## تعیین خواص مکانیکی گیاه دارویی شیرین بیان (.(Glycyrrhizaglabra L)

حکمت ربّانی'، نگین سهرابی\*'، فرشته رنجبرنژاد<sup>"</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه رازی، دانشکده کشاورزی کرمانشاه <sup>۲</sup> دانش آموخته کارشناسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه رازی و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز <sup>۳</sup> دانش آموخته کارشناسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه رازی و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه

> \* نویسنده مسئول: نگین سهرابی، شماره تلفن: ۰۹۱۸۷۳۴۰۸۵۹

negin.sohrabi@gmail.com پست الکترونیکی: تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۰

### چکیدہ

آگاهی از خواص و رفتار مکانیکی گیاهان یکی از فاکتورهای بسیار مهم در طراحی دستگاههای برداشت و پس از برداشت میباشد. در این تحقیق گیاه دارویی شیرین بیان از محل اتصال ریشه و ساقه برش داده شده و نیروی برش، انرژی برش، مدول الاستیسیته و برای اولین بار مدول چگالی جرمی، ضریب مقاومت در برابر لهیدگی و ضریب کار برش مفید برای آن اندازه گیری و گزارش شده است. طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور سرعت برش و زاویه برش هر یک در سه سطح و در ۵ تکرار انجام شد. نتایج نشان دادند با افزایش زاویه برش از صفر به ۳۰ و ۴۵ درجه مقادیر نیروی برش، انرژی مصرفی برای برش و مدول الاستیسیته کاهش یافت و این کاهش در سطح ۵٪ معنیدار بود. تأثیر سرعت برش بر مقادیر صفات مورد بررسی در برش گیاه شیرین بیان غیرمعنی دار بود. از اینرو در طراحی سیستمهای فرآوری گیاه دارویی شیرین بیان جهت کم نمودن انرژی و نیروی مورد نیاز برای برش توصیه میشود از زاویه برش ۴۵

**کلمات کلیدی:** شیرین بیان، نیروی برش، انرژی برش، مدول الاستیسیته، مدول چگالی جرمی، ضریب کار برش مفید.

P: مقدار فشار تيغه در لحظه وقوع برش واقعی	h: قطر ساقه گیاه
. مسیر تیغه در له کردن اولیه گیاه	A` : مقدار کار انجام شده در له کردن ساقه
مقدار کار انجام شده در بریدن ساقه A : مقدار کار انجام شده در ا	λ : مدول چگالی جرمی جسم
ضریب مقاومت در مقابل له شدن: $\eta_z$	cη: ضریب کار برش مفید

#### ۱– مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع غنی کشور محسوب میشوند که امکان صادرات آنها نیز وجود دارد و کشور ایران از لحاظ آب و هوا و موقعیت جغرافیایی یکی از بهترین مناطق جهان برای رشد گیاهان دارویی ایران در میباشد. عمده صادرات گیاهان دارویی ایران در سالهای اخیر شامل زعفران، زیره، پنبه، خاکشیر، انواع صمغ، ریشه شیرینبیان، کتیرا، حنا و سدر بوده است (بلوری مقدم و همکاران، (۱۳۸۸).

شیرین بیان گیاهی چند ساله و علفی با نام علمی و Astragaleae از گروه Glycyrrhizaglabra L. تیره fabaceae یکی از مهمترین گیاهان دارویی و صنعتى مىباشد. شيرين بيان بومى نواحى مديترانه، جنوب روسیه و آسیا بوده ولی امروزه در سراسر اروپا و خاورمیانه و آسیا کشت می شود (ولی الله پور و همکاران، ۱۳۸۴). مهمترین قسمت شیرین بیان ریشه آن بوده که به صورت تجاری از گیاهان خودرو و نیمه خودرو برداشت می شود. ریشه شیرین بیان دارای گلیسیریزین می باشد که این ماده ۵۰ برابر از شکر شیرین تر است و در صنعت از عصاره حاصل از این گیاه برای شیرین کردن و طعم دادن به بسیاری از فرآوردهها استفاده می شود (بلوری مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). ریشه گیاه شیرین بیان دارای طیف وسیعی از اثرات دارویی است که از آن جمله می توان به اثرات ترمیم زخم، درمان اختلالهای معدهای، رودهای، خستگی مزمن، اختلالهای خواب و... اشاره کرد (بارنس'' و همکاران، .(7 • • ٢).

