

آنالیزو شبیه سازی رفتار دینامیکی درخت بادام با استفاده از نرم افزار MATLAB

مسعود زابلستانی^۱، حسین مبلی^۲، سید سعید محتسبی^۲، رضا علیمردانی^۲

چکیده

کاربرد تجهیزات برداشت مکانیکی میوه و آجیلیان در کشاورزی مکانیزه به طور روز افزونی اهمیت پیدا می کند. اکثر درخت تکان ها به شاخه درخت و یا تنه آن ارتعاش وارد می کنند. با تحلیل رفتار دینامیکی، می توان تکاننده های موجود را برای استفاده در محصولات درختی گوناگون بدون نیاز به آزمایش های متنوع و با حداقل تغییرات اصلاح نمود. رفتار دینامیکی سیستم ها را معمولا با معادلات دیفرانسیل مدل می کنند. در این تحقیق برای آنالیز و شبیه سازی رفتار دینامیکی درخت بادام از جعبه ابزار شبیه سازی MATLAB (SIMULINK) استفاده شد. مدل ریاضی تکاننده و درخت که یک سیستم لنگ و لغزنده است به صورت یک سری معادلات دیفرانسیل رسته یک ارائه شدند. حل معادلات با انتگرال گیری به روش رانگ کوتای رسته پنج انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد که (۱) با افزایش بسامد ورودی تکاننده، بسامد ارتعاش گیره اتصال به درخت افزایش می یابد. (۲) افزایش ضریب سختی تکاننده، باعث بهتر شدن انتقال تکان به تنه درخت شده و دامنه ارتعاش بهبود می یابد. (۳) با کاهش ضریب میرایی تکاننده، ارتعاش منتقل شده به درخت دیرتر میرا می شود. (۴) با افزایش جرم درخت، دامنه و بسامد ارتعاش وارد بردرخت کاهش می یابد. (۵) با افزایش نیروی وارده از بازوی تکاننده درخت، دامنه ارتعاش وارده به درخت هم افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: شبیه سازی، تکاننده، بادام، رفتار دینامیکی

مقدمه

از نتایج آن در درخت تکان های مکانیکی می تواند مفید باشد. با درک بهتر رفتار دینامیکی، می توان تکاننده های موجود را برای استفاده در محصولات درختی گوناگون بدون نیاز به آزمایش های وسیع و با حداقل تغییرات اصلاح نمود. رفتار دینامیکی سیستم ها را معمولا با معادلات دیفرانسیل مدل می کنند.

کاربرد تجهیزات برداشت مکانیکی میوه و آجیلیان در کشاورزی مکانیزه به طور روز افزونی اهمیت پیدا می کند. اکثر درخت تکان های آزمایشی یا تجاری به شاخه درخت و یا تنه آن ارتعاش وارد می کنند. پس بنابراین تجزیه و تحلیل کامل رفتار دینامیکی درختان در طراحی و استفاده

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

۲- اعضای هیات علمی دانشگاه تهران

را برای استفاده در محصولات درختی گوناگون بدون نیاز به آزمایش های متنوع و با حداقل تغییرات اصلاح نمود.

بررسی منابع

وانگ (Wang, 1965) قهوه ودم آن را با تیری طره دار که دارای جرمی متمرکز در انتهای آن بود مدل کرد ولی برای ساده تر کردن محاسبه بسامد طبیعی، مدل را به صورت یک سیستم معادل جرم و فنر توصیف نمود [۱۳].

فریدلی و لورنزن (Fridley & Lorenzen, 1965)

تکان درخت را به صورت کامپیوتری تجزیه و تحلیل کردند. آنها درخت را به صورت تیری با شکل مخروطی فرض کرده جرم خارجی را در امتداد طولش پخش نمودند تا میوه ها، برگ ها و شاخه های کوچک روی درخت نیز شبیه سازی شود. همچنین برای میرائی، فقط میرائی لزوج را در نظر گرفته و برای بیان معادله دیفرانسیل ارتعاش آزاد، از رابطه تیموشنکو استفاده کردند.

