نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد به صورت تابعی از سطح رطوبت، ناحیه ارتفاعی ساقه و سرعت بارگذاری

فرزاد امیریان[1*]، فیض‌اله شهبازی [2]، امین طاهری گراوند [3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه لرستان
۲- دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیتم دانشگاه لرستان
۳- عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه لرستان
ایمیل مکاتبه کننده: Amirian_Farzad@yahoo.com

چکیده

پارامترهای خواص فیزیکی و مکانیکی ساقه محصولات کشاورزی برای طراحی ماشین‌های برداشت، مهم و ضروری است. هدف از این تحقیق، محاسبه تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد به صورت تابعی از سطح رطوبت، ناحیه ارتفاعی ساقه و سرعت بارگذاری بود. آزمون‌ها در چهار سطح رطوبت (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد بر پایه تر) و ناحیه ارتفاعی ساقه (میانی و فوقانی) و سرعت بارگذاری (۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه) انجام گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، میانگین تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد در شرایط مختلف آزمون، ۲٦/۵۳ مگاپاسکال، که از مقدار ۳۲/۱۹ تا ۱۹/۱۷ مگاپاسکال متغیر بود. تنش کششی با افزایش رطوبت ساقه و حرکت از ناحیه میانی به سمت ناحیه فوقانی کاهش یافته است. تنش کششی از ۳۵/۰٦ تا ۱۹/۳۰ مگاپاسکال و از ۲۹/۳۳ تا ۱۹/۰۵ مگاپاسکال به ترتیب برای ناحیه میانی و فوقانی با افزایش سطح رطوبت از ۱۰ به ۲۵ درصد، کاهش یافته بود. تنش کششی با افزایش سرعت بارگذاری در هر دو ناحیه ارتفاعی افزایش یافته، به طوری که با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ به ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه، تنش کششی در ناحیه میانی و فوقانی از ۲۰/۹۳ تا ٤۰/۰۷ مگاپاسکال و از ۱۳/٤۹ تا ۳۷/۷۰ مگاپاسکال به ترتیب افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: ساقه نخود، تنش کششی، سرعت بارگذاری

مقدمه

گیاه نخود با تثبیت نیتروژن مورد نیاز گیاه، نقش مهمی در حاصلخیزی خاک ایفا می‌کند. در شرایط مناسب میزان نیتروژن تثبیت شده توسط نخود ۲۳ تا ۹۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد بنابراین این گیاه نقش مهمی در تناوب زراعی می‌تواند داشته

باشد(وانی[۱] و همکاران، ۱۹۹۵). این گیاهان منبع مهم ویتامین هایی مانند ریبوفلاوین، ویتامین ب و کاروتن هستند و از لحاظ اسیدهای آمینه ضروری مخصوصاً لیزین که کمبود آن در غلات وجود دارد غنی هستند. از طرف دیگر با توجه به توانایی تثبیت ازت در این گیاهان قرار دادن آن‌ها در تناوب به پایداری سیستم های زراعی کمک می کند (بغدادی،۲۰۰۵). برخی از گیاهان مانند نخود و عدس بعنوان کشت آیش در زمین های دیم و تعدادی دیگر مانند انواع لوبیا، سویا، ماش، عدس آبی و باقلا بعنوان کشت اصلی در زمین های آبی کشت می‌شوند (قربانی و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از پارامترهای مهم در تولید محصولات کشاورزی از جمله نخود، داشتن پارامترهای مهندسی در ارتباط با طراحی ماشین‌هایی است که برای کاشت، داشت، برداشت و دیگر فرآیندهای آنها استفاده می‌شوند. پارامترهای مهندسی مواد کشاورزی را به دو دسته: پارامترهای مربوط به ساقه و پارامترهای مربوط به دانه یا بذر تقسیم بندی می‌کنند. پارامترهای مربوط به ساقه برای طراحی ماشین‌هایی مانند: دروگر، کوبنده، خردکن و کمباین مورد نیاز هستند. از جمله خواص مهندسی (مکانیکی) ساقه که در این مورد از اهمیت زیادی برخوردار هستند می‌توان به: مقاومت کششی، مقاومت برشی و مقاومت خمشی ساقه اشاره کرد.