گیاه شیرین بیان گیاهی چند ساله و علفی است که اندامهای هوایی آن به سرما حساس هستند و در زمستان از بین میروند و در بهار دوباره از اندامهای زیرزمینی رشد میکنند. اندام مورد استفاده این گیاه همان گونه که گفته شد ریشه آن میباشد، که آنها را در انتهای فصل رشد و در پاییز، به وسیله ابزارهای مکانیکی از خاک خارج میکنند (بلوری مقدم و همکاران، ۱۳۸۴). با توجه به متفاوت بودن استفادههای قسمتهای ریشه و برگ شیرین بیان جدا نمودن این دو بخش از هم امری ضروری در فرآیندهای پس از برداشت این گیاه میباشد که با این هدف در این تحقیق به برش این گیاه در قسمت جدایی ریشه و برگها پرداخته شده است.

در برش دانستن نیروی برشی و انرژی مصرفی برای برش و فاکتورهای مؤثر بر آنها از جمله زاویه و سرعت برش مهم است. همان طور که پرسون<sup>۱۲</sup>(۱۹۸۷) بیان می کند عوامل مؤثر بر نیروی برش و انرژی برش به سه دسته کلی تقسیم میشوند شامل عوامل گیاهی، عوامل مربوط به روش کار و عوامل مربوط به طراحی که زاویه برش و سرعت برش تیغه که در این طرح فاکتورهای مؤثر بر برش در نظر گرفته شدند و به ترتیب از عوامل مربوط به طراحی و عوامل مربوط به روش کار میباشند. تأثیر فاکتورهای سرعت و زاویه برش بر صفات برشی گیاهان مختلف توسط محققین دیگر مورد ارزیابی قرار گرفته است. در تحقیقی خزایی و همکاران (۱۳۸۱) اثر زاویه تیزی، زاویه مایل، سرعت برش و نوع تیغه (لبه راها و لبه مضرس) بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه گل پیرتروم را مطالعه کردند. نتایج

نشان داد که با افزایش سرعت برش مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه کاهش یافته و کاهش آنها در سطح ۱٪ معنی دار می باشد. مقاومت برشی با افزایش زاویه مایل و کاهش زاویه تیزی کاهش می یابد. انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه با افزایش زاویه تیزی و زاویه مایل افزایش می یابد. برای تیغههای لبه مضرس مقدار هر دو صفت مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه بیشتر از آن برای تیغههای صاف بود. تحقیقی که برای یافتن اثر سرعت برش روی نیرو و انرژی برشی ساقه ذرت کار شد. نتایج نشان داد در برش مستقیم با افزایش سرعت، مقاومت و انرژی برشی کاهش مییابند (پرساد<sup>۱۳</sup> و گوپتا<sup>۱٬</sup>۱۹۷۵). اثر سرعت برش و درجه رسیدگی روی خواص خمشی و فشاری ساقه ذرت در تحقیقی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که با افزایش سرعت بارگذاری انرژی فشاری و مقاومت لهیدگی هر دو افزایش می یابند (چاتوپادیای<sup>۱۵</sup> و پاندی<sup>۱</sup>٬ ۱۹۹۸). تحقیقی که بر روی ویژگیهای خمشی و برشی ساقه گندم واریته الوند انجام گرفت. نتایج نشان دادند تنش برشی برای ساقه گندم در نتیجه کاهش رطوبت کاهش می یابد. نیروی برشی برای ساقه در نتیجه افزایش ارتفاع برش کاهش مى يابد. با استفاده از تيغه لبه صاف نسبت به لبه مضرس تنش برشی کمتر است. همچنین برای زاویه ۳۰ درجه نسبت به زوایای صفر و ۱۵ درجه تنش برشی كمتر است. تنش خمشي و مدول الاستيسيته با كاهش رطوبت و با افزایش ارتفاع برش افزایش یافته است

