تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی برگ پیاز

محسن حیدری سلطان آبادی [1] ، شمس اله عبداله پور[2] ، اورنگ تاکی[3]

1و3 - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

2- دانشیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه تبریز

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده (mheisol@gmail.com)

چکیده

توسعه ماشین های برداشت پیاز از اهداف مهم در مکانیزاسیون تولید این محصول می باشد . آگاهی از برخی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی محصول در طراحی و ساخت این ماشین ها ضروروی به نظر می رسد. در این تحقیق، برخی از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی برگ پیاز از جمله ضریب اصطکاک، مقدار استحکام کششی و برشی و انرژی مورد نیاز جداسازی برگ از غده اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که ضریب اصطکاک برگ با کاغذ، فولاد، چوب، لاستیک و پارچه نمدی در رطوبت 65 درصد به ترتیب 0/88 ، 0/53، 0/73، 0/9 و 0/86 و در رطوبت 30 درصد 0/79، 0/59 0/91، 1/19 و 1/91 بود. همچنین مقدار استحکام برگ بر حسب نوع و سرعت بار اعمالی و همچنین رطوبت برگ بین 0/36 تا 1/91 مگاپاسکال و انرژی ویژه مورد نیاز گسیختن برگ بین 2/25 تا 24/84 میلی ژول بر میلی متر مربع به دست آمد. طبق این نتایج با کاهش رطوبت برگ میزان مقاومت (استحکام) برگ پیاز و انرژی ویژه مورد نیاز گسیختن برگ کاهش یافت . در رطوبت 85 درصدی برگ پیاز، افزایش سرعت بارگذاری، میزان مقاومت (استحکام) برگ پیاز و انرژی ویژه مورد نیاز گسیختن برگ را در جهت کاهش تغییر داد در حالی که در رطوبت 65 درصدی برگ چنین اتفاقی مشاهده نگردید و تغییرات سرعت بارگذاری تاثیر چندانی بر تغییرات حداکثر استحکام برگ و انرژی مورد نیاز گسیختن آن نداشت . در مجموع توان و انرژی مورد نیاز جهت حذف برگ پیاز در مکانیزم های برشی به خصوص در رطوبت های بالای برگ کمتر از نوع کششی است . از طرفی دقت و سرعت حذف برگ به روش برش، بیشتر از روش کشیدن می باشد.

کلمات کلیدی: استحکام کششی و برشی، انرژی گسیختگی، پیاز، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

پیاز گیاه دو ساله از خانواده سوسنی‌ها (Allium Cepa) است و در سبزی‌کاری بطور یک ساله کشت می‌گردد [شیبانی، 1361]. مکانیزاسیون تولید این محصول مستلزم به کارگیری ادوات و ماشین های مناسب و منطبق با شرایط اقلیمی و محصولی کشور می باشد . در طراحی یک سیستم برداشت محصول کشاورزی، آگاهی از خصوصیاتی مانند اندازه ابعاد و شکل هندسی محصول، استحکام کششی و برشی گیاه، انرژی مورد نیا ز گسیختگی و میزان اصطکاک گیاه با سطوح مختلف ضروری به نظر می رسد . تحقیقات زیادی در این زمینه بر روی محصولات مختلف انجام شده است . در تحقیقی در مصر [Bahnasawy *et al.*, 2004] برخی از خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز مورد مطالعه قرار گرفت . این خواص شامل ابعاد خطی، شاخ ص شکل، میانگین قطر هندسی و حسابی، سطح رویی جلویی، حجم، وزن، دانسیته ظاهری، ضریب اصطکاک ایستایی، زاویه غلتش، نیروی خرد شدگی و تست سوراخ بود. نتایج این تحقیق نشان داد که دانسیته غده پیاز های مورد آزمایش بین 1/04 تا 1/11 گرم بر سانتی متر مکعب بود. زاویه غلتش نیز در حالت پایدار بین 20 تا 31 درجه و در حالت ناپایدار 14 تا 23 درجه اندازه گیری شد. ضریب اصطکاک نیز بین 1/34 تا 0/67 بود. نیروی خردشدگی پیاز نیز بین 443/3 تا 980 نیوتن و

