

تعیین برخی خواص رئولوژیکی برگ و سرشاخه های نیشکر (۵۴۵)

مائه فقیری^۱، سیدجلیل رضوی^۲، امین اله معصومی

چکیده

بقایای پس از برداشت نیشکر شامل سرشاخه ها، برگ های سبز و خشک و خرده نی ها، در کشورهای تولیدکننده نیشکر، به عنوان یکی از منابع مهم علوفه نشخوارکنندگان، مورد استفاده قرار می گیرد. به علت عدم وجود ماشین مناسب، و بالا بودن هزینه جمع آوری از مزرعه به صورت دستی، معمولاً پس از چندین هفته که این بقایا به قدر کافی خشک شدند، آن ها را آتش می زنند که محیط زیست را آلوده می سازد. به منظور طراحی مکانیزم بسته کن تعیین برخی خواص رئولوژیکی برگ و سرشاخه های نیشکر لازم می شد، که در تحقیق حاضر انجام شد. آزمایش فشردگی به صورت محصور در سه سطح کرنش محوری (۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد طول اولیه) برای این مواد و با سه تکرار، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. نتایج حاصل از آزمون فشار نشان داد که بیشترین تنش، ضریب الاستیسیته بیشینه، بیشترین انرژی مصرفی و زمان آسایش تنش در سطح کرنش طولی ۶۵ درصد طول اولیه بسته حاصل شد. تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر سطح فشرده سازی روی انرژی مصرفی، معنی دار بود ($P < 0.05$). همچنین از برازش مدل های مختلف برای تعیین رابطه ضریب الاستیسیته استفاده شد. مدل سینتیکی منسب ترین مدل تشخیص داده شد.

کلیدواژه: نیشکر، مدول الاستیسیته، تنش، کرنش

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیک: maedeh_faghiri@yahoo.com

۲- استادیاران مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

پس از داشت نیشکر، برگها و سر نیها به صورت پوششی متراکم تمام سطح مزرعه را می پوشاند که مانع آبیاری می گردد و در این حالت در مزارع مانع از انجام عملیات تهیه و آماده کردن و بازرویی زمین می شود [۱]. وجود بقایای نیشکر در خاک مقدار زیادی از کربن را به خاک بر می گرداند، در حالیکه سوزاندن بقایا باعث از دست رفتن آن ها می شود [۷]. از برگها و سر شاخه های نیشکر، علوفه مناسبی به عنوان خوراک دام به صورت ازه یا به شکل سیلو در اختیار دام قرار می گیرد [۳، ۴]. برگها و سر شاخه های نیشکر با وجود فراوانی، به مصرف عموم نمی رسد. یکی از فاکتورهای محدود کننده استفاده از آن ها، هزینه جمع آوری از مزرعه به صورت دستی بعد از برداشت نیشکر است [۳]. به علت عدم وجود ماشین مناسب جمع آوری، معمولا پس از چندین هفته که این بقایا به قدر کافی خشک شدند، آن ها را آتش می زنند [۶]. بنابراین نیاز به اندازه گیری برخی از خواص رئولوژیکی برای طراحی و ساخت دستگاهی جهت بسته کردن بقایا ضروری می باشد.

هدف از انجام این تحقیق، تعیین پارامترهای ذیل بر روی برگ و آخه های نیشکر، برای طراحی واحدهای دستگاه بسته بند می باشد که عبارتند از:

- ضریب الاستیسیته و برآزش ادها بر مدل های ریاضی موجود.
- انرژی مورد نیاز برای فشردن سازی برگ و سر شاخه های نیشکر.
- زمان آسایش تنش پس از فشرده سازی.
- نسبت پواسون.

مواد و روش ها

۱- تهیه نمونه های آزمایشی

تحقیق حاضر، بر روی برگ و سر شاخه های نیشکر مربوط به یک واریته به نام CP57 در راتون سوم برداشت و در سه سطح رطوبتی انجام شد. نمونه های مورد نیاز از یکی از واحدهای کشت و صنعت نیشکر در خوزستان تهیه شد و با قراردادن آن ها در کیسه های پلاستیکی در بسته به اصفهان منتقل و در یخچال با درجه حرارت ۳ درجه سانتی گراد نگه رای شد. اندازه گیری رطوبت اولیه نمونه ها طبق استاندارد ASAE S358/2FEB03 انجمن مهندسی کشاورزی آمریکا انجام گرفت. محتوای رطوبتی نمونه های اولیه ۴۰-۳۲ درصد بود. همچنین آزمایشات در سطح رطوبتی ۱۶-۸ درصد بر مبنای تر، انجام شد.

