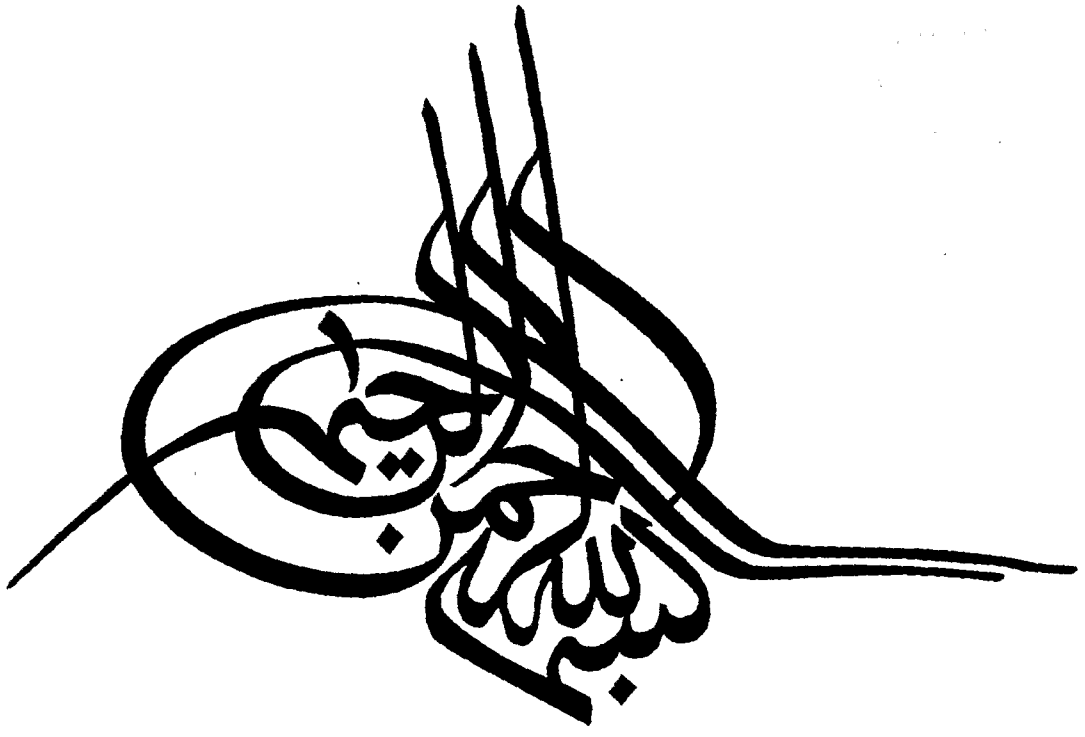


١٣٨٨٢٢

دانشگاه ارومیه

طراحی و شبیه سازی ماشین تکاننده درخت فندق با استفاده از خواص بیومکانیک درخت آن

ناصر مهریاری لیما

دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

۱۳۸۸

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

اساتید راهنما:

دکتر علاءالدین رحمانی دیدار

دکتر اسعد مدرس مطلق

۱۳۸۹/۴/۸

مرکز اطلاعات مدارک علمی پژوهشی
شبکه مدارک

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

۱۳۸۸۲۲

تقدیم به همه

آنها

که دوستشان دارم...

تشکر و قدردانی

خدای متعال را بسیار شاکرم که از دریای بیکران علوم سهمی به این بنده حقیر خود ارزانی فرمود تا ادامه دهنده راه آنانی باشد که با تلاشها و از خود گذشتگیهای بسیار حاصل تجربه قرون و اعصار را به نسل به نسل و سینه به سینه برای آیندگاه باقی گذاشتند.

بر خود واجب می‌دانم تا از تمامی اساتید محترم و دوستان عزیزی که بنده را در به پایان رساندن این تحقیق از کمکهای خود بهره‌مند نمودند سپاسگزاری نمایم.

از اساتید راهنما آقایان دکتر رحمانی و دکتر مدرس مطلق به دلیل تلاشها و کمکهای بی‌دریغشان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از آقایان دکتر حداد درفشی (داور خارجی)، دکتر شهیدی (داور داخلی) و دکتر برنوسی (نماینده محترم تحصیلات تکمیلی) بسیار سپاسگزارم.

از تمامی اعضای هیات علمی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی آقایان دکتر کماریزاده، مهندس مردانی، مهندس احمدی مقدم، مهندس حسنپور و همچنین پرسنل گروه آقایان نوبخت، پلنگی و کریمی که در مدت تحصیل از هیچ کمکی فروگذار ننمودند تشکر می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر مبلی عضو هیات علمی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران به دلیل راهنماییهای ایشان بسیار سپاسگزارم.

از تمامی دوستان و همکلاسیهایم آقایان فاروق شریفیان، حامد جانی سرناوی، یاسر نوربخش، فرشاد وصالی، موسی بابایی نصیر، حمید مجیدی،عادل خشاوه، مهرداد نظری، مصطفی کیانی، دانیال فرهادی و خانمها فاطمه افضلی و سمیه صفدری که در دوران تحصیل بنده را از کمکهای بی‌دریغ خود برخوردار نمودند کمال تشکر را دارم.

