بررسی وضعیت ریزش برگ در یونجه ساقه کوبی شده

مریم دانا [۱]، پرویز احمدی مقدم [۲،*]، عادل رضوانی وند فنائی [۳]

۱. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ارومیه (St_m.dana@urmia.ac.ir)
۲. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ارومیه (p.ahmadi@urmia.ac.ir)
۳. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه ارومیه (a.rezvanivand@urmia.ac.ir)

چکیده

در این مطالعه به‌منظور بررسی نیروی جدایش موردنیاز برگ یونجه از ساقه آن تحت نرخ‌های بارگذاری و رطوبت‌های مختلف، آزمایش‌هایی شامل ۴ دستهٔ شاهد، دسته با ۳ ضربه، دسته با ۸ ضربه و دسته با ۱۳ ضربه و به همراه ۶ نمونه ۵۰ گرمی برای هر دسته انجام شدند. به‌منظور ثبت داده‌های وزنی، تمامی نمونه‌ها به‌صورت روزانه وزن شده و سپس با به دست آوردن مقدار رطوبت محصول برای استخراج نیروی جدایش برگ از ساقه توسط دستگاه بافت سنج مورد ارزیابی قرار گرفتند. از سه مقدار نرخ بارگذاری با سرعت ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه برای اعمال کشش در پروب دستگاه بافت سنج استفاده گردید. نتایج نشان داد که با کاهش رطوبت محصول میزان نیروی جدایش برگ از ساقه کاهش می‌یابد. هم چنین با کاهش سرعت بارگذاری نیروی مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه کاهش یافت.

کلمات کلیدی: *ویژگی‌های کیفی؛ بافت سنج؛ گیاه یونجه؛ محتوای رطوبتی*

*نویسنده مسئول: p.ahmadi@urmia.ac.ir

بررسی وضعیت ریزش برگ در یونجه ساقه کوبی شده

مقدمه

یونجه با اسم علمی *medicago sativa* با توجه به وجود تنوع اقلیمی در مناطق مختلف کشور کشت می‌شود. این گیاه به خانواده لگومینوز۱ متعلق بوده و به دلیل غنی بودن از نظر پروتئین، کلسیم و ویتامین و نیز به دلیل خوش‌خوراک بودن و درصد سلولز، در ردیف بهترین گیاهان علوفه‌ای قرار دارد. علاوه بر ارزش غذایی، اهمیت یونجه به خاطر تأثیر مهمی که در اصلاح زمین زراعی از راه تهویه زمین، تناوب، زه‌کشی و افزایش مواد آلی و ازت خاک دارد [۱].

با توجه به روند رو به افزایش جمعیت در دنیا و اهمیت و ارزش تأمین پروتئین حیوانی و نیاز روزافزون به فرآورده‌های دامی، توسعه صنعت دام‌پروری از اهمیت بالایی برخوردار بوده و در این رابطه تأمین خوراک دام مسئله حیاتی است. در این راستا یونجه به‌عنوان ملکه گیاهان علوفه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. یونجه با داشتن عملکرد مناسب در واحد سطح وخوش‌خوراکی بسیار مطلوب به عنوان یک ماده تأمین‌کننده پروتئین، مواد معدنی، ویتامین A و عوامل رشد، جایگاه ویژه‌ای در تغذیه دام و صنعت دامپروری دارد. یکی از مراحل مهم در زراعت یونجه، برداشت آن بوده و تلفات در این مرحله یکی از دغدغه‌های عمده کشاورزان است. متأسفانه بیش‌ترین تلفات در زمان برداشت، مربوط به بخش سودمند گیاه یعنی برگ آن می‌باشد [۱].