۲- آزمون فشرده سازی

برای تعیین رابطه تنش و کرنش در نمونه ها از منحنی نیرو- جابه جایی از یک دستگاه آزمون جامع کشش- فشار با ظرفیت ۵ تن نیرو و حداکثر سرعت ۲۰۰ میلی متر در دقیقه استفاده شد (شکل ۱).

جهت شبیه سازی کانال فشردن سازی، از کانالی از جنس ورق آهنی، به ابعاد ۸۵×۴۵×۳۵ سانتی متر که در دو انتها باز بود استفاده شد [۲]. همچنین از دو ورق ضخیم آهنی که یکی به انتهای کانال جوش داده شده بود و دیگری توسط یک فلنج که بر روی آن تعبیه شده بود به فک فشار دستگاه تست متصل شد. این محفظه دارای دریچه ای در طول آن بود که ورود و خروج نمونه ها از آن صورت می گرفت (شکل ۲). همچنین به دلیل عبور بخشی از دستگاه آزمون از میان محفظه، شیارهای در دو طرف محفظه در نظر گرفته شده بود. به دلیل محدودیت سرعت دستگاه آزمون، از حداکثر سرعت دستگاه که برابر ۲۰۰ میلی تر در دقیقه بود در این آزمون استفاده شد.

برای راحتی کار و داشتن وزن نمونه ها قبل از وارد کردن آن ها در محفظه، نمونه ها با رطوبت ۱۶-۸ درصد را به صورت شل توسط بیلر به بسته هایی تبدیل کرده (شکل ۳) و سپس بسته ها پس از توزین در داخل محفظه فشار قرار داده شدند و درب محفظه توسط پیچ و مهره کاملا بسته شد. سپس محفظه فشار به همراه بسته در داخل دستگاه تست قرار داده شد. برای بررسی تاثیر میزان فشردن سازی در سطوح مختلف کرنش، ۳ سطح کرنش طولی (۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد) و در سه تکرار انجام شد. با تنظیم سرعت دستگاه (۲۰۰ میلی تر در دقیقه) آزمون فشار آغاز شد و بلافاصله پس از رسیدن به کورس مورد نظر دستگاه متوقف گردید.

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف فشردن ازی بر تنش در انتهای مرحله تراکم، تجزیه واریانس در سه سطح کرنش طولی و هرکدام در سه تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. به منظور محاسبه ضریب الاستیسیته نمونه ها، پس از ترسیم

منحنی تنش- کرنش، برای هر سطح فشرده سازی مدل ریاضی توسط نرم افزار Excel به دست آمد و سپس ضریب الاستیسیته که همان مشتق درجه اول مدل برازش شده بود محاسبه شد. همچنین برازش مدل های مختلف فایبرود، سیتکی و اسبوف انجام شد و مناسب ترین مدل انتخاب شد. همچنین با محاسبه سطح زیر منحنی نیرو- جابه جایی انرژی لازم برای فشرده سازی در هر سطح فشرده سازی و در سه تکرار به دست آمد.

۲- آزمون کاهش تنش

با رسیدن پیستون فشرده ساز به سطح کرنش مورد نظر دستگاه تست متوقف شد و توسط یک کرنومتر^۱ در فواصل زمانی ۲۰ ثانیه ای، نیروی حاصله از روی صفحه نمایش^۲ دستگاه قرائت و یادداشت شد. در ابتدای آزمون، کاهش تنش بسیار زیاد بود ولی پس از چند دقیقه تغییرات کاهش یافت و تقریباً ثابت شد. این آزمون با ۳ تکرار انجام شد و داده ها در هر سطح فشرده سازی به محیط نرم افزار اکسل وارد شد تا با استفاده از گزینه Solver برای هر آزمون، سه زمان کاهش تنش به دست آمد.



شکل ۱- دستگاه آزمون جامع کشش- فشار

1- Chronometer

2- Monitor



شکل ۲- محفظه فشرده سازی شبیه سازی شده به همراه ضوابط [۱۲]



شکل ۳- نمونه ها با رطوبت ۱۶-۸ درصد که به صورت شل توسط بیلر به بسته های تبدیل شده.