متوسط مقدار نیروی برشی و انرژی برشی کل برای بوته شاهدانه به ترتیب ۲٤۳ نیوتن و ۲/۱ ژول توسط چن و همکاران[۲] (۲۰۰٤) اندازه‌گیری و گزارش شده است (چن و همکاران، ۲۰۰٤). بر طبق یافته‌های کورتیس و هندریک[۳] (۱۹٦۹) مدول مقطع در خمش با توان سوم قطر برای ساقه پنبه با قطرهای ۷ تا ۱٦ میلی متر، تغییر می‌کند. بر طبق گزارش آنها مدول الاستیسیته از ٦۰۰ تا ۳۵۰۰ مگاپاسکال متغیر بوده است (کورتیس و همکاران، ۱۹٦۹). مقدار مدول الاستیسیته کاه گندم در محدوده ٤/۷٦ تا ٦/۵۸ گیگاپاسکال توسط اودقرتی و همکاران (۱۹۹۵) گزارش شده است (اودقرتی و همکاران، ۱۹۹۵). تنش خمشی ساقه سورگوم به ترتیب در مرحله بذر دهی و مرحله علوفه برابر ٤۰/۵۳ و ٤۵/٦۵ مگاپاسکال توسط چاتوپادحیای و پاندی[٤] (۱۹۹۹) شده است (چاتوپدحیای و همکاران، ۱۹۹۹). در طی سال‌های اخیر نیز مطالعاتی در مورد اندازه‌گیری خواص مکانیکی ساقه برخی از محصولات کشاورزی صورت گرفته است از جمله: انس و همکاران[۵] (۲۰۰۵) در مورد ساقه آفتابگردان، نظری گله دار و همکارن[٦] (۲۰۰۸) در مورد ساقه یونجه و توکلی و همکاران[۷] (۲۰۰۹) در مورد ساقه جو. شهبازی (۲۰۱۲) تنش کششی ساقه گلرنگ مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افزایش سطح رطوبت باعث کاهش تنش کششی گردیده است (شهبازی، ۲۰۱۲).

مواد و روش‌ها

۱- wani
۲- Chen et al.
۳- Curtis and Hendrick
٤- Chattopadhyay and Pandey
۵ -Ince et al
٦- Nazari Galedar et al
۷-Tavakoli et al

