بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه شاخه‌تکان و تعیین بهترین دامنه و بسامد برریزش بهارنارنج

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی

آزاده سرافراز

استاد راهنما
دکتر امین‌الله معصومی

۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی خانم آزاده سرافراز

تحت عنوان

طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه شاخه‌تکان و تعیین بهترین دامنه و بسامد برریزش بهارنارنج

در تاریخ ۱۳۹۰ /۳/۱ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر امین الله معصومی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر سید جلیل رضوی
۳- استاد داور	دکتر عباس همت
۴- استاد داور	دکتر سیروس قبادی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر احمد ریاسی

راوررای ان پاس، . راوری ده ا ت حال آنا. ن گاه نده خا ش وده ام. مر م آ تان ی تا ی زارم و ه ای ا ساس ودن ی م واورا اوج ی ی ی تام.

ودلازم ی دام رردان سای با م و ی مر و و ت ن ؤ ودر. ازما م خام غا شارزاده . ا مام دوران زری خا صا یاری و ما ودرو ررم از و ی ای نده خ ودرو . اد وزا ما ودر، ازآن دو م ن س زری آ و ید و گاه ا همانزا یار ون و پاس ارم. از ا و بام . ایاری و ما ودو وا ان م و ود اشان با ش دل ی ن ود م.

ازا تادرا مای ان ق آ ی د مر و ی ا ول اجام ق را مای ودر، ازآ ی د مر میان ما ا را مای ودرو وق اشان ا ب ادا عا ت ودوآ ی د مرر وی واره ن یاری رسارر یار ون و م.

ازآ ی د مر ت ود مر بادی ز ت باز وای و داوری ان پایان را هده یار م.

پایان از .دو تان م خام : ما صادق زاده، راکار ور، م یدی، یلا وز ی، ا مام مرطا ی وطا ه شا با و آ یان: وی الله ا مری، حار میان و عا مرضا ع زاده ول دوران ل ایاری رسارر و همانزا ما پاس ارم.

« آزاده مرا از »

