بررسی تاثیر سرعت دورانی استوانه کوبنده، فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده و نرخ تغذیه بر کوبش سورگوم دانه ای

محمد حسین سعیدی راد[1]، مصطفی اسحق زاده [2]، اکبر عرب محمد حسینی[3] و صمد نظرزاده اوغاز[4]

1- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

2- دانش آموخته کارشناسی ارشد ، مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی – دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان

3- استادیار دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان

4- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

Saiedirad@yahoo.com

چکیده

سورگوم دانه‌ای یکی از مهمترین غلات محسوب می‌شود که از نظر سطح زیر کشت در دنیا، مقام پنجم را به خود اختصاص داده است. برداشت این محصول در اغلب نقاط دنیا با کمباین های برداشت غلات که مجهز به کوبنده های استوانه ای با تیغه های سوهانی می باشند انجام می شود. بدلیل تفاوت شکل و اندازه خوشه های سورگوم با سایر غلات، مطالعه تاثیر پارامترهای ماشینی این نوع کوبنده ها بر روی این محصول به منظور افزایش کارائی دستگاه و همچنین کاهش صدمات و ضایعات دانه مورد هدف این تحقیق بود. بنابراین اثر عوامل ماشینی، شامل سرعت خطی استوانه کوبنده، فاصله کوبنده و ضد کوبنده و نرخ تغذیه مواد به داخل کوبنده، بر درصد وزنی دانه های جدانشده از خوشه‌ها، درصد وزنی دانه های شکسته شده و همچنین قدرت جوانه زنی بذور حاصله، مورد مطالعه قرار گرفت . نتایج نشان داد که با افزایش سرعت خطی استوانه کوبنده عملکرد کوبنده در جدایش بهتر دانه ها از خوشه افزایش یافته و از طرف دیگر موجب افزایش آسیب دیدگی دانه ها می گردید. با افزایش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده از 5 به 15 میلی متر، درصد وزنی دانه های جدا نشده از 0/69٪ به 0/78٪ افزایش یافته و درصد وزنی دانه های آسیب دیده از 13/01٪ به 11/01 ٪ کاهش می یافت. بطور کلی سرعت استوانه کوبنده 21 متر بر ثانیه، فاصله کوبنده و ضدکوبنده 10 میلیمتر و نرخ تغذیه 590 کیلو گرم بر ساعت، مناسبترین کارائی عملکرد کوبنده را در بر داشتند.

کلمات کلیدی: سورگوم دانه ای، کیفیت کوبش، کوبنده استوانه ای

مقدمه

سورگوم با نام علمی *Sorghum bicolor (L.) Moench* یکی از مهمترین غلات جهان می باشد که در ایران ذرت خوشه‌ای نامیده می شود. سورگوم گیاهی است یکساله و بهاره که مخصوص مناطق گرم، خشک و کم آب است زیرا تحت شرایط خشکی شدید یا گرمای شدید بخوبی محصول می دهد. سورگوم را حتی در مناطق خیلی مرطوب نیز کشت می کنند. سورگوم جزء قدیمی ترین غلات زراعی محسوب شده و در قرون گذشته (حدود 700 سال قبل از میلاد) در مراکز اولیه تمدن، استفاده غذایی داشته است (Sharifi and Abbasi, 2008).

سطح زیر کشت سورگوم در دنیا حدود 47/8 میلیون هکتار است و مکان پنجم را در میان غلات بعد از گندم، برنج، ذرت و جو دارد. سورگوم از غلات اصلی منطقه خشک و نیمه خشک با تابستان‌های گرم و طولانی است. دانه-های سورگوم بعنوان غذای اصلی بیش از 200 میلیون نفر از مردم آسیا و آفریقا بوده و در اروپا و آمریکای شمالی بیشتر در تغذیه طیور و دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطح زیر کشت سورگوم در ایران 15 هزار هکتار

می‌باشد، که بترتیب در استان های خوزستان، سیستان و بلوچستان، مازندران، خراسان رضوی، گلستان، گیلان، اصفهان، خراسان جنوبی و یزد کشت می شود. سورگوم را مانند مزارع گندم برداشت می کنند. برداشت سورگوم دانه‌ای بدلیل نبود خطر ریزش دانه، پس از رشد کامل گیاه صورت می پذیرد. میزان رطوبت دانه در پایان رشد 20 – 18 درصد است ولی رطوبت مناسب برداشت 14 درصد است (Almodarres et al. 2008).