نیروی سوراخ کردن بین 26/9 تا 43 نیوتن در ارقام مختلف بدست آمد . در همین زمینه تحقیقات ماو [Maw, 1996] مقدار نیروی خرد شدگی و سوراخ کردن غده پیاز را به ترتیب 26/4 و 25 نیوتن بدست آورد. در تحقیقی [Tabatabaee Koloor and Borgheie, 2006] استحکام برشی استاتیکی و دینامیکی ساقه برنج مورد مطالعه قرار گرفت. در اندازه گیری نیروی برش استاتیکی، از وز ن آب و در اندازه گیری نیروی برش دینامیکی از کرنش سنج‌های نصب شده روی بازوی انتقال نیرو استفاده شد . نتایج این آزمایش ها بر روی ساقه دو رقم برنج خزر و هاشمی نشان داد که مقدار استحکام برشی استاتیکی 1629 و 1429 کیلو پاسکال و دینامیکی 187/4 و 144 کیلوپاسکال بود. انسه و همکاران [İnce *et al.*, 2005] در تحقیقی خواص خمشی و برشی ساقه آفتابگردان را مورد بررسی قرار دادند . در این تحقیق تنش خمشی، تنش برشی، مدول الاستیسیته و انرژی ویژه برش ساقه آفتابگردان بدست آمد و تاثیر مقدار رطوبت بر این موارد مشخص گردید . نتایج نشان داد با افزایش رطوبت، مدول الاستیسیته و مقدار تنش خمشی کاهش یافت . همچنین افزایش رطوبت موجب افزایش استحکام برشی و انرژی برش گردید. مک راندال و مک نولتی [Mcrandal and McNulty, 1980] دستگاهی ساختند که می توانست تغییرات نیرو بر حسب تغییر مکان را در برش نمونه علوف ه ثبت نماید. سپس اثر عواملی نظیر سرعت برش، زاویه تیغه، سن علوفه، اندازه علوفه و مقدار وزن خشک علوفه بر انرژی برشی مورد ارزیابی قرار گرفت . نتایج نشان داد اکثر خواص مکانیکی، تابعی از مقدار ماده خشک و زاویه تیغه بودند . سرعت بارگذاری تاثیر معنی داری بر انرژی برش نداشت. در تحقیق چاتوپادیا و پاندی [Chattopadhyay and Pandey, 2001] رفتار برش ضربه ای را در قطع ساقه سورگوم به صورت یک مدل ریاضی بیان و نتایج را با داده های آزمایشگاه مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت خطی تیغه گشتاور مورد نیاز و انرژی مخصوص برش در مدل ریاضی و نیز در روش اندازه‌گیری مستقیم کاهش یافت . جانگ [Jung, 2005] خواص مکانیکی ساقه سیر را جهت توسعه یک ماشین برداشت غده سیر مورد بررسی قرار دادند . این خواص شامل نیروی برشی، نیروی قطع و مدول الاستیسیته بود . نتایج تحقیق نشان داد که میانگین نیر وی برشی ساقه سیر در حدود 0/642 نیوتن بود و با افزایش قطر این نیرو افزایش یافت. میانگین مدول الاستیسیته $2/4 \times 10^7$ پاسکال به دست آمد.

هدف از این تحقیق، تعیین ضریب اصطکاک برگ پیاز با سطوح کاغذ، فولاد، چوب، لاستیک و پارچه نمدی و اندازه گیری مقاومت و انرژی گسیختگی برگ از غده در دو حالت کشش و برش بود.

مواد و روشها

-اندازه گیری ضرایب اصطکاک ایستایی برگ

برای اندازه گیری زاویه اصطکاک ایستایی برگ در دو رطوبت 30 و 65 درصد از سطح شیب دار با زاویه متغیر استفاده شد. در این آزمایش ها پوشش سطح شیبدار از جنس کاغذ، فولاد، چوب(تخته سه لایه)، لاستیک و پارچه نمدی انتخاب گردید. برگ بر روی ابتدای صفحه قرار گرفته و سطح شیب دار به آرامی و با سرعت ثابت توسط یک پیچ قدرت به بالا هدایت می گردید. به محض حرکت برگ، زاویه سطح توسط نقاله اندازه گیری می شد . تانژانت این زاویه مقدار ضریب اصطکاک را نشان می دهد [Mohsenin, 1970].