پایان نامه آقای ناصر مهریاری لیما به تاریخ ۸۸/۶/۲۱ به شماره ۸۶-۲ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی ونمره ۱۹/ قرار گرفت.

۱-استاد راهنمای اول:

۲- استاد راهنمای دوم:

۲-استاد مشاور :

۳-داور خارجی :

٤-داور داخلی :

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی :

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست مطالب I
فهرست اشکال III
فهرست جداول VI
فهرست علایم VII
چکیده IX
فصل اول- مقدمه ۱
اهداف تحقیق ۳
فصل دوم- مروری بر تحقیقات انجام شده ٤
۲-۱ تئوریهای مورد استفاده در تعیین خصوصیات مکانیکی شاخه‌ها ٤
۲-۱-۱ بررسی مدلهای شبیه سازی درختان و پاسخ آنها به ارتعاش واداشته ٤
۲-۲ روش تعیین خصوصیات مکانیکی درخت و شاخه‌ها ۸
۲-۲-۱ تعیین خصوصیات شاخه با استفاده از آزمایش خمش ۸
۲-۲-۲ جهت‌های بارگذاری روی شاخه‌ها ۱۱
۲-۲-۳ تعیین فرکانس طبیعی به کمک مدل دو درجه آزادی ۱۲
۲-۳ بررسی اجزا اصلی مورد نیاز برای طراحی ماشین تکاننده شاخ و برگ ۱۳
۲-٤ مروری بر تئوریهای طراحی اجزا ۱٤
۲-٤-۱ طراحی شاتون ۱٥
۲-٤-۲ طراحی چرخدنده ۱۷
۲-٤-۳ طراحی محرکه‌های تسمهای ۲۳
۲-٤-٤ طراحی محور ۲۸
۲-٤-٥ طراحی یاتاقان ۳۲
۲-٤-٦ بالانس جرم گردان ۳۳
۲-٥ مروری بر نرم افزارهای CATIA و Visual Nastran Desktop ۳٤
۲-٦ تحقیقات انجام گرفته پیرامون طراحی تکاننده‌ها و برداشت مکانیکی میوه‌ها ۳٤
۲-۷ سابقه استفاده از تکاننده‌ها در ایران ۳٦
۲-۸ مروری بر تحقیقات انجام گرفته در زمینه تعیین خواص مکانیکی شاخه و تنه ۳۸
۲-۹ انواع تکاننده‌ها ۳۹
۲-۱۰ انواع درختان و تکاننده‌های مناسب برای آنها ٤۲
۲-۱۱ جمع بندی تحقیقات انجام گرفته ٤٤
فصل سوم- مواد و روشها ٤٦
۳-۱ توضیحات اولیه درباره نحوه طراحی ماشین تکاننده ٤٦

۳-۲ آزمایشهای تعیین خواص مکانیکی شاخه‌های فندق ٤٧
۳-۲-۱ روش اجرای آزمایش ٤٨
۳-۲-۲ بدست آوردن فرکانس طبیعی به کمک مدل یک درجه آزادی ٥٠
۳-۲-۳ بدست آوردن فرکانس طبیعی به کمک مدل دو درجه آزادی ٥٠
۳-۳ طراحی قسمتهای مختلف ماشین تکاننده چتر درخت ٥٢
۳-۳-۱ بازوهای ضربه زننده (شماره ۷) ٥٢
۳-۳-۲ طراحی دکل مرکزی (شماره ٦) ٥٥
۳-۳-۳ طراحی شاتون (شماره ۸) ٦١
۳-۳-٤ طراحی چرخدنده ٦٦
۳-۳-٥ طراحی قرقره‌های شیاردار (محرکه تسمهای) (شماره ٥) ٦٩
۳-۳-٦ طراحی محورها ٧٢
۳-۳-۷ طراحی یاتاقان ٧٨
۳-۳-۸ توان مورد نیاز ماشین ٨٠
۳-٤ مدلسازی ماشین تکاننده چتر درخت فندق ٨١
فصل چهارم- نتایج و بحث ٨٣
٤-۱ اثر جهت بارگذاری بر خصوصیات شاخه‌ها ٨٣
٤-۲ نتایج آنالیزهای نرم افزاری ٨٥
٤-۲-۱ نتایج آنالیز دینامیک کل ماشین ٨٥
٤-۲-۲ بررسی نیروهای وارده بر محورها و استحکام آنها ٨٦
٤-۲-۳ نتایج حاصل از آنالیز چرخدنده‌ها ٩٠
٤-۲-٤ نتایج حاصل از آنالیز چرخ لنگ و شاتون ٩١
٤-۲-٥ دکل و بازوهای ضربه زننده ٩٧
٤-۳ ابعاد ماشین و توان مورد نیاز برای آن ٩٩
فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات ١٠١
فهرست منابع ١٠٣
ضمیمه‌ها ١٠٦
Abstract ١