(۱)

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} (EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}) = 0$$

که در آن

X = فاصله اندازه گیری شده تیر از انتهای آن (متر)

ρ = جرم در واحد طول (کیلو گرم)

y = تغییر مکان تیر در نقطه X و در زمان t (متر)

t = زمان (ثانیه)

E = مدول الاستیسیته (نیوتن بر متر مربع)

I = ممان اینرسی تیر در نقطه X و در زمان t (متر^۴)

به توان چهار)

در هنگام محاسبات ضریب میرائی ۰/۱۰۷ را در نظر گرفتند. نتایجی که بدست آوردند این بود که در

ساده ترین مدل، مدل ریاضی یک سیستم خطی با یک درجه آزادی است که به وسیله معادله دیفرانسیل مرتبه دوم با ضرایب ثابت تعریف می گردد. تعداد زیادی از مسائل و مفاهیم ارتعاشات را می توان به وسیله مدل هایی با یک درجه آزادی با دقت کافی مورد بررسی قرار داد. از آن جایی که تجزیه و تحلیل های سیستم های خطی آسان تر از سیستم های غیر خطی می باشد، لذا اغلب سیستم های مهندسی طوری طراحی شده اند که رفتار خطی داشته باشند، اگر چه این سیستم ممکن است ایده ال نباشد [۱۱].

حل معادلات دیفرانسیل به صورت تحلیلی بسیار مشکل و وقت گیر است به همین دلیل روش های حل عددی زیادی توسعه داده شده اند. همچنین تکنیک ها و نرم افزار های کامپیوتری بسیار زیادی برای حل معادلات دیفرانسیل و شبیه سازی رفتار دینامیکی سیستم ها موجود هستند [۴].

مدل سازی ریاضی سیستم های دینامیکی

در مطالعه سیستم های دینامیکی، ابتدا مدل ریاضی سیستم ارائه می شود تا خصوصیات دینامیکی آن تحلیل شود. مدل ریاضی یک سیستم دینامیکی مجموعه ای از معادلات دیفرانسیل است که دینامیک سیستم را به طور دقیق و یا با تقریب بالا بیان می کند.

باید توجه داشت که ارائه یک مدل ریاضی قابل قبول، قسمت مهمی از یک تجزیه و تحلیل کامل می باشد. در ارائه یک مدل، باید رابطه مشخصی بین سادگی سیستم و دقت نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آن برقرار نمود. اگر دقت بسیار بالا مورد نظر نباشد ارائه یک مدل ساده توصیه می شود [۴]. هدف از تحلیل و شبیه سازی رفتار دینامیکی این است که می توان تکانه های موجود

$$-kx - c \frac{dx}{dt} - m \frac{d^2}{dt^2} (x + r \cos \omega t) = (M - m) \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (2)$$

که در آن

x = جابجائی لحظه ای از موقعیت تعادل (متر)

m = جرم نامتعادل (کیلو گرم)

k = سختی فنری (نیوتن بر متر)

M = جرم کلی سیستم (کیلو گرم)

c = ضریب میرائی (نیوتن ثانیه بر متر)

t = زمان (ثانیه)

r = شعاع خارج از مرکزی (متر)

ω = بسامد تحریک (رادیان بر ثانیه)

اپادیاپا و همکاران (Upadhyaya, 1981)

(نیز برای تجزیه و تحلیل اعمال ضربه به درخت، آن را به صورت یک سیستم یک درجه آزادی ارایه شده در شکل یک فرض کردند.

ناحیه بسامد های نرمال، نسبت های بسامد با افزایش میرائی افزایش می یابد. با این حال در بسامد های تقریباً متوسط بین بسامد های حرکت ارتعاشی نرمال، دامنه با کاهش میرائی کاهش می یابد [7].

آدریان و فریدلی (Adrian & Fridley, 1965)

برای تجزیه و تحلیل سیستم های ساده ارتعاشی درخت فرضیاتی را در نظر گرفتند که عبارتند از:

۱- سیستم دارای یک درجه آزادی است.

۲- نیروی محرک به صورت سینوسی تغییر می کند.

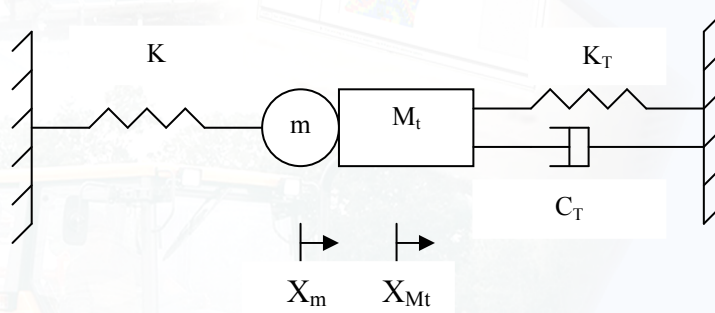
۳- نیروی بازگرداننده سیستم به حالت اولیه با جابجائی متناسب است.