۳- تعیین نسبت پواسون

برای اندازه گیری نسبت پواسون از دو بسته استوانه ای شامل مجموعه ی برگ و سرشاخه نیشکر به قطر و ارتفاع به ترتیب ۲۵/۵ و ۱۰ سانتی متر و چگالی ۵۸/۷ کیلوگرم بر مترمکعب استفاده شد. برای بارگذاری از دستگاه آزمون جامع کشش- فشار با ظرفیت ۵

تن نیرو و حداکثر سرعت ۲۰۰ میلی متر ر دقیقه استفاده شد (شکل ۱). برای به دست آوردن منحنی نیرو-جابجایی، در آزمایش فشاری غیرمحصور، یکی از نمونه‌ها در دستگاه آزمون جامع کشش- فشار قرار داده شد و آزمایش فشار تک محوری بر روی آن انجام داده شد و در آزمایش فشاری محصور، نمونه دوم در یک قالب استوانه ای به قطر و ارتفاع به ترتیب ۲۵/۵ و ۱۰ سانتی متر قرار داده شد و سپس آزمایش فشاری انجام داده شد. از روی منحنی نیرو-جابجایی و با داشتن شیب دو منحنی در یک مقدار نیرو و با استفاده از معادله زیر نسبت پواسون به دست آمد [۵].

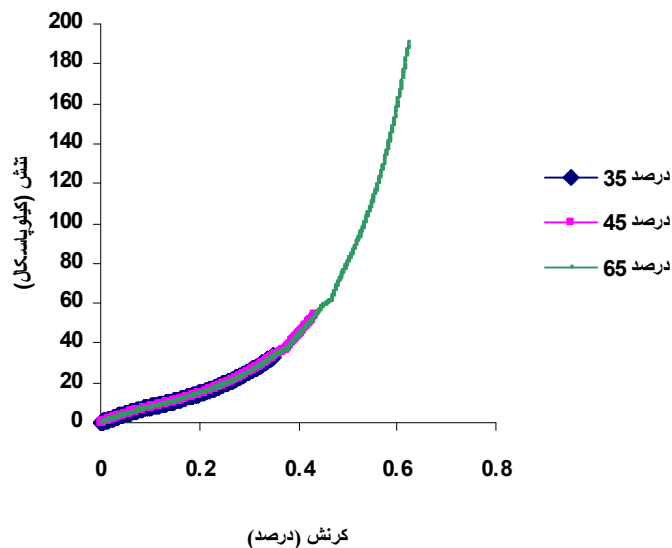
$$(1) R = \frac{S_u}{S_r} = \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

در کلیه آزمایشات، تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار SAS و MSTATC صورت گرفت.

نتایج و بحث

۱- آزمون فشردسازی

میانگین رطوبت و وزن نمونه‌ها برای بسته‌های شل مورد آزمایش به ترتیب ۱۶-۸ درصد بر مبنای تر و ۴/۶ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شکل ۴ مقادیر تنش بسته‌ها در سطوح کرنش طولی ۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد طول اولیه بسته را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از آزمون فشار نشان داد که با افزایش مقدار فشردسازی (کرنش)، فشار (تنش) ایجاد شده افزایش می‌یابد. با توجه به این منحنی و چهار حالت برای معادله نیرو-جابجایی، حالت $b < 0$ و $c > 0$ برای ضرایب b و c به دست آمد. تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر سطح کرنش روی تنش محوری معنی‌دار بود (جدول ۱).



شکل ۴- تنش در سطح کرنش طولی ۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد بسته، در رطوبت ۱۶-۸ درصد در آزمایش فشردسازی

بیشترین تنش در سطح کرنش طولی ۶۵٪ طول اولیه بسته حاصل شد. با توجه به آزمون مقایسه میانگین LSD، در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی‌داری بین سطح فشردگی ۶۵ درصد و دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) وجود دارد ولی بین دو سطح ۳۵ و ۴۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تنش، در انتهای مرحله تراکم در سه سطح فشردگی در رطوبت ۱۶-۸٪

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	مقدار F
بلوک	۲	۵۲۵	۲۶۲/۵	۱/۲ ^{ns}
سطح فشردگی	۲	۶۴۰۰۰	۳۲۰۰۰	۱۴۶/۲۸*
خطا	۴	۸۷۵	۲۱۸/۷۵	
کل	۸	۶۵۴۰۰		

* نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایش در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

ns: فاقد اثر معنی دار ($p > 0.05$).

