تعیین مقاومت برشی و نیروی کندن برگ گل رز (Rosa hybrids)(۲۵۱)

سیدحبیب‌الله ه شمی‌فرد دهکردی[۱] ، غلامرضا چگینی[۲]

چکیده

در این تحقیق با انجام آزمون برش، اثرات زاویه مایل و سرعت برش بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه گل رز (Rosa hybrids) مطالعه شد. همچنین تأثیر سرعت کندن برگ، جهت اعمال کشش و مکان قرارگیری برگ بر روی ساقه بر نیرو و انرژی مصرفی برای کندن برگ از ساقه مطالعه گردید. تمام آزمایش ها با استفاده از دستگاه آزمون کشش- فشار اینستران انجام شدند. میانگین مقاومت ب شی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه ها به ترتیب ۱/۶۳ مگا پاسکال و ۵/۱۶ میلی ژول برمیلی مترمربع برآورد شد. زاویه مایل تیغه تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه نشان داد. با افزایش سرعت برش از ۱۰ تا ۵۰۰ میلی متر بر دقیقه، مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه کاهش یافت. با افزایش قطر ساقه، سطح مقطع دمبرگ نیز افزایش می‌یابد. با افزایش قطر ساقه، مقادیر نیر و و انرژی مورد نیاز برای کندن برگ افزایش یافت در حالی که شاهد کاهش مقدار انرژی بر واحد سطح بودیم. سرعت و جهت کشش تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر مقاومت کششی و انرژی در واحد سطح داشتند در حالی که مکان قرارگیری برگ تنها برای انرژی معنی‌دار شد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که میانگین نیرو برای کشش مثبت و منفی بترتیب ۱۳/۲۱ و ۲/۲۲ نیوتن بود.

کلیدواژه : گل رز، خواص مکانیکی، برش، نیروی کندن.

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

۱- مقدمه:

روند تولید و صادرات گل شاخه‌بریده درایران طی سال‌های اخیر رشد مناسبی داشته و مشتریان بسیاری را در بازار کشورهای مختلف به دست آورده است. 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.[۱] در سال ۸۵ یک میلیارد و ۳۰۰ میلیون شاخه گل در ایران تولید شده است[۱]. بهای هر ۵۰ شاخه گل رز در بازارهای جهانی معادل یک بشکه نفت ارزآوری دارد.[۱]

عدم توجه کافی به حمل و نقل اصولی گل و کاهش عمر و کیفیت گل شاخه بریده، عدم وجود تجهیزات مناسب بسته‌بندی، فرایند پس از برداشت و انبارداری مناسب در ایران باعث شده است 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.[۱] امروزه استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه در عملیات برداشت و فراوری پس از برداشت گل شاخه بریده امری ضروری است. برگ گل رز یکی از مهمترین عوامل گسترش قارچ و بیماری پس از برداشت گل، بخصوص در مراحل انبارداری و جابجایی است. بنابراین حذف برگ ضروری است، همچنین این کار باعث کاهش تنفس گل، کند شدن روند تبخیر آب، افزایش طول عمر گل و کاهش انرژی مورد نیاز جهت خنک کردن در مرحله انبارداری می‌شود.[۵] بدست آوردن خواص فیزیکی و مکانیکی گل بمنظور طراحی ماشین‌آلات پروسس گل امری ضروری است، چرا که بدون این اطلاعات مهندسین مجبور به طراحی ماشین‌آلات به روش تجربی می‌شوند که افزایش صرف هزینه و زمان را در پی دارد.[۱۰]