۴- میرائی لزج است (نیروی میرائی متناسب با سرعت است).

۵- انرژی توسط تکاننده ذخیره می شود.

در نهایت با استفاده از معادله دیفرانسیل زیر که از قانون دوم نیوتن پیروی می کند، به تحلیل پرداختند [5].

$$\sum F = ma$$



شکل ۱. سیستم با یک درجه آزادی

m = جرم ضربه زن (کیلو گرم) M_t = جرم درخت c = ضریب میرائی (نیوتن ثانیه بر متر)

k = سختی فنری ضربه زن (نیوتن بر متر) k = سختی فنری درخت (نیوتن بر متر)

نتیجه ای که گرفتند به صورت زیر است:

۱- مدل یک درجه آزادی مذکور می تواند حرکت یک نقطه مفروض روی تنه درخت و یا عضو الاستیکی را وقتی که توسط یک جرم در حال حرکت ضربه می خورد، تشریح نماید.

۲- موقعی که درخت یا یک عضو الاستیکی به وسیله پاندول و یا جرم سنگین تحت ضربه های مختلف قرار می گیرد، این مدل می تواند ضربات مذکور را مدل سازی نماید.

۳- این مدل یک روش تقریبی و ساده نحوه تعیین پارامترهای دینامیکی درخت را ارائه می دهد.

۴- تخمین انرژی انتقال یافته به درخت را به سبب ضربه بهبود بخشیده و معادله ای به دست آورده و مشخص کردند که این معادله با ریزش میوه و صدمه به میوه همبستگی بهتری نسبت به اختلاف در سطح انرژی آلت ضربه قبل و بعد از ضربه را دارد [۱۲].

گالیلی و همکاران (Galili et al., 1999)

(اثر متقابل درخت- تکاننده را با مدل سازی یک درخت زیتون و یک تکاننده با ویژگی های متغیر و شبیه سازی عمل برداشت مکانیکی آن مورد مطالعه قرار دادند. آنها روشی را توسعه دادند که خصوصیات مکانیکی و انتقال انرژی را که تابعی از تک درختان بود را در طی مدت شتاب دهی تکاننده در سطح ارتعاش پائین معرفی کنند و سپس ویژگی های تکاننده (جرم خارج از مرکز، ثابت های فنر و میرائی) را به درخت تطبیق داده و بسامد مناسب برای برداشت کارتر میوه را انتخاب نمایند. نتایج به دست آمده به صورت زیر است:

- افزایش شعاع باعث افزایش دامنه شد ولی بسامد تشدید را تحت تاثیر قرار نداد.

- تغییر سختی گیره، بسامد تشدید و همچنین بزرگی دامنه را تحت تاثیر قرار می دهد.

- افزایش جرم تکاننده باعث کاهش بسامد تشدید و افزایش دامنه می شود.

- اندازه (جرم) درخت ممکن است به طور معنی داری نقطه کار تکاننده را تحت تاثیر قرار دهد (با افزایش

اندازه درخت جابجایی کاهش یافت).

- افزایش شعاع خارج از مرکزی جرم ها باعث می شود که دامنه ارتعاش تمام اعضا درخت به طور خطی افزایش یابد مگر در خود میوه که ممکن است با افزایش دامنه شاخه، دستخوش تغییر خیلی زیاد از ارتعاشات خطی به حرکت غیر خطی گردد [۸].