اغلب کشاورزان سورگوم را با کمباین غلات برداشت می کنند. از مهمترین مراحل برداشت مکانیزه سورگوم دانه ای توسط کمباین غلات، مرحله کوبش می‌باشد. دستگاه کوبنده، قلب هر کمباین محسوب می‌شود که در آن 60 تا 90 درصد دانه ها از خوشه جدا می شوند. این قسمت بسیار مهم و اساسی، در تمام عملیات کمباین تاثیر می‌گذارد(Mansoorirad, 1991). بهبود طر احی و ارزیابی بخش کوبنده کمباین، همواره از اهمیت ویژه ای در بهبود عـملکرد کمباین های برداشت غلات برخوردار بوده است . بمنظور یافتن بهترین شرایط کارکرد یک واحد کوبنده، می بایست ابتدا معیارهایی برای سنجش عملکرد واحد کوبنده تدوین و سپس عوامل تاثیرگذار بر این معیارها، شناسایی شوند . کیفیت انجام کوبش محصول، مراحل جداکردن و تمیز کردن را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. در این تحقیق تاثیر عواملی ماشینی همانند سرعت دورانی، فاصله کوبنده و ضد کوبنده و آهنگ تغذیه بر کیفیت کوبش سورگوم دانه ای و همچنین میزان ضایعات و خرد شدگی دا نه ها در حین کوبش بررسی شد . در تحقیقی اثر پارامترهای محصولی و ماشینی را بر کوبش لوبیا در یک کوبنده جریان محوری استوانه ای مطالعه شد . نتایج نشان داد که سرعت استوانه کوبنده از 600 تا 700 دور در دقیقه و آهنگ تغذیه 720 کیلوگرم در ساعت موجب بالاترین کارایی کوبـنده و کمترین میزات صدمه به محصول می شود (Vejasit & Salokhe, 2004). همچنین نتایج بررسی ها نشان می دهد که در کوبنده دندانه میخی، افزایش سرعت دورانی استوانه کوبنده از 300 تا 550 دور در دقیقه موجب افزایش درصد وزنی غلاف های کوبیده شده و شکستگی دانه ها ی سویا بـه ترتیب به میزان 0/3٪ و 23٪ می‌گردد (Ukatu, 2006). بررسی اثر پارامترهای فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده، رطوبت محصول، سرعت استوانه کوبنده و سرعت تغذیه یک کوبنده استوانه ای دندانه میخی برای کوبش و بذرگیری گیاه اکرا (بامیه) نشان داد که اثر رطوبت بر روی قدرت جوا نه زنی بذر ها و کارائی کوبنده و سرعت استوانه کوبنده تنها بر روی کارائی کوبنده معنی دار است . همچنین تاثیر فاصله کوبنده و ضد کوبنده بر روی قدرت جوانه زنی و تعداد بذرهای شکسته شده معنی دار گزارش شد (Ajav & Adejumo,. 2005)

مقایسه واریته های مختلف گندم در کو بش نشان داد که تاثیر واریته ها بر روی درصد دانه های شکسته معنی دار بود. رطوبت محصول، سرعت دورانی استوانه کوبنده و فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده از عوامل تاثیر گذار بر کوبش گندم گزارش شدند. با کاهش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده و همچنین افزایش سرعت دورانی استو انه کوبنده، درصد دانه های شکسته افزایش یافت (Wacker, 2003). در تحقیق دیگری اثر سرعت کوبنده، رطوبت و اندازه غلاف های نخود را بر نیروی وارد به غلاف، درصد دانه های شکسته و درصد کوبش غلاف ها مطالعه شد. مشخص گردید که رقم نخود تاثیر معنی داری بر درصد دانه های ش‌کسته و درصد غلاف های کوبیده شده نداشته ولی افزایش سرعت کوبنده و اندازه غلاف بطور معنی داری درصد دانه های شکسته و غلاف های کوبیده شده را افزایش داد(Khazaee, 2003).