(اسحاق بیگی<sup>۱۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). تحقیقی برای تعیین تأثیر سرعت تیغه در انرژی و بازده برشی در برش ساقه سور گوم انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان دادند انرژی برشی مورد نیاز همبستگی خطی منفی با نیروی برشی تیغه و رطوبت ساقه دارد و بازده برشی نیروی برشی تیغه و رطوبت ساقه دارد و بازده برشی ایروی برشی مهو ۹۷٪ به ترتیب در ازای سرعت تیغه بازده برشی ۸۹و ۹۷٪ به ترتیب در ازای سرعت تیغه محمد<sup>۱۹</sup> ۲۰۰۵).

بررسی تحقیقات مختلف نشان داد که مکانیزه کردن عملیات مربوط به برداشت و پس از برداشت گیاه شیرین بیان تا بحال مورد توجه قرار نگرفته است. از اینرو به تعیین نیرو و انرژی مصرفی برای برش، مدول الاستیسیته برشی، مدول چگالی جرمی، ضریب مقاومت در برابر لهیدگی و ضریب کار برش مفید گیاه شیرین بیان پرداخته شد. همچنین به بررسی تأثیر زاویه و سرعت برش بر مقادیر صفات فوق پرداخته شد. اطلاعات خروجی از این تحقیق میتواند به عنوان اطلاعات پایه ورودی در طراحی دستگاههای فرآوری و برش گیاه شیرین بیان استفاده شود.

نیروی برش بیشینه نیروی لازم برای برش و انرژی مصرفی برش مقدار انرژی صرف شده برای برش میباشد. مدول چگالی جرمی جسم در واقع برای مواد ویسکوالاستیک که قبل از برش ابتدا مقداری لهیدگی در آنها رخ میدهد بیان میشود. واحد مدول چگالی جرمی واحد کار میباشد و با حاصل ضرب مقدار کار انجام شده در له کردن ساقه و قطر برش یافته تقسیم

<sup>17-</sup>Esehaghbeygi

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup>-Yiljep

<sup>19-</sup>Mohammed

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup>– Prasad

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup>-Gupta

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup>-Chattopadhyay

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup>-Pandey

بر مقدار لهیدگی اولیه محصول برابر است. به عبارتی اگر محصول یک ماده شکننده باشد این ضریب مقدار کار لازم برای شکست را مشخص میکند ولی در محصولات کشاورزی محصولی وجود ندارد که کاملاً شکننده باشد و در اثر اعمال نیرو لهیدگی در آنها رخ میدهد. ضریب مقاومت در مقابل له شدن مقاومت ساقه محصول در برابر له شدن را نشان میدهد. ضریب کار محصول در برابر له شدن را نشان میدهد. ضریب کار مرش مفید مقداری بین صفر تا یک را خواهد داشت و هرچه به یک نزدیک تر باشد نشان دهنده بالا بودن بازده عملیات برش میباشد. بالا بودن بازده برش به معنی صرف درصد کمتری از انرژی مصرفی برای لهیدگی محصول میباشد.

### ۲- مواد و روشها

این تحقیق در اواخر خرداد ماه سال ۱۳۹۰ بر روی گیاه خودرو شیرینبیان در آزمایشگاه خواص بیوفیزیک و مکانیک محصولات کشاورزی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه رازی انجام شد. نمونهها از مزارع اطراف شهرستان کرمانشاه جمعآوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از جداسازی خاک و سایر مواد اضافی عملیات برش بر روی نمونهها انجام شد. منحنی نیرو-جابهجایی برای برش گیاه شیرینبیان با استفاده از دستگاه آزمون کشش-فشار<sup>۲۰</sup> بدست آمد (شکل۱). برای برش توسط دستگاه آزمون کشش- فشار فک برش طراحی شده در گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه رازی استفاده گردید. تیغه با زاویه تیزی ۱/۷ درجه استفاده شد. نیروی برش بیشینه، نقطهی اوج منحنی نیرو – جابهجایی بوده و از این