- اندازه گیری استحکام برشی و کششی برگ پیاز

برای تعیین اثر رطوبت برگ و سرعت بارگذاری بر مقدار استحکام نهایی برشی و کششی برگ پیاز، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد که در آن برگ پیاز در دو رطوبت 85 و 65 درصد (بر پایه وزن تر) و سه سرعت بارگذاری 50، 100 و 200 میلی متر بر دقیقه، تحت سه نوع بارگذاری شامل

برش برگ در محل اتصال برگ به غده (S0)، برش برگ در فاصله 5 سانتی متری از غده (S5) و کشش برگ در فاصله 5 سانتی متری از غده (T5) قرار گرفت. به این منظور از دستگاه کنترل کشش و فشار مدل اینستران 1140 استفاده شد (شکل 1).

شکل 1- دستگاه کنترل کشش و فشار مدل اینستران1140

در آزمایش کشش (T5)، از یک فک متحرک که به انتهای برگ پیاز متصل می شد، استفاده گردید (شکل 2). آزمایش های برش (S0,S5) با استفاده از پروب برش وانر- براتزلر (شکل 3) اجرا گردید. در نمودارهای بدست آمده، بیشترین مقادیر استحکام برشی و کششی به عنوان استحکام نهایی برشی یا کششی در نظر گرفته شد. هر دو آزمایش کشش و برش با سرعت های بارگذاری 50، 100 و 200 میلی متر بر دقیقه اجرا گردید.

شکل2-نحوه نگهداری پیاز در آزمون کشش

شکل3-پروب برش وارنر- براتزلر

- اندازه گیری انرژی ویژه برش و کشش برگ پیاز

در هر آزمایش مقدار انرژی ویژه برشی و کششی با استفاده از محاسبه سطح زیر منحنی نیرو – تغییر مکان و تقسیم مقدار آن بر مساحت سطح مقطع برگ مورد آزمایش از محل گسیختگی به دست آمد.

نتایج و بحث

اندازه گیری ضرایب اصطکاک برگ پیاز در دو رطوبت 85 و 30 درصد بر روی سطوح مختلف (جدول 1) نشان داد که با کاهش رطوبت برگ، ضریب اصطکاک افزایش یافت . به نظر می رسد وجود آب در برگ پیاز حرکت آن روی

سطوح را تسهیل می بخشد . همچنین مقدار اصطکاک روی لاستیک و پارچه نمدی بیشتر از سه سطح دیگر بود . نتایج مقایسه میانگین های اثر ساده رطوبت برگ، نوع بارگذاری و سرعت بارگذاری بر مقادیر استحکام نهایی برشی و کششی برگ پیاز و همچنین انرژی ویژه گسیختگی در جدول 2 ارائه شده است. بر پایه نتایج جدول 2 با افزایش رطوبت برگ، استحکام نهایی و انرژی گسیختگی به صورت معنی دار افزایش یافت . این امر از وجود خواص ویسکوالاستیسیته برگ و تغییر این خواص با میزان رطوبت برگ نشات گرفته است . نتایج تحقیقات انسه و همکاران [I˙nce *et al.*, 2005] نیز نشان داد که افزایش رطوبت ساقه آفتابگردان، موجب افزایش استحکام برشی و انرژی برش گردید . با افزایش سرعت بارگذاری، استحکام نهایی و انرژی گسیختگی کاهش یافت . در تحقیقات برخی از محققان نیز مشخص گردید که با افزایش سرعت برش برگ گیاهان، انرژی مورد نیاز برش کاهش یافت [Mcrandal and McNulty, 1978 ; Chattopadhyay and Pandey, 2001].

مقاسه سه نوع بارگذاری یعنی برش در پایین ترین نقطه اتصال برگ به غده (S0)، برش برگ در ارتفاع 5 سانتی متری از غده(S5) و کشش برگ (T5) نشان داد که بیشترین مقادیر استحکام و انرژی در برش S0 اتفاق افتاد.