زابلستانی و همکاران (۱۳۸۲) مدل سیستم

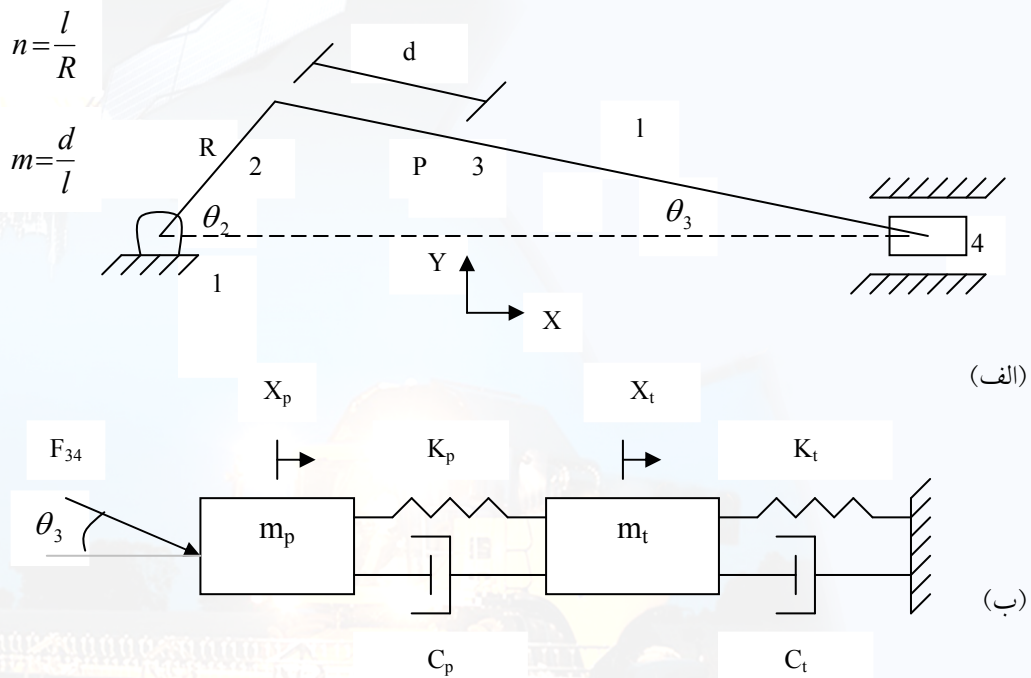
تکاننده - درخت را به صورت شکل (۲) ب در نظر گرفتند [۱].

مواد و روش ها

ارائه مدل ریاضی سیستم تکاننده و درخت: برای ارائه مدل ریاضی مناسب برای سیستم تکاننده و درخت از تطبیق قانون دوم نیوتن در حرکت استفاده می شود.

(۳) نیروی اینرسی = نیروی واداشته + نیروی میرائی + نیروی فنر

درخت تکان مورد استفاده از نوع لنگ و لغزنده بود که به طور شماتیک در شکل (۲) الف مشاهده می شود [۹ و ۱۰] و مدل سیستم هم در شکل (۲) ب دیده می شود [۱].



شکل ۲. شماتیک لنگ و لغزنده (الف) مدل سیستم (ب)

K_p = ضریب فنریت تکاننده (نیوتن بر متر) X_t = جابجایی تنه درخت (متر)

K_t = ضریب فنریت تنه درخت (نیوتن بر متر) X_p = جابجایی لغزنده (متر)

\dot{X}_p = سرعت لغزنده (متر بر ثانیه) m_p = جرم سیستم لغزنده (کیلو گرم)

\dot{X}_t = سرعت تنه درخت (متر بر ثانیه) m_t = جرم تنه درخت (کیلو گرم)

C_p = ضریب میرائی تکاننده (نیوتن ثانیه بر متر) C_t = ضریب میرائی تنه درخت (نیوتن ثانیه بر متر)

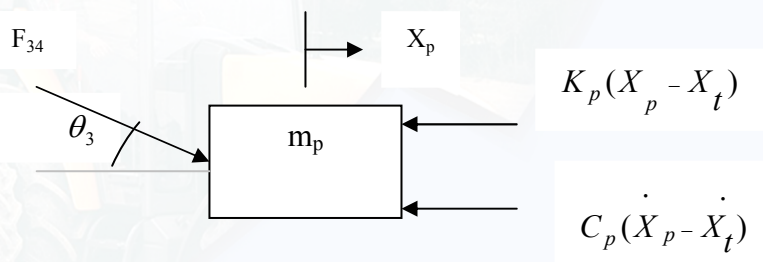
F_{34} = نیروی وارده از بازوی تکاننده به درخت (نیوتن) θ_3 = زاویه اعمال نیرو

n = نسبت طول بازوی لغزنده به شعاع لنگی d = فاصله نقطه مفروض p روی میله ۳ تا مفصل ۲۳

