Archive of SID

مجله دانش کشاورزی / جلد 19 شماره 2 / سال 1388

تعیین برخی خواص مکانیکی نخود برای استفاده در طراحی ماشین‌های برداشت آن

هیوا گل‌پیرا[1*]، تیمور توکلی هشجین[2]، محمد هادی خوش‌تقاضا[2] و سعید مینایی[2]

تاریخ دریافت : 86/11/28 تاریخ پذیرش: 88/3/20

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۲- گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
*مسئول مکاتبه E-mail:hgolpira@uok.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این تحقیق تعیین برخی خواص مکانیکی نخود برای استفاده در طراحی ماشین‌های برداشت آن بود تا بتواند مبنایی را برای طراحی ماشین برداشت محصول آن فراهم کند که در حال حاضر به صورت دستی توسط کارگر به سختی و با بازده کم برداشت می‌شود. پس از بررسی روش‌های برداشت معمول در دانه‌ها، نیروی لازم برای بریدن ساقه و نیروی مورد نیاز برای جدا کردن دانه و غلاف از بوته در مزرعه و گلخانه مقایسه شدند. رابطه میزان رطوبت و قطر ساقه با تنش برشی ساقه نیز از طریق رگرسیون خطی بررسی شد. تنش برشی ساقه در مزرعه و گلخانه تفاوت معنی‌داری نداشته و مقدار آن بسته به قطر ساقه از ۲/۸ تا ۹ مگاپاسکال متغیر است. در رطوبت ۱۰/۵ تا ۱۹ درصد، رابطه‌ای بین رطوبت و تنش برشی ساقه مشاهده نگردید در حالی که رابطه رگرسیونی قطر ساقه با تنش برشی ساقه معنی‌دار بدست آمد. میانگین نیروی لازم برای کندن دانه و غلاف از بوته در مزرعه و گلخانه تفاوت معنی‌داری داشته و مقدار آن در مزرعه ۸/۳ و در گلخانه ۶/۲ نیوتن در رطوبت ۱۲درصد محاسبه گردید. از آنجا که نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای برای خوشه‌چینی یکسان نبودند، بنابراین داده‌های حاصل از کشت در گلخانه برای طراحی مناسب نیستند و بهتر است نتایج آزمایش‌های انجام یافته در مزرعه و در شرایط واقعی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: برش ساقه، طراحی، کندن دانه و غلاف، گلخانه، ماشین برداشت، مزرعه، نخود

www.SID.ir

Archive of SID

Determining Some Mechanical Properties of Chickpea to Use in the Design of its Harvesting Machines

H Golpira[1*], T Tavakoli Hashjin[2], MH Khoshtaghaza[2] and S Minaei[2]

[1]PhD Student, Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
[2]Professor, Associate professor, and Associate professor Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
*Corresponding author: E-mail: hgolpira@uok.ac.ir

Abstract

The objective of this study was to determine some mechanical properties of chickpea which are basic with regard to the design of harvesting machines. At the present, chickpea is harvested manually with difficulty and low efficiency. Therefore two common methods in grain harvesting were studied meanwhile stem cutting force and pods stripping force were compared in the field and greenhouse conditions. The relationship of stem diameter and moisture content with shear stress was verified by the linear regression analysis. There was no significant difference between shear stress of chickpea stems planted in the greenhouse and field conditions and it varied from 2.8 to 9 MPa depending on the stem diameter. At 10.5 to 19% moisture content, there was no significant effect of moisture content on shear stress but the regression analysis showed that the effect of stem diameter on shear stress was significant. In terms of pod stripping force a significant difference was observed between greenhouse and field environments. The average of this force in the field and greenhouse were 8.8 and 6.2 N, respectively, at 12% moisture content (w.b.). As the field results did not correspond with those of the greenhouse for stripping, it can be concluded that greenhouse data may not be suitable for designing purposes and researchers should use the data from field condition.