جدول 1- ضریب اصطکاک برگ پیاز

	ضریب اصطکاک				
رطوبت برگ	کاغذ	فولاد	چوب	لاستیک	پارچه نمدی
85 درصد	0/88	0/53	0/73	0/9	0/86
30 درصد	0/79	0/59	0/91	1/19	1/91

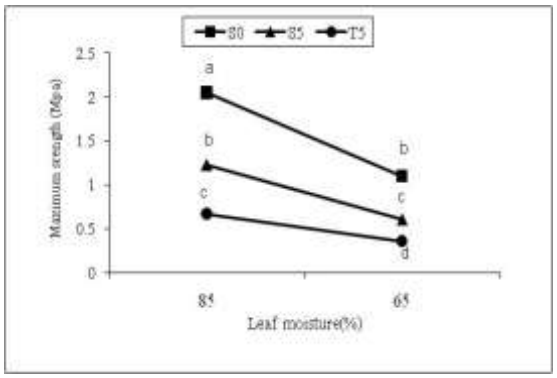
جدول2- مقایسه میانگین های اثر رطوبت برگ، نوع بارگذاری و سرعت بارگذاری بر مقادیر استحکام نهایی برشی و کششی برگ پیاز و انرژی ویژه گسیختگی

	درصد رطوبت برگ		نوع بارگذاری			سرعت بارگذاری		
	85	65	S0	S5	T5	50	100	200
استحکام نهایی	1/31a	/69b 0	1/57a	0/92c	0/52b	1/36a	0/88b	0/77c
انرژی ویژه	12/14a	/49b 4	10/77a	6/44c	7/73b	10/4a	7/75b	6/8c

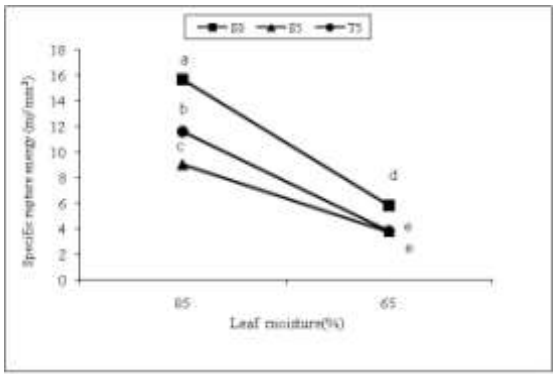
اعداد دارای حرف مشترک از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار در سطح 5درصد می باشند.(آزمون چند دامنه ای دانکن)

در نقطه تماس برگ با غده، علاوه بر این که برگ بیشترین قطر را داراست، بافت آن نیز متراکم تر می باشد . مقایسه روش برش (S5) با کشش (T5) در ارتفاع تقریبا یکسان برگ نشان داد که در مجموع عمل برش با صرف نیرو و انرژی کمتری صورت گرفت . بررسی اثر متقابل رطوبت برگ و نوع بارگذاری (شکل 4) نشان داد که در رطوبت 85 درصد، برش از ناحیه غده (S0) بیشترین و کشش از 5 سانتی متری برگ (T5) کمترین استحکام را داشت. در همین رطوبت نیروی برشی لازم جهت گسیختگی برگ از قسمت 5 سانتی متری (S5) بیشتر از نیروی برشی مشابه بود . در رطوبت 65 درصد برش برگ در ناحیه چسبیده به غده بیشترین مقاومت در برابر برش را داشت. در این رطوبت نیز نیروی برشی بیشتر از نیروی کششی (در 5 سانتی متری برگ) به دست آمد. در مجموع با کاهش رطوبت برگ پیاز، مقاومت برگ در برابر برش یا کشش کاهش یافت . شکل 5 اثر متقابل رطوبت برگ و نوع بارگذاری بر انرژی ویژه لازم جهت گسیختگی برگ را نشان می دهد . روند تغییرات انرژی ویژه تقریبا شبیه به

تغییرات استحکام برگ در برابر برش و کشش می باشد و با کاهش رطوبت انرژی کمتری برای جدا کردن برگ از غده لازم است.