مواد و روشها

برای انجام تحقیق از یک دستگاه کوبنده آزمایشگاهی موجود در مرکز تحقیقات کشاورز ی و منابع طبیعی خراسان رضوی استفاده شد . این کوبنده آزمایشگاهی از نوع استوانه ای با قطر خارجی 350 و طول 450 میلی متر، دارای قابلیت تغییر دور استوانه کوبنده، تغییر فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده و تغییر آهنگ تغذیه بود .

تغییر آهنگ تغذیه بوسیله تغییر سرعت خطی تسمه نقاله تغذیه، و با استفاده از یک جعبه دنده کاهنده انجام می شد. از آنجا که نیروی مورد نیاز برای دوران استوانه کوبنده توسط یک موتور الکتریکی سه فاز تامین می شد، تغییر سرعت دورانی استوانه کوبنده بوسیله تغییر دور موتور الکتریکی و توسط یک دستگاه تغییر فرکانس دیجیتالی[1] انجام می گردید.

برای تهیه نمونه های آزمایشی، خوشه های سورگوم از مزرعه ای واقع در ایستگاه تحقیقاتی طرق (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی) بوسیله دست برداشت شدند. تلاش شد تا رطوبت نمونه ها در زمان کوبش در محدوده 15-13 درصد ثابت باشد. در صورت بالا بودن رطوبت، خوشه های سورگوم در معرض آفتاب قرار داده شد تا به رطوبت مورد نظر برسند.

در این تحقیق تاثیر تیمارهای : 1) سرعت دورانی استوانه کوبنده در محدوده سرعت های توصیه شده برای کوبش ریزدانه ها و در چهار سطح 650، 850 ، 1050 و1250 دور در دقیقه (به ترتیب معادل سرعت های محیطی 13، 17، 21 و 25 متر بر ثانیه) انتخاب شدند (Mansoorirad, 1991). 2) فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده در دو سطح 5 و 10 و 15 میلی متر 3) آهنگ تغذیه در دو سطح 400 ، 500 و 600 کیلوگرم در ساعت بر روی کیفیت کوبش زیره در قالب آزمایش فاکتوریل، طرح کامل تصادفی و اعمال سه تکرار برای هر آزمایش بررسی شدند.

برای هر آزمایش 1 کیلوگرم خوشه سورگوم (15-10 عدد) توزین و بر روی تسمه نقاله بدون حرکت قرار داده شد و سپس سرعت تسمه نقاله با توجه به آهنگ تغذیه مورد نیاز تنظیم و دستگاه شروع به کار می نمود . پس از کوبش هر نمونه، دانه های جدا نشده با دست جدا شده و توزین گردیدند . سپس با محاسبه وزن کل دانه ها، درصد وزنی دانه های جدانشده محاسبه گردید. همچنین در هر نمونه دانه های آسیب دیده که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده بودند جدا گانه توزین شده و درصد وزنی دانه ه ای آسیب دیده بدست آمد . به منظور محاسبه آسیب دیدگی های غیر قابل مشاهده با چشم غیر مسلح، آزمایش قدرت درصد جوانه زنی برای هر نمونه انجام شد . بدین منظور از هر نمونه تعداد 70 بذر شمارش شده و با اضافه کردن 10 میلی‌لیتر آب مقطر در داخل پتری‌های استریل و یکبار مصرف در محفظه رشد [2] با شرایط نوری 12 ساعت روشنایی و 12 ساعت خاموشی و درجه حرارت 25 درجه سلسیوس نگهداری می شدند . تجزیه و تحلیل داده ها شامل جدول آنالیز واریانس و آزمون مقایسه میانگین‌ها (آزمون دانکن در سطح احتمال 5٪) با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودار ها بوسیله نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس داده ها نشان داد که سرعت خطی استوانه کوبنده درصد وزنی دانه های جدا نشده و همچنین درصد وزنی دانه های شکسته شده را در سطح احتمال 1٪ تحت تاثیر خود قرار می دهد . اثر فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده تنها بر روی درصد وزنی دانه های آسیب دیده معنی دار بوده و آهنگ تغذیه تاثیر معنی داری را در سطوح احتمال 1 و 5 درصد بر روی صفات مورد مطالعه نشان نمی دهد. همچنین این تحلیل نشان می دهد که اثر متقابل سرعت خطی استوانه کوبنده در فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده و همچنین اثر متقابل سه گانه