یم دادماه ۱۳۹۰

کلیه حقوق مادی متربت بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

قدم

پدر و مادرم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه واهداف

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف ۴

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- تاریخچه ۶

۲-۱-۱- اصول برداشت ماشینی محصولات باغی ۱۳

۲-۲- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی شاخه ۱۴

۲-۲-۱- خواص مکانیکی چوب ۱۴

۲-۲-۲- سختی ظاهری شاخه درخت ۱۵

۲-۲-۳- سختی خمشی شاخه ۱۷

۲-۲-۴- ضریب میرایی ۱۷

۲-۲-۵- نسبت انتقال شاخه ۱۹

۲-۲-۶- نسبت F/w ۲۰

۲-۳- درصد ریزش میوه ۲۰

۲-۴- اندازه گیری نیرو و توان لازم جهت ارتعاش ۲۱

۲-۵- آنالیز ارتعاشی شاخه درخت ۲۲

۲-۵-۱- استفاده از روش اجزامحدود برای آنالیز ارتعاشی شاخه درخت ۲۳

۲-۵-۲- استفاده از مدل ریاضی برای بیان حرکت ارتعاشی شاخه ۲۵

۲-۵-۳- استفاده از روش ماتریسی برای بیان حرکت ارتعاشی شاخه ۲۸

۲-۶ - طراحی تکاننده‌های ارتعاشی ۲۹

۲-۷- سامانه‌های پنوماتیک ۳۷

۲-۷-۱- شیر کنترل جهت ۳۸

۲-۷-۲- عملگرهای پنوماتیک ۳۹

۲-۸- سامانه‌های الکتریکی ۳۸

۲-۸-۱- کنترل‌کننده‌های منطقی برنامه‌پذیر PLC (Programable Logic Controler) ۳۹

۲-۸-۲- رله‌های برنامه‌پذیر ۴۱

۲-۹- کنترل ارتعاشات ۴۱

۲-۹-۱- جلوگیری از پاسخ اضافی سیستم با استفاده از میرایی ۴۱

۲-۱۰- تعاریف متغیرهای طراحی ۴۲

فصل سوم : مواد و روش‌ها

۳-۱- وسایل اندازه‌گیری ۴۳

۳-۲- اندازه‌گیری برخی پارامترها ۴۴
۳-۲-۱- نیروی جدایش بهارنارنج ۴۴
۳-۲-۲- مدت ارتعاش ۴۴
۳-۲-۳- فرکانس طبیعی ۴۴
۳-۲-۴- اندازه‌گیری F/W ۴۵
۳-۳- طراحی و ساخت مکانیزم ارتعاشی شاخه تکان ۴۵
۳-۳-۱ - سیستم ارتعاشی ۴۶
۳-۳-۲- تعیین توان مصرفی ۴۹
۳-۳-۳ - طراحی سیلندر دوطرفه ۵۰
۳-۳-۴- محاسبه حجم هوای مصرفی ۵۱
۳-۳-۵- نیروی دینامیکی وارد بر میوه در حال ارتعاش ۵۲
۳-۴- جداسازی ارتعاشات ۵۳
۳-۴-۱- جداسازی برای یک سیستم با پایه صلب و کاهش نیروی انتقال‌یافته به پایه ۵۴
۳-۴-۲- تعیین پارامترهای طراحی در انتخاب جداساز ۵۴
۳-۴-۳- تعیین ضریب فنریت ۵۴
۳-۵- ساخت دستگاه شاخه‌تکان نمونه اول ۵۵
۳-۵-۱ - بازوی متصل شونده به شاخه ۵۷
۳-۵-۲- مکانیسم تولید ارتعاش دستگاه ۵۸
۳-۵-۳- کلیدها ۵۸
۳-۵-۴- مکانیسم تغییر فرکانس ۵۹
۳-۵-۵ - مدارکنترل دستگاه ۵۹
۳-۵-۶- برنامه‌نویسی در PLC ۶۰
۳-۵-۷- شیرها ۶۱
۳-۶- طرح دوم ۶۲
۳-۷- آنالیز ارتعاشی شاخه درخت با استفاده از نرم‌افزار ABAQUS ۶۵
۳-۸- ارزیابی دستگاه ساخته شده ۶۶

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- آزمایش اولیه دستگاه ساخته شده ۶۹
۴-۲- نیروی استاتیکی شکوفه ۶۹
۴-۳- نتایج حاصل از فراسنجه‌های عملکردی دستگاه ۶۹
۴-۴- اثرات سطوح مختلف دامنه و بسامد بر درصد برداشت شکوفه ۷۰

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه گیری ..... نه ۷۹
۵-۲- پیشنهادها ۸۰

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ شاخه‌تکان اختراع شده توسط ابیلدگارد (۱۹۲۱)..... ۷
شکل ۲-۲ شاخه‌تکان اختراع شده توسط سیتر (۱۹۷۲)..... ۸
شکل ۲-۳ میله‌های نایلونی دوار که در ردیف درختان حرکت می‌کند. ۹
شکل ۲-۴ درخت‌تکان اختراع شده توسط زهاوی (۲۰۰۲). ۱۰
شکل ۲-۵ شاخه‌تکان اختراع شده توسط گودوین (۱۹۵۸). ۱۰
شکل ۲-۶ شاخه‌تکان ساخته شده توسط فریدلی(۱۹۶۵). ۱۱
شکل ۲-۷ شاخه‌تکان ساخته شده توسط فرگوسن (۱۹۶۳). ۱۱
شکل ۲-۸ لرزاننده‌های قابل حمل دستی در حال کار. ۱۲
شکل ۲-۹ شاخه‌تکان اختراع شده توسط آلابوگ (۱۹۶۵). ۱۳
شکل ۲-۱۰ a) مکانیزم تکاننده لنگ - لغزنده b) مکانیزم تکاننده جرم‌های خارج از مرکز. ۱۴
شکل ۲-۱۱ سه محور اصلی چوب..... ۱۵
شکل ۲-۱۲ سیستم ارتعاشی یک درجه ازادی..... ۱۷
شکل۲- ۱۳ شبیه‌سازی شاخه با فنر و میرایی ۱۷
شکل ۲-۱۴ چهار حالت مختلف مدلسازی شده شاخه اصلی توام با دو شاخه جانبی. الف- شاخه منشعب ب- شاخه مستقیم و شاخه‌های فرعی جرم متمرکز در محل تماس. ج- شاخه مستقیم و شاخه‌های فرعی جرم پیوسته در طول شاخه. د- عدم وجود شاخه‌های فرعی..... ۲۶
شکل ۲-۱۵ مدل کامل درخت ایجاد شده توسط یانگ و فریدلی. ۲۶
شکل ۲-۱۶ بلوک دیاگرام مکانیزم ارتعاش‌دهنده میوه خرما ساخته شده توسط ابونجمی. ۳۴
شکل ۲-۱۷ شاخه‌تکان به منظور برداشت سیب ساخته شده توسط خیریه. ۳۶
شکل ۲- ۱۸ دستگاه تکاننده شاخه ساخته شده توسط صفدری..... ۳۷
شکل ۲-۱۹ شاخه‌تکان ساخته شده توسط پلات..... ۳۸
شکل ۲-۲۰ لرزاننده دستی ساخت ایتالیا به همراه مکانیزم تغییر دامنه..... ۳۸
شکل ۲-۲۱ کنترولر PLC..... ۴۱
شکل ۲-۲۲ کنترولر الکترونیوماتیکی..... ۴۲
شکل ۳-۱ روند طراحی تکاننده ارتعاشی ۴۹
شکل۳-۲ نمای کلی قسمت مکانیکی دستگاه شاخه تکان شامل: ۱- گیره در بر گیرنده شاخه ۲- عملگر پنوماتی۳- بازوی تلسکوپی ۴- کلیدهای فشاری تغییر فرکانس و قسمت منبع توان شامل : کنترولر و کمپرسور..... ۵۰
شکل ۳-۳ سیستم ارتعاشی یک درجه آزادی تحت تحریک پایه برانگیخته هارمونیک..... ۵۱
شکل۳-۴ گیره در بر گیرنده شاخه و سیلندر پنوماتیک ۵۴
شکل ۳-۵ ماشین و عضو الاستیک روی پایه صلب..... ۵۸
شکل ۳-۶ بلوک دیاگرام سیستم کنترل شاخه‌تکان باکنترولر PLC..... ۶۰