m = نسبت فاصله نقطه مفروض p روی میله ۳ تا مفصل ۲۳ به طول میله ۳

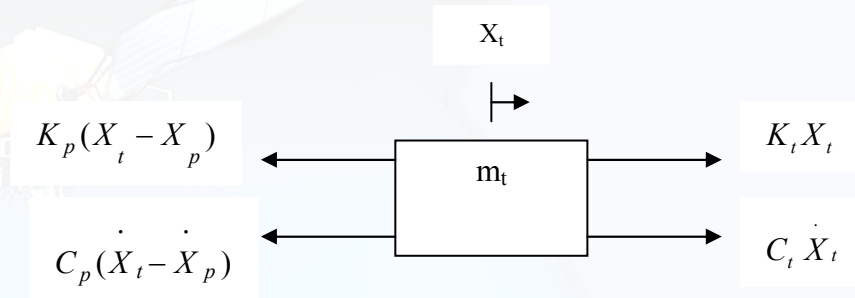
R = شعاع لنگی (متر) l = طول بازوی لغزنده (متر)

دیگرام آزاد m_p به صورت زیر می باشد [۱]:



شکل ۳. دیگرام آزاد جرم لغزنده m_p

و نیروهای وارد به جرم m_t به صورت زیر هستند:



شکل ۴. دیاگرام آزاد جرم درخت m_t

در این صورت معادلات حاکم بر m_p و m_t به شرح زیر می باشند:

$$m_p \frac{d^2 X_p}{dt^2} = -K_p(X_p - X_t) - C_p(\dot{X}_p - \dot{X}_t) + F_{34} \cos \theta_3 \quad (4)$$

$$m_t \frac{d^2 X_t}{dt^2} = -K_p(X_t - X_p) - C_p(\dot{X}_t - \dot{X}_p) - K_t X_t - C_t \dot{X}_t \quad (5)$$

متغیر جایگزین (تغییر متغیر) به دو معادله مرتبه یک

تبدیل می شوند. به این شکل که با فرض:

$$X_1 = X_p \quad X_3 = X_t$$

$$X_2 = \dot{X}_p = \dot{X}_1$$

$$X_4 = \dot{X}_3 = \dot{X}_t \quad (6)$$

متغیرهای X_1 تا X_4 متغیرهای حالت

سیستم بوده که به ترتیب، جابجایی لغزنده، سرعت

حرکت آن، جابجایی تنه درخت و سرعت حرکت

آن می باشند. با توجه به روابط بالا می توان

معادلات حرکت را که دو معادله مرتبه دوم می

باشند با چهار معادله مرتبه یک زیر بیان نمود:

(۷)

$$\dot{X}_1 = X_2$$

$$\dot{X}_2 = \frac{1}{m_p} \{-K_p(X_1 - X_3) - C_p(X_2 - X_4) + F_{34} \cos \theta_3\} \quad (8)$$

شبیه سازی سیستم تکاننده و درخت

در بخش قبلی، معادلات ریاضی غیر خطی

حاکم بر رفتار دینامیکی درخت ذکر گردید. در این

بخش به کمک جعبه ابزار شبیه سازی

MATLAB (SIMULINK) رفتار دینامیکی

درخت و تکاننده شبیه سازی می شود.

تبدیل معادلات به شکل قابل حل در

سیمولینک (Simulink)

برای این که معادلات ارائه شده برای توصیف

رفتار دینامیکی درخت و تکاننده در سیمولینک قابل

حل شوند، معادلات دیفرانسیل رسته دو به کمک

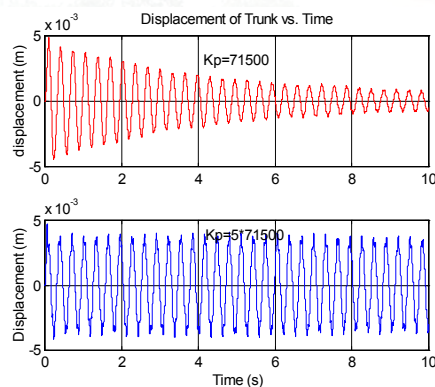
$$\dot{X}_3 = X_4 \quad (9)$$

$$\dot{X}_4 = \frac{1}{m_t} \{-K_p(X_3 - X_1) - C_p(X_4 - X_2) - K_t X_3 - C_p X_4\} \quad (10)$$

