بررسی خواص مکانیکی ساقه گل داودی (chrysanthemum morifolium) (۲۶۵)

غلامرضا چگینی[۱]، سیدحبیب‌الله هاشمی‌فرد دهکردی[۲]، محمدحسین کیانمهر[۱]، محمدهادی خوش‌تقاضا[۳]

چکیده

برخی خواص فیزیکی و مکانیکی ساقه گل داودی به منظور طراحی ماشین های اتوماتیک فراوری گل اندازه‌گیری شد. تست ها بر روی ساقه گل داودی با واریته (chrysanthemum morifolium) انجام شد. قطر ساقه، محتوی رطوبتی، مقاومت برشی، مقاومت فشاری و مقاومت خمشی ساقه اندازه‌گیری شد. نمونه‌های آزمایش از دو ناحیه‌ی ساقه تهیه شد: ناحیه پایین ساقه نزدیک به سطح خاک و ناحیه بالای ساقه نزدیک به گل. حالت فیزکی ساقه گل داودی، توسط سطح مقطع ساقه به شکل بیضی با میانگین قطر ۵ میلی متر و میانگین رطوبتی ۷۷٪ درصد مشخص شد. مقاومت خمشی ساقه با استفاده از خمش سه نقطه با فاصله دو تکیه گاه ۱۵میلی متر اندازه‌گیری شد و میانگین نقطه تسلیم برای خمش (۳۴نیوتن و۶ میلی متر) بود. برای تست فشار از یک صفحه مربعی شکل به ابعاد ۱۰ ۱۰ میلی متر استفاده شد، میانگین نقطه تسلیم (۱۹۵نیوتن و ۲,۷۴ میلی متر) بود. متوسط انرژی برش و ماکزیمم نیروی برشی بترتیب ۱۰۵,۵۵ میلی‌ژول و ۲۲,۸۷ نیوتن بود. انرژی برش و ماکزیمم نیروی برشی به طور مستقیم با سطح مقطع ساقه متناسب بودند. آنالیزهای انجام شده نشان داد که نیروی تسلیم نه تنها تحت تاثیر قطر ساقه است، بلکه موقعیت ساقه نیز موثر است.

کلیدواژه: گل داودی، خواص مکانیکی، انرژی برشی، مقاومت خمشی، مقاومت لهیدگی

۱- استادیار گروه مکانیک ماشین های‌کشاورزی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان،پست الکترونیک: hhashemifard@ut.ac.ir
۳- دانشیار گروه مکانیک ماشین های‌کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی

۱- مقدمه:

دانستن اطلاعاتی راجع‌به خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گیاهان بمنظور طراحی تجهیزات مکانیزه و اتوماتیک کشاورزی ضروری است. خواص فیزیکی و مکانیکی بسیاری از مواد کشاورزی توسط محققان اندازه‌گیری شده است ولی متاسفانه در رابطه با گل و گلکاری اطلاعات چندانی در دست نیست. متوسط درآمد جهانی صادرات گل و گیاه در سال ۲۰۰۶ حدود شصت میلیارد دلار بود[۱]. سطح زیر کشت گل و گیاهان زینتی در ایران در سال ۱۳۸۵ حدود ۱۱۴۰۰ هکتار بوده است (شامل گلخانه های سنتی، مدرن و فضای باز) که ۳/۱ درصد سطح زیر کشت گل و گیاهان زینتی درکل دنیا می باشد.[۲] با توجه به اینکه در سال ۸۵ یک میلیارد و ۳۰۰ میلیون شاخه گل در ایران تولید شده است[۱] و بهای هر ۵۰ شاخه گل داودی در بازارهای جهانی معادل یک بشکه نفت ارزآوری دارد.[۲] لازم است در رابطه با طراحی سیستمهای فراوری مکانیزه گل مطالعاتی صورت گیرد. با اینکه ایران از نظر تولید گل شاخه‌بریده دارای رتبه هفدهم در جهان است، از نظر صادرات این محصول در ردیف ۱۰۷ جهان قرار گیرد.[۲]

بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که در رابطه با خواص مکانیکی گل[۱] و گیاهان تزئینی[۲] اطلاعات چندانی وجود ندارد. ولی تحقیقات زیادی برای یافتن خواص دیگر محصولات کشاورزی و همچنین فاکتورهای که بر این خواص تاثیر می‌گذارند انجام شده است. کورتیس و هندریک[۳] در سال ۱۹۶۹مدول خمشی ساقه کتان را براساس قطر ساقه مدل کردند. مک‌رندال و مک‌نالتی[۴] در سال ۱۹۸۰ مقاومت برشی ساقه علوفه را در شرایط شبه استاتیک بررسی کردند. آقای لی[۵] و همکارانش در ۱۹۸۴ نیروی برشی ساقه برنج را مطالعه کردند. در سال ۱۹۹۲ سیمونتون[۶] خواص فیزیکی، مقاومت خمشی و مقاومت لهیدگی گل شمعدانی را بررسی کرد. نیرو و انرژی برشی سویا توسط مسکویتا[۷] وهمکاران در ۱۹۹۵بررسی شد. چاتوپادیا و پاندی[۸] در سال ۱۹۹۸ خواص برشی، خمشی و فشاری ساقه سورگوم را تعیین کردند و در سال ۲۰۰۲ خزائی و همکاران نیروی برشی مورد نیاز جهت برداشت گل پیرتروم را در سرعتهای مختلف بارگذاری وبا مطالعه تاثیر زاویه تیزی و مایل بررسی کردند. هدف این تحقیق اندازه‌گیری برخی خواص فیزیکی و مکانیکی ساقه گل داودی بمنظور طراحی تجهیزات اتوماتیک فراوری گل داودی است.

۲- مواد و روشها:

ساقه‌های گل داودی از گلخانه آشیان‌سبز تهران، توسط یک چاقوی تیز تهیه شدند. ساقه‌های گل درون نایلون بسته‌بندی شده و در حالی که در محفظه عایق قرارگرفته بودند بمنظور انجام آزمایشات به آزمایشگاه خواص بیومکانیک دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت‌مدرس منتقل شدند. برای کاهش دادن اثر خشک شدن نمونه‌ها، کلیه تستها هر چه سریعتر انجام شد. دستگاه تست یونیورسال اینستران با لودسل ۵۰۰ نیوتن و رزولوشن ۰/۵ نیوتن برای اندازه‌گیری نیروهای خمشی، برشی و فشاری ساقه گل داودی استفاده شد. بمنظور اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها از ترازوی متلر[۹] با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. برای انجام این تحقیق دو سری آزمایش انجام شد: آزمایش اول شامل اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکی مانند اندازه‌گیری قطر ساقه، جرم و محتوی رطوبتی و آزمایش دوم شامل خواص مکانیکی ساقه گل مانند مقاومت خمشی، فشاری و برشی بود. نمونه‌ها از دو قسمت (بالای ساقه نزدیک به گل و پایین ساقه نزدیک به سطح خاک) تهیه شدند (شکل ۱) و هر تست با سه تکرار انجام شد.

---

1 – floriculture

2 - ornamental

3 – Curtis and Hendrick

4 – Mcrandal and McNulty

5 –Lee

6 – Simonton

7 – Mesquita

8 –Chattopadhyay, Pandey

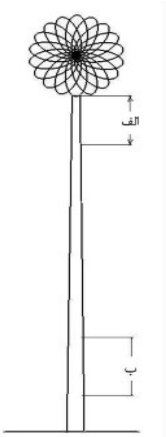
9 – Mettler PI200

۲-۱- خواص فیزیکی:

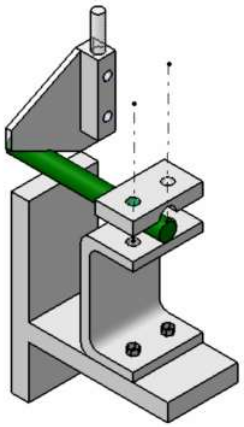
نمونه‌ها از دو ناحیه ساقه، بالای ساقه نزدیک به گل و پایین ساقه نزدیک به سطح خاک به طول تقریبی ۳۰ میلیمتر تهیه شدند. هر یک از نمونه‌ها با ترازوی متلر توزین شده و قطر نمونه در وسط طول نمونه اندازه‌گیری شد. محتوی رطوبتی هر نمونه از روش آون محاسبه شد، نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و بمدت ۷۲ ساعت[1] در آون قرار گرفته و بعد از آن مجددا وزن شدند.