شکل ۳-۷ نمای کلی دستگاه. ۶۱
شکل ۳-۸ الف)گیره در بر گیرنده شاخه ب) ورود و خروج هوا ج)جک نیوماتیک جهت باز و بسته کردن گیره..... ۶۲
شکل ۳-۹ کنترل غیرمستقیم سیلندر. ۶۳
شکل ۳-۱۰ الف)کلیدهای فشاری تغییر فرکانس N.O ب) سیم‌های ارتباط به PLC. ۶۳
شکل ۳-۱۱ الف) PLC ب) منبع تغذیه ج) ورودی‌هایPLC ۶۴
شکل ۳-۱۲ برنامه‌نویسی در Ladder Master..... ۶۵
شکل ۳-۱۳ مدار دستگاه الف) شیرهای برقی ۵/۲ ب)خروجی‌های PLC. ۶۶
شکل ۳- ۱۴ کار با دستگاه. ۶۶
شکل ۳-۱۵ الف)کنترولر ب)منبع تغذیه ج) شیر پنوماتیک. ۶۷
شکل ۳-۱۶ دکمه تغییر فرکانس. ۶۷
شکل ۳-۱۷ گیره و عملگر پنوماتیکی. ۶۸
شکل ۳-۱۸ بست اتصال. ۶۸
شکل ۳-۱۹ تسمه. ۶۸
شکل ۳-۲۰ نمای کلی دستگاه. ۶۹
شکل ۴-۱ اثر دامنه نوسان بر درصد میوه جداشده در سطوح مختلف بسامد نوسان. ۷۴
شکل ۴-۲ اثر بسامد نوسان بر درصد میوه جدا شده در سطوح مختلف دامنه. ۷۵
شکل ۴-۳ درصد ریزش در یک فرکانس ثابت. ۷۶
شکل ۴-۴ درصد ریزش در یک دامنه ثابت. ۷۶
شکل ۴-۵ نمودار شتاب برحسب فرکانس در نقطه به فاصله ۱ متر از سر گیر دار شاخه..... ۷۹
شکل ۴-۶ نمودار شتاب بر حسب فرکانس در نقطه به فاصله ۲ متر از سر گیر دار شاخه. ۷۹
شکل ۴- ۷ نمودار شتاب بر حسب فرکانس در نقطه به فاصله ۳ متر از سر گیر دار شاخه. ۸۰

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ مشخصات سیلندر..... ۵۴
جدول ۴-۱ خصوصیات فیزیکی و نسبت نیروی استاتیکی لازم برای جداسازی به وزن ۷۰
جدول ۴-۱ تجزیه واریانس مربوط به درصد ریزش شکوفه در دامنه و بسامدهای مختلف نوسان شاخه درخت..... ۷۱
جدول ۴-۲. مقایسه میانگین درصد ریزش تحت تأثیر عوامل آزمایشی..... ۷۲
جدول ۴-۳ اثر متقابل دامنه وبسامد بر درصد ریزش شکوفه. ۷۲
جدول ۴-۴ میانگین نیروی دینامیکی وارد بر میوه در دامنه و بسامد های ارتعاش..... ۷۲
جدول ۴-۵ مقایسه نیروی دینامیکی در محل اعمال نیرو توسط دستگاه و نیروی دینامیکی شکوفه در دامنه و بسامدهای مختلف. ۷۵
جدول ۴-۶ خصوصیات فیزیکی و نسبت نیروی استاتیکی لازم برای جداسازی به وزن..... ۷۶

فهرست علائم

نام متغیر		واحد
a	(شتاب)	m/s^2
C	(ضریب میرایی)	N.s/m
E	(مدول الاستیسیته)	N/m^2
f	(فرکانس)	Hz
F	(نیرو)	N
I	(ممان الاستیسیته)	m^4
K	(ضریب فنریت)	N/ m
L	(طول)	m
m	(جرم)	kg
P	(توان)	kW
p	(فشار)	bar
Q	(حجم هوای مصرفی)	Lit/min
r	(خروج از مرکز)	m
s	(کورس حرکت)	m
t	(زمان)	s
X	(جابجایی)	m
Y	(جابجایی)	m
α	(اختلاف فاز)	rad
ω	(بسامد)	rad/s
ξ	(نسبت میرایی)	–
ϕ	(اختلاف فاز)	rad