جدول ۲- میانگین تنش نهایی در سه سطح فشردگی

تنش نهایی (kPa)	سطح فشردگی (درصد)
۳۴/۶۳ ^c	۳۵
۴۹/۳۰ ^b	۴۵
۲۲۰ ^a	۶۵

- ضریب الاستیسیته بیشینه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر سطح کرنش روی ضریب الاستیسیته بیشینه، معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین ضریب الاستیسیته بیشینه در سطح کرنش طولی ۶۵ درصد طول اولیه حاصل شد. با توجه به آزمون مقایسه میانگین LSD، در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی داری بین سطح فشردگی ۶۵ درصد (با میانگین ضریب الاستیسیته بیشینه ۱۱۳۵/۸ kPa) و دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد با میانگین ضریب الاستیسیته بیشینه به ترتیب ۱۵۴/۳۱ و ۳۲۰/۶۶ kPa) وجود دارد ولی بین دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) اختلاف معنی داری وجود ندارد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس ضریب الاستیسیته بیشینه در سه سطح فشردگی در رطوبت ۱۶-۸٪

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	مقدار F
بلوک	۲	۳۲۶۰۲/۴۳۴	۱۶۳۰۱/۲۲	۱/۲۵ ^{ns}
سطح فشردگی	۲	۱۶۵۵۴۴۸/۱۶	۸۲۷۷۲۴/۰۸	۱۰۶/۶۸*
خطا	۴	۳۱۰۳۵/۷۶	۷۷۵۸/۹۴	
کل	۸	۱۷۱۹۰۸۶/۳۵		

* نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایش در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

ns: فاقد اثر معنی دار ($p > 0.05$).

- انرژی مصرفی برای فشردسازی

تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر سطح فشردسازی روی انرژی مصرفی، بسیار معنی دار بود (جدول ۴). افزایش سطح فشردسازی باعث افزایش انرژی مصرفی شد. بیشترین انرژی مصرفی مربوط به سطح کرنش ۶۵ درصد بود.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس انرژی مصرفی در سه سطح فشردگی در رطوبت ۱۶-۸٪

مقدار F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی	منبع تغییرات
۱/۲۸ ^{ns}	۲۴۲۶۵/۶۹	۴۸۵۳۱/۳۷	۲	بلوک
۲۶۵/۸۹*	۴۸۷۰۵۸۳/۱۳	۹۷۴۱۱۳۹/۲۷	۲	سطح فشردگی
	۱۸۹۵۹/۷۷	۷۵۸۳۹/۰۹	۴	خطا
		۹۸۶۵۵۰۹/۷۳	۸	کل

* نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایش در سطح احتمال ۵٪ می باشد.
ns: فاقد اثر معنی دار (p>۰/۰۵).

با توجه به آزمون مقایسه میانگین LSD، در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی آری بین سطح فشردگی ۶۵٪ (با میانگین انرژی ۲۸۶۳/۴۴ Nm) و دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد با میانگین انرژی به ترتیب ۴۸۶/۲۸ و ۸۷۹/۶۲ Nm) وجود دارد ولی بین دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) اختلاف معنی داری وجود ندارد.

- برازش مدل
الف) مدل فابروود

به منظور ارزیابی مدل برازش شده بر اطلاعات جمع آوری شده، مقادیر تنش پیش بینی شده توسط مدل فابروود (ابطه ۲) در مقابل مقادیر اندازه گیری شده در آزمایش رسم شدند و ضریب تبیین آن ها در جدول ۵ گزارش گردید.

$$p = (a\gamma_0/b)[\exp(b(r-1)-1)]$$

ب) مدل سیتیکی

مدل سیتیکی برای سطح فشردسازی برازش شد و مطابق این مدل (ابطه ۳) ثابت C محاسبه گردید. برای ارزیابی مدل برازش شده بر اطلاعات جمع آوری شده، مقادیر ضریب الاستیسیته پیش بینی شده توسط مدل در مقابل مقادیر اندازه گیری شده در آزمایش رسم شد و ضریب تبیین آن ها در جدول ۶ گزارش گردید.

$$E = E_0 + c\gamma(\gamma - \gamma_0)$$

جدول ۵- ضرایب ثابت مدل فابروود و ضریب تبیین R² برای برگ و سرشاخه های نیشکر در سطح کرنش طولی

محصول	سطح کرنش طولی (%)	a	b	R ²
برگ و سرشاخه نیشکر	۶۵	۰/۹۱	۱/۳۵	۰/۹۷
	۴۵	۰/۸۸	۲/۳۶	۰/۹۴
	۳۵	۰/۹۲	۳/۲۷	۰/۹۲