۲-۲- مقاومت برشی ساقه:

وسیله خاصی برای برش ساقه (شکل ۲) ساخته شد و بمنظور اندازه‌گیری نیروی برشی یکطرفه بر روی دستگاه تست اینسترون نصب شد.



شکل ۱: نواحی ساقه گل داودی که برای انجام تست استفاده شد: الف: بالای ساقه و ب: پایین ساقه



شکل۲: شماتیک ابزار تست برش

نمودار نیرو–جابجایی برای ارزیابی نیرو و انرژی برشی استفاده شد. نیروی برشی از ماکزیمم نیروی ثبت شده و انرژی برشی از محاسبه سطح زیر منحنی نمودار نیرو–جابجایی بدست آمد.

۲-۳- مقاومت خمشی:

از تست خمش سه نقطه برای ارزیابی مقاومت خمشی و سفتی خمشی ساقه استفاده شد. وسیله بارگذاری (شکل۳) برای خمش سه نقطه با فاصله ۱۵ میلی متر برای دو فک به منظور ثابت نگه داشتن نمونه، بر روی میز دستگاه تست اینسترون توسط گیره ثابت شد. پرابی که برای اعمال نیرو به نمونه استفاده شد در انتها دارای یک ساچمه به قطر سه میلی متر بود[۱۶] و به فک متحرک دستگاه اینسترون وصل گردید. نمونه ها با طول ۳۰ میلیمتر بریده شدند. برای هر نمونه قبل از انجام تست قطر قسمت وسط نمونه و طول دقیق آن اندازه گیری شد. نمونه ها بر روی وسیله تست خمش سه نقطه قرار گرفته و نیرو توسط پراب اینسترون در وسط نمونه‌ها به آنها اعمال شد. داده‌های رو و جابجایی تا هنگام شکست توسط کامپیوتر ثبت و نمودار آن ترسیم شد.

1 – ASAE, 2000a

۲-۴- مقاومت لهیدگی:

وسیله ای شامل دو صفحه موازی (شکل ۴) به گونه‌ای که ابعاد صفحات از قطر بزرگترین نمونه، بزرگتر باشد استفاده شد. نمونه‌ها بر روی صفحه آلومینیومی بگونه‌ای قرار گرفتند که صفحه کوچکتر (که به فک متحرک متصل است) بتواند بر روی نمونه به صورت متقارن نیرو اعمال کند. صفحه پایینی مربعی به ابعاد ۱۲۰ میلیمتر بود که بر روی میز اینسترون قرار گرفت و صفحه بالایی مربعی به ضلع ۱۰ میلیمتر که برای اعمال نیرو به فک متحرک دستگاه اینسترون متصل شد. این ساختار اجازه می دهد تا نیروی اعمال شده بر روی مرکز نمونه تمرکز بیشتری داشته باشد و همچنین بتواند نیروهای اندافکتور را در سیستم های حمل و نقل مکانیکی بهتر شبیه‌سازی کند. داده‌های نیرو و جابجایی تا هنگام شکست توسط کامپیوتر ثبت و نمودار آن ترسیم شده و در کامپیوتر ذخیره می‌گردد.

شکل ۳: ابزار تست مقاومت خمشی

شکل ۴: ابزار تست مقاومت لهیدگی

نیرو و جابجایی تسلیم در نقطه کجی[1] نمودار مطابق استاندارد[2] از روی نمودار بدست آمد. برای محاسبه مدول الاستیسیته مماسی از شیب ناحیه شبه الاستیک[3] منحنی نیرو- جابجایی (سیمونتون ۱۹۹۲) استفاده شد. مدول مماسی برای مقاومت برشی و خمشی استفاده شد. برای محاسبه مدول مماسی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\tau = f/d \qquad (1)$$

که مقادیر (f, d) از وسط ناحیه شبه الاستیک منحنی نیرو-جابجایی برای تست خمش و نقطه کجی برای تست لهیدگی قرائت شدند(سنین ۱۹۸۰، صفحه ۲۰۵). برای آزمایش خمش، مدول الاستیسیته ظاهری با استفاده از روابط ارائه شده توسط محسنین (۱۹۸۰، صفحه ۲۰۰) محاسبه شد.

$$E_d = \frac{f.l^3.10^6}{48\pi.d.c^4/64} \qquad (۲)$$

که l طول نمونه و c قطر ساقه است.