ارقام مختلف نخود در فصل پاییز سال زراعی ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات دیم استان کرمانشاه کشت شده بودند. زمان کاشت نخود از ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم استفاده شد. برداشت محصول نخود بسته به شرایط آب و هوایی معمولا در تیر ماه انجام می‌گیرد. نمونه برداری زمانی که دانه‌ها کاملا رسیده و آماده برداشت بودند صورت گرفت. در این مرحله سفتی دانه طوری است که دانه زیر دندان له می‌شود نه اینکه بشکند. در نمونه برداری سعی در آن شد، از ساقه‌هایی استفاده گردد که از لحاظ شکل ظاهری (قطر ساقه و ناحیه ارتفاعی) تقریبا نزدیک به هم باشند. قطر ساقه‌ها به سمت ناحیه فوقانی کمتر می‌شود. بعد از نمونه برداری، برگ‌ها و شاخه‌های اضافی از ساقه جدا گردید و نمونه‌ها به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انتقال یافتند. رطوبت ساقه بر پایه تر بـا استفاده از استاندارد ASABE، در درجه حرارت ۱۰۳ درجه سانتیگراد به مدت ۲٤ ساعت با استفاده از آون (اجاق الکتریکی)، به دست آمد. برای اندازه‌گیری رطوبت در هر مرحله سه نمونه ساقه استفاده شد. با توجه به این که رطوبت اولیه ساقه ها برای رقم آزاد ٥/٦٦ درصد بود، برای رسیدن به سطوح بالاتر رطوبت و بررسی اثر رطوبت بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی ساقه ها از مرطوب کردن ساقه ها استفاده شد. بدین صورت که ابتدا وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۲ گرم اندازه‌گیری و سپس ساقه‌ها در پلاستیک زیپ باکس درون یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. برای انجام آزمایشات از دستگاه تست کشش-فشار ساخت تهران- ایران استفاده شد. به دلیل طبیعت شکننده ساقه‌ی محصولات کشاورزی، اندازه‌گیری استحکام کششی آنها کار مشکلی می‌باشد. هنگام قرار گرفتن ساقه در گیره دو انتهای نمونه دچار گسیختگی شده که این امر باعث ایجاد خطا در آزمایش می‌شود. بر این اساس، دو گیره مطابق شکل ۱ طراحی و ساخته شد. نمونه ساقه درون یک لوله ژله‌ای سخت همراه با کاغذ سنباده جهت ایجاد اصطکاک بین ساقه و لوله قرار می‌گرفت (شکل ۲). گیره‌ها تا زمانی که کاملا ساقه را گرفته، اما تغییر شکلی در آن ایجاد نکرده به همدیگر نزدیک می‌شدند (شکل ۱). نمونه، بعد از قرار داده شدن بین گیره‌ها با استفاده از دستگاه تست کشش - فشار تحت کشش قرار می‌گرفت و با استفاده از نرم افزار دستگاه تست کشش - فشار، نمودار نیرو تغییر شکل برای نمونه‌های کشیده شده رسم و از روی نمودار، میزان استحکام (مقاومت) کششی محاسبه گردید (در نقطه گسیختگی ساقه). برای اندازه‌گیری استحکام کششی ساقه از سه سرعت بارگذاری ٥ ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه استفاده شد. همانطور که قبلا گفته شد سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه متداولترین سرعتی است که در عمل هنگام برداشت اکثر محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (شهبازی، ۲۰۱۲). لذا برای بررسی اثر سرعت یک سرعت کمتر از آن (٥ میلی‌متر بر دقیقه) و یک سرعت بالاتر از آن (۲۰ میلی‌متر بر دقیقه) در نظرگرفته شد.

تنش کششی یا استحکام کششی نهایی نمونه‌ها از معادله زیر محاسبه شد:

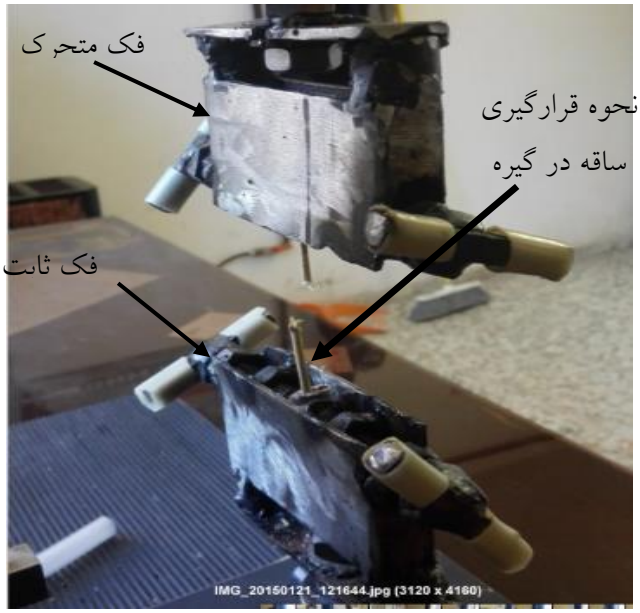
$$\sigma_t = \frac{F_t}{A} \qquad (۱)$$

در این رابطه:

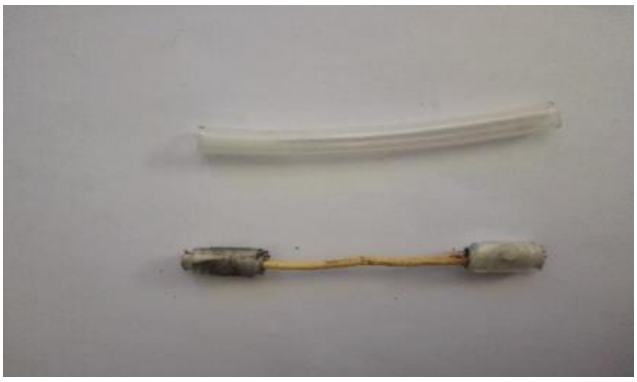
σ_t: تنش گسیختگی کششی (MPa).

F_t : نیروی کششی در هنگام گسیختگی (N).

A: سطح مقطع نمونه‌ها در نقطهٔ گسیختگی (mm^{-2}).



شکل ۱- دستگاه اندازه‌گیری استحکام کششی ساقه



شکل ۲- لوله ژله‌ای و نحوه قرارگیری ساقه در آن

طرح آماری

هدف از این تحقیق تعیین تأثیر مقدار رطوبت و نواحی ارتفاعی بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی ساقه نخود بود. اثر پارامترهای مذکور به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار بر روی نمونه ساقه‌ها، مورد مطالعه قرار گرفت. متغیرهای مستقل مقدار رطوبت (چهار سطح شامل: ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ درصد) و نواحی ارتفاعی (دو سطح شامل: ناحیه وسط و بالای ساقه) بودند. برای اندازه‌گیری استحکام کششی ساقه علاوه بر رطوبت و نواحی ارتفاعی، از سه سرعت بارگذاری (شامل: ۵ ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه) نیز استفاده شد. اطلاعات بدست آمده به صورت آماری و با استفاده از نرم افزار Spss ۲۱ تجزیه و تحلیل گردید و نمودارها در نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

متوسط قطر ساقه‌های بدست آمده در این تحقیق، به ترتیب برای ناحیه میانی و فوقانی از ۲/۳۵ تا ۳/۸۸ میلی‌متر و از ۱/۸۵ تا ۲/٤۹ میلی‌متر در سطوح رطوبت مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح رطوبت ساقه، ناحیه ارتفاعی و سرعت بارگذاری بر روی تنش کششی تاثیر معنی‌دار داشته است. جدول ۱ نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان می‌دهد. نتایج در این جدول نشان می‌دهد که سطح رطوبت ساقه، ناحیه ارتفاعی و سرعت بارگذاری بر تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌دار داشته است ($p<0.01$). میانگین تنش کششی در شرایط مختلف آزمایشات ۲٦/۵۳ مگاپاسکال بدست آمد. تنش کششی در ناحیه میانی از ۲۹/۲۷ مگاپاسکال در ناحیه میانی تا ۲۳/۷۹ مگاپاسکال در ناحیه فوقانی متغیر بوده است. بر اساس آنالیز آماری، اثر متقابل سطح رطوبت و ناحیه ارتفاعی بر تنش کششی تاثیر معنی‌دار نداشته است. همچنین اثر متقابل سطح رطوبت × سرعت بارگذاری و ناحیه ارتفاعی × سرعت بارگذاری معنی‌دار نشده است.