فهرست اشکال

شکل۲-۱- مدل جرم فنر یک درخت ۵

شکل۲-۲- مدل جرم- فنر- میراگر درخت ٦

شکل ۲-۳- مدل هاسنین. الف) مدل کلی درخت ب)مدل جرم- فنر- میراگر درخت با ۵ درجه آزادی ٦

شکل۲-٤- نمودار نتایج حاصل از آنالیز فوریه مدل هاسنین ۷

شکل ۲-۵- مدل شاخه به صورت یک تیر یکسر گیردار با جرم متمرکز در یک انتها ۸

شکل۲-٦- آزمایش خمش بر روی درخت پسته بوسیله ادوات پشت تراکتوری ۹

شکل۲-۷- مقادیر K و طول موثر L_e برای اتصالات انتهایی مختلف ستون ۱۵

شکل۲- ۸- ابعاد اساسی محرکه تسمه‌ای ۲۳

شکل۲- ۹- تسمه‌های V مقطع باریک صنعتی ۲٤

شکل ۲- ۱۰- ضریب تصحیح طول تسمه، C_L ۲٦

شکل ۲- ۱۱- ضریب تصحیح زاویه تماس، C_θ ۲۷

شکل۲-۱۲- منحنی معادله طراحی محور در تنش خمشی معکوس شونده و تنش برشی پیچشی خالص ۲۸

شکل ۲-۱۳- بالانس جرم گردان ۳۲

شکل ۲-۱٤- تکاننده دکلی ٤۰

شکل ۲-۱۵- تکاننده کابلی ٤۰

شکل۲- ۱٦- دو نوع تکاننده اینرسیایی. الف) با سیستم لنگ و لغزنده ب) با اجرام خارج از مرکز ٤۱