شاخصهای تعیین کننده رفتار برشی مواد کشاورزی، ماکزیمم نیروی برشی و انرژی در واحد سطح است. مقاومت برشی ماکزیمم از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sigma_s = \frac{F_{max}}{A} \qquad (۳)$$

1 - inflection

2- ASAE Standard S368.1 (1985)

3 - pseudo-elastic

که σ_s ماکزیمم مقاومت برشی (مگاپاسکال)، F_{max} ماکزیمم نیروی برشی (یوتن) و A سطح‌مقطع ساقه در صفحه برش (میلیمترمربع) است. انرژی در واحد سطح برشی از محاسبه سطح زیر منحنی نیروی برش- جابجایی و یا از رابطه زیر تعیین می-شود.

$$E_{ss} = \frac{1}{A}\int F.dx \qquad (٤)$$

۳- بحث و نتیجه‌گیری:

هدف اصلی از این تحقیق، تعیین خصوصیات کلی برای مقاومت ساقه گل داودی در برش، خمیدگی و لهیدگی در شرایط نیمه استاتیک بود. برای خواص فیزیکی، قطر نمونه‌های پایین ساقه بطور معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ بزرگتر از قسمت بالای ساقه است. همچنین نمونه‌های پایین ساقه محتوی رطوبتی کمتری نسبت به نمونه‌های بالای ساقه دارد. خلاصه نتایج بدست آمده از محتوی رطوبتی و قطر نمونه‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است.

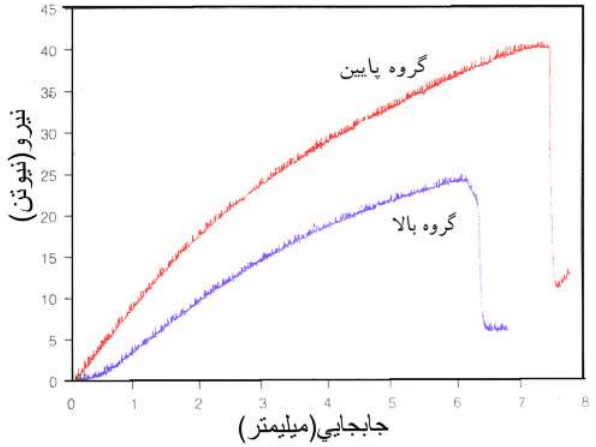
جدول ۱: خلاصه نتایج خصوصیات فیزیکی ساقه گل داودی

	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
گروه: بالا				
محتوی رطوبتی (٪)	*78.17	74.52	80.81	2.43
قطر (میلیمتر)	**4.44	3.38	5.37	0.65
گروه: پایین				
محتوی رطوبتی (٪)	*75.99	72.43	80.15	2.46
قطر (میلیمتر)	**5.45	4.19	6.85	0.92

*: در سطح ۰,۰۵ معنی‌دار **: در سطح ۰,۰۱ معنی‌دار

۳-۱- مقاومت خمشی:

نتایج تست خمش بصورت خلاصه در جدول شماره ۲ آورده شده است. داده‌ها بر حسب گروهها جدا شده‌اند. نمونه‌هایی که از قسمت پایین تهیه شده اند بطور معنی‌داری دارای نیروی تسلیم[1] و جابجایی بیشتری نسبت به نمونه‌هایی که از قسمت بالا تهیه شده‌اند، هستند. منحنی نیرو-جابجایی بعنوان مثال در شکل ۵ آورده شده است، همانگونه که مشاهده می‌شود هم نیرو و هم جابجایی برای دو گروه متفاوت است.



