تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۱۹/ شماره ۷۱/ پاییز و زمستان ۱۳۹۷/ص ٥٤-٤٣

# بررسی و ارزیابی دستگاه استخراج تخم کدو

مجید اصغری چنار[۱]، محمدهاشم رحمتی[۲*]، شهرام نوروزیه[۳] و عباس رضایی‌اصل[٤]

۱، ۲ و ۴- به‌ترتیب: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد؛ دانشیار؛ و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۵

## چکیده

**کدو یکی از محصولات تابستانی است که در بعضی از استان‌های کشور ایران کشت می‌گردد. تخم کدو حاوی مقادیر بالای روغن و پروتئین است. از آنجایی‌که در ایران بیشتر زمین‌هایی که به کشت کدوی تخم آجیلی اختصاص می‌یابند مساحت کمی دارند، برداشت مکانیزه این محصول با دستگاه‌های بزرگ امکان‌پذیر نیست. بذرگیری این محصول با دستگاه‌های بزرگ استخراج تخم کدو نیز مقرون به صرفه نیست. در این شرایط، استخراج تخم کدو نیاز به دستگاه‌هایی در اندازه‌های کوچک دارد. در این تحقیق یک دستگاه استخراج تخم کدو مناسب با سطوح کوچک زیر کشت کدوی آجیلی در کشور ساخته و ارزیابی شد. در ارزیابی دستگاه، اثر سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده (۷۰، ٦٥ و ٥٥ دور در دقیقه)، زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده (صفر درجه، سه درجه شیب منفی)، ابعاد روزنه (۱×۳، ۲×۲ و ۳×۳ سانتی‌متر) روی عملکرد دستگاه (مقدار تخم کدوی استخراج شده و مقدار تخم کدوی هدررفته) بررسی شد. در این تحقیق، آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل با سه فاکتور در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که تأثیر سرعت دورانی و زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده بر جدا شدن تخم کدو در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و اثر سرعت دورانی استوانهٔ خردکن بر شکستگی دانه معنی‌دار نیست. همچنین، با توجه به مقدار تخم کدوی استخراج شده و تلفات تخم کدو، بهترین سرعت برای استوانهٔ جداکننده ۵۵ دور بر دقیقه با ابعاد روزنه ۲×۲ سانتی‌متر و زاویهٔ استقرار صفر درجه به‌دست آمد.**

## واژه‌های کلیدی

**جداکننده بذر، کدوی آجیلی، کوبنده کدو**

## مقدمه

کدو از محصولات تابستانی است که در کشورهایی مانند ترکیه و ایران در سطحی وسیع کشت می‌شود. علاوه بر مصرف گوشت کدو، ساکنان مناطق خاورمیانه دانه‌های آن را پس از برشته کردن و نمک زدن به‌صورت آجیل مصرف می‌کنند (Karakaya *et al.*, 1995). تخم کدو حاوی مقادیر بالای روغن (۴۵/۴-۳۸/۸ درصد) و پروتئین (۳۷-۲۵/۲ درصد) است که می‌توان از آن به‌عنوان منبع مهم غذایی استفاده کرد (Bellakhdar *et al.*, 1991). القادی و همکاران (Al-Gaadi *et al.*, 2011) یک دستگاه تخم‌گیر کدو ساختند و در سه عامل (سرعت استوانه، سرعت تغذیه و رطوبت کدو) در چهار تکرار آن را ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که هرچه (در حد توان ماشین) سرعت تغذیه بیشتر باشد میزان استخراج دانه بیشتر و درصد شکستگی کمتر می‌شود. آبدرابو (Abdrabo, 2013) یک دستگاه تخم‌گیر هندوانه ساخت و آن را در شرایط کاری با چهار سرعت تغذیه (۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم بر دقیقه)، چهار سرعت استوانه