چکیده:

بهارنارنج شکوفه درخت نارنج می‌باشد، در عطرسازی مورد استفاده بوده ولی کاربرد اصلی آن به صورت گل خشک و به خصوص عرق در طب گیاهی است. بهارنارنج آرامش بخش و ضد هیجانات دستگاه عصبی است و سردردهای عصبی و همچنین میگرنی را کاهش می‌دهد. با توجه به ارزش اقتصادی بهارنارنج هرساله در زمان معین اقدام به برداشت شکوفه می‌شود. برداشت دستی بهارنارنج علاوه بر صرف زمان و هزینه به درخت صدمه می‌رساند. از طرفی استفاده از درخت‌تکان‌ها به دلیل بزرگی، سنگینی و نیاز به توان بالا مشکلاتی در بر دارند. در این پژوهش یک شاخه‌تکان الکترونیوماتیکی برنامه‌پذیر دقیق منحصر به فرد، از نوع ضربه‌ای برای برداشت مکانیکی بهارنارنج طراحی و ساخته شد. لرزاننده قابل حمل دستی، به طور نیوماتیک از یک کمپرسور هوا توان می‌گیرد و قسمت کنترل آن با یک باطری لیتیوم کار می‌کند. به طوری که در برداشت به تراکتور نیازی نمی‌باشد. لرزاننده شامل این قسمت‌ها می‌باشد: گیره ضربه‌زن، عملگر نیوماتیک، پروفیل بازو، تسمه، دکمه تغییر فرکانس،کنترولر. مدار دستگاه شامل کنترولر منطقی برنامه-پذیر و شیر پنوماتیک می‌باشد. برای کاهش ارتعاش انتقالی از دستگاه به کاربر، یک تسمه آهنی طوری طراحی شد که هنگام کار به شاخه قلاب گشت. تسمه همچنین مقداری از وزن دستگاه را تحمل می‌کرد. به منظور طراحی لرزاننده، خواص فیزیکی و مکانیکی شاخه مورد بررسی قرار گرفت و مقدار نیروی ارتعاشی لرزاننده بر شاخه محاسبه شد. به منظور تعیین مقدار نیروی ارتعاشی، سیستم ارتعاشی شاخه- لرزاننده، یک درجه آزادی تحت تحریک پایه برانگیخته هارمونیک در نظر گرفته شد. سیستم شاخه به صورت تیر یک سر گیردار پیوسته فرض شد و فرکانس‌های طبیعی آن با استفاده از معادله اویلر- برنولی محاسبه شد. نیروی استاتیکی لازم برای جدایش شکوفه از شاخه توسط دستگاه کشش- فشار جامع اندازه‌گیری شد. لرزاننده این قابلیت را داشت که ۳ سطح دامنه (۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر) و فرکانس نوسان در ۶ سطح (۱، ۲ ،۳، ۴، ۵ و ۶ هرتز) را ایجاد نماید. پس از ساخت به منظور ارزیابی دستگاه و انتخاب مناسب‌ترین دامنه و بسامد نوسان برای ریزش بهار نارنج در شرایط واقعی آزمایش انجام گرفت. آزمایش‌ها در استان خوزستان در باغی مربوط به شرکت جلگه دز در دزفول انجام گردید. نرخ برداشت با شمردن تعداد شکوفه‌های جدا شده و جدا نشده محاسبه شد. آزمایش فاکتوریل ۳×۴ در طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار برای بررسی اثر دامنه و بسامد بر جداسازی بهارنارنج انجام شد. در این آزمایش ۴سطح فرکانس (۱، ۲، ۳ و ۴ هرتز) و ۳ سطح دامنه (۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه تحلیل داده-ها توسط نرم‌افزار آماری SAS و MSTAT-C انجام شد. تجزیه واریانس داده ها نشان دادکه اثر دامنه و بسامد نوسان و بلوک و اثر متقابل بر جدایش بهارنارنج معنی‌دار بود. نرخ برداشت دستگاه لرزاننده با افزایش فرکانس افزایش یافت، ولی افزایش بیشتر فرکانس بر درصد ریزش بهارنارنج تأثیری نداشت. کاهش دامنه باعث افزایش شتاب و نیروی ارتعاشی به شاخه و افزایش درصد ریزش می‌گشت. بهترین دامنه و بسامد برای دستیابی به بیشترین ریزش شکوفه، دامنه ۲۰ میلی‌متر و بسامد ۴ هرتز بود. نیروی دینامیکی منتقل شده توسط دستگاه در طول شاخه در محل اتصال شکوفه در دامنه وبسامدهای مختلف محاسبه شد. مقدار تغییرات شتاب نسبت به فرکانس در ۳ نقطه از تیر یک سر گیردارکه توسط نرم افزار ABAQUS بدست آمد، نشان داد که با فاصله گرفتن از سر گیردار شاخه، شتاب اعمال شده در محل اتصال شکوفه افزایش یافت و با افزایش فرکانس در هر نقطه شتاب در آن نقطه افزایش یافت و همچنین بیشترین شتاب در طول شاخه در بسامدهای نزدیک به بسامدهای طبیعی شاخه بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات مکانیکی چوب، پنوماتیک، کنترولر منطقی، فرکانس طبیعی.