[1] - Digital inverter
[2] - Incubator

سرعت خطی استوانه کوبنده در آهنگ تغذیه در فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده تاثیر معنی داری در سطح احتمال 1 درصد بر روی درصد جوانه زنی دانه های جداشده از خوشه ها داشته اند (جدول 1).

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها که با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال 5٪ انجام گرفت نشان داد که با افزایش سرعت خطی استوانه کوبنده، درصد دانه های جدانشده کاهش می یابد . درصد دانه‌های جدانشده، از 1/82٪ در سرعت خطی 13 $m.s^{-1}$، تا 0/22٪ در سرعت خطی 21 $m.s^{-1}$ ، بطور معنی‌داری کاهش می یابد اما این کاهش، در بین های سرعت 21 و 25 $m.s^{-1}$ ، معنی دار نیست. کاهش درصد دانه های جدانشده، با افزایش سرعت کوبنده، امری بدیهی به نظر می رسد. معنی‌دار نبودن تفاوت، بین د و سرعت 21 و 25 $m.s^{-1}$ ، به دلیل وجود درصدی از دانه ها که هنوز به رسیدگی لازم نرسیده اند و یا رطوبتشان به مقدار کافی کاهش نیافته است، می‌باشد. (جدول 2). همچنین تاثیر سرعت استوانه کوبنده بر روی درصد وزنی دانه های شکسته شده نشان می دهد که بین سرعت‌های 17 $m.s^{-1}$، 21 و 25 تفاوت معنی داری به چشم می‌خورد. درحالی که تـفاوت معنی‌داری بین سرعت‌های 13 $m.s^{-1}$ و 17 وجود ندارد. البته روند افزایش درصد وزنی دانه های آسیب دیده، از 4/2٪ در سرعت 13 $m.s^{-1}$ تا 24/91٪ در سرعت 25 $m.s^{-1}$ ، نشان دهنده این واقعیت است که با افزایش سرعت برخورد تیغه ها با دانه‌ها، انرژی منتقل شده به دانه ها نیز افزایش یافته و برخورد شدیدتری بین دانه ها و صفحه ضد کوبنده رخ می دهد. همین امر افزایش درصد دانه‌های شکسته شده را موجب می گردد.

جدول 1- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه

		میانگین مربعات صفات مورد مطالعه		
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد وزنی دانه‌های‌جدانشده	درصد وزنی دانه‌های‌شکسته‌شده	درصد جوانه‌زنی
A	3	15/96**	2472/43**	107/42 ns
B	2	0/137 ns	41/55**	46/31 ns
C	2	0/615 ns	3/84 ns	46/76 ns
B × A	6	0/049 ns	5/96 ns	666/81**
C × A	6	0/447 ns	6/62 ns	0/447 ns
B × C	4	0/238 ns	17/98 ns	26/65 ns
C × B × A	12	0/931 ns	7/41 ns	635/83**
خطا	72	0/375	8/69	126/66

* ، ** و ns : به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح احتمال 5 و1 درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار

A ، B و C: به‌ترتیب سرعت خطی استوانه کوبنده، فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده وآهنگ تغذیه

نتایج جدول 2 نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین سطوح مختلف سرعت خطی استوانه کوبنده در تاثیر بر قدرت جوانه زنی بذور وجود ندارد ولی با توجه ابن که میانگین قدرت جوانه زنی نمونه های شاهد، 92٪ بدست آمد، می توان نتیجه گرفت که کوبش خوشه های سورگوم با استفاده از کوبنده سوهانی در محدود سرعت های تعیین شده می تواند موجب کاهش قدرت جوانه زنی بذور سورگوم به میزان 16٪ گردد.