نرخ خشک شدن علوفه تحت تأثیر مشخصات گیاه، شرایط آب و هوایی و نحوه برداشت قرار دارد. به علت تفاوت‌های فیزیولوژیکی هندسی بین ساقه و برگ، برگ با سرعت بیش‌تری نسبت به ساقه خشک می‌شود. برای افزایش نرخ خشک شدن ساقه می‌توان از روش‌های مختلف مکانیکی که با جابجا کردن، خراش، له کردن یا شکستن ساقه راهی برای خروج رطوبت فراهم می‌کنند، استفاده کرد و یا از روش‌های شیمیایی مثل پاشیدن محلول کربنات پتاسیم در جلوی دروگر درست قبل از درو و یا به‌طور هم‌زمان استفاده نمود. بسته به روش اتخاذشده، نرخ خشک شدن علوفه و متعاقب آن متغیرهایی نظیر تلفات، میزان پروتئین، رطوبت و ...، علوفه تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

در یونجه به‌واسطه حساسیت موجود در مورد خشک شدن یکنواخت برگ و ساقه، بایستی حتی‌الامکان سطح رطوبت برگ و ساقه مقدار نسبتاً یکسانی داشته باشند. دلیل این الزام این است که اگر زمان رسیدن رطوبت ساقه به سطح دلخواه زمان داده شود، به‌واسطه خشک شدن بیش‌ازحد برگ یونجه افزایش شدید تلفات را شاهد خواهیم بود. در نقطه مقابل، درصورتی‌که ساقه رطوبت بالایی داشته باشد و خشک شدن برگ ملاک باشد در این صورت به‌واسطه رطوبت بالای ساقه، احتمال فساد محصول بسته‌بندی‌شده بالا خواهد بود. لذا بایستی ترتیبی اتخاذ گردد که سطوح رطوبتی ساقه و برگ نزدیک به یکدیگر و نزدیک به شرایط رطوبتی استاندارد (۱۴ تا ۱۶ درصد) باشند.

روتز و چن (۱۹۸۵) مطالعه‌ای را در مورد مدل خشک کردن یونجه برای شرایط مزرعه‌ای انجام دادند. نرخ خشک شدن یونجه بین محتوای ۸۰ و ۲۰ درصد (بر پایه‌تر) اندازه‌گیری شد. نویسندگان از همبستگی خطی برای تعیین فاکتورهای محیطی که بیشتر نرخ خشک شدن استفاده کردند و رگرسیون غیرخطی برای توسعه یک مدل عملی برای نرخ خشک شدن به عنوان تابعی از محیط استفاده کردند [۲].

فضلی و یزدی صمدی (۱۳۶۸) برای شناسایی رقم‌های یونجه و تعیین منابع ژنتیکی مسبب بروز صفات کیفی و زارعی، ۶۴ رقم یونجه داخلی و خارجی در قالب طرح آزمایشی مربع لاتیس جزئی را موردمطالعه قراردادند و صفات عملکردی (وزن تر)، درصد پروتئین، تاریخ ظهور ۵۰ درصد گل‌ها در چین دوم، وضع رشد پائیزه، ارتفاع ۵ بوته و درصد خاکستر به تفاوت در چین‌ها و سال‌های مختلف اندازه‌گیری کردند. بررسی‌ها نشان داد که ارقام یونجه موردبررسی از نظر صفات باهم تفاوت معنی‌داری دارند [۳].

پاتیل و همکاران (۱۹۹۳) یونجه تازه بریده‌شده (۶۵ تا ۸۰ درصد محتوای رطوبتی) و یونجه بریده و پژمرده شده را به‌صورت مکانیکی و شیمیایی تیمار داده و سپس در یک خشک‌کن لایه‌نازک خشک کردند. ساقه‌های خردشده بین سطوح نرم و صاف و یا بین دو غلتک

شیاردار طولی سه برابر سریع‌تر از ساقه‌های فشرده خشک شدند. از نظر سطوح رطوبتی، برگ‌ها دو برابر سریع‌تر از ساقه‌های خردشده و چهار برابر سریع‌تر از ساقه‌های خردشده خشک شدند [۴].

فاسینا و سخن رنج (۲۰۰۷) مدل‌سازی خنک کاری حجمی پلت های یونجه را موردمطالعه قراردادند. در مدل آن‌ها از معادلات جرم و حرارت توزیع‌شده برای توصیف دما و رطوبت پلت ها استفاده می‌شود. جفت سازی[1] فرآیندهای انتقال جرم و حرارت در سطح پلت‌ها با استفاده از شرایط تبخیر سطحی انجام شد. مدل برای اعتبارسنجی داده‌های آزمایشگاهی مزرعه‌ای از یک کولر دو دسته جریان متقابل استفاده کرد [۵].