Key words: Chickpea, Design, Field, Greenhouse, Harvesting machine, Pod detaching, Stem cutting

مقدمه

در ایران نخود اغلب در فصل بهار و به صورت دیم در مزارع شیب‌دار، نسبتاً ناهموار و دارای سنگریزه کشت می‌شود. در این شرایط پاکوتاه بودن محصول و خوابیده بودن بوته نخود، امکان برداشت آن را با ادوات متداول برداشت دانه از بین برده و کشاورزان را وادار

www.SID.ir

Archive of SID

به برداشت سنتی کرده است (شکل۱). کوناک و همکاران (۲۰۰۲) نیز برداشت دستی نخود را در ترکیه گزارش داده‌اند. در مواردی دیده شده است که برای برداشت نخود از داس استفاده می‌شود اما این امر به دلیل کاهش عملکرد کارگر در برداشت مورد توجه نیست و کشاورزان ترجیح می‌دهند که محصول را از زمین به صورت دستی بکنند. لذا دلیل اصلی در کندن بوته از خاک سادگی برداشت آن در مقایسه با بریدن آن توسط داس است.

شکل 1- برداشت مرسوم نخود توسط کارگر

در مورد برداشت مکانیکی نخود تحقیقات زیادی صورت نگرفته است اما محققان بیان نموده‌اند که برداشت نخود شبیه برداشت عدس است (ویکار ۱۹۹۹). برداشت با کمباین و استفاده از دروگر برای برش ساقه عدس و پس از آن استفاده از نوارساز برای جمع‌آوری محصول نیز به علت افت زیاد ناموفق اعلام شده است (سیداحمد و جابر ۲۰۰۴). سایمنس و همکاران (۲۰۰۲) با انجام تغییراتی بر روی هد کمباین جهت کاهش افت دانه دریافتند که برداشت مکانیکی نخود با کمباین‌های مرسوم در حدود ۲۷٪ تلفات دارد. در یک مزرعه نخود همزمان هم نخود زرد (با رطوبت کم) و هم نخود سبز (با رطوبت زیاد) مشاهده می‌شود و این امر یکی از مشکلات اساسی برداشت مکانیزه نخود است. تأخیر در برداشت نخود ممکن است باعث ریزش دانه ناشی از ضعیف شدن اتصال غلاف و دانه به ساقه در اثر شرایط آب و هوایی گردد (بی‌نام ۲۰۰۶). برداشت زودهنگام نیز ممکن است منجر به افزایش هزینه‌های تولید گردد.

بهروزی‌لار و هووانگ (۲۰۰۲) اقدام به طراحی و ساخت یک کمباین برداشت نخود کردند ولی بر ضرورت کاهش تلفات دانه در این ماشین تأکید نمودند. آنها از هد خوشه‌چین شلبورن رینولدز[1] برای برداشت استفاده کردند که بنا به گزارش تادو و همکاران (۱۹۹۸) این نوع هد برای برداشت محصولات دانه‌ای با عملکرد کم (مانند نخود) مناسب نیست. کوناک و همکاران (۲۰۰۲) نیز به بررسی خصوصیات فیزیکی دانه نخود پرداختند. آنها متوسط طول، عرض، ضخامت، قطر متوسط هندسی، جرم و حجم دانه را به ترتیب ۹/۳، ۷/۷، ۷/۷ و ۸/۳ میلی‌متر، ۰/۳۲ گرم و ۰/۲۳ سانتی‌متر مکعب تعیین نمودند.

بررسی منابع موجود و تجربیات کشاورزان نشان داده است که امکان استفاده از کمباین و سایر ماشین‌های برداشت دانه برای نخود به دلیل افت بسیار زیاد محصول امکان‌پذیر نبوده و کشاورزان بهترین شیوه برداشت را همان روش برداشت سنتی می‌دانند. لذا هدف از انجام این طرح آن است که با بررسی روش‌های مرسوم برداشت محصولات دانه‌ای، راهکارهای مناسب برای برداشت نخود انتخاب گردد تا اساسی برای طراحی سازوکار برداشت مکانیزه نخود باشد که هم اکنون به صورت دستی و با هزینه زیاد انجام می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

برداشت محصول را می‌توان با کندن دانه و غلاف یا برش ساقه توسط تیغه و در مواردی نیز با ترکیب دو مورد فوق انجام داد. لذا در این طرح به اندازه‌گیری

[1] Shelbourne Reynolds stripper header

www.SID.ir

Archive of SID

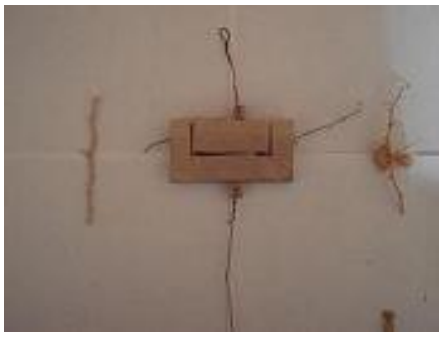
نیروی لازم برای بریدن ساقه و نیروی مورد نیاز برای جدا کردن دانه و غلاف از ساقه پرداخته شد که در بررسی پارامترهای طراحی ماشین برداشت آن، الزامی است. ضمناً روش کندن بوته از خاک هم به عنوان یکی از روش‌های برداشت دانه مورد بررسی قرار گرفت.