شکل۲- ۱۷- دو نوع تکاننده چتر درخت الف)تکاننده تراکتور سوار ب) تکاننده خودرو ٤۲

شکل ۳-۱- نمای کلی ماشین تکاننده و اجزای آن ٤۷

شکل۳-۲- بارگذاری در فاصله یک سوم از انتهای شاخه ٤۸

شکل۳-۳- مدل شاخه به صورت یک تیر یکسر گیردار با یک جرم متمرکز در یک انتها ٤۸

شکل ۳-٤- جهت‌های مختلف بارگذاری شاخه‌ها ٤۹

شکل ۳-۵- مدل دو درجه آزادی شاخه ۵۰

شکل۳-٦- بازوی ضربه زننده ۵۳

شکل۳-۷- نیروهای وارده به بازوهای ضربه زننده ۵٤

شکل۳-۸- بدست آوردن حداکثر جابجایی نقطه میانی تیر با استفاده از قضیه تالس ۵٤

شکل۳-۹- نیروهای وارده به دکل از طرف بازوها ۵٦

شکل۳-۱۰- استفاده از قضیه تالس برای بدست آوردن طول بازوی کوچک دکل ۵۷

شکل ۳-۱۱- نیروهای وارده به دکل و بازوی کوچک ۵۷

شکل۳-۱۲- نیروهای خمشی و پیچشی وارد بر دکل در صفحه XZ ۵۸

شکل۳-۱۳- دکل و بازوهای متصل به آن ٦۰

شکل۳-۱٤- شاتون ٦۱

شکل ۳-۱۵- اتصالات انتهایی و نیروهای وارده به شاتون ٦٢
شکل۳-۱٦- نمای برش خورده دایره سر شاتون (متصل به چرخ لنگ) ٦٣
شکل۳-۱۷- چرخ لنگ و جرم بالانس کننده متصل به آن ٦٥
شکل۳-۱۸- محور بالای دستگاه به همراه محرکه تسمه‌ای و چرخدنده ٦٦
شکل۳-۱۹- چرخدنده‌های انتقال قدرت به همراه چرخهای لنگ ٦٩
شکل۳-۲۰- محرکه تسمه‌ای ماشین ٧٠
شکل ۳-۲۱- نمای کلی محور بالایی دستگاه تحت تاثیر نیروهای مماسی ٧٤
شکل ۳-۲۲- نمودار تغییرات لنگر خمشی محور تحت نیروهای مماسی ٧٤
شکل ۳-۲۳- نیروهای شعاعی وارده به محور بالا ٧٥
شکل ۳-۲٤- نمودار تغییرات لنگر خمشی محور تحت نیروهای شعاعی ٧٥
شکل ۳-۲۵- شماتیک کلی محور پایین تحت نیروهای وارده ٧٦
شکل۳-۲٦- نمودار تغییرات لنگر خمشی محور پایین تحت نیروهای وارده ٧٧
شکل۳-۲۷- مدل کامل ماشین تکاننده و اجزای آن ٨١
شکل ۳-۲۸- نمای جانبی ماشین تکاننده ٨٢
شکل ٤-۱- مدول الاستیک شاخه بر حسب تابعی از قطر شاخه در جهات مختلف ٨٤
شکل٤-۲- مدل تکاننده در حالتهای مختلف الف) حداکثر بازشدگی بازوها ب) حداقل بازشدگی بازوها ٨٥
شکل٤-۳- نتایج حاصل از تحلیل محور پایین ٨٧
شکل ٤-٤- تغییر شکل محور پایین تحت بارهای وارده ٨٧
شکل ٤-۵- نتایج حاصل از تحلیل محور بالا ٨٨
شکل ٤-٦- تغییر شکل محور بالا تحت تاثیر نیروهای وارده ٨٩
شکل٤-۷- نتایج حاصل از تحلیل چرخدنده‌ها ٨٩
شکل ٤-۸- تنشهای وان مسیز وارده به چرخدنده‌ها ٩٠
شکل ٤-۹- تنشهای فشاری وارده به دو دندانه درگیر ٩٠
شکل ٤-۱۰- اتصال شاتون و چرخ لنگ ٩١
شکل ٤-۱۱- تنشهای وارده به چرخ لنگ ٩٢
شکل ٤-۱۲- تغییر شکل چرخ لنگ در برابر تنشهای وارده ٩٢
شکل ٤-۱۳- تنشهای وارده به شاتون ٩٣
شکل ٤-۱٤- تغییر شکل شاتون تحت تنشهای وارده ٩٣
شکل ٤-۱۵- جهت تنشهای وان مسیز وارده به شاتون و لنگ ٩٤
شکل ٤-۱٦- نیروهای وارد بر شاتون و چرخ لنگ بدون جرم بالانس کننده ٩٥
شکل ٤-۱۷- نیروهای وارد بر شاتون و چرخ لنگ با جرم بالانس کننده ٩٥
شکل ٤-۱۸- مکانیزم معادل سیستم لنگ و لغزنده ٩٦
شکل ٤-۱۹- سرعت خطی نوک بازوهای ضربه زننده در حالت عدم استفاده از جرم بالانس کننده ٩٧
شکل ٤-۲۰- سرعت خطی نوک بازوهای ضربه زننده در حالت استفاده از جرم بالانس کننده ٩٨

شكل ٤-٢١- ابعاد كلى ماشين تكاننده ٩٩

فهرست جداول

جدول ۱-۱- ترکیب شیمیای پوست و مغز میوه فندق در دو رقم بارسلونا و دوچیلی ۲
جدول ۲-۱- ضرایب کاربردی با توجه به منابع توان و بار ماشین ۱۹
جدول۲-۲- ضرایب اندازه پیشنهادی، Ks ۱۹