جدول شماره ۱- داده های اولیه مورد استفاده در شبیه سازی

پارامتر	مقدار	واحد	پارامتر	مقدار	واحد
ضریب سختی تکاننده (Kp)	۷۱۵۰۰	نیوتن بر متر	شعاع لنگی تکاننده (R)	۰/۰۴	متر
ضریب سختی درخت (Kt)	۱۶۰۰۰۰	نیوتن بر متر	جرم نوسان کننده تکاننده (mp)	۶۴/۳۸	کیلو گرم
ضریب میرایی تکاننده (Cp)	۸۰۰	نیوتن ثانیه بر متر	جرم درخت (mt)	۳۳۲/۸	کیلو گرم
ضریب میرایی درخت (Ct)	۰/۳	نیوتن ثانیه بر متر			

آن نیاز به داده های اولیه ای است (جدول شماره ۱) که توسط برنامه از فایل داده ها خوانده شود. برنامه شبیه سازی MATLAB بر اساس روابط تعریف شده پس از قرائت داده ها می تواند مقادیر بسامد طبیعی تکاننده و درخت و همچنین نیروی وارده از بازوی تکاننده به درخت، سرعت و شتاب و جابجایی گیره و درخت و جابجایی زاویه ای را محاسبه و نمودار های مربوطه آنها را نسبت به زمان و جابجایی زاویه ای رسم کند. بررسی تاثیر تغییرات پارامترهای مختلف سیستم ۱- نتایج نشان دادند که با افزایش بسامد ورودی، بسامد و دامنه ارتعاش گیره اتصال به درخت (لغزنده) افزایش پیدا کرد (شکل ۶).

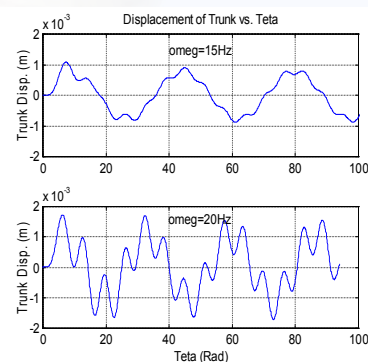


شکل ۷. تاثیر تغییرات ضریب سختی تکاننده بر جابجایی تنه درخت

از حل این معادلات می توان سرعت لغزنده (V_{XC})، شتاب لغزنده (A_{XC})، جابجایی لغزنده (X_p) و جابجایی تنه درخت (X_t) را به دست آورد [۱]. برای حل معادلات این تحقیق از انتگرال گیری به روش رانگ کوتای رسته پنج استفاده شده است.

نتایج و بحث

برای مشاهده رفتار دینامیکی تنه درخت و تکاننده لازم بود برنامه شبیه سازی که به زبان MATLAB نوشته شده است در فضای مناسب شبیه سازی در سیمولینک، اجرا شود. جهت اجرای



شکل ۶. تاثیر تغییرات بسامد ورودی بر روی جابجایی درخت

۲- نتایج همچنین نشان دادند که افزایش ضریب سختی تکاننده K_p ، باعث بهتر شدن انتقال تکان به تنه درخت شده و دامنه ارتعاش بهبود می یابد (شکل ۷). مبللی [۳] و غلامی [۲] هم در سال ۱۳۷۷ افزایش ضریب سختی تکاننده را پیشنهاد دادند. گالیلی و همکاران [۸] نیز در سال ۱۹۹۹ به نتیجه مشابهی دست یافتند.

۳- با کاهش ضریب میرایی تکاننده دامنه ارتعاش منتقل شده به درخت دیرتر میرایی شود (شکل ۸).

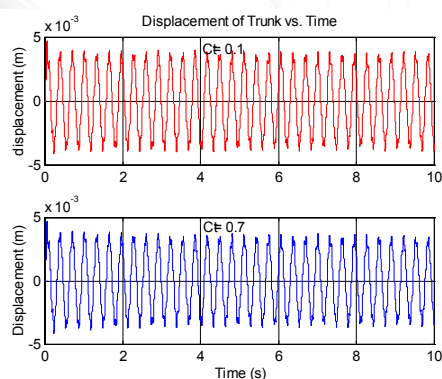
۴- ضریب میرایی درخت در مقابل نیروی اعمالی از تکاننده به تنه تأثیر بسیار کمی دارد (شکل ۹).