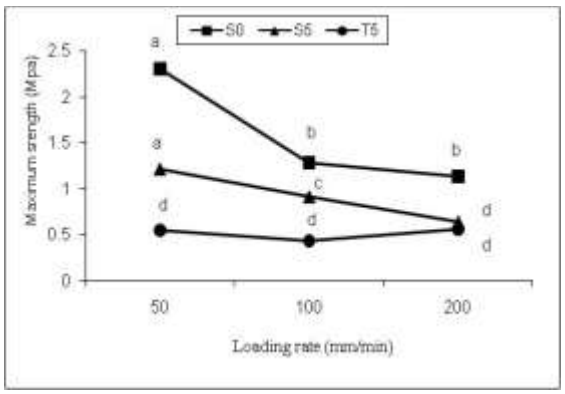


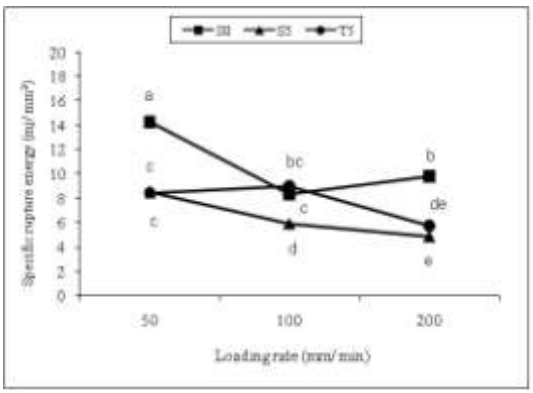
شکل4 – اثر متقابل رطوبت برگ و نوع بارگذاری بر حداکثر استحکام نهایی برگ پیاز



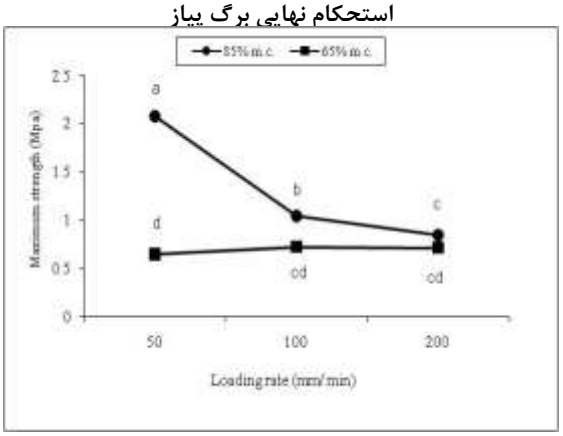
شکل5– اثر متقابل رطوبت و نوع بارگذاری بر مقدار انرژی ویژه گسیختگی

در رطوبت 65 درصد برگ، مقدار انرژی ویژه گسیختگی در کشش و برش (در ارتفاع 5 سانتی متری برگ از غده) اختلاف معنی داری ندارند . بررسی اثر متقابل سرعت بارگذاری و نوع بارگذاری بر استحکام برگ پیاز (شکل6) نشان داد که در تیمار S0 با افزایش سرعت بارگذاری از 50 به 100 و 200 میلی متر در دقیقه نیروی لازم جهت برش برگ از قسمت چسبیده به غده کاهش یافت. در تیمار S5 روند کاهش نیروی برشی به ترتیب از 50 به 100 و200 میلی متر در دقیقه ادامه یافته است . افزایش سرعت بارگذاری تاثیری بر استحکام برگ در برابر کشش نداشت. اثر متقابل سرعت بارگذاری و نوع با رگذاری بر تغییرات انرژی ویژه گسیختگی (شکل 7) نشان داد که در تیمار S0 با افزایش سرعت بارگذاری انرژی کمتری جهت گسیختگی برگ لازم بود. هر چند سرعت 100 و 200 از این لحاظ تفاوتی نداشتند. در تیمار S5 روند کاهش انرژی لازم جهت گسیختگی برگ پیاز به ترتیب از سرعت 50 ت200 میلی متر در دقیقه ادامه یافت . کشش برگ تا نقطه گسیختگی نیز در سرعت 200 میلی متر در دقیقه انرژی کمتری نیاز داشت. شکل 8 تاثیر متقابل رطوبت برگ پیاز و نوع بارگذاری بر مقدار استحکام برگ نشان می دهد. بر این اساس در رطوبت 85 درصد با کاهش رطوبت برگ، مقدار اس تحکام آن در برابر برش و کشش (تیمارهای S0 ، S5 و T5)کاهش یافت. در رطوبت 65 درصد میانگین مقاومت برگ در برابر کشش و برش تغییر محسوسی نکرد. نتایج شکل 9 نشان می دهد که در رطوبت 85 درصدی برگ پیاز با افزایش سرعت بارگذاری، انرژی ویژه گسیختگی برگ کاهش یافت در حالی که در رطوبت 65 درصدی برگ، با افزایش سرعت بارگذاری از 50 به 100و 200 میلی متر بر دقیقه انرژی ویژه افزایش و سپس بدون تغییر آماری باقی ماند.