ج) مدل اسبف

مدل اسبف برای سطح فشردسازی برازش شد و مطابق این مدل (ابطه ۴) ثابت n محاسبه گردید. برای ارزیابی مدل برازش شده بر اطلاعات جمع آوری شده، مقادیر ضریب الاستیسیته پیش بینی شده توسط مدل در مقابل مقادیر اندازه گیری شده در آزمایش رسم شد و ضریب تبیین آن ها در جدول ۶ گزارش گردید.

$$E = E_0 \exp[(\gamma - \gamma_0)/n] \quad (4)$$

جدول ۶- ضرایب ثابت مدل سیتکی (c) و اسبف (n) و ضرایب تبیین برای برگ و سرشاخه نیشکر در سه سطح کرنش طولی

سطح کرنش طولی (%)	C	R ²	n	R ²
۶۵	۰/۰۲۶	۰/۹۴	۷۸/۴۵	۰/۹۳
۴۵	۰/۰۰۳	۰/۸۲	۷۵۷/۵۷	۰/۷۳
۳۵	-۰/۰۱۶	۰/۹۶	۳/۷۵×۱۰ ^۹	۰/۹۸

مدل سیتکی به دلیل بالاتر بودن ضرایب تبیین آن نسبت به مدل اسبف در سطوح مختلف آزمون، به عنوان مدل برتر انتخاب شد. - آزمون کاهش تنش

از گزینه Solver در منوی tools نرم افزار اکسل برای محاسبه زمان های کاهش تنش استفاده شد. برای هر تکرار در هر سطح فشردگی، به طور جداگانه زمان های کاهش تنش محاسبه شد. با توجه به زمان های به دست آمده منحنی نهایی برای کاهش تنش برای کرنش ۳۵ درصد به صورت زیر به دست آمد:

$$\sigma = 23500e^{-t/5091} + 2250e^{-t/83} + 9260e^{-t/11}$$

بر طبق تجزیه واریانس انجام شده (جدول ۷)، اثر سطح فشردگی بر اولین زمان کاهش تنش در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. با توجه به آزمون مقایسه میانگین ها، در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی داری بین هر سه سطح فشردگی (۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد) با میانگین اولین زمان کاهش تنش به ترتیب (۴۵۷۹، ۵۴۸۳ و ۶۶۹۳ ثانیه) وجود دارد.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس اولین زمان کاهش تنش، در سه سطح فشردگی و سه تکرار در رطوبت ۱۶-۸٪

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	مقدار F
بلوک	۲	۱۲۸۸۵۹/۶	۶۴۴۲۹/۸	۰/۸۵ ^{ns}
سطح فشردگی	۲	۶۷۵۰۱۰۸/۲	۳۳۷۵۰۵۴/۱	۴۴/۷۴*
خطا	۴	۳۰۱۷۴۷/۱	۷۵۴۳۶/۸	
کل	۸	۷۱۸۰۷۱۴/۹		

* نشانگر معنی دار بودن اثر عامل آزمایش در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

ns: فاقد اثر معنی دار (p > ۰/۰۵).

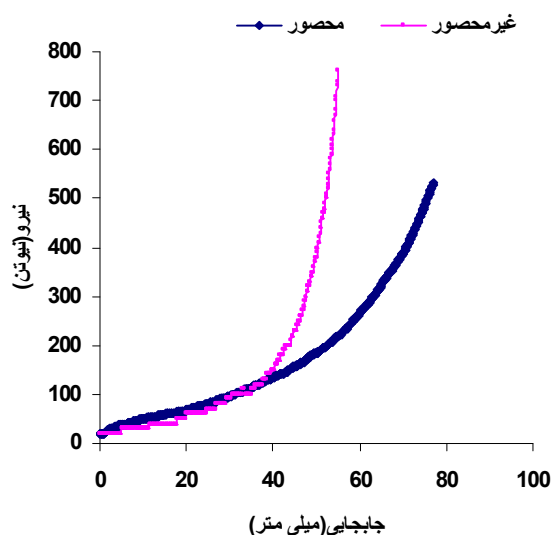
در این جا (کلا در بسته بندهای علوفه)، برای این که انجام عملیات صرفه اقتصادی داشته باشد از کمترین زمان آسایش تنش (سومین زمان کاهش تنش) فاده شد و همچنین تجزیه واریانس برای سومین زمان کاهش تنش در سه سطح فشردگی و سه تکرار در رطوبت ۱۶-۸ درصد انجام شد که نتایج معنی داری را نشان داد.