در ادامه کارهای صورت گرفته، فرهنگ و همکاران (۲۰۱۰) یک آون مایکروویو آزمایشگاهی را برای خشک کردن یونجه با اعمال توان مایکروویو در پنج سطح (۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات) استفاده کردند. نرخ خشک شدن یونجه هیچگونه تناوب ثابتی نداشت، منتهی یک تناوب کاهشی را ارائه نمود . فیت کردن داده‌های تجربی با سه مدل لوئیس[2]، هندرسون- پابیس[3] و وانگ- سینگ[4] نشان دهنده این بود که منحنی‌های خشک شدن به‌وسیله مدل وانگ-سینگ، بهتر توصیف شدند [۶].

شبیه‌سازی سینماتیکی و مطالعه تجربی بر روی جریان هوای چرخشی برای خشک کردن یونجه توسط چه و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد. آن‌ها یک مدل آیرودینامیکی برای بخش‌های یونجه بر اساس نتایج تجربی چرخش یونجه در جریان هوا ایجاد کردند. در این مطالعه، تأثیر سرعت جریان هوای خشک، سرعت اولیه و زاویه جریان هوا بررسی گردید. همچنین از نرم‌افزار متلب برای بهینه‌سازی تک هدفه برای صحت گذاری تجربی استفاده شد. پارامترهای خشک کردن بهینه بر اساس شبیه‌سازی مطالعه خشک شدن یونجه و نتایج تجربی تعیین شدند [۷].

سیلس و همکاران (۲۰۱۵) مدل‌سازی همزمان محتوای رطوبتی و دما را برای سینتیک خشک کردن یونجه انجام دادند. مدل سینتیکی برای شبیه‌سازی تبادل بین یونجه و هوای محیط و تغییرات دمای داخل زیرلایه ها نسبت به زمان به‌صورت همزمان طراحی شد. مدل به ترتیب ۹۴/۴ درصد و ۷۰/۱ درصد برای نتایج تجربی رطوبت به‌دست‌آمده برای ساقه و برگ‌ها، با باند خطای ۱۵ درصد ایجاد نمود. علاوه بر این ، ۹۵٪ از نتایج تجربی مربوط به تغییر دما در داخل ساقه بازمان شبیه‌سازی گردیدند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مدل جنبشی ایجادشده می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید برای طراحی دستگاه خشک‌کن بر اساس شواهد علمی در نظر گرفته شود [۸].

با توجه به آمار بالای تلفات بسته‌بندی محصولات خشک‌شده علوفه‌ای به دلیل اختلاف‌زمان مورد نیاز برای خشک کردن بخش‌های مختلف آن، اعم از برگ (زمان کمتر) و ساقه (زمان بیشتر)، معمولاً باعث ایجاد مشکل در امر بسته‌بندی می‌شود. به این صورت که اگر محصول براساس خشک شدن برگ و سطح رطوبت بالای ساقه بسته‌بندی گردد، محتوای رطوبتی بالا سبب فساد محصول شده و کیفیت آن را کاهش خواهد داد. در نقطه مقابل اگر محصول برمبنای رطوبت ساقه بسته‌بندی شود، محتوای خشک برگ (با سطح رطوبت بسیار پایین به خاطر سطح بالای تعرق آن) باعث افزایش تلفات محصول به هنگام بسته‌بندی خواهد شد. لذا یک بررسی جامع در مورد می‌تواند بسیار مفید باشد. همچنین با مطالعه منابع به دست آمد که پروتئین موجود در یونجه حساسیت بسیار بالایی به گرمادهی دارد. نتایج تحقیقات نشان داد که حلالیت پروتئین تا ۱۵۰ درجه برای برگ‌ها و ۱۰۰ درجه برای ساقه کاهش پیدا نمی‌کند. خسارت بر پروتئین بعد از ۱۵۰ درجه سلسیوس برای ساقه و بعد از ۲۰۰ درجه سلسیوس برای برگ‌ها چشمگیر است.