*نگارنده مسئول: hmrahmati20@gmail.com

http://doi: 10.22092/erams.2018.108860.1164

(۶/۲، ۸/۵، ۱۰/۶ و ۱۳/۲ متر بر ثانیه) و چهار مدت زمان پس از برداشت (۲، ۴، ۶ و ۸ روز) برای به‌دست آوردن درصد تلفات دانه، درصد دانه‌های آسیب‌دیده، بازده کاری (کیلوگرم بر ساعت)، بازده ماشین و توان مصرفی (کیلووات) ارزیابی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که بالاترین مقدار تلفات دانه (۷ درصد) در سرعت تغذیهٔ ۲۰۰ کیلوگرم بر دقیقه، سرعت استوانهٔ دوار ۶/۲ متر بر ثانیه و دو روز پس از برداشت و کمترین مقدار تلفات دانه (۱/۲ درصد) در سرعت تغذیهٔ ۱۰۰ کیلوگرم بر دقیقه، سرعت استوانهٔ دوار ۱۳/۲ متر بر ثانیه و ۶ روز پس از برداشت به‌دست می‌آید؛ بیشترین کارایی ماشین نیز با افزایش سرعت استوانه نسبت مستقیم دارد.

آویارا و همکاران (Aviara *et al.*, 2008) یک دستگاه تخم‌گیر هندوانه ساختند و عملکرد آن را روی دو رقم هندوانه با رطوبت‌های مختلف ارزیابی کردند. نتایج این بررسی نشان داد که درصد شکستگی دانه و درصد تلفات در استخراج دانه به رطوبت میوه بستگی دارد و بیشترین عملکرد استخراج تخم هندوانه نیز در رطوبت ۸۹/۷۴ درصد با سرعت تغذیهٔ ۳۷۵ کیلوگرم بر ساعت و سرعت ۹۳۲ دور در دقیقه به‌دست می‌آید.

الیوا و الفاتح (Eliwa & Elfatih, 2012) یک ماشین استخراج تخم هندوانه ساختند و در ایستگاه تحقیقاتی باغبانی ال قصاصین استان اسماعیلیه (مصر) آن را بررسی کردند و عملکرد آن را بر اساس دانه‌های شکسته شده، از دست دادن دانه، اندازهٔ برش پوست، بهره‌وری سیستم خردکن، بازده استخراج و هزینهٔ استخراج در مقایسه با روش‌های سنتی ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که حداقل تلفات دانه ۱/۲ و حداقل خسارت دانه ۰/۱۳ درصد است. سرعت واحد خردکن این ماشین ۲۵۰ دور در دقیقه، استوانهٔ آن مشبک با روزنه‌های دایره‌ای شکل و مناسب‌ترین زمان برای بذرگیری دو روز پس از برداشت محصول به‌دست آمد.

جوشی و همکاران (Joshi *et al.*, 1993) در تحقیقاتشان ارتباط بین ابعاد دانه رقم‌های مختلف کدوتنبل را بررسی و نتیجه‌گیری کردند که پهنای دانه کاملاً وابسته به طول آن است، در حالی‌که ضخامت دانه ارتباط کمتری با طول آن دارد. غلتیدن و لغزیدن دانه‌ها روی سطوح مختلف به ضریب کرویت بستگی دارد و در طراحی تجهیزات مورد نیاز برای حمل‌ونقل و پوست‌گیری باید به این عامل توجه شود. برابر آمار اعلام شده از سوی مرکز آمار، ۴/۵ درصد زمین‌های زراعی در کشور زیر دو هکتار هست، که مجموع مساحت این زمین‌ها به ۷۲۹۰۵۷ هکتار می‌رسد (Anon, 2014). این امر باعث شده تا کشاورزان از لحاظ اقتصادی انگیزه‌ای برای استفاده از دستگاه‌های برداشت تمام مکانیزه برای بعضی محصولات، از جمله تخم آجیلی کدو که گران قیمت هم هست، نداشته باشند. از این رو برداشت این محصول به صورت دستی است. از سوی دیگر، استفاده از کارگر به جای ماشین باعث کاهش بهره وری به میزان زیادی شده است. درعین‌حال با بالا رفتن دستمزد کارگر، فعالیت در زمین‌های کوچک، سودآوری خود را تا حد زیادی از دست می‌دهد که این امر موجب کاهش درآمد کشاورزان می‌شود. از طرفی، محصول کدو اغلب در مزارع کوچک کشت می‌شود و بالا رفتن قیمت چنین محصولاتی شاهد این مدعاست، در حالی که این بالا رفتن قیمت‌ها هیچ سودی برای کشاورز نداشته و همواره او در مضیقه است. با توجه به این موضوعات و اهمیت زمین‌های زراعی کوچک در اقتصاد بسیاری از خانواده‌ها، برای استخراج تخم کدو یک دستگاه تخم‌گیر متوسط و سازگار با شرایط کشاورزی در داخل کشور، در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ساخته شده است که هم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و هم در دسترس کشاورز باشد. این دستگاه شامل یک خردکننده و یک استوانهٔ جداکننده است که در آن تخم کدو از گوشت جدا می‌شود.