تحقیقات فراوانی برای محاسبه مقاومت برشی محصولات کشاورزی انجام گرفته است. مک‌رندال[۱] و مک‌نالتی[۲] در سال ۱۹۸۰ مقاومت برشی ساقه علوفه را در شرایط کوازی-استاتیک بررسی کردند. آنها تاثیرسرعت (15,28, 41 mm/min)، زاویه مایل (45° , 30 ,10) و قطر ساقه بر مقاومت برشی را بررسی کردند و دریافتند که سرعت برش و زاویه مایل اثر معنی‌داری بر مقاومت برشی ندارند، در حالی که تقابل آنها در سطح ۵٪ معنی دار است[۹]. پراساد[۳] و گوپتا[۴] در سال ۱۹۷۵ نیرو و انرژی برشی ساقه ذرت را تعیین کردند. انها نتیجه گرفتند در برش مستقیم با افزایش سرعت، مقاوت برش و انرژی برشی کاهش می-یابند[۱۳]. ساین[۵] و بورک‌هاردت[۶] در سال ۱۹۷۴ مقاومت کششی لازم جهت جدایش دانه تحت بار کوازی استاتیک را بررسی کردند[۱۸]. خزایی در سال ۲۰۰۲ تأثیر قطر ساقه و سرعت را بر نیروی کندن گل پیرتروم از ساقه بررسی کرد. سرعت کندن بر مقاوت کششی و انرژی در واحد سطح، تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت[۷]. ینگ‌جن[۷] و همکاران در سال ۲۰۰۴ تاثیر رطوبت و قطر ساقه بر مقاومت برشی و انرژی ویژه برشی ساقه شاهدانه را بررسی کردند. آینس[۸] و همکاران در سال ۲۰۰۵ دریافتند با افزایش رطوبت، تنش برشی و انرژی در واحد سطح آفتابگردان افزایش می‌یابد، همچنین آنها نشان دادند که در قسمت پایین ساقه انرزی و تنش برشی از قسمت بالای ساقه بیشتر است[۶]. تاکنون تحقیقی در رابطه با تعیین مقاومت برشی ساقه گل و نیرو و انرژی کندن برگ از ساقه صورت نگرفته است. در این تحقیق اثر سرعت و زاویه مایل بر مقاومت برشی و اثر سرعت، جهت اعمال نیروی کششی و مکان ساقه بر روی نیروی کندن برگ از ساقه بمنظور طراحی و ساخت دستگاه برگ‌گیر گل بررسی شد.

۲- مواد و روشها:

گلهای رز از گلخانه آشیان سبز تهران بوسیله یک چاقوی تیز توسط یکی از کارکنان گلخانه در صبح روز های آزمایش برداشت شدند. شاخه گلهای بریده شده داخل نایلون بسته‌بندی شده و داخل جعبه‌های عایق به آزمایشگاه خواص بیومکانیکی

1-Mcrandal
2-Mcnulty
3-Prasad
4- Gupta
5-Singh
6- Burkhardt
7 -Ying Chen
8 - I˙nce

دانشگاه تربیت‌مدرس، جهت انجام تست منتقل شد. نمونه‌ها در یخچال با دمای c° ۴ نگهداری شد. تستها با سرعت هر چه بیشتر بمنظور کاهش اثر خشک شده ساقه‌ها انجام گرفت.

از دستگاه تست اینسترون[1] با لودسل ۵۰۰ نیوتن با دقت ۰/۵ نیوتن جهت انجام آزمایشات برش ساقه و نیروی کندن برگ گل رز استفاده شد. قطر نمونه‌ها در محل برش توسط کولیس با دقت ۰/۰۱ میلیمتر اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌ها توزن شده، در آون با دمای $^{\circ}$ ۶۰ برای ۷۲ ساعت[2] خشک شده و برای محاسبه محتوی رطوبت نمونه، مجدد وزن شد. میانگین محتوی رطوبتی نمونه ها برای قسمت بالای ساقه ۸۲٪ و در قسمت پایین ۶۵٪ بود.

۲-۱- مقاومت برشی ساقه:

یک وسیله مخصوص (شکل ۱) جهت برش مستقیم ساقه ساخته شد. چاقو به فک متحرک دستگاه تست اینسترون (شکل ۲) متصل شده و قسمت نگهدارنده نمونه بر روی میز دستگاه اینسترون قرارمی‌گیرد و ساقه بگونه‌ای داخل تکیه‌گاه قرار می‌گیرد که برش در فاصله ۵ سانتیمتری از انتهای ساقه انجام گیرد. برش با پایین آمدن فک متحرک دستگاه اینسترون با سرعت مشخص و عبور چاقو از ساقه و تکیه‌گاه برش۳ صورت می‌گیرد. منحنی نیرو-جابجایی (شکل ۳) طی عملیات برش در کامپیوتر ذخیره می‌شود. شاخصهایی که رفتار برشی مواد کشاورزی را تعیین می‌کنند مقاومت برشی ماکزیمم σ_s و انرژی برشی در واحد سطح E_s هستند. مقاومت برشی ماکزیمم از رابطه (۱) بدست می‌آید.