مواد و روش‌ها

[1] Coupling
[2] Lewis
[3] Henderson - Pabis
[4] Wang - Singh

برای انجام آزمایشات مربوطه، نمونه‌های محصول به ۴ دسته، شامل دسته شاهد، دسته با ۳ ضربه، دسته با ۸ ضربه و دسته با ۱۳ ضربه تقسیم‌بندی شدند. هر دسته شامل ۶ نمونه ۵۰ گرمی بودند که برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مختلف محصول در روزهای مختلف مورداستفاده قرار گرفتند (شکل ۱).

شکل ۱- دسته‌بندی‌های مختلف برای محصول یونجه

به‌منظور به دست آوردن مقدار ماده خشک محصول (محصول بدون رطوبت) ۲ نمونه از محصول طبق استاندارد، در آون تحت دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۲۴ ساعت در آون خشک شدند (شکل ۲).

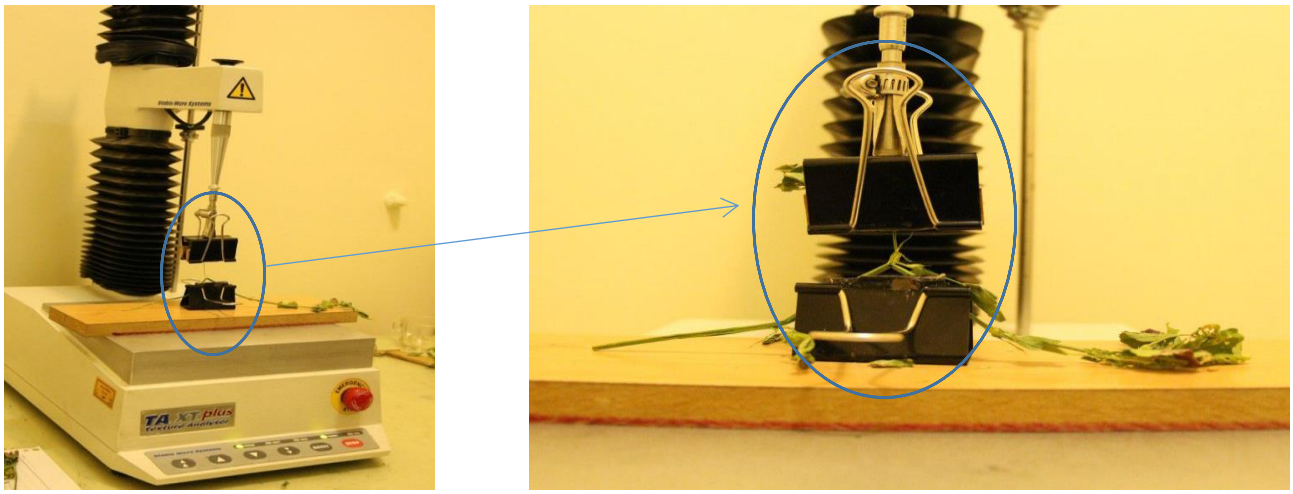
شکل ۲- قرار دادن محصول در داخل آون به منظور به دست آوردن مقدار ماده خشک

در ادامه محصول خشک‌شده وزن گردید و مقدار ماده خشک آن طبق رابطه ۱ حاصل شد:

$$D_p=W_w+P-(W_d+P)=W_w-W_d \quad (1)$$

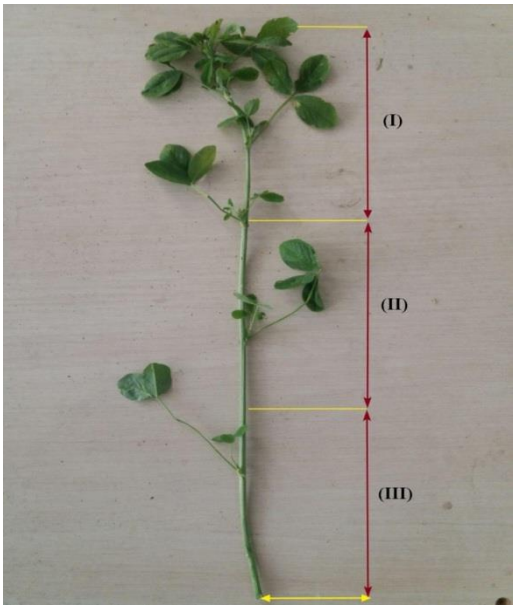
که در آن D_p وزن ماده خشک، W_w وزن نمونه تر قبل از قرار دادن در آون، P وزن صفحه و W_d وزن نمونه خشک بعد از قرار دادن در آون می‌باشد.