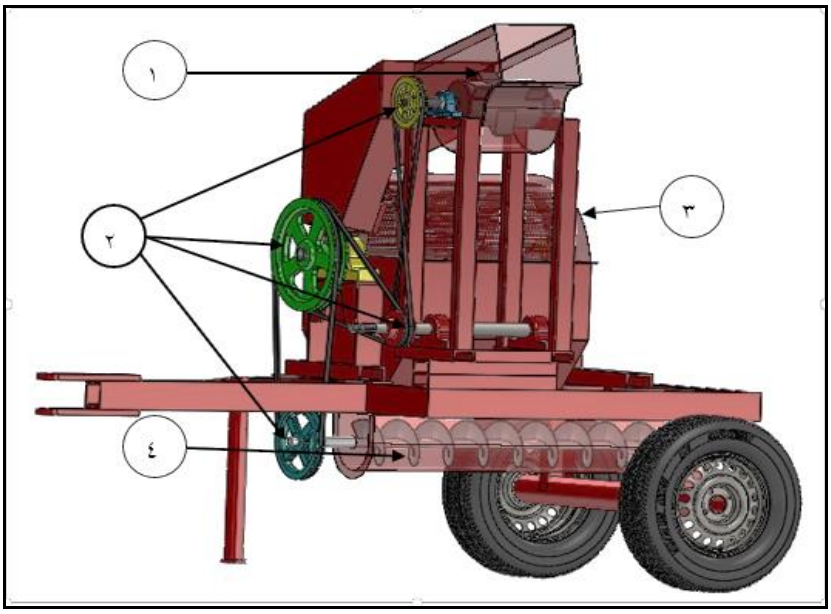
اهداف این تحقیق عبارت اند از:

۱- ارزیابی دستگاه ساخته شده استخراج تخم کدو.

۲- تعیین بهترین سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده، زاویهٔ استقرار و ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده به‌منظور کاهش تلفات تخم کدو.

## مواد و روش‌ها

برای ارزیابی عملکرد دستگاه تخم‌گیر، کدو به مقدار مورد نیاز از یک رقم کدوی تخم آجیلی[1] از مزرعه‌ای در روستای لاملنگ شهرستان گرگان استان گلستان در مردادماه سال ۹۵ تهیه شد. دستگاه استخراج تخم کدو (شکل ۱) که توان مورد نیاز خود را از محور توان‌دهی تراکتور می‌گیرد، شامل سه بخش خردکن، جداکننده و انتقال‌دهنده است. بخش خردکننده تشکیل شده است از یک استوانهٔ بادامکی که با سرعت قابل تنظیم دوران می‌کند. کدو پس از آنکه در این بخش خرد شد از کانالی به ورودی جداکننده می‌رسد. جداکننده استوانه‌ای است دوار که با صفحات مشبک (الک) ثابت پوشانده شده است. در این بخش، تخم‌کدو از گوشت جدا می‌شود و به بخش انتقال‌دهنده می‌رسد. پوست و گوشت کدو با دوران استوانه به انتهای الک هدایت می‌شوند و از خروجی استوانه بیرون می‌ریزند. تخم کدوی جدا شده با یک مارپیچ انتقال کوچک به سمت دیگر دستگاه منتقل می‌شود و به مخزن می‌ریزد.