جدول ۱- نتایج واریانس (میانگین مربعات) تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد

متغیر مستقل	درجه آزادی	خطای میانگین مربعات	مقدار F
رطوبت (M)	۳	٦۲۷/۱٤	۱۳/۰۷**
ناحیه ارتفاعی(R)	۱	۵٤۰/۲۸	۱۱/۲٦٦**
M×R	۳	٦۷/۵٦	۱/٤۰ns
سرعت بارگذاری (S)	۲	۲۹۸۵/۹۱	٦۲/۲٦**
	٦	۸٦/٤۳	۱/۸ns

M×S	۲	٤٤/٥١	۰/۹۲۸^{ns}
R×S	٦	۱۰۱/۱۰۳	۲/۱۰^{ns}
M×R×S	٤۸	٤۷/۹٥	
خطا			

**: معنی‌دار در سطح ۱٪ ؛ *: معنی‌دار در سطح ٥٪ ؛ ^{ns} : معنی‌دار نیست

نتایج آزمون چند متغیره دانکن برای مقایسه میانگین مقدار تنش کششی ساقه نخود در سطح رطوبت ساقه، ناحیه ارتفاعی ساقه و سرعت بارگذاری در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش سطح رطوبت تنش کششی کاهش یافته است. این نتیجه توسط آنوسامی و همکاران (۲۰۰۰) برای ساقه گندم، نظری گله‌دار و همکاران (۲۰۰۹) برای ساقه یونجه و شهبازی و همکاران (۲۰۱۲) برای ساقه گلرنگ گزارش شده است. نتایج نشان داد که با افزایش سطح رطوبت از ۱۰ به ۲٥ درصد تنش کششی از ۳۲/۱۹ تا ۱۹/۱۷ مگاپاسکال کاهش یافته است. در جدول ۲ طبق نتایج آزمون چند متغیره دانکن، تنش کششی در رطوبت ۱۰ درصد با ۱٥ درصد در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار نبوده است. رطوبت ۱۰ و ۱٥ درصد در سطح احتمال ۱٪ با سطح رطوبت‌های ۲۰ و ۲٥ درصد تاثیر معنی‌دار داشته است. سطح رطوبت ۲۰ درصد نیز با رطوبت ۲٥ درصد در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۲). تنش کششی در ناحیه فوقانی کمتر از ناحیه میانی بدست آمده است (جدول ۳). تنش کششی در ناحیه میانی ساقه نخود رقم آزاد از ۳٥/۰٦ تا ۱۹/۳۰ مگاپاسکال به ترتیب در سطح رطوبت ۱۰ و ۲٥ درصد متغیر بوده است. اثر قطر ناحیه ارتفاعی بر تنش کششی توسط نظری گله‌دار (۲۰۰۹) برای ساقه یونجه گزارش شده است. میانگین تنش کششی در ناحیه میانی و فوقانی به ترتیب برابر با ۲۹/۲۷ و ۲۳/۷۹ گاپاسکال بدست آمده است (جدول ۲).

جدول ۲– نتایج آزمون چند متغیره دانکن برای محاسبه میانگین تنش کششی در ساقه نخود رقم آزاد

منبع تغییرات	متغیر مستقل	متغیر وابسته (تنش کششی (Mpa))
سطح رطوبت (M)	۱۰	۳۲/۱۹a
	۱٥	۳۰/۲۸a
	۲۰	۲٤/٤۷b
	۲٥	۱۹/۱۷c
ناحیه ارتفاعی ساقه	میانی	۲۹/۲۷
	فوقانی	۲۳/۷۹

	۵	۱۷/۲۱a
سرعت بارگذاری (mm/min)	۱۰	۲۳/٤۹b
	۲۰	۳۸/۸۹c

جدول ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل سطح رطوبت و ناحیه ارتفاعی ساقه نخود رقم آزاد بر روی تنش کششی نشان می‌دهد. در این جدول، بیش‌ترین مقدار تنش کششی ساقه ۳۵/۰٦ مگاپاسکال و در سطح رطوبت ۱۰ درصد مربوط به ناحیه میانی و کمترین مقدار ۱۹/۰۵ مگاپاسکال در سطح رطوبت ۲۵ درصد مربوط به ناحیه فوقانی بوده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رطوبت و ناحیه ارتفاعی بر تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد

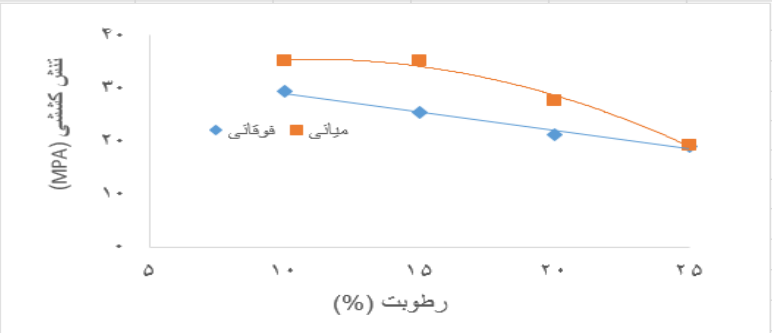
رطوبت (٪)	ناحیه ارتفاعی ساقه	
	تنش کششی (Mpa)	
	میانی	فوقانی
۱۰	۳۵/۰٦a	۲۹/۳۳a
۱۵	۳۵/۰۸a	۲۵/٤۹b
۲۰	۲۷/٦٤b	۲۱/۲۹c
۲۵	۱۹/۳۰b	۱۹/۰۵c

a-c: علامت معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ ٪ سطرها بایکدیگر است.

شکل ۳ رابطه بین تنش کششی و سطح رطوبت ساقه در ناحیه ارتفاعی میانی و فوقانی نشان می‌دهد. برای پیدا کردن رابطه عمومی بین داده‌ها از آنالیز رگرسیونی استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که تنش کششی در هر دو ناحیه ارتفاعی ساقه نخود رقم آزاد با افزایش سطح رطوبت، کاهش یافته است. معادلات تنش کششی و سطح رطوبت ساقه در هر دو ناحیه ارتفاعی به صورت زیر بدست آمد:

ناحیه فوقانی (۲) $\sigma_t = -0.7006M + 36.05 \quad R^2 = 0.99$

ناحیه میانی (۳) $\sigma_t = -0.0836M^2 + 1.831M + 25.43 \quad R^2 = 0.99$



شکل ۳- رابطه تنش کششی و سطح رطوبت ساقه نخود رقم آزاد

سرعت بارگذاری با تنش کششی رابطه مستقیم و خطی داشته است. با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ به ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه تنش کششی نیز افزایش یافته است. اثر سرعت بارگذاری بر روی تنش کششی توسط نظری گله‌دار (۲۰۰۹) برای ساقه یونجه و شهبازی (۲۰۱۲) برای ساقه گلرنگ گزارش شده است. میانگین تنش کششی از ۱۷/۲۱ به ۳۸/۸۹ مگاپاسکال با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ به ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه متغیر بوده است. (جدول ۲). مطابق آزمون چند متغیره دانکن، تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد در هر کدام از سرعت‌های بارگذاری متفاوت بوده است (جدول ۲). مقادیر تنش کششی در اثر متقابل سرعت بارگذاری و ناحیه ارتفاعی ساقه نخود رقم آزاد در جدول ٤ نشان داده شده است. مقادیر تنش کششی در جدول ٤ از ۱۳/٤۹ تا ٤۰/۰۷ مگاپاسکال متغیر است (جدول ٤). کمترین مقدار تنش کششی (۱۳/٤۹ مگاپاسکال) مربوط به ناحیه فوقانی با کمترین سرعت بارگذاری (۵ میلی‌متر بر دقیقه) و بیش‌ترین مقدار تنش کششی (٤۰/۰۷ مگاپاسکال) مربوط به سرعت بارگذاری ۲۰ میلی متر بر دقیقه در ناحیه میانی به‌دست آمده است.

جدول ٤ نشان می‌دهد که تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد از ۲۰/۹۳ تا ٤۰/۰۷ مگاپاسکال برای ناحیه میانی و از ۱۳/٤۹ تا ۳۷/۷۰ مگاپاسکال در ناحیه فوقانی با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ به ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه، افزایش یافته است.