فصل اول

مقدمه و اهداف

۱-۱-مقدمه

درخت نارنج با نام علمی*C.aurantium* درخت نواحی معتدل با ارتفاع ۳-۵ متر است و دارای برگ-های دائمی سبز و تیغ‌دار است. بهارنارنج همان شکوفه درخت نارنج، سفید برفی و موسم گل فروردین می‌باشد که در پاییز و زمستان جای خود را به میوه نارنج می‌دهد. این گل اگرچه در عطرسازی و تهیه مربا مورداستفاده می‌باشد ولی کاربرد اصلی آن بصورت گل خشک و بخصوص عرق در طب گیاهی است. برای مصرف دارویی بهارنارنج را صبح زود می‌چینند و سپس در محلی تاریک سریع خشک می-کنند تا تغییر رنگ ندهد. بهارنارنج آرامش‌بخش و ضدهیجانات دستگاه عصبی است وسردردهای عصبی و همچنین میگرنی را کاهش می‌دهد. بهارنارنج در تقویت معده مؤثر بوده و طپش نامنظم قلب، تشویش و اضطراب را از بین می‌برد. بهارنارنج را می‌توان به‌عنوان یک پیش داروی مؤثر جهت کاهش اضطراب بیماران قبل از عمل جراحی استفاده کرد. برای کنترل تشنج‌ها و حمله قلبی نیز بهارنارنج را توصیه می-کنند. زیاد بوئیدن آن بی‌خوابی ایجاد می‌کند. عرق بهارنارنج به‌همراه آب کرفس سنگ‌های کلیه و مثانه را دفع می‌کند.

باتوجه به اینکه ارزش اقتصادی بهارنارنج و فواید آن بیشتر از میوه نارنج می‌باشد، هر ساله در زمان معین در باغ‌های فارس و در برخی شهرهای شمالی کشور اقدام به برداشت شکوفه می‌شود. این کار با ضربات چوب به شاخه‌ها انجام می‌گرددکه باعث زخمی‌شدن شاخه وپوست آن می‌گردد. به

منظورکاهش صدمات حین برداشت و کاهش هزینه کارگری برداشت مکانیزه محصولات با توجه به پیشرفت‌های امروزی امری مهم می‌باشد.

یکی از حساس‌ترین بخش‌های سیستم‌های زراعی، عملیات برداشت محصول است که هزینه‌های آن احتمالاً مهمترین فاکتور در تشخیص یک فصل اقتصادی موفق برای تولیدکنندگان محصولات زراعی محسوب می‌شود. براساس آمار بدست آمده در زمینه باغبانی، هزینه‌های برداشت حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد از هزینه‌های تولید را شامل می‌شوند[۱۳]. از عوامل اساسی برای کاهش این هزینه‌ها، مکانیزاسیون یا ماشینی‌کردن باغبانی است. در مطالعاتی که تاکنون درزمینه برداشت مکانیکی میوه انجام گرفته، معمولاً دو روش همیشه مورد توجه بوده است. الف) برداشت فله‌ای میوه‌های یک درخت به‌صورت یکجا، ب) برداشت انتخابی میوه‌های یک درخت[۳۷و۳۸]. مکانیزم‌های ارتعاشی امروزه بیشترین نوید را در برداشت فله‌ای میوه‌ها می‌دهند که از متداول‌ترین و پرکاربردترین آنها می‌توان به تکاننده‌های اینرسی اشاره نمود که با تولید نیروی اینرسی واعمال آن به تنه یا شاخه درخت موجب ارتعاش اجزای مختلف درخت و درنتیجه جداشدن میوه‌ها می‌گردند[۴۴]. اصول اساسی این کار ایجاد یک شتاب در میوه بوده، به‌طوری که نیروی اینرسی ایجاد شده از نیروی پیوستگی بین میوه –بند میوه یا شاخه –بند میوه بیشتر باشد[۳۲].

تکان‌دهنده‌ها بر دو نوع عمده شاخه‌تکان‌ها و تنه‌تکان‌ها تقسیم می‌شوند. دستگاه‌های تنه‌تکان نسبت به شاخه‌تکان‌ها سریع‌تر می‌باشد. شاخه‌تکان‌ها برای درختان با شاخه‌های انعطاف‌پذیر به کار می‌روند. شکل و فرم درخت را بایستی برای برداشت با این‌گونه دستگاه‌ها آماده و سازگارنمود به طوری که ماکزیمم ۳ تا ۴ شاخه اصلی در هر تنه درخت باقی بماند[۱۱]. تکانیدن تنه درخت به‌منظور جداشدن میوه از شاخه گاهی می‌تواند منجربه پارگی ریشه‌های کوچک موجود در خاک گرددکه جبران آن برای درخت مستلزم گذشت زمان طولانی است.