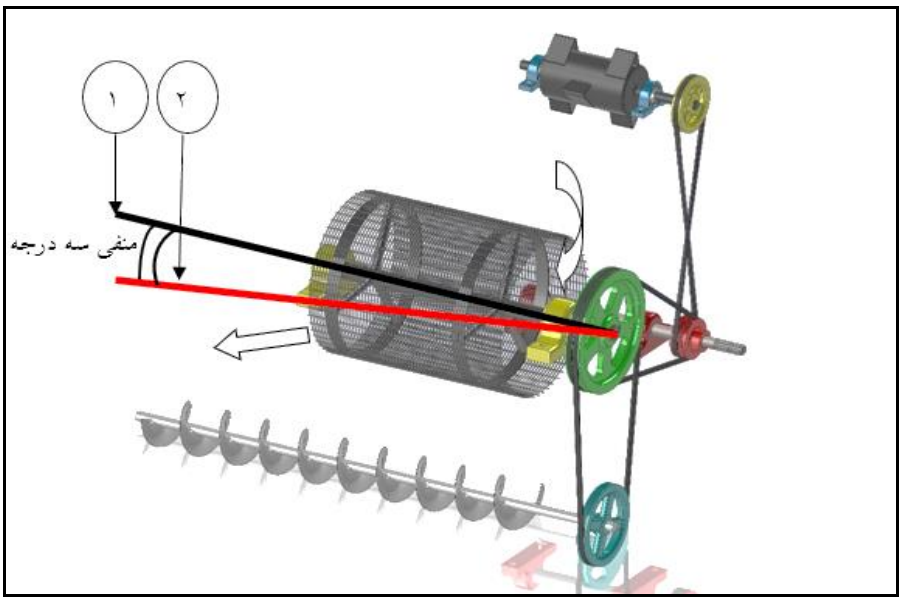



**شکل ۱- دستگاه استخراج تخم کدو**

**(۱- سامانه کوبنده، ۲- سامانه انتقال قدرت، ۳- سامانه جداکننده و ٤- مارپیچ انتقال)**

برای اندازه‌گیری درصد تخم کدوی استخراج شده و هدررفت، سه سطح سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده (۵۵، ۶۵ و ۷۰ دور بر دقیقه) و سه صفحهٔ مشبک مختلف استوانهٔ جداکننده (۱×۳، ۲×۲ و ۳×۳ سانتی‌متر) و دو زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده (صفر درجه و سه درجه منفی نسبت به خروجی) در نظر گرفته شد (شکل ۲). این تحقیق با آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد. میزان اثر تغییرات سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده، ابعاد روزنه‌ها و زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده بر درصد تخم کدوی استخراج شده و درصد هدررفت ارزیابی شد.

1- Cucurbita Pepo




**شکل ۲- زاویه استقرار استوانه کوبنده**

**(۱- زاویه استقرار صفر درجه استوانهٔ جداکننده و ۲- زاویهٔ استقرار منفی سه درجه استوانهٔ جداکننده)**

**جدول ۱- مشخصات فنی دستگاه**

| توان مورد نیاز (اسب بخار) | سرعت دورانی کوبنده (دور بر دقیقه) | سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده (دور بر دقیقه) | طول (میلی‌متر) | عرض (میلی‌متر) | ارتفاع (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۵ | ۱۲۰ - ۲۰۰ | ۵۰ - ۱۰۰ | ۲۶۰۰ | ۱۳۰۰ | ۲۰۰۰ |

برای ارزیابی کارکرد دستگاه از روابط ۱، ۲ و ۳ (Aviara *et al.*, 2008) استفاده شد. برای اندازه‌گیری داده‌ها از یک ترازوی دیجیتال (*AND GF - 600* ساخت ژاپن) با دقت ۲ صدم گرم استفاده و داده‌ها با نرم‌افزار *SAS* آنالیز شد.

$$\text{درصد تخم کدوی استخراج شده} = \frac{A}{A+B}\times 100 \quad (۱)$$

$$\text{درصد تخم کدوی هدررفته} = \frac{A}{B+A}\times 100 \quad (۲)$$

$$\text{درصد تخم کدوی شکسته شده} = \frac{C}{A+B}\times 100 \quad (۳)$$

که در آنها،

$A$= مقدار تخم کدوی استخراج شده؛ $B$= مقدار تخم کدوی هدررفته؛ و $C$= مقدار تخم کدوی شکسته شده.

## نتایج و بحث

به‌منظور ارزیابی درصد تخم کدوی استخراج شده در تیمارهای مختلف (سرعت دورانی، زاویهٔ استقرار و ابعاد روزنه‌های مختلف استوانه جداکننده) آزمون‌های مختلفی با دستگاه استخراج تخم کدو انجام و درصد استخراج اندازه‌گیری و تجزیه شد.

تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده در سطح ۰/۰۱ و اثر متقابل ابعاد روزنه‌ها با زاویه استقرار استوانه جداکننده بر مقدار تخم کدوی استخراج شده در سطح ۰/۰۵ اختلاف

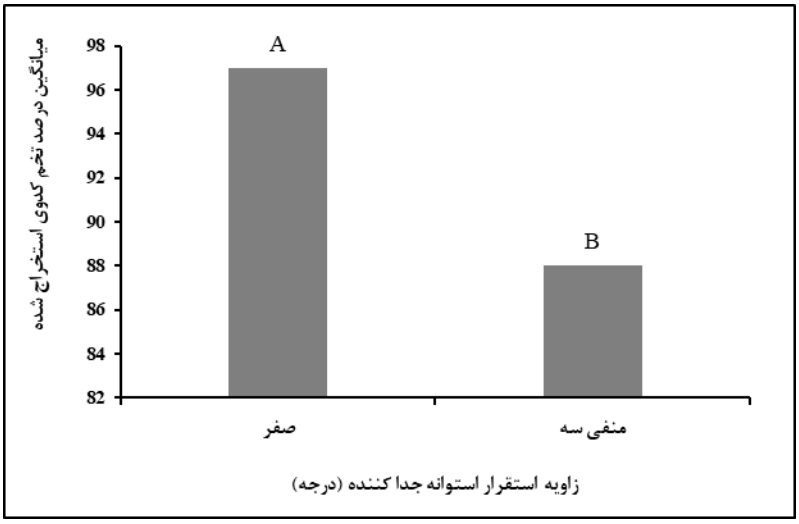
معنی‌داری داشته است. اثر متقابل سرعت، زاویهٔ استقرار و ابعاد روزنه در سطح درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

نمودارها در شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد که با افزایش زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده، مقدار تخم کدوی استخراج شده کاهش می‌یابد و در سطح (۵ درصد) اختلاف معنی‌داری دارد. علت کاهش تخم کدوی استخراج شده در اثر شیب استوانهٔ جداکننده، زود خارج شدن محصول از استوانه است که در نتیجه تخم کدو زمان لازم را برای جدا شدن از گوشت کدو در استوانه ندارد. بیشترین درصد تخم کدوی استخراج شده در سرعت دورانی ۵۵ دور در دقیقه با ابعاد روزنه ۲×۲ سانتی‌متر (استوانه جداکننده) دیده می‌شود.

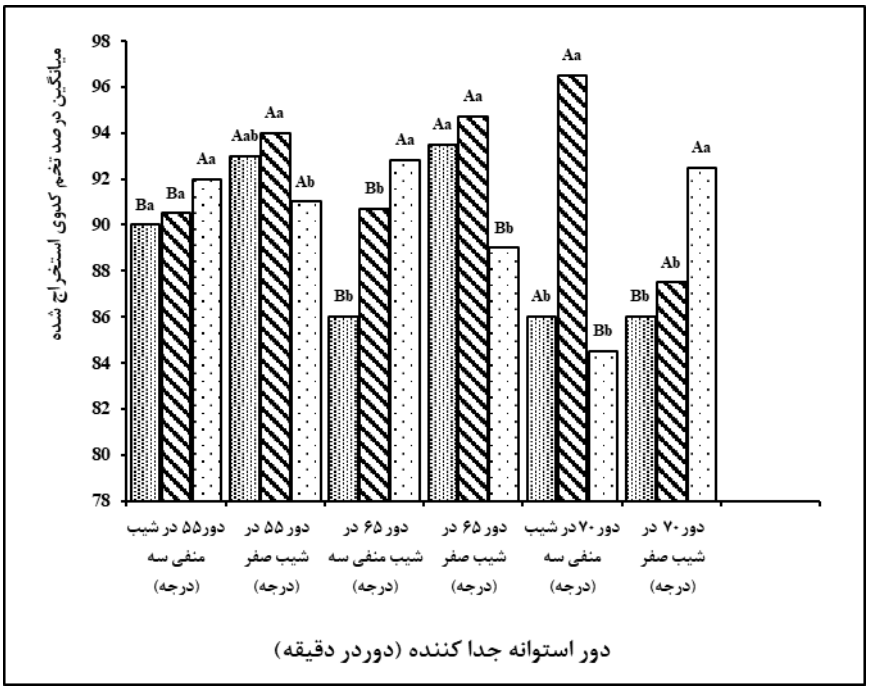
**جدول ۲- تجزیهٔ واریانس مقدار تخم کدوی استخراج شده**

| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | مقدار F |
|---|---|---|---|
| ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده | ۲ | ۱۶/۴۷$^{ns}$ | ۲/۴۷ $^{ns}$ |
| خطای ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده | ۶ | ۴/۹۱$^{ns}$ | ۰/۷۴ $^{ns}$ |
| زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده | ۱ | ۲۳۰/۵۶$^{**}$ | ۳۴/۶۴$^{**}$ |
| ابعاد روزنه× زاویهٔ استقرار (استوانهٔ جداکننده) | ۲ | ۲۹/۵۸$^{*}$ | ۴/۴۴$^{*}$ |
| سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده | ۲ | ۲۵/۲۴$^{*}$ | ۳/۷۹$^{*}$ |
| ابعاد روزنه × سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) | ۴ | ۲/۸۹ $^{ns}$ | ۰/۴۳$^{ns}$ |
| زاویه × سرعت (استوانهٔ جداکننده) | ۲ | ۳۳/۹۱$^{*}$ | ۵/۰۹$^{*}$ |
| ابعاد روزنه × زاویهٔ استقرار × سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) | ۴ | ۱۶/۷۷ $^{ns}$ | ۲/۵۲$^{ns}$ |
| خطا | ۳۰ | ۶/۶۵ | |

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد (CV= ٪۲/۸۳)، *معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ns معنی‌دار نیست.

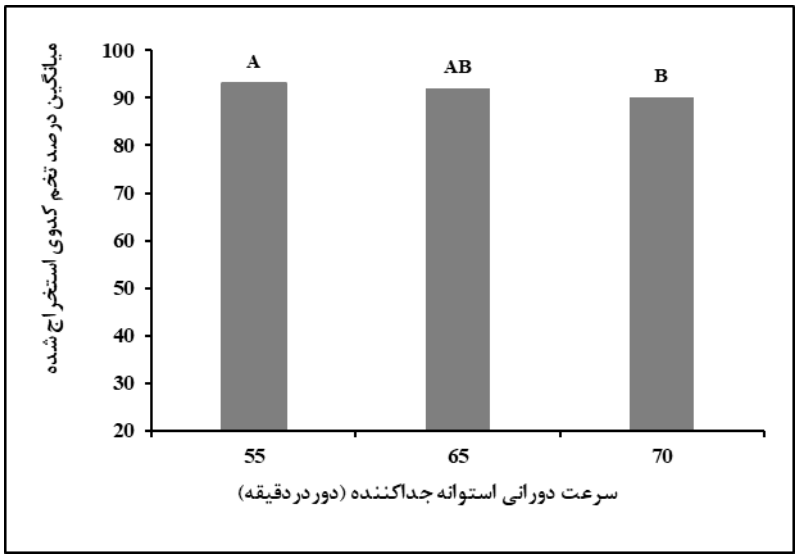



**شکل ۳- درصد تخم کدوی استخراج شده در زاویه‌های مختلف استقرار استوانهٔ جداکننده (حروف بزرگ نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر زاویهٔ استقرار و حروف کوچک نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر ابعاد روزنه‌های استوانه جداکننده است. ابعاد روزنه‌های جداکننده (سانتی‌متر))**