شکل۵: منحنی نیرو-جابجایی برای مقاومت خمشی

1 -bioyield force

برای محاسبه مدول الاستیسیته ظاهری از داده‌های قسمت وسط ناحیه شبه الاستیک نمودار نیرو-جابجایی استفاده شد. نقطه تسلیم و مدول ظاهری بین دو گروه بصورت معنی‌داری متفاوت بود. مقادیر مدول برای نمونه‌های گروه بالا تا حدی بزرگتر است که علت این تفاوت تاحدی به این دلیل است که نمونه‌های بالا دارای قطر کمتری هستند بدون اینکه شاهدکاهش چشمگیری در مقدار بارگذاری باشیم.

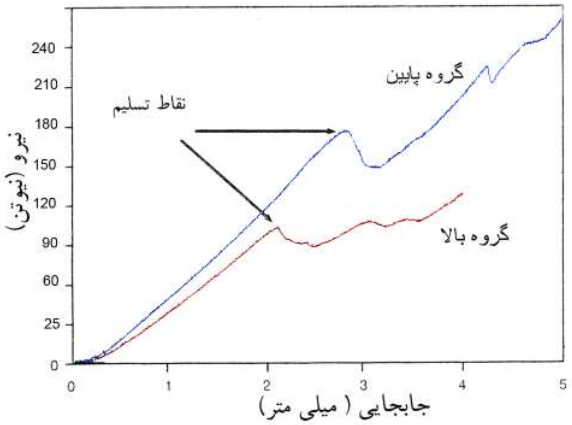
جدول شماره ۲: خلاصه نتایج تست خمش ساقه گل داودی

	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
گروه: بالا				
قطر(میلیمتر)	(b)۴,۵۷	۳,۸۷	۵,۲۶	۰,۵۹
نیروی تسلیم(وتن)	(a)۲۳	۱۸	۲۹	۴,۱۷
جابجایی تسلیم(میلیمتر)	(a)۵,۱	۴,۱	۶,۵	۰,۶۵
مدول مماسی (مگاپاسکال)	(a)۷,۲۲	۵,۸	۸,۱	۰,۶۶
گروه: پایین				
قطر(میلیمتر)	(b)۵,۶۵	۴,۵۷	۶,۸۹	۰,۸۷
نیروی تسلیم(نیوتن)	(a)۴۵,۲۵	۳۰	۶۱	۹,۱۴
جابجایی تسلیم(میلیمتر)	(a)۶,۸	۵,۴	۸,۷	۱,۲۵
مدول مماسی(مگاپاسکال)	(a)۱۰,۱	۸,۵	۱۲,۳	۱,۱۴

(a): در سطح ۰,۰۱ معنی دار است. (b): در سطح ۰,۰۵ معنی‌دار است.

۳-۲- مقاومت لهیدگی:

اطلاعات حاصل از تستهای لهیدگی توسط صفحات موازی در جدول شماره ۳ گرداوری شده و مانند جدول ۲ داده‌ها بر حسب گروهها جدا شده ند. همانند تستهای مقاومت خمشی، تفاوت بین گروهها در اندازه نیرو و جابجایی، مشخص است.



شکل۶: منحنی نیرو-جابجایی برای مقاومت فشاری

قسمت نمایان و برجسته نمودارها، قسمت کوهانی[1] شکل نمودار است که خصوصیات هر نمودار را توصیف می‌کند. ماهیت شکست سطح مقطع ساقه در مقابل نیرویی که بافتهای ساقه را بهم فشرده می‌کند، نمایانگر آنست که داده‌های قبل از ناحیه تسلیم، مقادیر اندکی برای پیشنهاد کردن طراحی ماشین است. نمونه‌های قسمت پایین بطور معنی‌داری دارای نیروی تسلیم و

1 - hump

جابجایی بیشتری نسبت به نمونه‌های قسمت بالا بودند. داده‌های نیرو و جابجایی مورد استفاده برای محاسبه مدول الاستیسیته از نقطه کجی[1] نمودار قرائت شدند.