رابطه ۱
$$\sigma_s = \frac{F_{\max}}{A}$$

که σ_s مقاومت برشی ماکزیمم (مگاپاسکال)، $F_{\max}$ نیروی برشی ماکزیمم (نیـ تن) و A سطح‌مقطع ساقه‌درصفحه برش (میلیمترمربع) است.

انرژی در واحد سطح بوسیله منحنی نیروی برشی- جابجایی و سطح مقطع ساقه تعیین می‌شود و از رابطه ۲ محاسبه می‌گردد:

رابطه ۲
$$E_{ss} = \frac{1}{A}\int F.dx = n \cdot \frac{f}{A}$$

که E_s انرژی در واحد سطح، F نیروی برشی، x جابجایی چاقو و n تعداد المانهای زیر منحنی نیرو-جابجایی در تست اینسترون است.

شکل۱: وسیله برش مستقیم ساقه

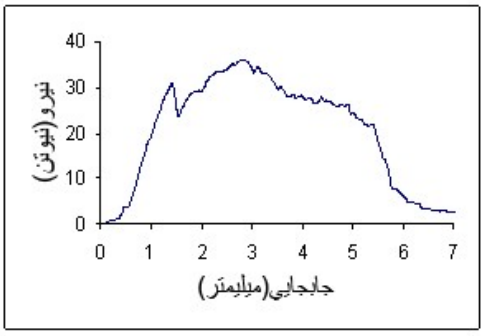
شکل ۲: دستگاه اینسترون

1- دل گاه

2 - ASAE, 2000a

3 - ledger plate

در آزمایشات برش برای هر تست ۱۰ تکرار انجام شد. اثر زاویه مایل در سه سطح ۲۰ ، ۳۰ و ۵۰ درجه و در سه سرعت ۱۰، ۱۰۰و ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه برای قطرهای مختلف ساقه انجام گرفت. در انجام کلیه آزمایشات فاصله بین تیغه و تکیه‌گاه ۰/۲۵ میلیمتر بود.



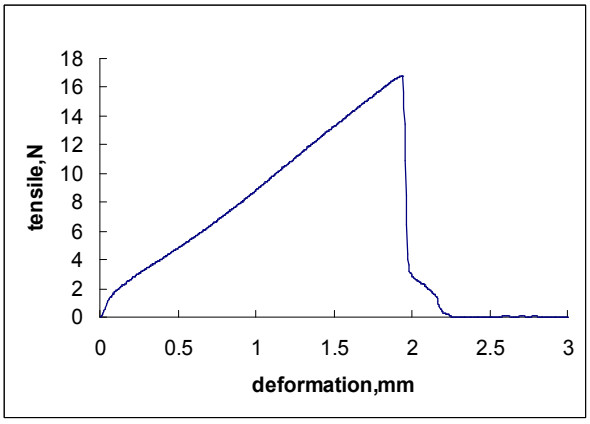
شکل ۳: منحنی نیرو-جابجایی برای برش ساقه رز

۲-۲- نیروی کندن برگ از ساقه:

بدین منظور گیره خاصی (شکل ۴) طراحی و ساخته شد که دمبرگ را نگاه می‌دارد و به فک بالایی دستگاه تست اینسترون متصل می‌شود. قسمت انتهایی ساقه نیز توسط فک پایینی دستگاه ثابت می‌شود.

در این تحقیق تأثیر سرعت کندن در سه سطح ۱۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه، راستای کشش در دو جهت به سمت بالا و به سمت پایین و در دو ناحیه از ساقه، قسمت بالای ساقه نزدیک به گل و قسمت پایین ساقه، بمنظور بدست آوردن نیروی ماکزیمم و انرژی مورد نیاز جهت کندن برگ بررسی شد. منحنی‌های نیرو-جابجایی(شکل۵) برای ارزیابی نیـ و و انرژی کندن استفاده شد. هر تست با ۱۵ تکرار انجام شد. برای بدست آوردن انرژی بر واحد سطح، سطح مقطع دمبرگ در محل اتصال به ساقه محاسبه شد، بهمین دلیل پس از انجام هر تست توسط دستگاه اینسترون، از سطح مقطع دمبرگ عکس گرفته د و پس از انجام آزمایشات، عکسها در برنامه متلب[1] تحلیل شده و سطح مقطع آنها بدست آمد.