نمودار بدست آمد. همچنین سطح زیر منحنی نیرو – جابهجایی انرژی مصرفی برای برش میباشد. مدول الاستیسیته در برش که سفتی ماده را تحت بار برشی نشان میدهد و بعبارتی مقاومت در برابر تغییر شکل برشی میباشد، از نسبت تنش برشی به کرنش برشی بدست آمده است. محصولات کشاورزی به علت بافت ویسکوالاستیکی که دارند در زمان برش مقداری از کار انجام شده برای برش صرف لهیدگی اولیه این محصولات می شود از اینرو سه صفت مدول چگال جرمی (رابطه ۱)، ضریب مقاومت در برابر لهیدگی (رابطه ۲)، و ضریب کار برش مفید (رابطه ۳) برای گیاه شیرین بیان برای بررسی این لهیدگی و نسبتی از کار انجام شده که صرف لهیدگی می شود، برای اولین بار تعیین شده، بدست آمدند. تأثیر فاکتورهای سرعت و زاویه برش بر مقادیر صفات مورد ارزیابی برای برش گیاه شیرین بیان بررسی شد. آزمایش ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور سرعت و زاویه برش هر کدام در سه سطح و ۵ تکرار صورت گرفت. برای بررسی تأثیر سرعت سه سطح سرعت ۲۵۰،۱۵۰ و ۳۵۰ میلیمتر بر دقیقه و برای تأثیر زاویه برش سه زاویه برش صفر، ۳۰ و ۴۵ درجه، در نظر گرفته شد. نمونهها پس از آزمایش درون آون در دمای ۱۰۳ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و درصد رطوبت آنها بر پایه تر محاسبه گردید.

<sup>&</sup>quot;Zwick/roll universal testing machine



**شکل ۱–** آزمایش برش **Fig.1**. cutting test

$$\lambda = \frac{Ph}{2} = \frac{A \times h}{h} \tag{1}$$

$$\eta_z = \tan \theta = \frac{1}{h} \tag{(Y)}$$

$$\eta_{c} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{A} + \mathbf{A}} \qquad (\mathbf{\tilde{r}})$$

برای تحلیل دادهها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور سرعت و زاویه برش استفاده شد. نتایج با استفاده از نرمافزار MSTATC تحلیل و مدلهای رگرسیونی با استفاده از نرمافزار 19 SPSS به دست آمد. مقایسه میانگینها نیز به روش دانکن انجام گرفت.

### ۳- نتایج و بحث

درصد رطوبت بر پایه تر برابر با ۲/۷۵٪ بود. در جدول (۱) نتایج تجزیه واریانس دادههای حاصل از بررسی تأثیر زاویه برش و سرعت برش بر نیروی برشی، انرژی مصرفی برای برش و مدول الاستیسیته ارائه شده است. نتایج آنالیز دادهها نشان میدهد که برای هر سه صفت بررسی شده تنها اثر تغییر زاویه برش معنیدار بوده و اثر سرعت برش و تأثیر متقابل سرعت و زاویه برش بر مقادیر صفات مورد بررسی معنیدار نبوده است. میانگین مدول الاستیسیته ۲۵۸/۴۲ مگاپاسکال و بیشترین و کمترین مقدار آن نیز به ترتیب ۴۶۶ و ۲۲۱مگاپاسکال بود. میانگین نیروی برشی ۴۸/۴۹ و ۱۷۲۷ نیوتن و بیشترین و کمترین آن به ترتیب ۹/۹۸ و۶/۱۷ نیوتن بوده است. میانگین انرژی مصرفی برای برش نیوتن بوده است. میانگین انرژی مصرفی برای برش