فهرست علایم

A سطح مقطع

C_a ضریب کاربردی برای مقاومت خمشی

C_c نسبت لاغری انتقال ستون

C_L ضریب تصحیح طول

C_m ضریب توزیع بار برای مقاومت لهیدگی

C_P ضریب الاستیسیته چرخدنده‌ها

C_s ضریب اندازه برای مقاومت لهیدگی

C_{st} ضریب نوع تنش برای محورها

C_v ضریب دینامیک برای مقاومت لهیدگی

C_θ ضریب تصحیح زاویه تماس

D قطر

E ضریب الاستیک

E_t انرژی جنبشی

F_b عرض دندانه

I گشتاور لختی

I_P ضریب هندسی در تنش لهیدگی چرخدنده‌ها

J_P ضریب هندسی در تنش خمشی چرخدنده‌ها

k ثابت فنر

K_a ضریب کاربردی برای مقاومت خمشی

K_B ضریب ضخامت طوقه

K_m ضریب توزیع بار برای مقاومت خمشی

M گشتاور خمشی

m_0 مدول چرخدنده

m_{eff} جرم موثر

N ضریب اطمینان

N_G و N_P تعداد دندانه‌های چرخدنده و پینیون

P توان

P_d گام قطری در چرخدنده‌ها

r شعاع

s'_n مقاومت تحمل ولقعی ماده

S_{sy} مقاومت تحمل برشی ماده

S_y مقاومت تسلیم

T گشتاور

t زمان

T_t انرژی جنبشی

U_t انرژی پتانسیل

v سرعت

w نیرو

x جابجایی در جهت افقی

y جابجایی در جهت عمودی

ω سرعت زاویه‌ای

σ تنش خمشی

η ضریب دوران در یاتاقانها

ρ چگالی

τ تنش برشی

θ زاویه

K_s ضریب اندازه برای مقاومت خمشی

L طول

m جرم

ν ضریب *پواسون*

φ زاویه فشار

چکیده

ایران یکی از بزرگترین تولید کنندگان فندق در جهان است. بیشتر فندق ایران در منطقه اشکورات در شمال کشور تولید می‌شود. برداشت فندق مانند اکثر میوه‌ها بصورت دستی انجام می‌شود. با توجه به شکل شاخه‌ها و چتر درخت و همچنین سختی شاخه‌ها ، بنظر می‌رسد که برداشت ارتعاشی روش مناسبی برای برداشت میوه فندق باشد. به منظور بدست آوردن خصوصیات شاخه‌ها، آزمایشات مختلفی انجام شد. از آنجا که شاخه‌ها خصوصیات مختلفی را در جهت‌های مختلف از خود نشان می‌دهند، آزمایشات در ۳ جهت مختلف انجام شد. شاخه‌ها در فاصله یک سوم طول آنها از تنه بارگذاری شدند. سپس شاخه بصورت مدلهای جرم- فنر با یک و دو درجه آزادی مدل شدند. و خصوصیاتی نظیر سختی (K)، قطر (D)، جرم (m)، و مدول الاستیک(E) برای آنها محاسبه شد. با استفاده از اطلاعات فوق فرکانس طبیعی شاخه‌ها در دو مدل محاسبه شد. در مدل یک درجه آزادی از میانگین سختی شاخه‌ها و مدول الاستیک برای محاسبه فرکانس طبیعی استفاده شد. میانگین سختی شاخه‌ها در این مدل ۱٤۱۰ نیوتن متر و فرکانس طبیعی برابر ۵ هرتز (۳۱/٤ رادیان/ثانیه) بدست آمد. با توجه به اینکه دو جهت از سه جهت بارگذاری در یک راستا قرار دارند، می‌توان شاخه‌ها را بصورت مدل دو درجه آزادی مدل نمود که در نتیجه دو فرکانس طبیعی بدست خواهد آمد. میانگین ضریب سختی شاخه‌ها در این مدل ۱۳۱۳، ۱۵۵۲ و ۱٤۷۵ نیوتن متر محاسبه شده و فرکانسهای طبیعی اول و دوم به ترتیب ۵/٤ و ۷/۱ هرتز بدست آمد. از سختی شاخه‌ها و فرکانسهای طبیعی به عنوان اطلاعات مبنا برای طراحی بخشهای مختلف استفاده شد. با توجه به اطلاعات فوق و شکل شاخه‌ها تصمیم گرفته شد تا دستگاه برداشت بصورت یک تکاننده چتر درخت طراحی شود. قطعات مختلف پس از محاسبات دستی، در نرم افزار کتیا طراحی و مونتاژ شدند. برای تحلیل ماشین از نرم افزار ویژوال نسترن دسکتاپ استفاده شد. همچنین برای بررسی استحکام قطعاتی که تحت شرایط بحرانی عمل می‌کنند از تحلیل تنش استفاده شد. با توجه به نتایج بدست آمده از نرم افزار، مشاهده شد که هیچیک از قطعات از محدوده الاستیک تجاوز ننمود. توان مورد نیاز ماشین برابر ۳٤ اسب بخار محاسبه شد. این مقدار نشان می‌دهد که می‌توان با اتصال دستگاه به تراکتورهای کوچک با توان بیش از ۳۵ اسب بخار به عملیات برداشت پرداخت.

کلمات کلیدی: فندق، شاخه، خصوصیات مکانیکی، معادله لاگرانژ، فرکانس طبیعی، تکاننده شاخه

فصل اول- مقدمه

امروزه مصرف میوه‌های آجیلی به علت ارزش غذایی بالای آنها در جهان رو به افزایش است (فائو ۲۰۰٤). در کشور ما به این دسته از مواد غذایی بیشتر به عنوان تنقلات نگریسته می‌شود و ارزش غذایی آنها کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد در حالیکه در بسیاری کشورهای جهان به عنوان مواد غذایی سالم و مغذی از نظر ویتامینها و پروتئینها و چربی و نظایر آن شمرده می‌شوند (مبلی ۱۳۷٦).

فندق یکی از میوه‌های آجیلی است که در صنایع غذایی و دارویی کاربرد زیادی دارد. درخت فندق متعلق به خانواده Corylaceae است. گونه‌های وحشی فندق در مناطق معتدله از ژاپن، چین، ترکیه، هند و اروپا تا شمال آمریکا یافت می‌شود. میوه‌های فندق کوچک بوده و پوسته سختی دارند. فندق در زبان انگلیسی به دو صورت نامیده می‌شود. عده‌ای آنرا هازلنات[1] و عده دیگری آنرا فیلبرت[2] نامیده‌اند. در آمریکا میوه فندقهای اروپایی را هازلنات و میوه فندقهای آمریکایی را فیلبرت می‌گویند (مرندی و رضایی ۱۳۷۷).

فندق از زمانهای بسیار قدیم کاشته می‌شده و بر اساس مدارک موجود از کتابهای خطی چینی قدمت آنرا تا ۵۰۰۰ سال قبل می‌دانند. رومیها و یونانیها فندق را برای اهداف درمانی مورد استفاده قرار می‌دادند و ارزش غذایی آنرا از مدتها قبل می‌دانستند (مرندی و رضایی ۱۳۷۷).

ترکیه و ایتالیا بزرگترین تولید کنندگان فندق جهان بحساب می‌آیند. (فائو ۲۰۰٤). ایران با داشتن ۱۸۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۱۸۰۰۰ تن میوه فندق در سال در مقام ششم تولید فندق جهان قرار دارد (آمارنامه کشاورزی ایران ۱۳۸۵).