شکل ۴: وسیله برای نگاه‌داشتن برگ و اتصال آن به دستگاه اینسترون



شکل ۵: منحنی نیرو-جابجایی برای کندن برگ از ساقه

1 matlab

۳- نتایج و بحث:

۳-۱- مقاومت برشی ساقه:

نتایج پارامترهای میانگین، ماکزیمم، مینیمم و انحراف معیار برای مقاومت برشی و انرژی بر واحد سطح در جدول ۱ آمده است. میانگین مقاومت برشی و انرژی بر واحد سطح ۱/۳۴ مگاپاسکال و ۶/۷۷ میلی‌ژول بر میلیمتر مربع بود.

جدول۱: خلاصه نتایج مقاومت برشی و انرژی برشی در واحد سطح برای ساقه رز

	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	انحراف معیار
مقاومت برشی (Mpa)	۰,۸۵	۳,۵۷	۱,۶۳	۰,۳۷۵
انرژی در واحد سطح(mj/mm^2)	۳,۰۲	۹	۵,۱۶	۱,۰۵

نتایج آنالیز واریانس برای بررسی اثر سرعت برش و زاویه مایل بر روی مقاومت برشی و انرژی بر واحد سطح برش ساقه گل رز در جدول ۲ آمده است. سرعت برش تاثیر معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ بر روی مقاومت برشی و انرژی بر واحد سطح دارد. همانگونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، با افزایش سرعت برش مقادیر متوسط مقاومت برشی کاهش یافت.

تاثیر سرعت بر مقاومت برشی و انرژی در واحد سطح برای برش ساقه گل رز

سرعت برش(mm/min)	مقاومت برشی(Mpa)	انرژی در واحد سطح (mj/mm^2)
۱۰	۱,۹۲	۵,۴۱
۱۰۰	۱,۶۱	۴,۹۷
۵۰۰	۱,۴۳	۴,۷۶

نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد که با افزایش سرعت از ۱۰ تا ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه مقدار مقاومت برشی از ۱/۹۷۷ به ۱/۴۳۳ مگاپاسکال کاهش یافت. تفاوت بین مقادیر میانگین مقاومت برشی در سرعتهای ۲۰۰ و ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه در سطح ۵٪ معنی دار نبود. کاهش مقاومت برشی در اثر افزایش سرعت ممکن است بعلت رفتار ویسکوالاستیک ساقه باشد. با افزایش سرعت، انرژی برشی در واحد سطح کاهش یافت (شکل ۷). با افزایش سرعت از ۱۰ به ۵۰۰ میلیمتربردقیقه مقدار انرژی برواحد سطح از ۱/۹۹۱ به ۱/۵۱۶ مگاپاسکال کاهش نشان داد (جدول۲). واضح است که مقدار میانگین انرژی بر واحد سطح برای سرعت برش ۲۰۰ و ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست. خزایی و همکاران در ۲۰۰۲ نتایج مشابهی را در مورد پیرتروم گزارش کردند. آنها گزارش کردند که با افزایش سرعت از ۲۰ به ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه، انرژی بر واحد سطح از ۳,۳ به ۲,۸ مگاپاسکال کاهش یافت. چاتوپادهی و پندی۱ در سال ۱۹۹۸ اعلام کردند که با افزایش سرعت بارگذاری از ۱۰ تا ۱۰۰ میلیمتربردقیقه مقاومت برشی ذرت خوشه‌ای از ۳/۷۴ به ۱/۹۴ مگاپاسکال کاهش یافت.