۵- با افزایش جرم درخت، دامنه و بسامد ارتعاش وارد بردرخت هر دو کاهش یافت (شکل ۱۰). این امر نشان می دهد که برای تکاندن درختان بزرگ نیروی بیشتری لازم است در صورتی که بسامد لنگ-لغزنده به بسامد طبیعی درخت نزدیک شود

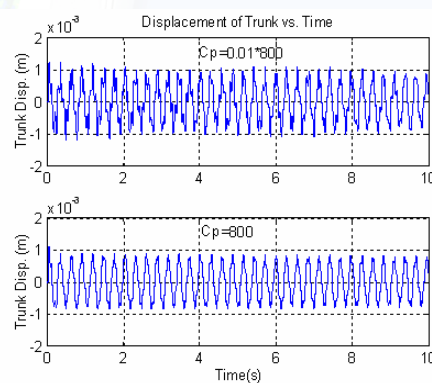
نیروی کمتری لازم است. گالیلی و همکاران [۸] نیز در سال ۱۹۹۹ به نتیجه مشابهی دست یافتند.

۶- با افزایش جرم لغزنده، دامنه و بسامد ارتعاش منتقل شده به درخت کاهش یافت (شکل ۱۱). این امر می تواند به دلیل دور شدن از بسامد طبیعی لغزنده باشد، چون بسامد طبیعی لغزنده از مقدار $74/52$ به $23/56$ رادیان بر ثانیه کاهش یافته است. توضیح این که جرم لغزنده از مجموع جرم های قطعات سوار شده در ساخت آن و از روی نقشه دقیق طراحی بدست آمده است.

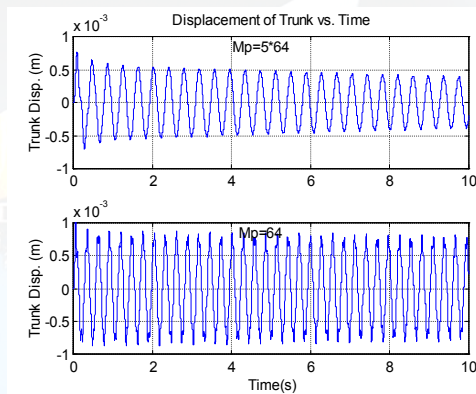
۷- با افزایش نیروی وارده از بازوی تکاننده درخت، دامنه ارتعاش وارده به درخت هم افزایش می یابد (شکل ۱۲) این نیرو با توجه به دور و گشتاور مربوط به لنگی و از روابط دینامیک ماشین محاسبه و انتخاب شده است.



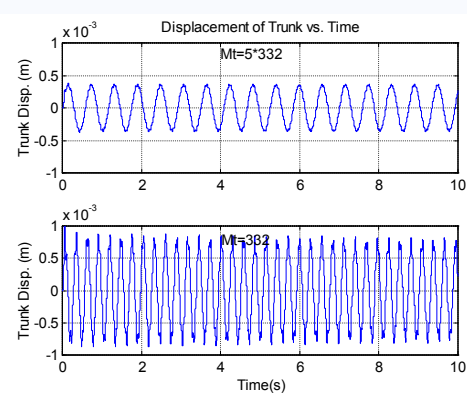
شکل ۹. تأثیر ضریب میرایی درخت بر روی جابجایی تنه درخت



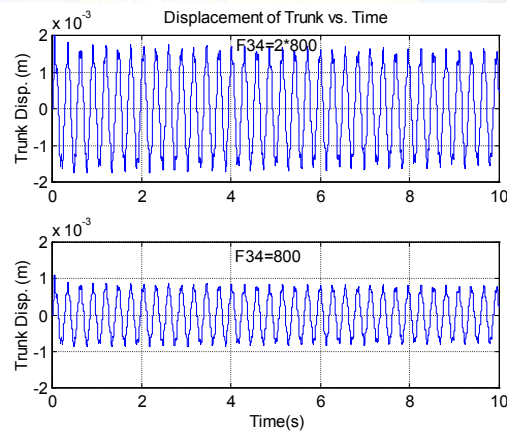
شکل ۸. تأثیر ضریب میرایی لغزنده بر روی جابجایی تنه درخت



شکل ۱۱. تاثیر جرم لغزنده بر روی جابجائی تنه درخت



شکل ۱۰. تاثیر جرم درخت بر روی جابجائی تنه درخت



شکل ۱۲. تاثیر تغییرات نیروی وارده از بازوی تکاننده به درخت بر روی جابجائی تنه درخت

نتیجه گیری

شبیه سازی سیستم نشان داد که:

- ۱- افزایش ضریب سختی تکاننده باعث بهتر شدن انتقال تکان به درخت شده و دامنه ارتعاش آن بهبود می یابد.
- ۲- با افزایش بسامد ورودی، بسامد و دامنه ارتعاش وارد به درخت افزایش پیدا می کند.