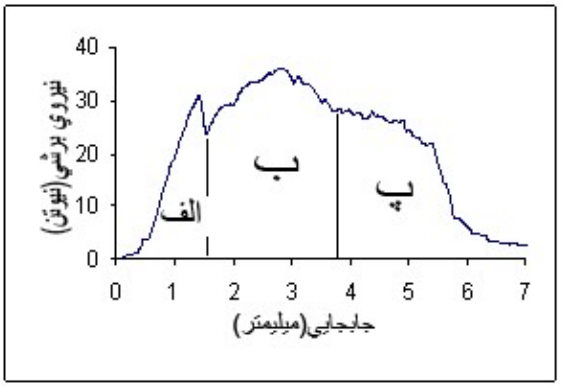
جدول شماره ۳: خلاصه نتایج تست لهیدگی ساقه گل داودی

	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
گروه: بالا				
قطر(میلیمتر)	(b)۴,۷۵	۳,۹۲	۵,۲۱	۰,۶۳
نیروی تسلیم(نیوتن)	۱۴۴	۹۸	۱۷۹	۲۷,۹
جابجایی تسلیم(میلیمتر)	۲,۴۱	۲,۰۵	۳	۰,۳۴
مدول مماسی (مگاپاسکال)	(a)۵,۲	۳۵,۴	۲۱,۳	۲۹,۶
گروه: پایین				
قطر(میلیمتر)	(b)۵,۷۴	۴,۵۲	۶,۷۹	۰,۸۴
نیروی تسلیم(نیوتن)	۲۴۵	۱۵۳	۲۸۹	۳۵,۴
جابجایی تسلیم(میلیمتر)	۲,۹	۲,۴	۳,۵	۰,۳۶
مدول مماسی (مگاپاسکال)	(a)۴۲,۱	۳۴,۷	۵۲,۳	۵,۶۴

(a): در سطح ۰,۰۱ معنی دار است. (b): در سطح ۰,۰۵ معنی‌دار است.

۳-۳- مقاومت برشی:

نمودارهای نیرو-جابجایی در تست برش (شکل ۵) دارای سه ناحیه مجزا از یکدیگر هستند: در ناحیه الف ساقه فشرده می‌شود، در ناحیه ب فشر و برش بصورت توام وجود دارند و در قسمت پ تنها برش اتفاق می‌افتد. در ناحیه الف نیرو از مقدار صفر افزایش می‌یابد و این افزایش تا لحظه‌ای که برش آغاز شود ادامه دارد و پس از آن نیرو ناگهان کاهش می‌یابد که این کاهش بعلت شکستن ساختمان ساقه است، چرا که ساقه دارای یک ساختار توخالی است.



شکل ۵: منحنی نیرو-جابجایی برای برش ساقه داودی

مقایر ماکزیمم نیروی برشی برای نمونه‌های تحت برش بین ۱۱,۳۵ تا ۴۲,۵۵ نیوتن تغییر نشان داد. مقـ ار ۲۲,۸۷ نیـوتن بعنـوان میانگین ماکزیمم نیروی برش حدود چهار برابر بیشتر از گل پیرتروم (۶نیوتن) (خزائی و همکاران، ۲۰۰۲) بود. میانگین انرژی مورد نیاز برای برش ۱۰۵,۵۵ میلی ژول بود که در محدوده کمتری نسبت به ذرت (۲ تا۷ ژول) (پراساد و گوپتا، ۱۹۷۵) قرار دارد و تقریبا ۸۰ برابر انرژی برشی علوفه است (مک رندال و مک نالتی، ۱۹۸۰).

نتایج پارامترهای مینیمم، ماکزیمم، میانگین و انحراف از معیار برای مقاومت برشی و انرژی در واحد سطح در جـدول ۴ بیـان شـده است. میانگین مقاومت برشی و انرژی در واحد سطح، بترتیب ۲,۳ مگاپاسکال و ۳ میلی ژول بر میلیمتر مربع بود.

1 - inflection

جدول ماره ٤. خلاصه نتایج برش برای ساقه گل داودی

	میانگین	مینیمم	ماکزیمم	انحراف معیار
نیرو(نیوتن)	۲۲,۸۷	۱۱,۳۵	۴۲,۵۵	۸,۱۶
انرژی(میلی‌ژول)	۱۰۵,۵۵	۳۷,۲۴	۱۶۲,۲۲	۳۷,۲۱

اثر قطر ساقه بر روی ماکزیمم نیروی برشی و انرژی برشی با نتایج چن و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت. آنها گزارش کردند مقادیر نیروی برشی و انرژی برشی با قطر ساقه رابطه مستقیم دارد.