در طی سال‌ها کارخانجات سازنده ادوات کشاورزی اشکال مختلفی از درخت‌تکان‌ها را به بازار عرضه کردند. اما می‌توان تمامی آنها را به سه دسته مهم تقسیم‌بندی کرد.

الف) ضربه‌زن‌ها: ماشین‌هایی هستند که ازنظر کارکرد و اعمال نیرو با انواع اینرسایی تفاوت دارند. در این ماشین‌ها به‌جای استفاده از قلاب و گیره که عامل انتقال نیرو می‌باشد از یک بالشتک لاستیکی محکم که در انتهای بوم قرارگرفته و با رفت و برگشت ضرباتی را به درخت وارد می‌کند، استفاده شده است.

ب) درخت‌تکان نوع اینرسیایی: در طرح‌های جدیدتر از درخت‌تکان‌های نوع اینرسیایی استفاده می‌شود که در دو طرح "مکانیزم وزنه‌های خارج از مرکز "که هم جهت یا مخالف جهت هم می‌گردند و" مکانیزم لنگ-لغزنده " موجود می‌باشند. مکانیزم نوع دوم معمولا ساده‌تر و ارزان‌تر از نوع اول

است و به‌دلیل سادگی تولید، در اکثر نقاط قابل استعمال است. از تکاننده‌های اینرسی برای برداشت میوه‌هایی همچون بادام، پسته، زیتون استفاده می‌شود.

علاوه بر سیستم‌های مرسوم ارتعاشی، سیستم‌های متفرقه دیگری نیز وجود دارند که در برخی نقاط برای برداشت محصولات مختلف استفاده می‌شوند که به چند نمونه از آنها اشاره می‌گردد:

شاخ و برگ‌تکان‌ها: برای برداشت درختان با برگ‌های انبوه مانند مرکبات در دو نوع نیمه‌سوار و کششی وجود دارد.

درخت‌تکان‌های بادی: استفاده از جریان شدید هوا روش دیگری برای ارتعاش درخت و جداسازی میوه می‌باشد. در این روش جریان شدید هوا، شاخه را از محل خود جابجا می‌کند. سپس با قطع جریان هوا وخاصیت فنری شاخه، شاخه به‌جای اولیه خود بازمی‌گردد. بدین‌صورت می‌توان با قطع و وصل جریان هوا شاخه را به ارتعاش درآورد[۷].

به‌طور کلی اقداماتی که تاکنون دررابطه با ابداع و توسعه ماشین‌های برداشت ارتعاشی صورت گرفته است را می‌توان در سه بخش بررسی کرد:

الف- مطالعه روی ساختمان و خصوصیات ارتعاشی درخت و میوه.

ب- تجزیه و تحلیل و محاسبات تئوری ارتعاش.

ج- طراحی و ساخت و تکمیل درخت‌تکان‌ها.

۱-۲-اهداف

هدف این تحقیق عبارتند از طراحی و ساخت یک دستگاه شاخه‌تکان که از نظر تکنولوژی، هزینه ساخت و شیوه عملکرد مناسب بوده و ویژگی‌های زیر را داشته باشد.

۱- سبک، قابل‌حمل و بکارگیری توسط یک شخص

۲- هزینه اولیه پایین

۳- مانورپذیری بالا خصوصا در باغ‌های کوچک و تپه‌ها

۴- سادگی طرح، سرویس و نگهداری و

۵- تکنولوژی مناسب

از دیگر اهداف تحقیق حاضر بررسی عملکرد ارتعاشی شاخه درخت نارنج وتعیین بهترین فرکانس و دامنه ریزش بهارنارنج می‌باشد.