جدول۲ : نتایج آنالیز واریانس تاثیر سرعت برش و زاویه مایل بر روی مقاومت برشی و اانرژی بر واحد سطح ساقه گل رز

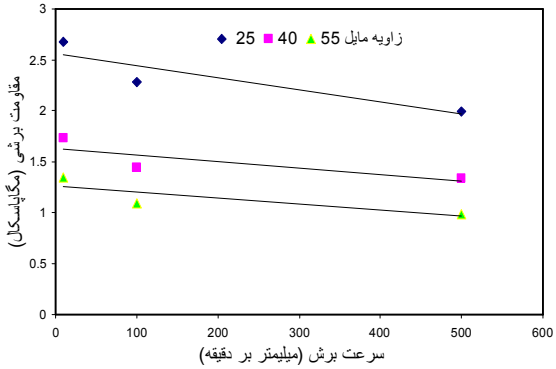
منابع تغییرات	درجه آزادی	مقاومت برشی (مگا پاسکال)	انرژی بر واحد سطح (میلی‌ژول بر میلیمتر مربع)
تیمار	۹	۳/۱۵۷^a	۹/۵۷۲^a
سرعت برش	۲	۲/۳۱^a	۳/۲۳۲^b
زاویه مایل	۲	۱۰/۱۸^a	۳۴/۳۹۸^a

1 Chattopadhyay & Pandey

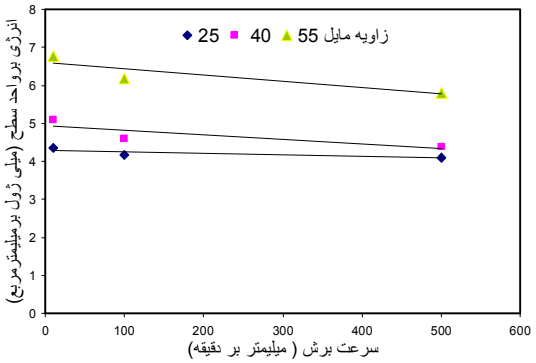
سرعت برش ·زاویه مایل	۴	۰/۰۶۶^{ns}	۰/۳۲۸^{ns}
خطا	۸۱	۰/۲۱۵	۰/۹۳۱

a:در سطح ۰/۰۱ معنی دار، b در سطح ۰/۰۵ معنی د ر و ns: معنی دار نیست.

زاویه مایل تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر مقاومت برشی وانرژی بر واحد سطح داشت. شکلهای ۶ و ۷ نشان می‌دهند کـه بـا افزایش مقدار زاویه مایل، مقادیر مقاومت برشی کاهش و انرژی بر واحد سطح افزایش یافت. نتایج مشابهی توسط پرسون در ۱۹۸۷ و خزایی و همکاران در ۲۰۰۲ ارائه شده است. نتایج آزمون دانکن حاکی از آن است که با افزایش زاویـه مایـل از 25° تـا 55°، مقادیر میانگین مقاومت برشی از ۲,۳۱ به ۱,۱۴ مگاپاسکال کاهش یافت وانرژی بـر واحـد سـطح از ۴,۲۱ تـا ۶,۲۵ میلـی‌ژول بـر میلیمتر مربع افزایش یافت. تفاوت بین انرژی‌بر واحدسطح برای دو سطح زاویه مایل 25° و 40° معنی‌دار نبود.



شکل۶ : اثر سرعت برش و زاویه مایل بر روی مقاومت برشی ساقه گل رز



شکل۷ : اثر سرعت برش و زاویه مایل بر روی انرژی برشی بر واحد سطح ساقه گل رز

معادله رگرسیون مقاومت برشی و انرزی در واحد سطح بر اساس سرعت برش و زاویه مایل در ذیل اورده شده است:

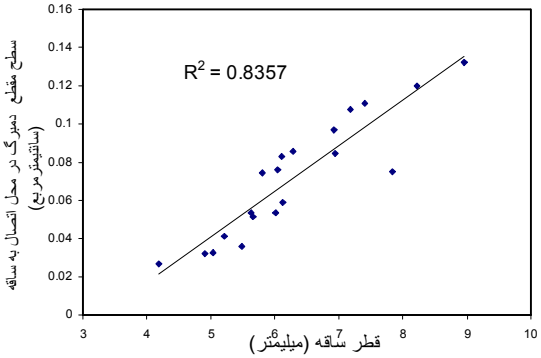
$$\delta_s = 4.99 - 249.78\, v_s + 22429.18 v_s^{\,2} - 6.88\, O_a + 3.315 O_a^{\,2} \quad R^2 = 0.987$$

$$E_s = 6.182 - 347.33 v_s + 31575.85 v_s^{\,2} - 6.99 O_a + 7.82 O_a^{\,2} \quad R^2 = 0.982$$