جدول ٤– تاثیر ناحیه ارتفاعی ساقه و سرعت بارگذاری بر تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد

سرعت بارگذاری $mm\ min^{-1}$	ناحیه ارتفاعی ساقه	
	تنش کششی (Mpa)	
	میانی	فوقانی
۵	۲۰/۹۳a	۱۳/٤۹a
۱۰	۲٦/۸۱a	۲۰/۱۷b
۲۰	٤۰/۰۷b	۳۷/۷۰c

شکل ٤ رابطه تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد با سرعت بارگذاری در هر دو ناحیه ارتفاعی ساقه را نشان می‌دهد. معادله رگرسیونی بدست آمده نشان داد که تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد با سرعت بارگذاری رابطه مستقیم و خطی داشته است. نتایج مشابه توسط نظری گله‌دار و همکاران (۲۰۰۹) برای ساقه یونجه و شهبازی و همکاران (۲۰۱۲) برای ساقه گلرنگ گزارش شده است.

معادلات رگرسیونی رابطه بین تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد با سرعت بارگذاری در هر دو ناحیه ارتفاعی ساقه به صورت زیر بدست آمده است:

ناحیه میانی (٤) $\sigma_t = 1.283V + 14.3$ $R^2 = 0.99$

ناحیه فوقانی (۵) $\sigma_t = 1.6339V + 4.72$ $R^2 = 0.99$

شکل ٤– رابطه تنش کششی و سرعت بارگذاری در ساقه نخود رقم آزاد

نتیجه‌گیری:

در این مطالعه نتایج زیر بدست آمده است:

۱) میانگین تنش کششی ساقه نخود رقم آزاد در شرایط مختلف آزمایشات ۲٦/۵۳ مگاپاسکال که از ۳۲/۱۹ تا ۱۹/۱۷ مگاپاسکال در سطح رطوبت ۱۰ تا ۲۵ درصد متغیر بوده است.

۲) افزایش سطح رطوبت ساقه نخود باعث کاهش تنش کششی در ساقه گردیده است.

۳) تنش کششی ساقه در ناحیه میانی بیش‌تر از ناحیه فوقانی بوده است. میانگین تنش کششی بدست آمده برای ناحیه میانی و فوقانی به ترتیب از ۳۵/۰۸ تا ۱۹/۳۰ مگاپاسکال و از ۲۹/۳۳ تا ۱۹/۰۵ مگاپاسکال بدست آمده است.

۴) تنش کششی با سرعت بارگذاری در هر دو ناحیه ارتفاعی رابطه مستقیم داشته است. تنش کششی از ۲۰/۹۳ تا ٤۰/۰۷ مگاپاسکال و از ۱۳/٤۹ تا ۳۷/۷۰ مگاپاسکال به ترتیب در ناحیه میانی و فوقانی با افزایش سرعت بارگذاری از ۵ به ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه افزایش یافته است.

منابع:

۱. بغدادی، ح. ۱۳۸٤. بررسی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه لاین های امیدبخش عدس در شرایط دیم، مقالات اولین همایش ملی حبوبات، ۱۷۸-۱۷٦.

۲. قربانی، م و نصیری، م. ۱۳۸٤. واکنش عملکرد دانه ارقام سویا و اجزای آن به تاخیر در کاشت، مجله دانش کشاورزی ۱۵ ص ۱٦۱-۱٤۵.