لازم به ذکر است که تمامی نمونه‌ها به‌صورت روزانه با استفاده از ترازوی با دقت ۰۰۱/ گرم، وزن شده (شکل ۳) و سپس با به دست آمدن مقدار رطوبت محصول برای استخراج نیروی جدایش برگ از ساقه توسط دستگاه بافت سنج[5] مورد بررسی قرار می‌گرفتند (شکل ۴). سطوح آزمایش در دستگاه بافت سنج شامل ۳ سطح سرعت، سه منطقه برای اندازه‌گیری نیروی مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه و سه تکرار بود. لازم به ذکر است که با توجه به استاندارد از سه سطح بارگذاری با سرعت ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه برای سطوح سرعت استفاده شد.



شکل ۳- دستگاه بافت سنج TA XT plus

همچنین برای بررسی ارتفاع محصول بر نیروی جدایش برگ از ساقه، سه ارتفاع مختلف محصول شامل بخش بالایی (I)، بخش میانی (II) و بخش پایینی (III) موردمطالعه قرار گرفت. هرکدام از آزمایش‌ها سه بار تکرار شد و درنهایت میانگین سه تکرار به عنوان مقدار موردنظر برای پارامتر موردنظر گزارش گردید.



شکل ۴- بخش‌بندی گیاه جهت انجام آزمودن‌های مختلف نیروی جدایش برگ از ساقه

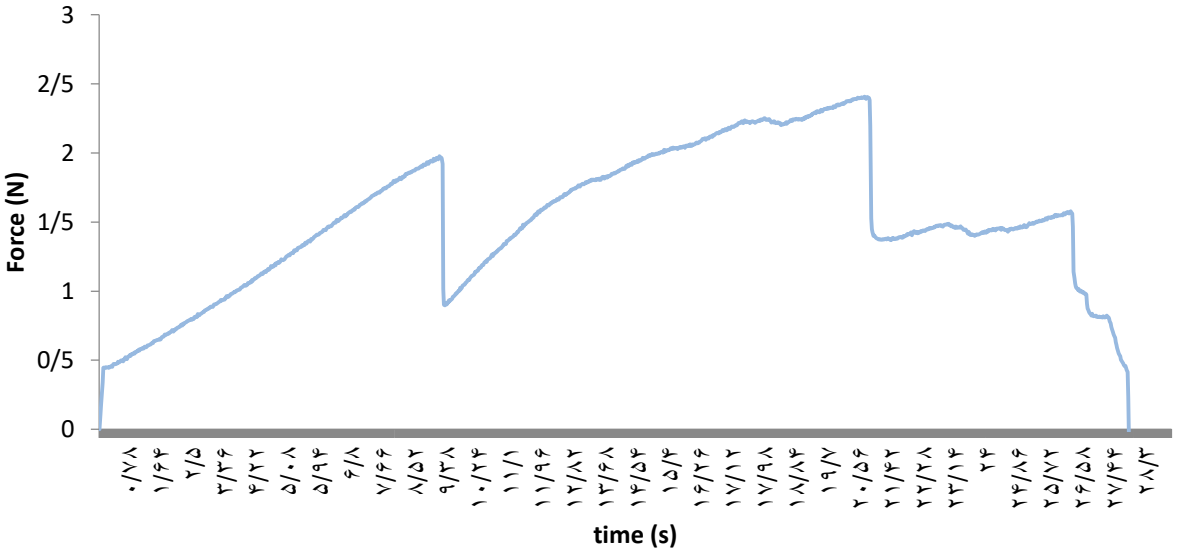
[5] Texture Analyzer

تحلیل نتایج

در این بخش برای مشاهده تأثیر سرعت‌های بارگذاری مختلف و همچنین تأثیر سطوح ضربه (شامل ۳ضربه، ۸ ضربه و ۱۳ ضربه) نمودارهای نیرو- زمان ارائه شده است. با مقایسه این نمودارها می‌توان دریافت که بافت گیاه در مقابل سرعت‌های بارگذاری مختلف و همچنین نمونه‌های با ضربات مختلف چه پاسخی را از خود نشان می‌دهد.