ضریب کار	مدول چگالی	ضريب مقاومت	مدول	انرژی برش	نیروی برشی	درجه	تيمار	
برش مفيد	جرمى	در برابر لهیدگی	الاستيسيته			آزادی		
$\cdot / \cdot \cdot \Upsilon^{ns}$	$\gamma \gamma $	۴۶۱/۵۸ <sup>ns</sup>	84874/18*	YT۶٩/۸۵*	۱۰۱۳/ <b>۷۳</b> *	٢	زاويه برش	
$\cdot / \cdot \cdot \gamma^{ns}$	$\texttt{TF} \texttt{F}/\texttt{AV}^{ns}$	۲٩/۲۴ <sup>ns</sup>	۱۰۵۸۲/۲۹ <sup>ns</sup>	$11\Delta \Lambda V/\Lambda V^{ns}$	$1\Delta F/Fq^{ns}$	۲	سرعت برش	
$\cdot / \cdot \cdot \gamma^{ns}$	۱ ۱ ۷ ۷ / • ۹ <sup>ns</sup>	۲۳/۴۹ <sup>ns</sup>	$r$ saa/ $r^{ns}$	۳۴۶۵/•۴ <sup>ns</sup>	$\mathfrak{VTT}/\mathfrak{K}^{\mathrm{ns}}$	۴	ِاويه برش×سرعت برش	

9781/08

8.100

5991/98

29/18

314/221

89/09

٣۶

**جدول ۱**-خلاصه نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد مطالعه در برش شیرین بیان Table 1 - Summary of the results of analysis of variance for studied traits of cutting licorice

\*در سطح ۵٪ معنی دار؛ <sup>ns</sup>عدم معنیداری

خطا

ضريب تغييرات

./..٣

۹/۹۸

4841/4.

01/88

۳۰/۶۰

47/74

نتايج تجزيه واريانس دادههاى حاصل از بررسى زاویه برش و سرعت برش بر مدول چگالی جرمی، ضریب مقاومت در برابر له شدن و ضریب کار برش مفید در جدول(۱) نشان داده شده است. نتایج آنالیز دادهها نشان میدهد که میانگین ضریب مقاومت در برابر لهیدگی ۱۲/۷۶ نیوتن بر میلیمتر و بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۳۰/۳۲ و ۲/۶۷ نیوتن بر میلیمتر بوده است. به عبارتی برای برش ریشه گیاه دارویی شیرین بیان بطور متوسط مقدار ۱۲/۷۶ نیوتن نیرو برای لهیدگی یک میلیمتر قطر آن لازم میباشد. با توجه به مقادیر نیروی برش که فوقاً ذکر گردید به طور متوسط برش ( $\frac{\eta_z}{E}$  × ۱۰۰) از مقدار نیروی لازم برای برش صرف لهیدگی اولیهی محصول می گردد. میانگین مدول چگالی جرمی ۱۲۶/۷۱ میلی ژول و بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۳۳۲/۶۱ و ۴۹/۱۴ میلی ژول بوده است. به عبارتی نسبت بین کار لازم برای لهیدگی به مقدار لهيدگي محصول بطور متوسط ۱۲۶/۷۱ ميلي ژول می باشد. میانگین ضریب کار برش مفید ۰/۵۶ و بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۰/۸۳ و ۰/۵۲ بوده است. پایین بودن مقدار میانگین ضریب کار برش مفید نشان دهنده این است که بطور متوسط ۴۴٪ از

کل انرژی مصرفی در برش صرف لهیدگی محصول میشود. همانگونه که از جدول (۱) مشاهده میشود تأثیر سرعت و زاویه برش بر این صفات معنیدار نبوده است. زاویه و سرعت برش به ترتیب از عوامل مربوط به طراحی و عوامل مربوط به روش کار میباشند که علت تأثیر گذار نبودن این عوامل بر مدول چگالی جرمی و ضریب مقاومت در برابر لهیدگی را میتوان اینگونه بیان ضریب مقاومت در برابر لهیدگی را میتوان اینگونه بیان کرد که این صفات از ویژگیهای ذاتی محصول میباشند. علت تأثیر گذار نبودن فاکتورهای زاویه و سرعت برش بر ضریب کار برش مفید را میتوان سطوح محدود این دو فاکتور دانست.