استان گیلان به تنهایی ۹۰ درصد فندق کشور را تولید میکند و استانهای قزوین و مازندران در رده‌های بعدی جای دارند. بیش از ۸۰۰۰ خانوار در استان گیلان به کاشت و برداشت فندق اشتغال دارند و بیشتر فندق استان گیلان نیز در شهرستان رودسر و منطقه اشکورات تولید می‌شود. افزایش سطح زیر کشت فندق به میزان ۳۰۰۰۰ هکتار در استان گیلان و ۳۵۰۰۰ هکتار در استان گلستان در دستور کار جهاد کشاورزی استانهای مذکور قرار دارد (آمارنامه کشاورزی ایران ۱۳۸۵)

میوه فندق از نظر اسیدهای آمینه غنی است و همچنین مقدار روغن فندق متغیر بوده و از ٤۵/۵ درصد در رقم باندنس[3] تا ۷۰/٦٦ درصد در رقم نورت آمپتوون[4] تغییر می‌کند. مقدار ویتامین B_1 در فندق، ۲٦ میلی‌گرم درصد گرم است. ترکیب شیمیایی پوست و مغز دو رقم فندق در جدول ۱-۱ نشان داده شده است (مرندی و رضایی ۱۳۷۷).

ازدیاد فندق از طریق بذر و پاجوش بوده و باردهی فندق از ۵ الی ٦ سالگی آغاز می‌گردد و درختان فندق به مدت ۱۰ تا ۲۰ سال باروری اقتصادی دارند (جلیلی مرندی ۱۳۸۱).

---

[1] Hazelnut
[2] Filbert
[3] Bandness
[4] Northampton

جدول ۱-۱- ترکیب شیمیای پوست و مغز میوه فندق در دو رقم بارسلونا و دوچیلی

	پوست میوه		مغز میوه	
	بارسلونا (٪)	دوچیلی (٪)	بارسلونا (٪)	دوچیلی (٪)
آب	۷/۰۸	۷/۸۱	۳/٤۳	۳/۵۸
خاکستر کل	۰/۹۹۷	۱/۲۹۷	۲/۵۳	۲/٦۹
خاکستر نامحلول در آب	۰/٤۱٦	۰/٦۵٤	۱/۰۹	۱/۵
خاکستر محلول در آب	۰/۵٤۱	۰/٦۵۲	۱/٤٤	۱/۱۹
قلیاییت خاکستر نامحلول	۰/۸۷	۱/۳٦	۲/۰۲	۱/۹
قلیاییت خاکستر محلول	۰/۳٤	۰/۹۲	۰/۷۸	۱/۲۹
پروتئین خام	۱/۳۵	۱/۷	۱۷/۱	۱۵/٦
اتر استخراج شده	۰	۰	٦۵/۵	٦۳/۱
قندهای احیا کننده	۰/۹۸	۱/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۸
ساکاروز	۰/۲	۰/۷۵	٤/۷۹	۵/۵۷
نشاسته	۰	۰	۳/۵٤	٤/۱٦
قندهای پنج کربنی	۲۷	۷/٦۷	–	–
فیبر خام	–	–	۲/۰۹	۱/۹٤

با توجه به دارا بودن اراضی مرغوب کشاورزی و پتانسیل خوب کشور در زمینه تولید این میوه، می‌توان به آینده‌ای بهتر برای فندق ایران امیدوار بود.

برداشت اکثر محصولات کشاورزی در کشورهای پیشرفته به صورت مکانیزه انجام می‌شود و میوه‌جات نیز از این قاعده مستثنی نیستند. اما در کشور ما برداشت میوه‌ها به صورت دستی انجام می‌شود. در روشهای برداشت سنتی، لزوم استفاده از کارگر در برداشت و جابجایی محصول موجب صرف هزینه و زمان زیادی خواهد شد. بعلاوه، تلفات وارده از طرف کارگران بر محصول قابل اغماض نمی‌باشد. به دلیل شرایط خاص میوه‌های آجیلی و مقاومت آنها به ضربات وارده در حین برداشت، استفاده از روشهای مکانیزه برداشت برای برداشت این میوه‌ها کاملا مناسب و مقرون به صرفه به نظر می‌رسد. تاکنون برخی تحقیقات درباره برداشت پسته، بادام و گردو در کشور انجام شده است. اما درباره فندق که از اقلام مهم میوه‌های آجیلی و مستعد برداشت مکانیکی است تحقیقاتی صورت نگرفته است.

با توجه به مطالب فوق، طراحی یک ماشین برداشت مکانیزه برای میوه فندق ضروری به نظر می‌رسد. برای طراحی چنین ماشینی لازم است تا خصوصیات مکانیکی درخت و شاخه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. سپس طرح مناسبی برای برداشت میوه با توجه به شرایط و خصوصیات درخت ارائه شود. به دنبال آن مراحل طراحی اجزا مورد استفاده در ماشین طی شده و در نهایت با توجه به اینکه ماشین ساخته نمی‌شود، برای بررسی درستی یا عدم درستی کار دستگاه باید به کمک شبیه‌سازیهای کامپیوتری، آنرا مورد تحلیل قرار داد.