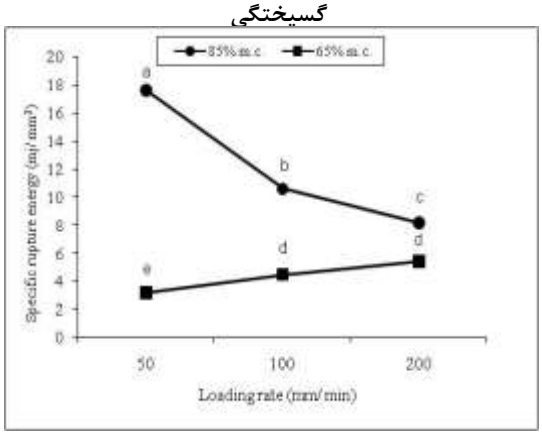




شکل6– اثر متقابل سرعت و نوع بارگذاری بر بر حداکثر استحکام نهایی برگ پیاز



شکل7 – اثر سرعت و نوع بارگذاری بر مقدار انرژی ویژه گسیختگی



شکل8– اثر متقابل رطوبت و سرعت بارگذاری بر حداکثر استحکام نهایی برگ پیاز

شکل9– اثر متقابل رطوبت و سرعت بارگذاری بر مقدار انرژی ویژه گسیختگی

منابع

- شیبانی، ح.، (1361). باغبانی، سبزیکاری. جلد سوم. مرکز نشر سپهر، تهران.
-Bahnasawy, A.H., El-Haddad, Z.A., El-Ansary, M.Y. and Sorour, H.M. (2004). Physical and mechanical properties of some Egyptian onion cultivars. Journal of Food Engineering 62. 255–261.
-Chattopadhyay, P.S. and Pandey, K.P. (2001). Influence of knife configuration and tip speed on conveyance in flail forage harvesting. J. agric. Engng Res.78 (3), 245-252.
-I˙nce, A., Ug˘ urluay, S., Gu¨zel, E. and O¨ zcan, M.T. (2005). Bending and Shearing Characteristics of Sunflower Stalk Residue. Biosystems Engineering 92 (2). 175–181.
-Jung, D. So. (2005). Mechanical characteristics of garlic scapes for developing mechanical Garlic bulbils harvester. ASAE Annual International Meeting Sponsored by ASAE Tampa Convention Center Tampa, Florida.
-Maw, B.W., Hung, Y.C., Tollner, E.W., Smittle, D.A. and MuUinix, B.G. (1996). Physical and mechanical properties of fresh and stored sweet onions. American Society of Agricultural Engineers. VOL. 39(2):633-637.
-Mcrandal, D.M. and Mcnulty, P.B. (1978). Impact cutting behavior of forage crops. Mathematical Models and Laboratory Tests. J. agrk. Eilgng Res23, 313-328.
-Mcrandal, D.M. and McNulty, P.B. (1980). Mechanical and physical property of grass. Transaction of the ASAE.
-Mohsenin, N. N. (1970). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach, pp. 51–87, 889.

-Tabatabaee Koloor. R. and Borgheie, A. (2006). Measuring the static and dynamic cutting force of stems for Iranian rice varieties. J. Agric. Sci. Techol. Vol. 8:193-198.