آزمایش‌ها در زمان برداشت محصول که رطوبت ساقه و دانه کم بود انجام گرفت تا شرایط واقعی برداشت در مورد نتایج آزمایش‌ها فراهم شود. رطوبت نمونه ساقه‌ها بین ۱۰/۵ تا ۱۹ درصد، قطر ساقه‌ها بین ۱/۲ تا ۳ میلی‌متر و ضخامت آنها بین ۰/۴۵ تا ۰/۹۲ میلی‌متر در نوسان بودند. میانگین رطوبت دانه و غلاف نیز ۱۲% (زمان مرسوم برداشت در منطقه) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری‌های انجام شده شامل میزان رطوبت دانه و ساقه، قطر، ضخامت، سطح مقطع عرضی ساقه و تنش برشی ساقه بودند. در این طرح نخود نوع کابلی (سفید) مورد استفاده توسط کشاورزان نخودکار اطراف شهر سنندج در استان کردستان برای آزمایش انتخاب گردید.

آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در دو تیمار (کشت گلخانه‌ای و کشت مزرعه‌ای) و در دو تکرار (دو تاریخ کاشت) به اجرا درآمد. مقایسه این دو تیمار اثر محیط کشت را بر روی خواص مکانیکی مورد نظر معلوم می‌سازد. کشت گلخانه‌ای در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان و کشت مزرعه‌ای در منطقه چم سو سنندج و در اواخر فروردین انجام گردید. خاک این منطقه از نوع رسی شنی بود و خاک گلدان‌های گلخانه نیز از همین خاک انتخاب شدند. اولین تاریخ کاشت در گلخانه همزمان با مزرعه در تاریخ ۲۷ فروردین ماه ۱۳۸۵ و دومین تاریخ کشت یک هفته بعد از آن یعنی ٤ اردیبهشت ماه انجام گرفت. در اواسط تیر ماه همزمان با برداشت محصول توسط نخودکاران منطقه اقدام به برداشت بوته‌ها گردید. پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با استفاده از آزمون تجزیه واریانس و رگرسیون خطی در نرم‌افزار MATLAB مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری نیروی لازم برای بریدن ساقه

در بررسی خصوصیات مکانیکی محصولات کشاورزی، از عنوان برش برای عمل بریدن و قطع کردن ساقه استفاده شده است (محسنین ۱۹۷۰). در طراحی ادواتی که بر اساس برش محصول کار می‌کنند لازم است مقدار نیروی برشی ساقه گیاه تعیین شود تا بر اساس این نیرو اقدام به طراحی ماشین گردد. برای محاسبه نیرو و تنش برشی از سازوکار شکل ۲ استفاده گردید که استفاده از این نوع سازوکار برای تعیین تنش برشی ساقه یونجه به طول هفت گره توسط محسنین (۱۹۷۰) گزارش شده است. این وسیله شامل دو فک است که دهانه فک ثابت آن ٥ سانتی‌متر بود و در آن ٥ تا ۷ گره از ساقه نخود جای می‌گیرد. در این دهانه فک متحرک با طول ۴/۹ سانتی‌متر قرار می‌گیرد که به یک نیروسنج متصل می‌گردد. ساقه استفاده شده برای برش مجزا از برگ و دانه و غلاف بوده و طوری قرار می‌گیرد که نقاط بین گرهی ساقه در محل تماس بین دو فک قرار گیرند تا برش بین گرهی اتفاق بیافتد.



