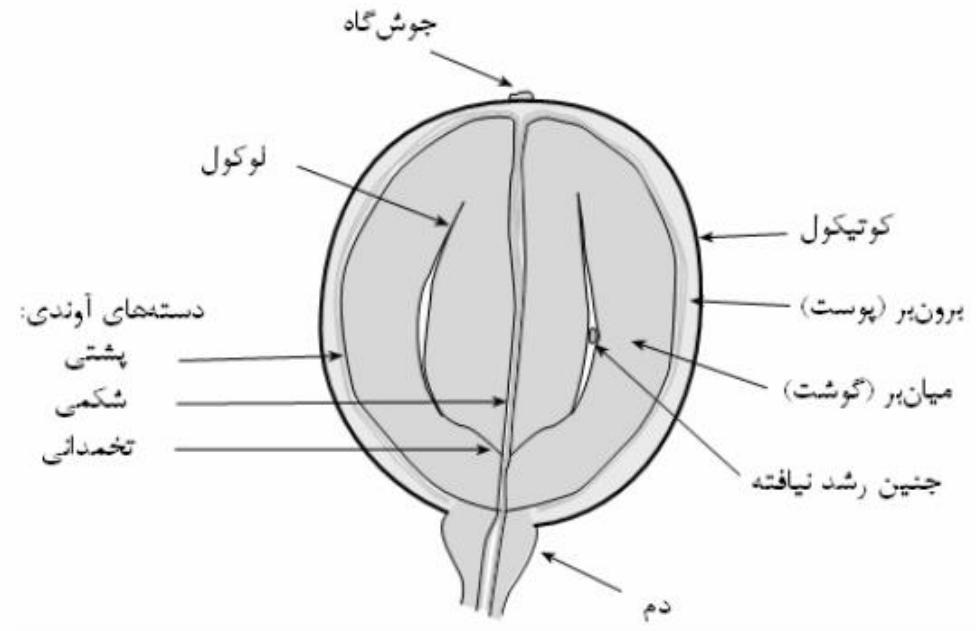
تئوری مسئله

در این فصل ابتدا به معرفی انگور و جایگاه آن در ایران و آسیب‌های مکانیکی وارد بر میوه‌ها پرداخته شده است. در مرحله دوم تحقیقات انجام شده در این زمینه مرور گردیده است. در مرحله سوم ساختار و تنظیمات دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش آزمایشگاهی بیان شده است و در مرحله چهارم جمع‌بندی کلی از فصل صورت گرفته است.

۲-۱- انگور و جایگاه آن در ایران

درخت انگور در ایران بیشتر به نام مو و اغلب به نام تاک نام‌گذاری شده و با نام علمی visit vinifera و از تیره آمپلی داسه[1] است. این تیره ده جنس مختلف دارد ولی فقط جنس ویتیس[2] آن اهمیت خوراکی دارد (موحد و قوامی ۱۳۸۶). میوه انگور بصورت خوشه است که حبه‌ها با اتصال به ساقه از طریق دم[3]، خوشه‌ها را تشکیل می‌دهند. قسمت‌های اصلی یک حبه شامل پوست، گوشت و دانه یا جنین رشد نیافته می‌باشد (شکل ۲-۱). خارجی‌ترین لایه حبه، پوست که پنج تا ده درصد از وزن آن را شامل می‌شود (وینکر[4] و همکاران ۱۹۷۴، لیکاس و بریلوت[5] ۱۹۹۴). گوشت میوه حدود ۸۰ الی ۹۰ درصد وزنی حبه را تشکیل می‌دهد. این بخش شامل ۲۵ تا ۳۰ لایه سلول، پر از عصاره و شیره‌ی گیاهی است که در زیر پوست قرار دارد. دانه‌ها در مرکز حبه‌ها قرار دارند و تعداد آن‌ها دو تا چهار عدد است البته در رقم سفید بی‌دانه، رشد دانه‌ها در مرحله جنینی متوقف شده و آثار آن به راحتی قابل مشاهده نیست (هاردی[6] و همکاران ۱۹۹۶، دوکوزلیان[7] ۲۰۰۰،کوک و سلیک[8] ۲۰۰۴).

1- Amplidase
2- Vitis
3- Pedicel
4- Winkler
5- Lecas and Brillouet
6- Hardie
7- Dokoozlian
8- Kok and Celik



شکل۲-۱- نمونه‌ای از ساختمان حبه‌ی انگور سفید بی‌دانه (دوکوزلیان ۲۰۰۰)

در بین ارقام مختلف انگور، رقم سفید بی‌دانه از نظر کمیت تولید رقم غالب می‌باشد. این رقم انگـور دارای رشـد خیلی زیاد، بارآوری منظم و بسیار زیاد، قسمت گوشتی بی‌رنگ، ترد و آبدار، دارای درصد قند بالا(۲۱/۱ درصد)، میزان اسید پایین(۵/۷ گرم در لیتر) و شکل خوشه‌ی متراکم و کشیده است(علیزاده ۱۳۸۳).