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها، تفاوت معنی داری بین هیچیک از سطوح فاصله کوبنده و ضد کوبنده بر درصد دانه‌های جدانشده از خوشه نشان نمی دهد (جدول 2). دانه‌های جدانشده در 5 mm و 10 فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده، به ترتیب 0/69٪ و 0/67٪ است؛ ولی این میزان در فاصله 15 mm ، به 0/78٪ می‌رسد. مشخص

گردید که با افزایش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده از 5 mm به 15 ، درصد وزنی دانه های جدا نشده از ٪0/69 به ٪0/78 افزایش یافته و درصد وزنی دانه های آسیب دیده از ٪13/01 به ٪11/01 کاهش می یابد.

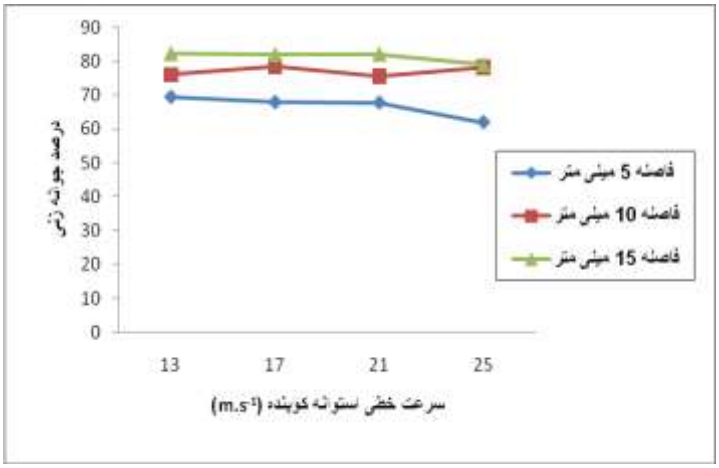
تاثیر فاصله کوبنده و ضد کوبنده بر درصد وزنی دانه های شکسته شده، نشان دهنده تفاوت معنی دار بین دو فاصله 5 mm و 10 با فاصله 15 mm می باشد. روند افزایشی درصد وزنی دانه های آسیب دیده با کاهش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده، نشانگر این واقعیت است که با کاهش فاصله، فشرده شدن مواد به هم و شدت ضربات، بیشتر شده و موجبات شکسته شدن بیشتر دانه ها را فراهم آورده است. اثر بالشتی مواد در داخل کوبنده در این فاصله 15mm، موجب شده است ضربات جسم کوبنده بر خوشه ها، اثردهی لازم خود را نداشته باشد و از دانه‌ها در برابر صدمات محافظت کند . در تحقیق مشابهی که در مورد کوبش زیره انجام گرفت، محققین گزارش کردند که با افزایش فاصله بین کوبند ه و ضد کوبنده درصد وزنی دانه های جدا شده و همچنین درصد آسیب دیدگی محصول کاهش می یابد. کاهش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده موجب درگیر شدن بهتر محصول با تیغه ها گردیده که در نتیجه جداشدن بهتر دانه ها از بوته را ممکن می سازد (Saeidirad & Javadi, 2011).

جدول 2- نتایج آزمون مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمارها		صفات مورد مطالعه		
		دانه‌های‌جدانشده (٪)	دانه‌های‌شکسته‌شده(٪)	قدرت جوانه‌زنی(٪)
سرعت خطی استوانه کوبنده ($m.s^{-1}$)	13	1/82 a	4/2 a	75/96 a
	17	0/66 b	5/52 a	76/03 a
	21	0/22 c	14/30 b	72/09 a
	25	0/16 c	24/91 c	76/23 a
فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده(mm)	5	0/69 a	13/01 a	73/79 a
	10	0/67 a	12/68 a	75/51 a
	15	0/78 a	11/01 b	75/93 a
آهنگ تغذیه ($kg.hr^{-1}$)	420	0/72 a	12/11 a	74/02 a
	500	0/58 a	11/99 a	76/28 a
	590	0/84 a	12/60 a	74/93 a

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال5 درصد می باشند.