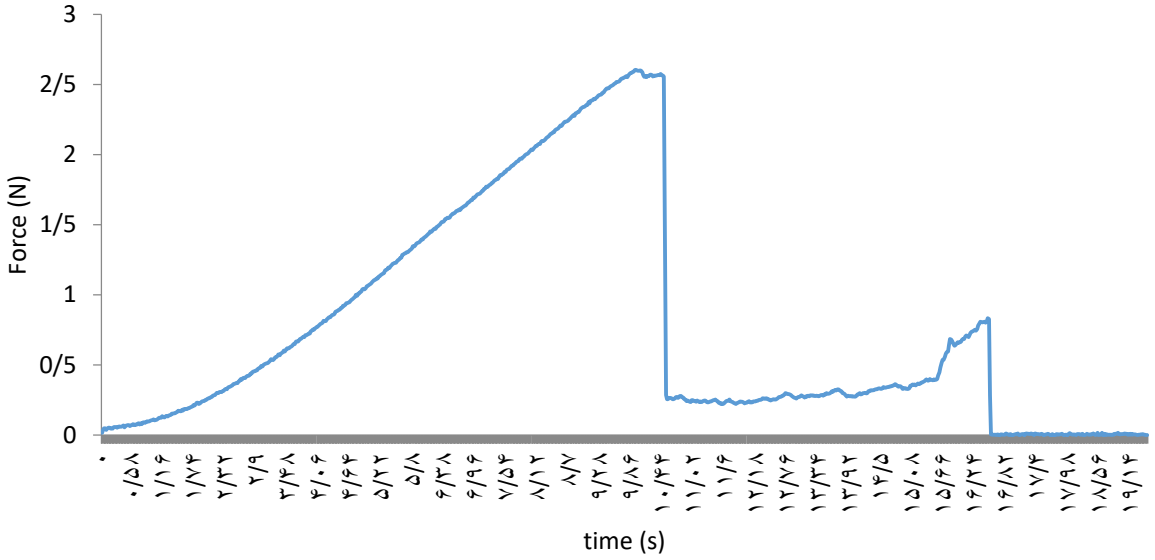
نمودار نیرو- زمان برای نمونه‌های اولیه

برای مشاهده تأثیر سرعت بارگذاری پروپ کششی بر روی نیروی مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه، همان‌طوری که قبلاً بیان شد در سه سطح ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر بر ثانیه نتایج استخراج گردید. در سرعت بارگذاری ۵ متر بر ثانیه به‌واسطه نرخ پایین بارگذاری نمودار حالت چند قله‌ای را نشان می‌دهد که احتمالاً به‌واسطه وجود لایه‌های مختلف محل جدایش و تأثیر مواد بافت بر نیروی مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه نتیجه شده است.



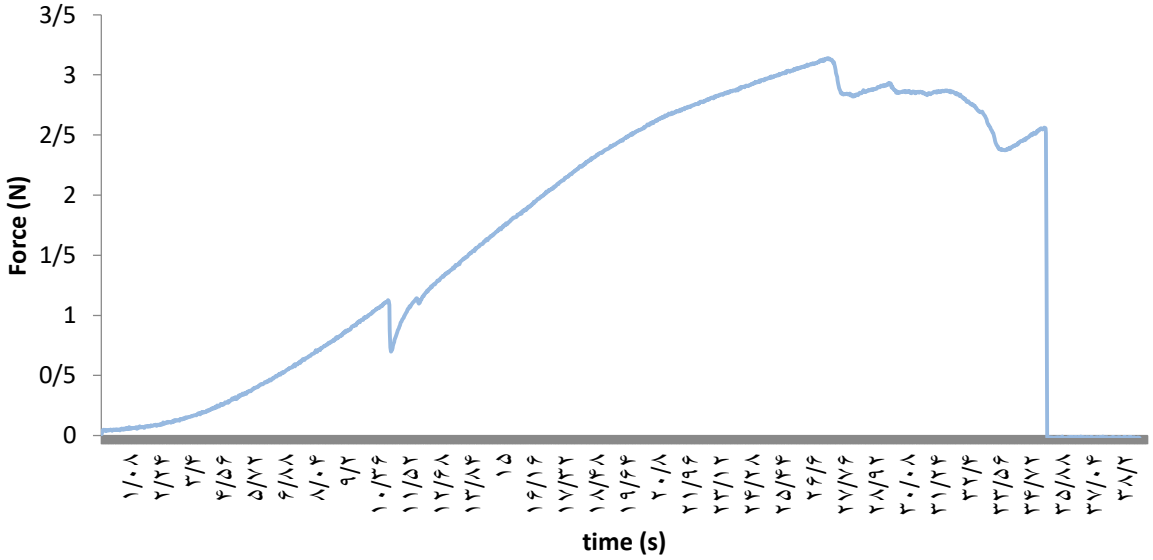
شکل ۵- نمودار نیرو-زمان برای سرعت بارگذاری ۵ میلی‌متر بر ثانیه