اهداف تحقیق

مهمترین اهدافی که در این تحقیق دنبال می‌شوند عبارتند از:

- اندازه گیری نیروهای لازم برای خمش شاخه‌های فندق در بارگذاری شاخه‌ها در جهات مختلف بـه منظـور بررسی نحوه رفتار شاخه در برابر نیروهای محرک،
- تعیین مدول الاستیک و فرکانس طبیعی شاخه‌ها به عنوان اطلاعات پایه در طراحی بخشهای مختلف ماشـین برداشت فندق با توجه به نتایج بدست آمده از بخش قبل،
- مطالعه تغییرات خصوصیات مکانیکی اندازه گیری شده مربوط به شـاخه‌هـا در حـین بارگـذاری در جهـات مختلف با استفاده از روشهای ریاضی،
- ارائه مکانیزم مناسب برای برداشت محصول فندق توسط ماشین با توجه به خصوصیات مکـانیکی درخـت و شاخه‌ها،
- طراحی ماشین تکاننده چتر درخت فندق با استفاده از خصوصیات مکانیکی اندازه گیری شده،
- شبیه سازی حرکات ماشین به منظور اطمینان از طراحی مناسب و ارتباط صحیح اجزا با یکدیگر با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری،
- تحلیل تنش بخشهایی از ماشین که تحت شرایط بحرانی کار می‌کند به منظور بررسی مقاومتهای تحمل مـواد بکار رفته در اجزا و اطمینان از کارکرد درست اجزا تحت تنشهای وارده.

فصل دوم- مروری بر تحقیقات انجام شده

امروزه اهمیت برداشت ماشینی محصولات کشاورزی در مقایسه با روشهای سنتی برداشت، بر کسی پوشیده نیست. در کشور ما تقریبا تمامی میوه‌های باغی و درختی بصورت سنتی برداشت می‌شوند. با توجه به تولید گسترده محصولات باغی در کشور، بنظر می‌رسد که کشور ما دارای پتانسیل خوبی برای برداشت مکانیکی میوه‌ها باشد. لازمه برداشت مکانیکی این محصولات طراحی و ساخت ماشینهایی متناسب با باغات کشور است. دراین مطالعه سعی بر آن است که با توجه به خصوصیات بدست آمده از درختان فندق، طرحی مناسب برای برداشت ماشینی این محصول ارائه گردد.

در این فصل ابتدا تئوریهای مورد استفاد در تعیین خصوصیات مکانیکی درخت توضیح داده خواهد شد. لازمه تعیین این خصوصیات، شناخت مدلهای ارتعاشی شاخه‌ها می‌باشد. بنابراین در ابتدای فصل، این مدلها توضیح داده شده و به کمک آنها روشهای تعیین خصوصیات شاخه‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد. سپس اجزاء مورد نیاز در یک تکاننده مورد بررسی قرار گرفته و تئوریهای طراحی اجزاء مورد نیاز برای طراحی مکانیزم ماشین توضیح داده می‌شود. برای مدلسازی و تحلیل مکانیزم و شبیه سازی حرکات ماشین به ترتیب از نرم افزارهای کتیا[1] و ویژوال نسترن دسکتاپ[2] استفاده می‌شود. بنابراین توضیحات مختصری در باره این دو نرم افزار نیز ارائه خواهد شد. در انتها خلاصه‌ای از تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌های تعیین خصوصیات تنه و شاخه درختان، طراحی و ساخت و استفاده از ماشینها در برداشت میوه‌های درختی و همچنین انواع تکاننده‌ها مطرح می‌شود.

۲-۱ تئوریهای مورد استفاده در تعیین خصوصیات مکانیکی شاخه‌ها

برای بررسی ارتعاش درختان در اثر نیروهای دینامیک و استاتیک و پاسخ آنها به نیرو و در نتیجه پیش‌بینی رفتار ارتعاشی درخت، در ابتدا باید مدلهایی که به کمک آنها می‌توان درخت یا شاخه را شبیه سازی نمود بررسی شود. سپس می‌توان خصوصیات شاخه را متناسب با مدل مورد استفاده تعیین نمود. در این بخش ابتدا مدلهای شبیه سازی درختان توضیح داده شده و سپس با استفاده از آنها روش تعیین خصوصیات مکانیکی درخت و شاخه (اعم از ضرایب سختی، ضریب الاستیک و فرکانسهای طبیعی) آورده خواهد شد.

۲-۱-۱ بررسی مدلهای شبیه سازی درختان و پاسخ آنها به ارتعاش واداشته

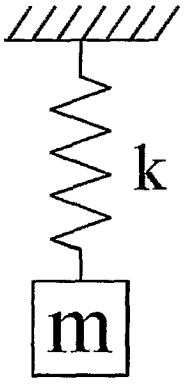
مدلهای شبیه سازی درختان به دو دسته جرم- فنر و جرم- فنر- میراگر تقسیم می‌شود. مدل جرم- فنر- میراگر نسبت به مدل جرم- فنر از دقت بیشتری برخوردار است اما تعیین ضریب میرایی کار مشکل و پرهزینه‌ای بوده و

[1] Catia
[2] MSC Visual Nastran Desktop

بعلاوه، مدل جرم- فنر از دقت کافی برای محاسبات تعیین خواص مکانیکی برای پیش بینی رفتار درخت برخوردار است.