شکل 2- وسیله اندازه‌گیری ساخته شده در آزمایشگاه برای تعیین نیروی برشی ساقه

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری نیروی لازم برای جدا کردن دانه و غلاف از ساقه

اندازه‌گیری این نیرو امکان بررسی جدا سازی دانه و غلاف از ساقه را بدون برش ساقه و یا کندن بوته میسر می‌سازد. در هنگام جداسازی، نیروی وارد بر دانه و غلاف بایستی بر نیروی اتصال دم به ساقه غلبه کند و آن را از ساقه جدا نماید. برای این که امکان ثبت مقدار نیروی جداسازی فراهم گردد از یک ظرف آب به جای نیروسنج استفاده گردید. با افزایش نیروی جداسازی ناشی از افزایش مقدار آب در ظرف، نیروی وارد بر دانه و غلاف بیشتر شده و کنده شدن دانه و غلاف را به دنبال دارد. با اندازه‌گیری وزن آب و ظرف با استفاده از یک ترازوی سارتریوس با دقت یک گرم، مقدار نیروی لازم برای کنده شدن دانه و غلاف تعیین گردید. لازم به ذکر است که نیروی برشی ساقه نیز به همین روش اندازه‌گیری شد.

میزان رطوبت

برای تعیین میزان رطوبت (بر پایه وزن تر)، نمونه دانه‌ها پس از توزین به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و نمونه ساقه‌ها نیز به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها مجدداً توزین شدند و از رابطه زیر میزان رطوبت محاسبه گردید (بروکر و همکاران ۱۹۹۷):

$$MC = \frac{M_v}{M_u} * 100 \qquad [۱]$$

که در آن:

MC: میزان رطوبت بر پایه تر $(\%)$

M_v: جرم آب موجود در گیاه (kg)

M_u: جرم ماده خشک نشده (kg)

تنش برشی ساقه

تنش برشی ساقه مطابق معادله زیر به دست می‌آید (ویلیام ۱۹۹۴ و گودسکا ۲۰۰۴):

$$t = \frac{F_S}{A_S} \qquad [۲]$$

که در آن:

t: تنش برشی $\left(N/m^2\right)$

F_S: نیروی برشی (N)

A_S: سطح مقطع ساقه $\left(m^2\right)$ است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A_S = pdt \qquad [۳]$$

که در آن:

t: ضخامت دیواره ساقه (m)

برای تعیین ضخامت دیواره ساقه، یک برش طولی روی ساقه در جهت آوندها به ساقه اعمال گردید. پس از این که ساقه به دو قسمت طولی تقسیم گردید با استفاده از کولیس، ضخامت ته هر ناودان تعیین شد و میانگین این دو داده به عنوان ضخامت ساقه تعیین گردید (لازم به ذکر است که ساقه نخود توخالی است). قطر ساقه نیز در دو جهت عمود بر هم با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین دو قرائت به عنوان قطر معادل ساقه در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

برش ساقه

فرآیند برش، لحظه‌ای آغاز می‌شود که لبه تیغه با ماده تماس پیدا کند و با ادامه حرکت تیغه و افزایش نیروها و تنش‌ها شرایط گسیختگی فراهم شود (پرسون ۱۹۸۷). در آزمایش تعیین نیروی برش ساقه، پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها مقدار تنش برشی ساقه نخود در زمان برداشت محصول بین ۲/۸ تا ۹ مگاپاسکال تعیین گردید. تنش برشی برای ساقه یونجه بین ۰/۶ تا ۱۷/۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

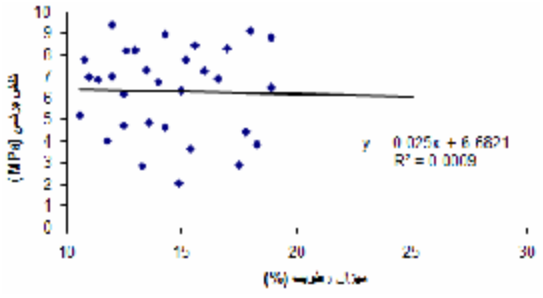
مگاپاسکال (هالیک و هارلبت ۱۹۶۸ و محسنین ۱۹۷۰)، برنج نوع هاشمی و بی‌نام ۰/۱۸۱، فجر۰/۱۸۱ و برای خزر۰/۲۱۰ مگاپاسکال (طباطبایی‌کلور و همکاران ۱۳۸۴) و ساقه شاهدانه بین ۲ تا ۷ مگاپاسکال (چن و همکاران ۲۰۰۴) تعیین گردیدند. همچنین نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین تنش برشی ساقه در مزرعه و گلخانه وجود ندارد (جدول ۱).