در ادامه نمودار نیرو- زمان برای سرعت بارگذاری ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه استخراج‌شده است، همان‌طوری که از شکل ۶ قابل‌مشاهده است، مقدار بیشینه نیرو با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ میلی‌متر ثانیه (۲/۴ نیوتن) به ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه (۲/۶) مقداری افزایش‌یافته است (۸/۳ درصد). همچنین با افزایش سرعت بارگذاری از تعداد قله‌های بیشینه سرعت (ماکزیمم نسبی) کاسته شده است.



شکل ۶- نمودار نیرو-زمان برای سرعت بارگذاری ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه

در ادامه نمودار نیرو-زمان برای سرعت بارگذاری پروب کششی ۲۰ میلی‌متر بر ثانیه در شکل ۷ ارائه‌شده است. آن‌گونه که قابل‌مشاهده است روند تغییرات نیرو به ازای زمان آزمایش در این سطح از آزمایش یکنواخت‌تر است که به‌واسطه رفتار بافتی گیاه در برابر سرعت اعمال شده ایجادشده است. یک روند کاهشی جزئی در حدود یک چهارم زمانی کل آزمایش ایجادشده است که احتمالا به خاطر وجود نقص بافتی در نمونه مورد آزمایش ایجادشده است. نکته حائز اهمیت در این سطح از بارگذاری افزایش نیروی مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه در سرعت بارگذاری ۲۰ میلی متر بر ثانیه است (۳/۰۶ نیوتن) که به ترتیب ۲۷/۵ و ۱۷/۷ درصد بالاتر از نیروی جدایش برق از ساقه برای سرعت بارگذاری ۵ میلی متر بر ثانیه و ۱۰ میلی متر بر ثانیه است.



شکل ۷- نمودار نیرو-زمان برای سرعت بارگذاری ۲۰ میلی متر بر ثانیه

تاثیر رطوبت محصول بر روی نیروی جدایش برگ از ساقه

یکی از عوامل مهم بر روی نیروی جدایش برگ از ساقه در گیاهان و محصولات محتوای رطوبتی بافت در زمان آزمایش است که از نظر تاثیر بر روی مقدار نیرو به ازای زمان بایستی بررسی گردد. از این رو سه نمونه از محصول با رطوبت های نسبی مختلف با همدیگر مقایسه شده و نتایج حاصله گزارش گردید (جدول ۱). سرعت بارگذاری در این بخش برای نمونه ها بصورت ثابت و مقدار ۲۰ میلی متر بر ثانیه در نظر گرفته شد. از نظر مقداری هم به واسطه اهمیت نیروی ماکزیمم برای جدایش برگ از ساقه، مقدار این پارامتر گزارش گردید.