که δ_s مقاومت برشی (مگاپاسکال)، E_s انرژی برواحدسطح (میلی‌ژول/میلیمترمربع)، v_s سرعت برش (متر بر ثانیه) و O_a زاویـه مایل تیغه (رادیان) است.

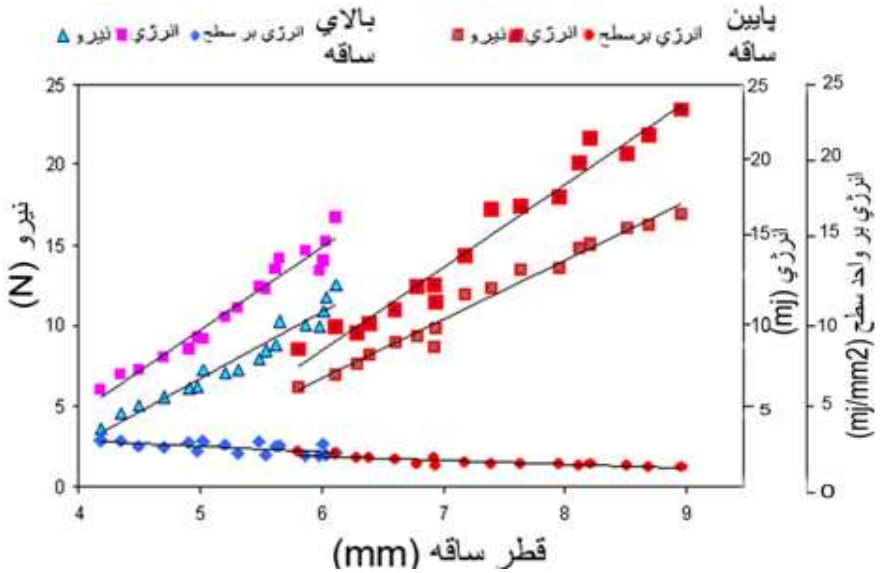
۳-۲- نیروی کندن برگ از ساقه:

نتایج آنالیز واریانس و آزمون دانکن نشان داد که قطر ساقه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد ($p=0.0002$) برای بالا و پایین ساقه داشت، میانگین قطر ساقه برای پایین ساقه ۷/۱۶۷ میلیمتر و برای بالای ساقه ۵/۴۲۷ میلیمتر بود. تفـاوت بـین سـطح مقطع دمبرگ در محل اتصال به ساقه گل رز برای قسمت پایین و بالای ساقه در سطح یک درصد ($p=0.0001$) معنی‌دار بود.



شکل۸ تغییرات سطح‌مقطع دمبرگ در محل اتصال به ساقه در مقابل قطر ساقه در محل دمبرگ

میانگین سطح مقطع دمبرگ برای پایین ساقه ۰/۰۴۶۲ سانتیمترمربع و برای ناحیه بـالای سـاقه ۰/۰۹۰۹ سـانتیمترمربع بـود. همانگونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود با افزایش قطر ساقه، سطح مقطع دمبرگ نیز افزایش می‌یابد. با افزایش قطر ساقه، مقادیر نیرو و انرژی مورد نیاز برای کندن برگ افزایش یافت در حالی که شاهد کاهش مقدار انرژی بر واحد سطح بودیم که نشان می‌دهد شدت افزایش انرژی مورد نیاز برای کندن برگ از افزایش سطح مقطع دمبرگ در محل اتصال به ساقه کمتر است.