جدول 1- تجزیه واریانس داده‌های تنش برشی ساقه نخود در شرایط گلخانه و مزرعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	1	3/2 ns
خطا	28	4/3
کل	29	

ns- غیر معنی‌دار در سطح احتمال 1%

در حالی که برخی از محققان تاثیر قطر و رطوبت ساقه را بر مقاومت برشی ساقه یونجه بررسی و گزارش نموده‌اند (ایواسا و همکاران ۱۹۹۵ و ایواسا و همکاران ۱۹۹۶)، شکل ۳ نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین تنش برشی و میزان رطوبت ساقه وجود ندارد. برخی دیگر نیز افزایش نیروی برشی را اثر کاهش رطوبت ساقه عنوان کردند (پرینس و همکاران ۱۹۶۹، هالیک و هارلبت ۱۹۶۸ و محسنین ۱۹۷۰).



شکل3- نمودار تنش برشی ساقه نخود در مقابل میزان رطوبت

برش ساقه یک نوع پاره‌گی و انفصال بین سلولی است. از آنجا که نیروی جاذبه بین سلولی با فاصله بین دو سلول رابطه عکس دارد بنابراین با کاهش رطوبت، این سلول‌ها به هم نزدیکتر شده و نیروی جاذبه بین آنها افزایش می‌یابد. اما این افزایش تا رطوبت مشخصی ادامه یافته و از آن بیشتر هر چه قدر هم رطوبت کاهش یابد تاثیری بر روی جاذبه بین سلولی نخواهد داشت. به دلیل کم بودن میزان آب بین سلولی در زمان برداشت نخود، ساقه حالت ترد و شکننده به خود گرفته و تغییر رطوبت در این بازه تاثیر چندانی بر روی مقاومت برشی گیاه ندارد. در رطوبت‌های بالاتر هر چه رطوبت بیشتر شود بادکردگی ساقه بیشتر شده، سطح مقطع افزایش یافته و تنش برشی کاهش می‌یابد. در رطوبت‌های کمتر و پایین کاهش رطوبت تاثیری بر روی این سطح مقطع ندرد و لذا تغییری در تنش برشی در ازای تغییرات میزان رطوبت مشاهده نمی‌شود.

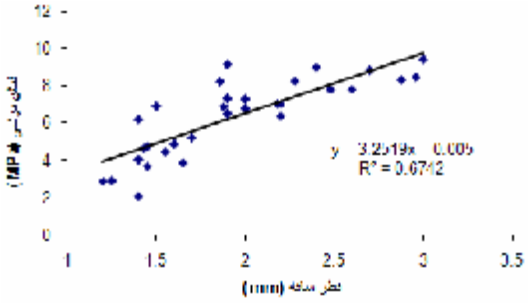
تفاوت دیگری که در بریدن در رطوبت کم و زیاد وجود دارد مربوط به نوع برش است. در رطوبت زیاد لهیدگی و احتمالاً گسیختگی بافت‌ها اهمیت بیشتری نسبت به برش دارد. اما در رطوبت کم برش اهمیت بیشتری دارد و فرآیند لهیدگی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر در رطوبت کم به علت از دست دادن خاصیت الاستیسیته ساقه، افزایش نیرو بر روی تیغه برش منجر به تغییر شکل کمتری می‌شود و سریعاً برش اتفاق می‌افتد.

شکل ۴ نشان می‌دهد که با افزایش قطر ساقه تنش برشی افزایش می‌یابد. چن و همکاران (۲۰۰۷) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند. همچنین نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین تنش برشی در ساقه نخودهای کشت شده در مزرعه و گلخانه وجود ندارد (جدول ۱). این امری طبیعی است زیرا تنش برشی

www.SID.ir

Archive of SID

به خصوصیات ساختمانی و سلولی ساقه بستگی دارد که در هر دو مورد یکسان بوده است.



شکل 4- نمودار تنش برشی ساقه در مقابل قطر ساقه در نخود

کندن دانه و غلاف از بوته

نتایج مربوط به نیروی لازم برای کندن دانه و غلاف از ساقه در نخودهای کشت شده در مزرعه و گلخانه در جدول ۲ آمده است. از نظر نیروی لازم برای کندن دانه و غلاف از ساقه بین شرایط مزرعه و گلخانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت. میانگین نیروی لازم برای کندن دانه و غلاف با رطوبت ۱۲% در مزرعه ۸/۳ و در گلخانه ۶/۲ نیوتن بود. همچنین میانگین وزن دانه و غلاف در مزرعه ۰/۳۷ گرم و میانگین وزن دانه به وزن دانه و غلاف ۰/۶۶ گرم محاسبه گردید.