فصل دوم

بررسی منابع

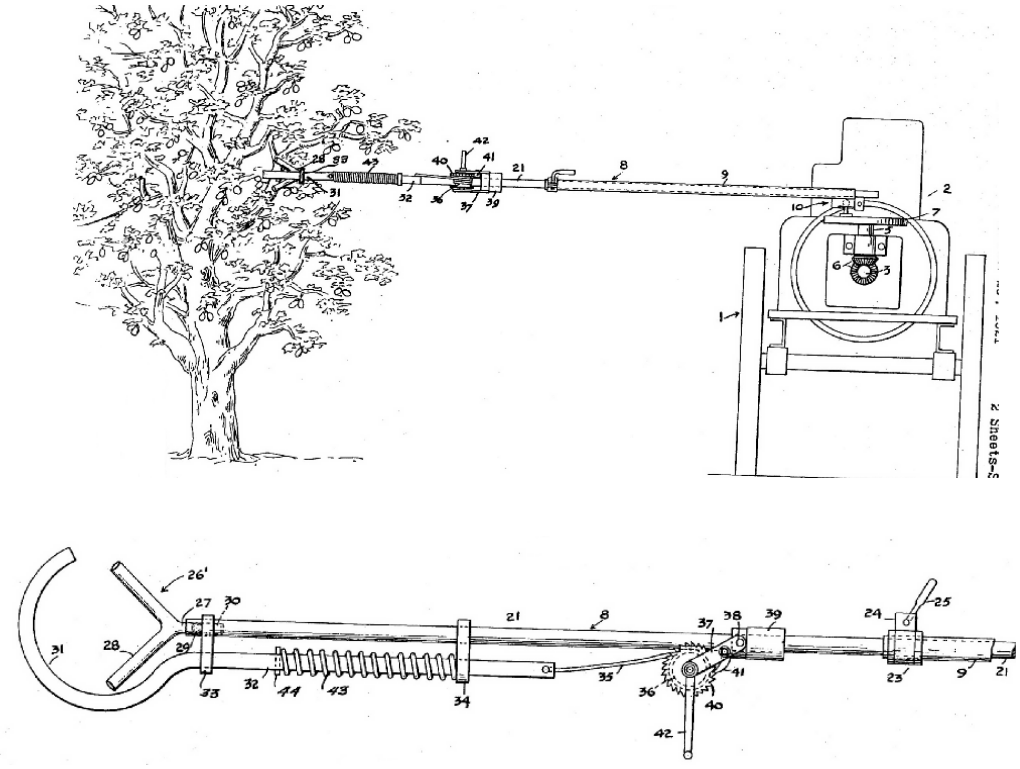
در راستای حل مسئله طراحی و ساخت دستگاه شاخه‌تکان درخت نارنج، در این فصل تاریخچه برداشت محصولات کشاورزی و اصول برداشت ماشینی محصولات و پیشرفت‌هایی در زمینه مکانیزه-کردن برداشت درختان میوه ارائه می‌گردد. آنالیز ارتعاشی شاخه درخت و شبیه‌سازی ارتعاشی شاخه درخت به روش‌های المان محدود، ماتریسی وبیان مدل ریاضی بررسی گردید. سپس انواع درخت‌تکان-ها، ساختار چند ماشین برداشت و بهترین دامنه و فرکانس برداشت محصولات بررسی و مقایسه خواهد شد.

۲-۱- تاریخچه

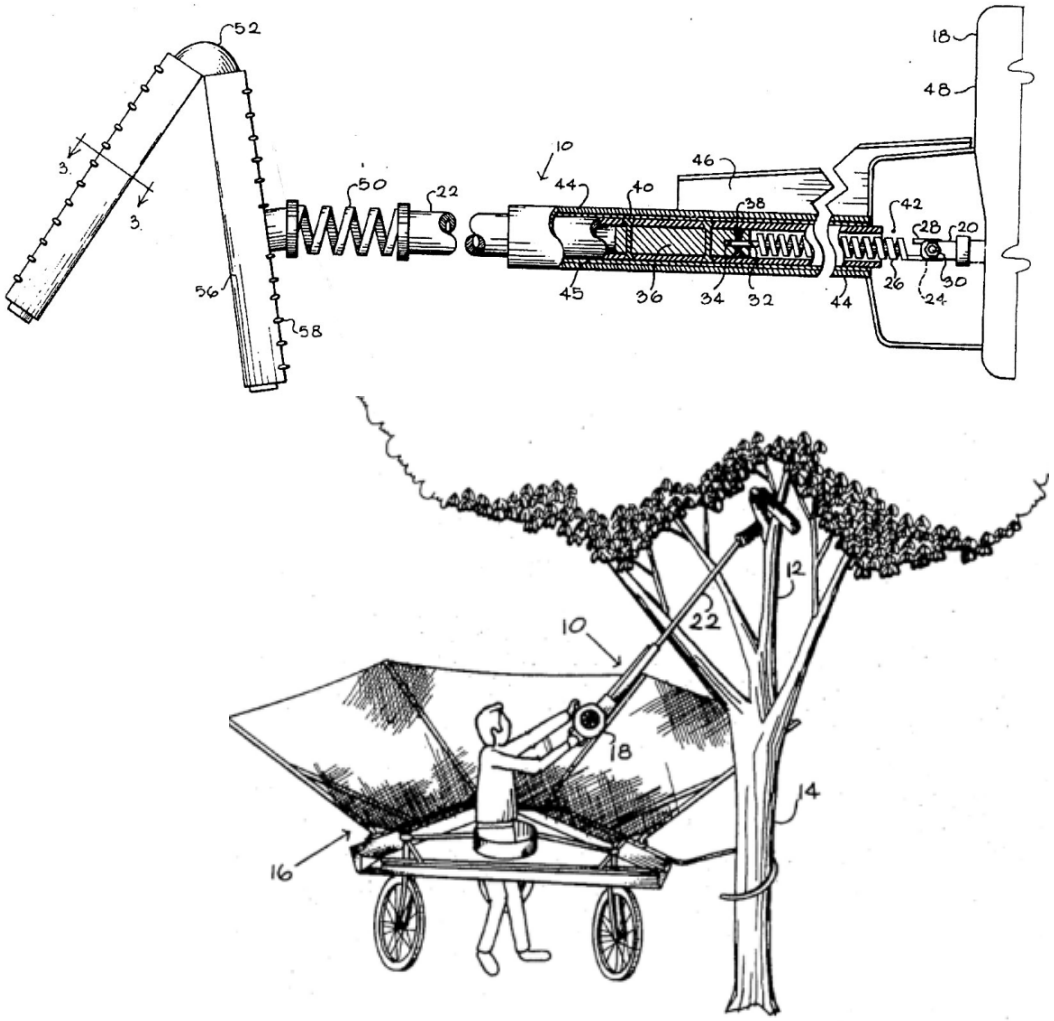
اولین تلاش در جهت مکانیزه‌کردن برداشت درختان میوه را می‌توان به فیربنک(۱۹۴۶) نسبت داد. وی برای برداشت گردو از یک مکانیسم دوار خارج از مرکز و کابلی که به شاخه درخت متصل می‌شد، استفاده کرد. این وسیله از محورتواندهی تراکتور توان خود را دریافت می‌کرد و توسط کابل و قلاب انتهای آن ارتعاشی با دامنه بزرگ را به درخت وارد می‌کرد. علی‌رغم بازدهی خوب این ماشین، به دلیل اعمال نیروی کششی زیاد و انعطاف‌پذیری کابل در عمل بازگشت و همچنین محدودشدن بسامد طبیعی شاخه، دستگاه فوق نیازمند تغییراتی بود. در مراحل بعدی کابل با تیرک جایگزین گردید که دستگاه جدید نسبت به نوع کابلی مزایایی از جمله کاهش خدمه موردنیاز برای لرزانیدن درخت را در برداشت[۱۹].