- تعیین نسبت پواسون

با انجام آزمایش های فشاری محصور و غیر محصور برای برگ و سرشاخه نیشکر، منحنی نیرو- تغییر شکل به دست آمده در شکل ۵ نشان داده شده است. سپس شیب منحنی نیرو- تغییر شکل در هر دو آزمایش در نقطه ای برابر با نیروی ۳۰۰ نیوتن تعیین شد و از رابطه ۱ نسبت پواسون برابر با ۰/۴۱ به دست آمد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

- با توجه به آزمایشات انجام شده در این تحقیق و نتایج به دست آمده پیشنهاد می شود که:
- ۱- نتایج حاصل از آزمون فشار نشان داد که با افزایش مقدار فشردگی (کرنش)، فشار (تنش) ایجاد شده افزایش می یابد. تاثیر سطح کرنش روی تنش محوری معنی دار بوده است.
 - ۲- بیشترین تنش در سطح کرنش طولی ۶۵ درصد طول اولیه بسته حاصل شد. در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی داری بین سطح فشردگی ۶۵ درصد و دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) وجود دارد ولی بین دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) اختلاف معنی آری وجود ندارد.



شکل ۵- منحنی نیرو- تغییر شکل مجموعه برگ و سرشاخه نیشکر در آزمایش فشاری غیر محصور و محصور

- ۳- تاثیر سطح کرنش روی ضریب الاستیسیته بیشینه، معنی دار بود. بیشترین ضریب الاستیسیته بیشینه در سطح کرنش طولی ۶۵ درصد طول اولیه حاصل شد. در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی داری بین سطح فشردگی ۶۵ درصد و دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) وجود دارد ولی بین دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) اختلاف معنی داری وجود ندارد.
- ۴- تاثیر سطح فشردگی سازی روی انرژی مصرفی، معنی دار بود. افزایش سطح فشرده سازی باعث افزایش انرژی مصرفی شد. بیشترین انرژی مصرفی مربوط به سطح کرنش ۶۵ درصد بود. در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی داری بین سطح فشردگی ۶۵ درصد و دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) وجود دارد ولی بین دو سطح دیگر (۳۵ و ۴۵ درصد) اختلاف معنی داری وجود ندارد.
- ۵- مدل سیتکی به دلیل بالاتر بودن ضرایب تبیین آن نسبت به مدل اسبف در سطوح مختلف آزمون، به عنوان مدل برتر انتخاب شد.
- ۶- اثر سطح فشردگی بر اولین زمان کاهش تنش در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی داری بین هر سه سطح فشردگی (۳۵، ۴۵، ۶۵ درصد) وجود دارد.

فهرست منابع

- ۱- اداره کل آمار و اطلاعات، وزارت کشاورزی. ۱۳۷۸. چهار محصول زراعی /صنعتی(چغندر قند-پنبه-آفتابگردان-نیشکر). وزارت کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و بودجه، اداره کل آمار و اطلاعات.
- ۲- شهریان، ع.، ۱۳۸۴. تعیین برخی از خواص رئولوژیکی بونجه و کاه و طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه فشرده ساز مضاعف بسته های علوفه، پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
- 3- Cailli, E. L. 1988. Case study-Brazil sugarcane as feed. FAO, Animal production and health papers, 72:319.
- 4- Hassoun, P., C. Fulcheri. And S. Nabeneza. 2002. Feeding dairy heifers untreated or urea-treated fibrous sugarcane residues: effect on dry matter intake, growth, and metabolic parameters. animal feed science and technology, 100: 31-41.
- 5- Hughes, H and L.J. Segerlind. 1972. A rapid mechanical method for determining Poisson's ratio in biological materials. ASAE. 72-310, St. Joseph, MI 49085, J.; R.W. Mungomery and C.G. Hughes. 1965. Manual of Cane-Growing 5- King, N. American Elsevier Publishing Company, INC. N.Y.
- 6- Razafimbelo, T., B. Barthès., M. C. Larrè-Larrouy., E. F. De Luca., J. Y. Laurent., C. C. Cerri. And C. Feller. 2006. Effect of sugarcane residue management (mulching versus burning) on organic matter in a clayey Oxisol from southern Brazil. Agricultural, Ecosystems and Environment, 115: 285-289.