جدول 2- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نیروی جداسازی دانه وغلاف از ساقه نخود درشرایط گلخانه و مزرعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	1	21/987 *
خطا	18	2/8254
کل	19	

* معنی‌دار در سطح احتمال 5%

در صورتی که نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای یکسان باشند (مشابه شرایطی که در برش ساقه نخود عنوان گردید) می‌توان آزمایش‌ها را در محیط آزمایشگاه با دقت و کنترل بیشتر انجام داد در غیر اینصورت (کندن دانه وغلاف از بوته نخود) نتایج داده‌های آزمایشگاهی برای طراحی ماشین برداشت معتبر نخواهند بود. از سوی دیگر انتقال بوته و گیاه نیز از مزرعه به محیط آزمایشگاه (به دلیل از بین رفتن طراوت و تردی محصول در زمان انتقال) ممکن است منجر به تغییراتی در خواص فیزیکی و مکانیکی محصول گردد. تفاوت نتایج داده‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی را می‌توان با مقایسه مقادیر نیروهای فوق با نتایج بدست آمده توسط خزایی و همکاران (۱۳۸۳) تشخیص داد. آنها میانگین نیروی لازم برای کندن غلاف‌ها با رطوبت ۲۵٪ را ۶/۸۲ نیوتن و با رطوبت ۸٪ را ۱/۱۹ نیوتن (با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری اینسترون) برآورد نمودند. البته دلایل دیگر این اختلاف را می‌توان تفاوت در ارقام کشت شده، نوع کشت و شرایط آب و هوایی محیط عنوان کرد.

کندن بوته از خاک

در اکثر موارد در ایران نخود به صورت دیم کشت می‌شود. در این شرایط عمق ریشه نسبتاً زیاد است و این امر باعث می‌شود که نیروی لازم برای کندن بوته از زمین زیاد باشد. تلاش برای کندن بوته از خاک و بریدن ساقه از ۲۰ تا ۵۰ میلی‌متری زیر خاک برای برداشت عدس نیز توسط محققان ناموفق اعلام شده است (سید احمد و جابر ۲۰۰۴). در کل برداشت محصول نخود به صورت کندن بوته از خاک به طوری که با ریشه همراه باشد به دلایل ذیل درست نیست:

الف- با کندن بوته از زمین نیتروژنی که می‌تواند توسط ریشه در خاک تثبیت شود از خاک خارج می‌شود. این مقدار نیتروژن جدا از مقدار نیتروژنی است که به مصرف خود گیاه برای تولید پروتئین می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

ب- پس از جدا کردن دانه از کاه و کلش مواد باقی مانده به دلیل داشتن ازت (موجود در ریشه) از کیفیت مناسبی برای تعلیف دام برخوردار نیستند.

پ – هزینه برداشت این محصول به دلیل مصرف انرژی زیاد برای کندن بوته زیاد است (در آزمایشی که برای تعیین این نیرو انجام گرفت میانگین نیروی بوته‌کنی در مزرعه ۹۵ نیوتن و در گلخانه ۱۷ نیوتن به دست آمد).

بررسی‌های فوق نشان می‌دهند که کندن بوته از زمین روش مناسبی برای برداشت نخود نیست. از سوی دیگر با توجه به نزدیک بودن غلاف‌ها به سطح زمین و وجود سنگریزه در مزارع نخود، امکان استفاده از تیغه‌های برشی مرسوم در کمباین‌ها و دروگرها برای برش ساقه در ماشین برداشت نخود وجود ندارد. به نظر می‌رسد خوشه‌چین‌ها قابلیت بهتری در برداشت نخود نسبت به سایر سازوکارهای برداشت داشته باشند. اما باید توجه داشت که خوشه‌چین‌ها هم به دلیل تنک بودن مزرعه، عملکرد کم محصول و وجود همزمان محصول رسیده و نارس در مزرعه کارایی لازم برای برداشت نخود را ندارند و در صورت استفاده از روش کندن دانه و غلاف از بوته باید سازوکاری متناسب با شرایط گیاه و سازگارتر نسبت به خوشه‌چین‌های متداول برای برداشت نخود طراحی و ساخته شود. از آنجا که نتایج آزمایش‌های تعیین نیروی کندن دانه و غلاف در گلخانه با مزرعه یکسان نبودند لذا نمی‌توان داده‌های کشت گلخانه‌ای را برای طراحی به کار برد و بهتر است آزمایش‌های برداشت نخود در مزرعه و در شرایط واقعی انجام گیرد تا نتایج قابل اعتمادتر باشند.