شکل۹ : اثر قطر ساقه روی نیروی کندن برگ، انرژی و انرژی بر واحد سطح کندن برگ گل رز

۳-۲-۱-تاثیر مکان قرارگیری برگ

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس (جدول۳)، مکان قرارگیری برگ تاثیر معنی‌داری بر روی نیروی کندن نشان نداد، در حالی که برای انرژی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به مقادیر ارائه شده در جداول ۴ و ۵، میانگین نیروی کششی و انـرژی در بالا و پایین ساقه بترتیب ۷/۳۳۵ و ۸/۰۶۱ ن و ۱۰/۵۹۲و ۱۲/۸۰۷ میلی‌ژول بود. دمبرگها در قسمت پایین ساقه دارای انعطـاف بیشتری هستند و برای جدا شدن از ساقه، کرنش بیشتری از خود نشان می‌دهند، بنابراین با اینکه مقادیر نیرو تقریبا برای دو قسمت ساقه برابر است، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین مقادیر انرژی مشاهده شد.

جدول۳: آنالیز واریانس متغیرهای درنظرگرفته بر روی نیرو و انرژی کندن برگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیروی کندن (N)	انرژی کندن(mj)
تیمار	۱۱	۱۹۰/۷۸^{a}	۱۲۸/۴۰۸^{a}
موقعیت	۱	۷/۲۴۴^{ns}	۷۳/۵۸۹^{a}
جهت کشش	۱	۱۸۱۳/۴۳^{a}	۹۹۸/۲۴^{a}
سرعت اعمال نیرو	۲	۸۵/۴۶^{a}	۱۲۹/۷۹^{a}
موقعیت ٭جهت کشش	۱	۱/۹۱۷^{ns}	۲۳/۸۹^{ns}
موقعیت ٭سرعت	۲	۴/۰۵۱^{ns}	۱۹/۲۵^{ns}
جهت کشش ٭سرعت	۲	۴۵/۴۰۶^{a}	۲/۴۴۷^{ns}
موقعیت ٭سرعت ٭جهت کشش	۲	۳/۰۸۸^{ns}	۶/۸۸۴^{ns}
خطا	۴۸	۳۲۱/۶۸	۸/۷۸۹

a: درسطح ۰/۰۱معنی‌دار است و ns: معنی‌دار نیست

جدول۴: مقایسه میانگین نیرو و انرژی جداکردن برگ با در نظر گرفتن اثر متقابل موقعیت و جهت کشش

جهت کشش	موقعیت			
	نیروی کششی		انرژی	
	بالا	پایین	بالا	پایین
به سمت بالا	۱۲/۶۸	۱۳/۷۴	۱۴/۰۴	۱۷/۵۲
به سمت پایین	۲/۰۵	۲,۳۸	۷/۱۴	۸/۱۱

۳-۲-۲-جهت کشش

جهت کشش بر روی نیرو و انرژی کندن در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که میانگین نیرو برای کشش مثبت و منفی بترتیب ۱۳/۲۱ و ۲/۲۲ نیوتن بود. با توجه به جداول ۴ و۶ نیروی مورد نیاز در جهت مثبت تقریبا شش برابر نیروی مورد نیاز در جهت منفی است. مقدار انرژی برای جهت مثبت تقریبا دو برابر جهت منفی بود که حاکی از انعطاف بیشتر دمبرگ در جهت منفی دارد.

۳-۲-۳-سرعت کشش

تاثیر سرعت کشش بر روی نیرو و انرژی کندن برگ در سه سطح ۱۰ و ۱۰۰ و ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه بررسی شد که تفاوت معنی-داری بین سرعتهای ۱۰و۱۰۰ بری نیرو و انرژی مشاهده نشد. با افزایش سرعت کشش مقدار میانگین نیرو از ۵/۹۷۵ نیوتن به ۹/۹۹۸ و مقدار میانگین انرژی از ۹/۴۱۵ تا ۱۴/۴۴۷ میلی‌ژول افزایش یافت (جدول۷). خزایی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که با افزایش سرعت کندن گل پیرتروم از ۵ تا ۵۰۰ میلیمتر بر دقیقه، مقادیر مقاومت کشش و انرژی بر واحد سطح بترتیب از ۱/۲ تا ۱/۹ مگاپاسکال و ۲/۹ تا۴/۹ میلی‌ژول بر میلیمتر مربع افزایش می‌یابد.