- ۳- با کاهش ضریب میرائی درخت و یا تکاننده، ارتعاش منتقل شده به درخت بهبود می یابد.
- ۴- با افزایش جرم درخت، دامنه و بسامد ارتعاش وارد شده به درخت کاهش می یابد.
- ۵- با افزایش نیروی وارده از بازوی تکاننده درخت، دامنه ارتعاش وارد به درخت هم افزایش می یابد.

منابع

- ۱- زابلستانی، مسعود. ۱۳۸۲، تعیین مقاومت به ارتعاش میوه بادام و شبیه سازی دینامیکی درخت آن. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۵۱ صفحه
- ۲- غلامی مهرآبادی، محمد حسین. ۱۳۷۷. طراحی و تکمیل ساخت تکاننده درختان پسته. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۱۵۴ صفحه.
- ۳- مبللی، حسین. تیمور توکلی هشجین. ۱۳۷۷. طراحی و ساخت ماشین پسته تکان. گزارش نهائی سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، ۹۷ صفحه.
- ۴- مخلوجی، هاشم. ۱۳۷۶. شبیه سازی سیستم های گسسته. ترجمه. چاپ اول. انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف. ۷۰۷ صفحه.
- 5-Aderian, P. A., R. B. Fridley, 1965. Dynamics and Design Criteria of Inertia-Type Tree Shaker. Trans. of the ASAE , 8(1): 12-14 .
- 6- Anonymous , 1999. CIGR Hand book of Agricultural Engineering. Vol . III , Plant Production Engineering , Published by ASAE .
- 7-Fridley, R. B., and C. Lorenzen, 1965. Computer Analysis of Tree Shaking. Trans. of the ASAE . 8(1): 8-11, 14
- 8-Galili, N., D. Rubinstein and A. Shdema, 1999. Adaptive shaker for mechanical harvesting of olives and citrus fruits. ASAE paper No. 997061. 13p.
- 9-Martin, G. H. 1982. Kinematics and Dynamics of Machines. McGraw-Hill Book Company. New York, St. Louis.
- 10-Shigley, J. E., and J. J. Uicker, J. R. 1995. Theory of Machines and Mechanisms. Mc Graw-Hill, Inc. Second edition, New York, NY. 616-632.
- 11-Thomson, W. T., 1988. Theory of Vibration With Applications, Third Edition, Prentice-Hall, Inc.
- 12-Upadhyaya, S. K., R. H. Rand, J. R. Cooke. 1981. Dynamics of Fruit Tree Trunk Impact. Trans. of the ASAE, 24(3): 846-855.
- 13-Wang, J. K. 1965. Mechanical coffee harvesting. Trans. Of the ASAE, 8(3): 400-402, 405.

Analyze and Simulate the Dynamic Response of Almond Tree using MATLAB Software

ABSTRACT

Application of mechanical harvesting equipment is becoming increasingly important to the fruit and nut crop industries. Most commercial and experimental harvesters apply forced vibration to either a tree limb or its trunk. A better understanding of the response would facilitate application of present harvesting equipment to be used for other tree crops without further extensive experimentations.

The modeling of physical systems is usually described by a set of non linear differential equations. The mathematical model of the tree shaker system (slider-crank mechanism) was converted to a set of first order differential equations. In this research, one of MATLAB Software toolbox; SIMULINK, was used to solve the equations and then analyze and simulate the dynamic response of almond tree. The equations were solved by the fifth order Runge- Kouta Method. The result showed that 1) as the shaker frequency increases, the almond tree frequency increases. 2) tree shaking and vibration amplitude improved with decrease in shaker stiffness coefficient 3) the damping of tree decreased with decreasing of tree or shaker damping coefficient 4) tree shaking amplitude and frequency decreased with increasing tree mass (size) and 5) tree vibration amplitude increased with increasing the force of tree shaker clamping .

Key Words: Simulation, Shaker, Almond, Dynamic Response