جدول ۱- مقدار ماکزیمم نیرو برای نرخ های بارگذاری مختلف و رطوبت های نسبی مختلف

نرخ بارگذاری (میلی متر بر ثانیه)	رطوبت نسبی محصول (٪)	مقدار ماکزیمم نیرو (N)
۲۰	۴۲/۷	۲/۹۹
	۲۹/۶	۲/۸۶
	۱۸/۵	۲/۴۰
۱۰	۴۲/۷	۲/۴۶
	۲۹/۶	۲/۴۰
	۱۸/۵	۲/۰۱
۵	۴۲/۷	۲/۲
	۲۹/۶	۲/۰۵
	۱۸/۵	۱/۶

نتیجه گیری

در این مطالعه در ادامه ارزیابی نرخ خشک شدن یونجه به منظور حصول یکنواختی رطوبت در محصول نهایی، نیروی جداشدن برگ از ساقه در سطوح رطوبت مختلف و همچنین تاثیر سرعت بارگذاری مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های بافت سنج در سرعت‌های بارگذاری مختلف نشان دهنده آن بود که با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ میلی متر بر ثانیه به ۱۰ میلی متر بر ثانیه و در ادامه به ۲۰ میلی متر بر ثانیه، نمونه‌های محصول یونجه تحت شیب یکنواخت تری بریده می-شود و از قله های نیرویی ایجادشده کاسته می‌شود که این امر به دلیل بافت خاص گیاه یونجه و اعمال رفتار متفاوت در برابر سرعت‌های بارگذاری مختلف اتفاق می‌افتد.

در مورد ماکزیمم نیروی مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه، با افزایش نرخ بارگذاری مقدار ماکزیمم نیروی مورد نیاز، افزایش و با کاهش مقدار رطوبت محصول به خاطر ترد و شکننده شدن محصول، مقدار ماکزیمم نیرو مورد نیاز برای جدایش برگ از ساقه کاهش می‌یابد.

مراجع

۱. زراعت نباتات علوفه‌ای، محمد علی رستگار، ۱۳۸۴، انتشارات برهمند.

2. Rotz, A.C., Chen, Y. 1985. Alfalfa drying model for the field environment, Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 28(2), 1686-1691

۳. فضلی. ح.، یزدی ص.ب. ۱۳۶۸. مقایسه ۶۴ رقم یونجه ایرانی و خارجی از نظر خصوصیات زراعی و کیفی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۳، شماره ۱. ۱۵-۲۳.

4. Patil, R.T., Sokhansanj, S., Khoshtaghaza, M.H. 1993. Compression characteristics of alfalfa cubes, American Society of Agricultural Engineers, 1, 76-82.
5. Fasina, O., Spkhanrang, S. 2007. Modelling the Bulk Cooling of Alfalfa Pellets, Drying Technology: An International Journal, 13, 1881-1904.
6. Farhang, A., Hosinpour, A., Darvishi, H. 2010. Accelerated drying of alfalfa (Medicago sativa L.) by microwave dryer, Global Veterinaria 5 (3), 158-163.
7. Che, C., Wen, H.J., Wan, L., Qing, Y.R., Wang, X. 2015. Kinematic Simulation and Experiment Rotating Air Flow for Drying Alfalfa, Drying Technology: An International Journal, 1, 1-8.
8. Siles, J.A., Gonzalez-Tello, P., Martin, M.A., Martin, A. 2015. Kinetics of alfalfa drying: Simultaneous modeling of moisture content and temperature, Biosystems Engineering, 129, 185-196.

Examining of the leaf disembogue in conditioned alfalfa

Maryam Dana[1], Parviz Ahmadi Moghaddam[2*], Adel Rezvanivand Fanaei[3]

1. Department of Biosystems Engineering, Urmia University
2. Department of Biosystems Engineering, Urmia University
3. Department of Biosystems Engineering, Urmia University

Abstract

In this study, in order to investigate the required force of alfalfa stem under different loading and moisture rates, experiments consisted of 4 control, 3-impacts, 8-impacts, and 13-impacts with 6 samples of 50 grams groups were conducted . In order to record the weight data, all samples were weighed daily and then evaluated by obtaining tissue moisture content to extract leaf separation force from the stem by a texture analyzer. Three loading rates of 5, 10, and 20 mm/min were used to elongate in the texture analyzer probe. The results showed that by decreasing the moisture content of the crop, the amount of leaf separation force from the stem decreased. Also, by reducing the loading rate, the force required to separate the leaf from the stem is decreased, and the amount of required force to separate the leaf from the stem reduced with decreasing the crop moisture.

Key words: Qualitative characteristics; Texture analyzer; Alfalfa; Moisture content

*Corresponding author
E-mail: P.ahmadi@urmia.ac.ir