همانطور که از شکل (۲) مشاهده می شود و همچنین نتایج آزمون دانکن نشان می دهد تأثیر تغییر زاویه بر مقادیر صفات مورد بررسی گیاه شیرین بیان بین زاویه صفر درجه با زوایای ۳۰ و ۴۵ درجه در سطح ۵٪ معنی دار می باشد ولی بین زاویه ۳۰ درجه و ۴۵ درجه این تفاوت از نظر آماری معنی دار نمی باشد (جدول ۲). جانسون و همکاران (۲۰۱۲) همچنین نشان دادند که با افزایش زاویه برش نیروی برشی ساقه علوفه کاهش می یابد.



شکل۲. نمودار سرعت برش :الف-نیروی برش؛ ب-انرژی برشی؛ ج- مدول الاستیسیته؛ در سه زاویه صفر،۳۰و۴۵ درجه Cutting Force,b- Cutting Energy, c- Elastic Module, in three angle zero, 30 and 45 -Fig. 2. Graph of Cutting Speed a degree.

شدن در فاصله بین تیغه و ضد تیغه بریده میشود. در	در حالتی که زاویهی برش بیش از صفر درجه است
صورتیکه با افزایش زاویه مایل، مؤلفه مماسی $V_{ m s}$ با	به عبارتی برش سرشی، بردار سرعت V تیغه دارای دو
ایجاد سرش بر روی گیاه سبب برش سادهتر آن و در	مؤلفه عمودی <sub>N</sub> e مماسی V <sub>s</sub> میباشد. در زاویه برش
نتیجه انرژی مصرفی برای برش کاهش مییابد	صفر درجه که برش از نوع برش غیر سرشی میباشد،
(جدول۱).	و $V_{ m s}=V$ است. در این حالت گیاه با فشرده $V_{ m s}=0$

جدول ۲ – آزمون چند دامنه ای دانکن برای مقایسه اثرات زاویه برش بر صفات برشی شیرین بیان Table 2 - multi-ranged Duncan test to compare the effects of cutting bevel angle on the properties of cutting licorice

مدول الاستيسيته	انرژی برش	نیروی برش	زاويه برش(درجه)
$ au  au \cdot /  au^a$	$\lambda \gamma q^{a}$	$\Delta \cdot / \cdot \cdot^{a}$	صفر
$\gamma \epsilon \lambda / \lambda_p$	۱۳٩/Y <sup>b</sup>	ft/tyb	٣٠
۲۰۱/Y <sup>b</sup>	144/1 <sup>b</sup>	44/41 <sup>b</sup>	۴۵

مورد بررسی برای گیاه شیرین بیان بیش از تأثیر سرعت برش می باشد. بنابراین پیشنهاد می شود در ساخت تجهیزات مربوط به فرآوری این گیاه از زوایای بیش از صفر درجه استفاده شود تا بتوان به تبع آن از سرعتهای پایین و یا به عبارتی از موتورهای با توان و سرعت پایین تر استفاده کرد.

### ۴- نتیجهگیری

از آنجایی که زاویه برش از عوامل مربوط به طراحی میباشد توجه به تأثیر این عامل در طراحی دستگاههای برداشت با اهمیت تر خواهد بود. گیاهان به علت ساختار فیبری مقدار کار انجام شده بستگی به جهت برش تیغه و ساقه داشته و اینجا نیز همانطور که از ضرایب معادلات مشخص است تأثیر زاویه برش بر مقادیر صفات