کشت انگور در ایران از حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد معمول بوده و به ویژه در زمان هخامنشی از محصولات فرعی آن استفاده می‌گردید (موحد و قوامی ۱۳۸۶). انگور یکی از مهم‌ترین میوه‌های تولیدی ایران بوده و در این کشور سالیانه حدود ۲۲۴۱۳۰۰ تن انگور تولید می‌شود که پس از کشورهای ایتالیا، چین، ایالات متحده آمریکـا، فرانسه، اسپانیا، ترکیه، شیلی و لهستان در مقام نهم تولید انگور جهان قرار می‌گیرد (فـائو ۲۰۱۱). بـا توجـه بـه اینکه، ایران یکی از مراکز تولید انگور در جهان بشمار می‌آید ولی به دلیل عدم وجود سـامانه‌هـای حمـل‌ونقـل مناسب و نبود استاندارد مناسب برای درجه‌بندی و بسته‌بندی محصول، درصد زیادی از ایـن محصـول در حـین حمل‌ونقل از زمان برداشت تا مصرف از بین می‌رود. مقدار این ضایعات در مورد محصول انگور ۲۹ درصد اسـت (ترازنامه غذایی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۱). در همین راستا بررسی‌هایی که از سردخانه‌ها، باغـات و میـدان تره‌بار ارومیه صورت گرفت، مشخص گردید که انتخاب سامانه‌های بسته‌بندی برای حمل‌ونقـل انگـور بصـورت سلیقه‌ای انجام می‌گیرد و هزینه بسته‌بندی بیشترین عامل تاثیرگذار بر انتخـاب نـوع سـامانه بسـته‌بنـدی بـین

صاحبان باغات می‌باشد. این امر و عدم آگاهی از تاثیر انواع سامانه‌های بسته‌بندی بر روی میزان ریـزش انگـور طی فرآیند حمل‌ونقل، می‌تواند اصلی‌ترین عامل ضایعات زیاد محصول انگور در حین حمل‌ونقل باشد. در ایران و همچنین در استان آذربایجان‌غربی، بعنوان یکی از مراکز تولید انگور در کشور، برای حمل‌ونقـل انگـور بیشـتر از جعبه‌های بسته‌بندی چوبی یا پلاستیکی بدون درپوش استفاده می‌کنند. بنابراین عدم استفاده از بسته‌بندی‌هـای نوین موجب افزایش تلفات انگور در حین حمل‌ونقل شده است.

۲-۱-۱- صدمات مکانیکی وارده بر محصولات کشاورزی

ضربه مهم‌ترین عامل مکانیکی است، که سبب تخریب بافت محصولات می‌شود. ضربه از طریق تخریب و پـاره شدن‌سلول‌ها و تسهیل ورود عوامل بیماری‌زا از نقاط آسیب دیده، در فساد محصولات کشاورزی نقش دارد. یکی از ویژگی‌های مهم محصولات کشاورزی، حساسیت آن‌ها در مقابل آسیب‌های مکـانیکی اسـت. ایـن صـدمات مکانیکی وارده به محصولات کشاورزی در فاصله‌ی برداشت تا مصرف اصلی‌ترین عامل کاهش کیفیت و بـازار پسندی می‌باشد (یورتلو و اردوغان[1] ۲۰۰۵).

شکل صدمات مکانیکی وارد بر میوه‌ها به طور کلی می‌توان به دو نوع صدمات ظاهری و صدمات نهانی تقسـیم نمود. صدمات ظاهری، صدماتی هستند که با چشم قابل رویت است مانند: کـوفتگی، سـاییدگی، خراشـیدگی و سوراخ‌شدگی. صدمات نهانی، صدماتی هستند که با چشم قابل رویت نیستند و ممکن است بعد از مدتی آثـار آن نمایان شود مانند: تغییرات میکروسکوپی بافت‌های آسیب دیده (وان زیبروک[2] و همکاران، ۲۰۰۶).

ارتعاشات حمل‌ونقل، که در اثر تاثیر متقابل جاده و سیستم تعلیق وسـایل نقلیـه بوجـود مـی‌آیـد باعـث آسـیب محصول می‌گردد (هاینس[3] و همکاران ۱۹۹۳). اما امروزه با استفاده از ارتعاش و لرزش در طی فرآیند بسته‌بندی بندی میوه، باعث کاهش ضایعات حمل‌ونقل می‌گردند. به طور مثال برای کاستن از صدمات وارده به انگور طی حمل‌ونقل، علاوه بر اعمال ارتعاشات با فرکانس و دامنه مشخص بر جعبه‌ی پر از میـوه، یـک فشـار سـبک بـر بالای آن، باعث کاهش فضاهای خالی بین میوه‌ها می‌شود (شکل ۲-۲). نتایج حاصل از تحقیق در ایـن زمینـه

1- Yurtlu and Erdogan
2- Van Zeebroeck
3- Hinsch