م نابع مورد استفاده

خزایی ج، محتسبی س، رجبی‌پور ع و بهروزی‌لار م، ۱۳۸۳. تعیین نیرو و انرژی لازم برای کندن غلاف نخود بعنوان معیاری برای ارزیابی مقاومت به ریزش. مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳۵، شماره ۲. صفحه‌های ۵۱۷ تا ۵۲۸.

طباطبایی کلور ر، برقعی ع م، علیمردانی ر و رجبی‌پور ع، ۱۳۸۴. بررسی تأثیر سرعت و زاویه لبه تیغه بر مقاومت برشی ساقه ارقام مختلف برنج. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۲۳، شماره ۶. صفحه‌های ۹۹ تا ۱۱۱.

Anonymous, 2006. Receival standards for farmer dressed desi and kabuli chickpeas. The State of Queensland, Department of Primary Industries and Fisheries. Queensland Government.

Behroozi-Lar M and BK Huang, 2002. Design and development of chickpea combine. AMA 33 (1): 35-38.

Brooker DB, Bakker-Arkema FW and Hall CW, 1997. Drying and storage of grains and oilseeds. CBS Publishers and Distriutors

Chen Y, Chen J, Zhangc Y, and Zhoud D, 2007. Effect of harvest date on shearing force of maize stems. Livestock Science 111 (1): 33-44.

Chen Y, JL Gratton and J Liu, 2004. Power requirements of hemp cutting and conditioning. Biosystems Engineering 87 (4): 417–424.

www.SID.ir

Archive of SID

Godeska T, 2004. Determination of minimal cutting speed by flailing potato vines. Acta Agriculturae Slovenica 83 (1): 137 – 146.

Halyk RM and Harlbut LW, 1968. Tensile and shear strenght characteristics of alfalfa stems. ASAE 11: 256- 257.

Iwaasa AD, Beauchemin KA, Buchanan-Smith JG and Acharya SN, 1995. Assessment of stem shearing force for three alfalfa varieties grown under dryland and irrigated conditions. Canadian Journal of Animal Science 75: 177–179.

Iwaasa AD, Beauchemin KA, Buchanan-Smith JG and Acharya SN, 1996. A shearing technique measuring resistance properties of plant stems. Animal Feed Science and Technology 57: 225–237.

Konak M, Carman K and Aydin C, 2002. Physical properties of chickpea seeds. Biosystems Engineering 82 (1): 73–78.

Mohsenin NN, 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publisher, Inc.

Person S, 1987. Mechanics of cutting plant materials. ASAE, St. Joseph, MI.

Prince RP, Bartok JW and Bradway DW, 1969. Shear stress and modulus of elasticity of selected forages. Transactions of the ASAE 12 (1): 426–429.

Sidahmed MM and Jaber NS, 2004. The design and testing of a cutter and feeder mechanism for the mechanical harvesting of lentils. Biosystems Engineering 88 (3): 295-304.

Siemens MC, Corp MK and Correa RF, 2002. Effects of header modifications on garbanzo bean harvesting losses. Columbia Basin Agricultural Research Annul Report, SR 1040. Pp: 37-43, Oreg. State Univ. Agric. Exp. Station Corvallis, Oregon, in cooperation with USDA-Agric. Res. Service, Pendleton, Oregon.

Tado CJ, Wacker MP, Kutzbatch HD and Suministrado DC, 1998. Development of stripper harvesters: a review. Journal of Agricultural Engineering Research 71: 103-112.

Vicar RM, 1999. Harvesting Chickpea. Special Crops, Saskatchewan Agriculture and Food.

Williame AN, 1994. Strength of Materials, Theory and Problems. Schaums Outline Series. McGraw-Hill, Inc.

www.SID.ir