3. ASABE Standards, 52nd Ed. 2006. S358.2: 1:1 measurement - forages. St. Joseph, MI: ASABE.
4. Chattopadhyay, P.S., and K.P. Pandey. 1999. Mechanical properties of sorghum stalk in relation to quasi-static deformation. Journal of Agricultural Engineering Research, 73: 199–206.
5. Chen, Y., J.L. Gratton, and J. Liu. 2004. Power requirements of hemp cutting and conditioning. Biosystems Engineering 87(4): 417–424.
6. Choi, C.H., and D.C. Erbach. 1986. Corn stalk residue shearing by rolling coulters. Transactions of the ASAE, 29(6): 1530–1535.
7. Curtis, L.M., and J.G. Hendrick. 1969. A study of bending strength properties of cotton stalk. Transactions of the ASAE, 12(1): 39–45.
8. FAO, 2006. Available from <http://faostat.fao.org/faostat.</
9. İnce, A., S. Uğurluay, E. Güzel, and M.T. Özcan. 2005. Bending and shearing characteristics of sunflower stalk residue. Biosystems Engineering, 92(2): 175–181.
10. Leblicq, T., Vanmaercke, S., Ramon, H., &Saeys, W. (2015). Mechanical analysis of the bending behaviour of plant stems. Biosystems Engineering, 129, 87-99.
11. McNulty P.B. and N. N. Moshenin. 1979. Compaction of bulk corn carnal to failure. Transaction of the ASAE, 22(2): 264–269.
12. Nazari Galedar M., Tabatabaeefar A., Jafari A., Sharifi A., O'Dogherty M.J., Rafee S., and Richard G., 2008. Effects of moisture content and level in the crop on the engineering properties of alfalfa stems. Biosys. Eng., 101(2), 199-208.

13. O'Dogherty, M. J., J.A. Hubert, J. Dyson and C.J. Marshall. 1995. A study of the physical and mechanical properties of wheat straw. J. Agric. Eng. Res., 62: 133–142.
14. Prasad, J., and C.B. Gupta. 1975. Mechanical properties of maize stalks as related to harvesting. Journal of Agricultural Engineering Research, 20(1): 79–87.
15. Sakharov, V.V., G.G. Rakmanberdiev, and G.G. Guagev. 1984. An investigation into the severing of pre-tensed mulberry stems by a screw-type cutter. Mekhanizatsiya i Elekfikikatsiya Sel'Skaogo Khozyaistva 3: 61–62.
16. Shahbazi, F., &NazariGaledar, M. (2012). Bending and Shearing Properties of Safflower Stalk. Journal of Agricultural Science and Technology, 14(4), 743-754.
17. Tavakoli H., Mohtasebi S. S., and Jafari A., 2009. Physical and mechanical properties of wheat straw as influenced by moisture content. Int. Agrophysics. 23, 175-181.
18. Wani, S. P., Rupela, O. P., & Lee, K. K. (1995). Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. In Management of Biological Nitrogen Fixation for the Development of More Productive and Sustainable Agricultural Systems (pp. 29-49). Springer Netherlands.

Tensile stress as a function of the moisture content Azad varieties of pea stem, the stems region and loading rate

Abstract

The design parameters of the physical and mechanical properties of stem crops for harvest machine. The purpose of this study was to calculate the tensile stress as a function of the moisture content Azad varieties of check pea stalks, the stem region and the loading rate. Tests at four moisture levels (5, 10, 15 and 25 % w.b.) and stalk regions (middle and upper) and loading rate (5, 10 and 20 mm per minute) was performed. According to the results, the average tensile stress Azad the check pea stalks in different condition tests was 26.53 Mpa and from the 32.19 to 19.17 Mpa was variable. Tensile stress with increasing moisture level and move stems from the middle to the upper area was reduced. Tensile stress from 35.06 to 19.30 and from 29.33 to 19.5 MPa, respectively, for the middle and upper levels with increasing moisture content of 10 to 25% decrease. Tensile stress by increasing the loading rate on both the altitude increased. With increasing loading rate of 5 to 20 mm min^{-1}, for the middle and upper tensile stress from 20.93 to 40.70 and from 13.49 to 37.70 Mpa increased, respectively.

Keywords: Check Pea Stalks, tensile stress, loading rate