جدول۵: مقایسه میانگین نیرو و انرژی جداکردن برگ با در نظر گرفتن اثر متقابل موقعیت و سرعت

سرعت بارگذاری	موقعیت			
	نیروی کششی		انرژی	
	بالا	پایین	بالا	پایین
۱۰	۵/۳۹	۶/۵۶	۷/۸۱	۱۱/۰۲
۱۰۰	۶/۵۳	۷/۷۹	۹/۴۹	۱۲/۹۸
۵۰۰	۸,۱۸	۹/۸۳	۱۴/۴۷	۱۴/۴۲

جدول۶: مقایسه میانگین نیرو و انرژی جداکردن برگ با در نظر گرفتن اثر متقابل جهت کشش و سرعت

سرعت بارگذاری	جهت کشش			
	نیروی کششی		انرژی	
	به سمت بالا	به سمت پایین	به سمت بالا	به سمت پایین
۱۰	۱۰/۳۳	۱/۶۱	۱۳/۴۳	۵/۳۹
۱۰۰	۱۲/۰۹	۲/۲۳	۱۵/۰۰	۷/۴۷
۵۰۰	۱۷/۲۱	۲/۷۹	۱۸/۹۰	۹/۹۹

جدول۷: اثر سرعت کشش بر روی نیرو و انرژی مورد نیاز کندن برگ از ساقه

سرعت کندن(mm/min)	نیرو کششی(N)	انرژی (mj)
۱۰	۵/۹۷۵	۹/۴۱۵
۲۰۰	۷/۱۶۵	۱۱/۲۳۵
۵۰۰	۹/۹۹۸	۱۴/۴۴۷

٤- سپاسگزاری:

مولفان از دانشگاه تهران برای فراهم کردن کلیه امکانات مورد نیاز در این تحقیق و از آقای مهندس رضایی‌کیا بخاطر انجام تستهای مکانیکی با دستگاه اینسترون صمیمانه تشکر می‌کنند. همچنین از آقای مهندس حاجبابایی مدیر عامل گلخانه آشیان سبز تهران بخاطر انجام همکاریهای لازم قدردانی می‌کنند.

۵- منابع:

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

2- 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

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

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

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

5- 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.

6- I˙nce. A; urluay. S; zel. E; O zcan. M. 2005. Bending and Shearing Characteristics of Sunflower Stalk Residue. Biosystems Engineering 92 (2), 175–18.

7- 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.

8- Liao1.L, Lin1.Y, Huang. K. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. LBioato. Betu alll. Academy.41. 299-303

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 Factor affecting the cutting process of forage crops. ASAE Paper No. 60}611, ASAE, St. Joseph, MI, 1960.

15- Saiedirad. M, Tabatabaeefar.A, Borghei.A, Mirsalehi.M, Badii.F, Ghasemi. M. 2007. Effects of moisture content, seed size, loading rate and seed orientation on force and energy required for fracturing cumin seed (Cuminum cyminum Linn.) under quasi-static loading. Journal of Food Engineering 86. 565–572

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

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

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

Determining the shear strength and picking force of rose flower (Rosa hybrids)

S. H. Hashemi Fard, GH. R. Chegini

Abstract:
In this research the effect of bevel angle and shear velocity were studied on shear strength and shearing energy of rose flower stem by using direct shear tests. Also, the effect of picking velocity, stretch direction and sample groups (near growth tip, near root internode) was studied on force and energy required for picking up the leaves. All experiments were carried out with Instron Universal Test Machine. Mean of values shear strength and energy were estimated 1.63 Mpa and 5.16mj/mm^2, respectively. With increasing the shear velocity, from 10 to 500 mm/min, the mean values of shear strength and energy per unit area decreased. Picking force and energy data ranged from 4.5 to 12.2 N and from 8.6 to 16.9 mJ, respectively. The mean values of tensile strength and energy per unit area for picking up the flowers were 1.6 MPa and 3.7mJ/mm^2, respectively. The effect of picking velocity and starch direction on tensile strength and energy per unit area was significant (P=0.01), but sample groups not significant difference on picking force. Results of Duncan's multiple range test shows that means value of picking force for positive and negative direction was 13.21 and 2.22(N), respectively.

Keywords: Rose flower, mechanical properties, shear, picking, stem.