۵- فهرست منابع

- Barnes, J., Erson, L.A., and Philipson J.D. 2002. Herbal Medicines. 2<sup>nd</sup> ed. London: pharmaceutical press. 325-328 P.
- BolouriMoghaddam, E., Hemmati, Kh., Bashiri Sadr, Z. and Mashayekhi, K. 2009. Effect of harvest time and root diameter on Glycyrrhizin content in *Glycyrrhizaglabra*. Journal of Plant Production, 16(2):16-29 P. (in Farsi with English Summary)
- Chattopadhyay, P.S., and Pandey, K.P.1998. Mechanical Properties of Sorghum Stalk in relation to Quasi-static Deformation. Journal of Agricultural Engineering Research, 73:199-206 P.
- Esehaghbeygi, A.,Hoseinzadeh, B.,Khazaei, M., andMasoumi, A. 2009. Bending and Shearing Properties of WheatStem of AlvandVarity. World Applied sciences Journal6(8):2028-1032 P.
- Khazaei, J., Rabani, H., Golbabei, F., and Golbabaei, F. 2002. Determining the shear strength and picking force of pyrethrum flower. Iranian, Journal Agriculture Science 33(3):433-444 P. (in Farsi with English Summary)
- 6. Persson, S.1987. Mechanics of Cutting Plant Material. Monograph No.7.
- 7. prasad, J. and Gupta. C. P.1975. Mechanical properties of maize stem as related to harvesting. Journal of agriculture Engineer Research. 20: 79-87 P.
- Valiolahpor, R., Rashedmohassel, M.H. and Ghnbari, A. 2006. Evaluation of the effects of planting depth and Rhizome size on above ground growth of Liquoric (*Glycyrrhizaglabra L.*). Journal Agriculture Science Natural Resources, 12(5): 74-81 P. (in Farsi with English Summary)
- Yiljep, Y.D., and Mohammed, U.S. 2005.Effect of Knife Velocity on Cutting Energy and Efficiency during Impact Cutting of Sorghum Stalk.Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal. 7:1-10 P.

# Determination of Mechanical Properties of Herb Pharmaceutical Licorice (Glycyrrhizaglabra L)

H .rabbani<sup>1</sup>, N. Sohrabi<sup>2</sup>\*, F. Ranjbar Nejad<sup>3</sup>

 <sup>1</sup>Assistant professor of Mechanics of Agricultural Machinery Department, Razi University, Kermanshah, IRAN;
 <sup>2</sup>B.Sc. of Mechanics of Agricultural Machinery, Razi University, Kermanshah, IRAN, & M.Sc. student at Tabriz University;
 <sup>3</sup>B.Sc. of Mechanics of Agricultural Machinery, Razi University, Kermanshah, IRAN, & M.Sc. student at Urmia University;

\*negin.sohrabi@gmail.com

Received: 2013-08-18 Accepted: 2013-12-11

### Abstract

Abtaining the knowledge about the mechanical properties and behavior of the plants is one of the most important factors in designing, harvesting, and postharvesting machines. In this research, herb pharmaceutical licorice was cut from root and stem joint were then measured cutting force, cutting energy, elastic module and for the first time crush resistance coefficient, mass density module and cutting efficiency of licorice. A factorial experiment in the form of randomized complete design were used to determine the effects of cutting speed and cutting angle in three levels each in five replications on the cutting force, cutting energy, elastic module and for the first time crush resistance coefficient, mass density module and cutting force, cutting force, cutting energy, elastic module and for the first time crush resistance coefficient, mass density module and cutting efficiency of licorice. The results showed that cutting force, cutting energy and elastic moduledecreased by increasing cutting angle from zero to 30 and 45 degree and was significant at the level 5 percent. Effect of cutting speed was insignificant on the cutting attributes of licorice. Therefore, it is recommended for design-processing systems of licorice to use the cutting angle of 45 degree and cutting speed of 150 mm per min.

*Keywords*: Licorice, Cutting force, Cutting energy, Shear modulus of elasticity, Mass density module, Cutting efficiency.

تعیین خواص مکانیکی گیاه دارویی شیرین بیان (.Glycyrrhizaglabra L)