۱-۲-۱-۱ مدل جرم- فنر

در این مدل، شاخه تحت شرایط شبه استاتیک تا رسیدن به یک خیز مشخص کشیده میشود و ضریب فنر آن بدست می‌آید. در این مدل از ضریب میرایی صرفنظر می‌شود. شکل ۲-۱ مدل جرم- فنر را نشان می‌دهد.



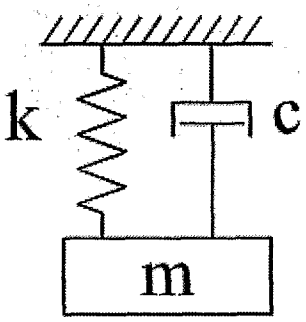
شکل۲-۱- مدل جرم فنر

این مدل پر کاربردترین مدل در شبیه سازی درختان است که از آزمایش تیر یکسر درگیر بدون در نظر گرفتن میرایی مشتق می‌شود. به کمک این مدل می‌توان ضریب فنر، مدول الاستیک و فرکانس طبیعی درخت را محاسبه نمود (اینس[1] و همکاران ۲۰۰۳، هاسنین[2] و همکاران ۱۹۹۸).

۱-۲-۱-۲ مدل جرم- فنر- میراگر

در این مدل علاوه بر ضریب فنر، میرایی درخت نیز محاسبه می‌شود. به دلیل اجتناب از محاسبات بسیار پیچیده، میرایی، ویسکوز فرض می‌شود. میرایی غیر ویسکوز وابسته به زمان بوده و محاسبات مورد استفاده برای آن بسیار پیچیده و خارج از حوصله تحقیق حاضر می‌باشد. روش تعیین میرایی با دقت قابل قبول محتاج هزینه و ابزار خاص می‌باشد. از اینرو کمتر به آن پرداخته شده است. شکل ۲-۲ مدل جرم- فنر- میراگر را نشان می‌دهد.

[1] Ince
[2] Hasnin

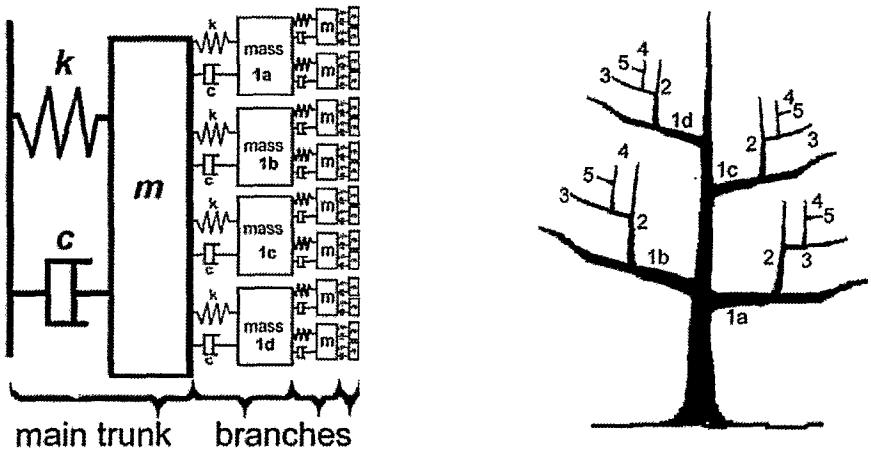


شکل۲-۲- مدل جرم- فنر- میراگر

این مدل نیز از آزمایش تیر یکسر درگیر اما با در نظر گرفتن میرایی مشتق می‌شود. همانگونه که گفته شد این مدل دارای دقت مناسبی برای تعیین خصوصیات درخت است. هاسنین و همکاران (۱۹۹۸) درخت را به صورت یک مدل جرم- فنر میراگر با چند درجه آزادی شبیه سازی کردند که در زیر توضیحات کاملتری در باره آن ارائه می‌شود.

- مدل هاسنین

هاسنین و همکاران (۱۹۹۸) نوعی از مدل جرم- فنر- میراگر با چندین درجه آزادی ساختند. آنها تنه را به صورت یک مدل با یک درجه آزادی در نظر گرفتند و محاسبات اولیه را بر مبنای مدل جرم- فنر- میراگر تنه انجام دادند. با اضافه کردن شاخه‌های اصلی و فرعی به مدل، تعداد درجات آزادی بیشتر می‌شود. شکل ۲-۳ مدل کلی درخت به همراه مدل جرم- فنر- میراگر آنرا با چندین درجه آزادی نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳- مدل هاسنین. الف) مدل کلی درخت ب)مدل جرم- فنر- میراگر درخت با ۵ درجه آزادی