همانگونه که در جدول آنالیز واریانس (جدول 1) مشاهده گردید، تاثیر متقابل سرعت خطی استوانه کوبنده و فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده بر درصد جوانه زنی دانه ها در سطح احتمال 1٪ معنی دار بود. نمودار شکل (1) نشان می دهد که در سرعت $25\ m.s^{-1}$، تفاوت بین فاصله 15 mm با دو فاصله 5 mm و 10 معنی دار می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که با افزایش سرعت استوانه کوبنده و کاهش فاصله بین کوبنده و ضد کوبنده، درصد جوانه زنی دانه ها کاهش می یابد به طوریکه در سرعت $25\ m.s^{-1}$ و فاصله 5 mm به ٪61/9 رسیده است (شکل 1).



شکل 1- تاثیر سرعت خطی استوانه کوبنده و فاصله کوبنده و ضد کوبنده بر قدرت جوانه زنی دانه ها

نتایج آنالیز واریانس، حاکی از معنی‌دار نبودن اثر آهنگ تغذیه بر سه صفت مورد مطالعه بود (جدول 1). با این حال مقایسه میانگین ها، نشان می دهد، کمترین درصد وزنی دانه های جدانشده مربوط به آهنگ تغذیه 500^{1} $kg.h^{-}$ ، می باشد. از طرف دیگر درصد وزنی دانه های جدا نشده در دو سطح آهنگ تغذیه ($420\ kg.h^{-1}$ و 590) افزایش یافته است. کاهش اثر مالشی و فشاری استوانه کوبنده است که در تراکم زیاد مواد در کوبنده، می تواند یکی از عوامل مؤثر در افزایش درصد وزنی دانه های جدانشده باشد که همین نتیج نیز در مورد کوبش زیره گزارش گردیده است (Saeidirad & Javadi, 2011). از طرف دیگر کاهش بیش از حد تراکم مواد در محفظه استوانه کوبنده می توان نتیجه عکس داشته و درگیری کمتری را بین محصول و تیغه ها بوجود آورده و موجب افزایش درصد وزنی دانه های جدا نشده گردد . بنابراین می توان نتیجه گرفت که عملکرد مناسب کوبنده در جدایش دانه ها نیازمند، آهنگ تغذیه مناسب (نه کم و نه زیاد) می باشد.

منابع

Ajav E.A. and Adejumo B. A. 2005. Performance evaluation of an okra thresher. Agricultural engineering international: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript PM 04 006 Vol.VII.

Almodarres, A. , R. Taheri and V. Safavi. 2008. Sorgum (Bothanical, Agricultural and Biotechnology) . Isfahan Jihad-E-Daneshgahi Publications.

Khazaei, J. 2003. Force requirement for pulling off chick pea pods as well as fracture resistance of chick pea pods and grains. Ph.D. Thesis, Power and machinery dep. Tehran University.(in Farsi).

Mansoorirad, D. 1991. Agricultural machineries and tractors. Hamadan uinversity publication, pp. 520. (in:Farsi)

Saeidirad, M.H. and A. Javadi. 2011. Study on machine-crop parameters of cylinder threshers for cumin threshing. CIGR Journal, Vol. 13, No.2.

Sharifi Jahantigh, Gh. and M. Abbasi. 2008. Sorghum. Gorgan Noroozi Publications.

Ukatu, A. C. 2006. A modified threshing unit for soya beans. Biosystem Engineering, 95(3), 371-377.

Vejasit, A. and Salokhe, V. M. 2004. Studies on machine-crop parameters of an axial flow thresher for threshing soybean. Agricultural engineering international: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript PM 04 004. July,2004.

Wacker, P. 2003. Influence of crop properties on the threshability of cereal crops. ASAE Publication Number 701P1103e,ed.Graeme Quick.