اگرچه درخت‌تکان‌های تیرک‌دار شامل مزایایی از جمله احتیاج به یک نفر اپراتور داشتند اما به دلیل زیاد بودن قیمت و شکستن‌های متوالی محبوبیت کمتری پیدا کردند. ولی با همه این اوصاف تا سال ۱۹۵۰ کلیه باغ‌های گردوی ایالت متحده امریکا به شیوه مکانیکی برداشت شد. این شیوه برداشت، به تدریج در میان باغ‌های بادام نیز گسترش یافت[۱۹].

ضربات تند چوب موجب تولید ارتعاشی با دامنه پایین و بسامد بالا می‌شد که در درختان با چوب سخت به خوبی منتقل می‌گشت. اما برروی درختان با شاخه‌های انعطاف‌پذیر چندان مؤثر نبود. این روش هنوز هم برای برداشت برخی میوه‌ها مانند توت و گردو و بادام مرسوم است. برداشت برخی میوه‌ها با چوب بلندی که قلابی در انتهای آن بود، صورت می‌گرفت. قلاب به شاخه‌های کوچک اتصال داده می شد و تکان‌های شدید چوب سبب ایجاد ارتعاشی با دامنه بالا و بسامد پایین می‌گشت. روش اخیر امروزه در برداشت مرکبات کاربرد فراوان دارد. گرچه معایبی از جمله خستگی کارگر و کاهش بازده کاری و ایجاد جراحت به پوست را در بر دارد. با افزایش تقاضا برای محصول با کیفیت بالا، باغداران راه‌کارهای برداشت ماشینی را جایگزین برداشت دستی محصولات خود نمودند. شاخه‌تکان‌هایی که توسط سیتر(۱۹۷۲)و ابیلدگارد(۱۹۲۱) ابداع شد دارای یک گیره بود که به درخت قلاب می‌شد وسبب ارتعاشی با دامنه بالا و بسامدپایین می‌گشت.



شکل ۲-۱- شاخه‌تکان اختراع شده توسط ابیلدگارد (۱۹۲۱)[۲٤].



شکل ۲-۲- شاخه‌تکان اختراع شده توسط سیتر (۱۹۷۲)[۴۲].

ابتدا برای برداشت بادام در ایالت متحده امریکا از برس‌های دوار با انگشتی‌های فنری فولادی استفاده می‌شد که میوه‌ها را برداشت و در نقاله‌ای پرتاب می‌کرد. در ادامه ضربه‌زن‌های خودکار با قابلیت مانوردهی به جای ضربه‌زن‌های دستی توسعه پیدا کردند و سپس درخت‌تکان‌های اینرسایی در میان باغداران رواج یافتند.

در مراحل تکمیلی ماشین‌های ارتعاش دهنده از نوع پیوسته به بازار عرضه شد. در نوع اخیر دستگاه به‌طور ثابت به درخت متصل نگردیده بلکه به طور پیوسته در طول ردیف‌ها حرکت کرده و حرکت ارتعاشی را به شاخه یا تنه درختان اعمال می‌کند. مطابق شکل (۲-۳) میله‌های نایلونی دوار در ردیف