۴- منابع:

۱- خبرگزاری جمهوری اسلامی، شنبه۱۰ /۱۳۸۶/۶.

۲- گورابچری. محسن،۱۳۸۳، جایگاه صنعت گل و گیاهان زینتی در اقتصاد ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

3- Annoussamy M; Richard G; Recous S; Guerif J .2000. Change in mechanical properties of wheat straw due to decomposition and moisture. Applied Engineering in Agriculture, 16(6), 657–664.

4- Chancellor W. J.1998. Cutting of biological material. In Handbook of Engineering in Agriculture, Vol. 1, pp. 35-63, CRC Press Inc.

5- Chattopadhyay, P. S., K. P. Pandey. 1998. Mechanical Properties of Sorghum Stalk in relation to Quasi-static Deformation. Journal of Agricultural Engineering Research. 73, 199-206.

6- Halyk, R. M. and L. W. Hurlbut. 1968. Tensile and shear strength characteristics of alfalfa stems. Trans of the ASAE. 11(1): 256-257.

7- Ige, M. T. and M. F. Finner. 1975. Effects and interaction between factors affecting the shearing characteristic of forage harvesters. Trans of the ASAE. 18(3):1011-1016.

8- Khazaei J; Rabani H; Ebadi A; Golbabaei F. 2002. Determining the shear strength and picking force of pyrethrum flower. AIC Paper No. 02-221, CSAE, Manson Ville, Que, Canada.

9- McRandal, D. M and McNulty, P. B. 1980. Mechanical and physical properties of grasses. Trans of the ASAE, 23(2), 816–821.

10- Mohsenin, N. N. and H. Goehlich. 1962. Techniques for determination of mechanical properties of fruits and vegetables as related to design and development of harvesting and processing machinery. Journal of Agricultural Engineering Research, 7:300.

11- Mohsenin, N. N. 1980. Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Publishers.

12- Persson. S. 1987. Mechanics of Cutting Plant Material. ASAE, St Joseph, MI, USA.

13- Prasada, J. and Gupta. C. P. 1975. Mechanical properties of maize stem as related to harvesting. Journal of agriculture Engineer Research. 20: 79-87.

14- Prince R P; Wheeler W C. 1960. Factor affecting the cutting process of forage crops. ASAE Paper No. 60-611, ASAE, St. Joseph, MI.

15- Simonton, W. 1992. Physical properties of zonal geranium cuttings. Trans of the ASAE. 35(6), 1899-1904.

16- Simonton, W. 1990. Automatic geranium stock processing in a robotic workcell. Trans of the ASAE. 33(6), 2074-2080.

17- Singh, K. N., and T. H. Burkhardt. 1974. Rice plant properties in relation to loading. Trans. of the ASAE. 27(6): 1169-1172.

Study of mechanical properties of chrysanthemum flower (Chrysanthemum morifolium)

GH. R. Chegini[1], S. H. Hashemi Fard[1] , M. H. Kianmehr[1] ,M. H. Khoshtaghaza[2].

1- Department of Farm Machinery Engineering, Tehran Univ,
2- Department of Farm Machinery Engineering Tarbiat modarres univ.
***Corresponding author:** S. H. Hashemifard, Dept. of Farm Machinery Engineering, College of Agriculture, Tehran University,*
Email: hhashemifard@ut.ac.ir
Tel: +98-913-2840398

Abstract:
Some physical and mechanical property testing of main stems of chrysanthemum was conducted to provide information for future automatic machine design. Measurements were made on stems of the cultivar "Chrysanthemum morifolium" for stem diameter, moisture content, strength in bending, strength in compression and shear strength. Test specimens were taken from two locations: near the growth tip and near the root internode.
The base physical state of a chrysanthemum stem specimen may be characterized by oval cross-section of 5 mm average diameter and moisture content of 77%. For strength in bending over a 15mm span, the average bio yield point was (34N, 6mm). For strength in compression with 10· 10 mm loading pan, the average bio yield point was (195N, 2.75mm).Cutting energy and maximum cutting force was directly proportional to cross-sectional area of stalk. Analysis revealed the bio yield force was a function of not only stem diameter but relative position of the stem cross- section.

Keywords: Chrysanthemum flower, mechanical properties, shear, bending, compression.