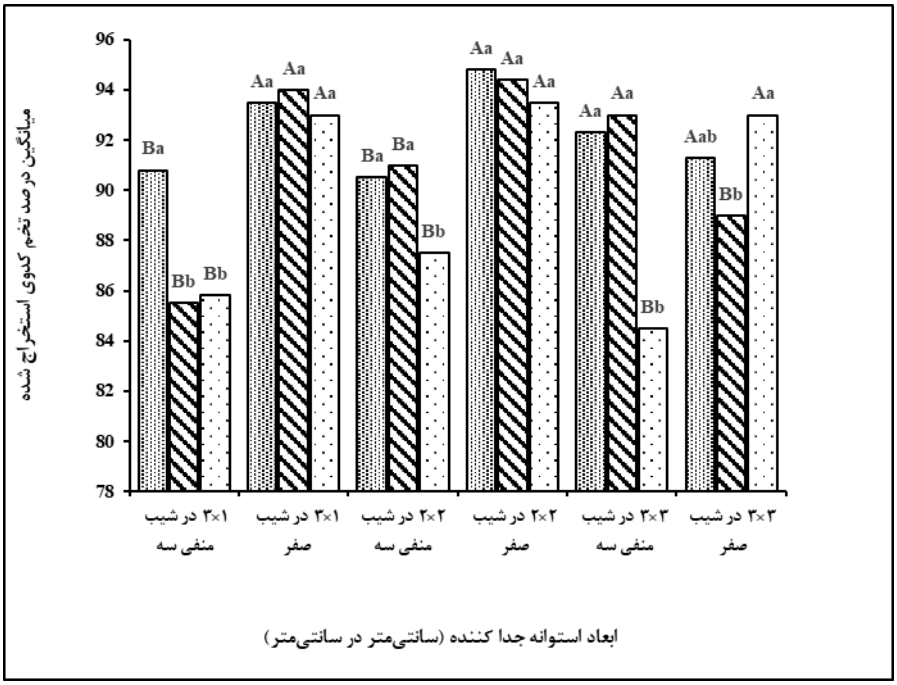



**شکل ٤- اثر متقابل زاویهٔ استقرار و ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده بر مقدار تخم کدوی استخراج شده**

شکل‌های ۵ و ۶ نشان می‌دهند که با افزایش سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده، مقدار تخم کدوی استخراج شده کاهش می‌یابد. درصد تخم کدوی استخراج شده با افزایش سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده رو به کاهش است که در سرعت ۵۵ و ۷۰ دور بر دقیقه این درصد اختلاف معنی‌داری دارد. دلیل این کاهش، چسبیدن کدوهای خرد شده به دیوارهٔ استوانهٔ جداکننده در اثر نیروی گریز از مرکز حاصل از سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده است.




**شکل ۵ - درصد تخم کدوی استخراج شده در سرعت‌های مختلف استوانهٔ جداکننده (حروف بزرگ نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر زاویهٔ استقرار و حروف کوچک نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده است. سرعت دورانی استوانه جداکننده (rpm))**




**شکل ٦- اثر متقابل زاویهٔ استقرار و سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) بر مقدار تخم کدوی استخراج شده**

در سرعت ۵۵ دور بر دقیقه، کدوهای خرد شده در استوانهٔ جداکننده به‌دلیل درگیر شدن با روزنه‌های استوانه به سمت بالا حرکت می‌کند و از بالای استوانه، به‌دلیل بیشتر بودن نیروی ثقل از نیروی گریز از مرکز، به سمت پایین می‌افتد و در اثر برخورد با دیوارهٔ روزنه، تخم کدو از گوشت جدا می‌شود. هر چقدر تکرار ریزش خرده‌های کدو در استوانه بیشتر باشد درصد استخراج تخم کدو بیشتر می‌شود. با افزایش نیروی گریز از مرکز در اثر بالا رفتن سرعت دورانی، تعداد ریزش خرده‌های کدو در استوانه کاهش می‌یابد و در نتیجه درصد استخراج کمتر می‌شود.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که ابعاد روزنه و اثر متقابل قطر روزنه با سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) و اثر متقابل قطر روزنه، زاویهٔ استقرار و سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) بر مقدار تخم کدوی هدررفته اختلاف معنی‌داری ندارد و زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشته است.

تغییر ابعاد روزنه از ۲×۲ سانتی‌متر به ۳×۱ سانتی‌متر باعث افزایش مقدار تخم کدوی هدررفت شده است. دلیل آن کاهش دبی خروجی تخم کدو از روزنه‌هاست. در نتیجه، زمان استخراج تخم کدو کم و تخم کدو همراه با گوشت از خروجی استوانهٔ جداکننده خارج می‌شود.

با تغییر ابعاد روزنه از ۲×۲ سانتی‌متر به ۳×۳ سانتی‌متر، مقدار تخم کدوی هدررفته زیاد می‌شود که دلیل آن مسدود شدن روزنه‌ها در اثر خارج شدن خرده کدوهای نسبتاً درشت از روزنه‌های استوانه جداکننده و در نهایت کاهش دبی خروجی آنها و هدررفت تخم کدو می‌شود.

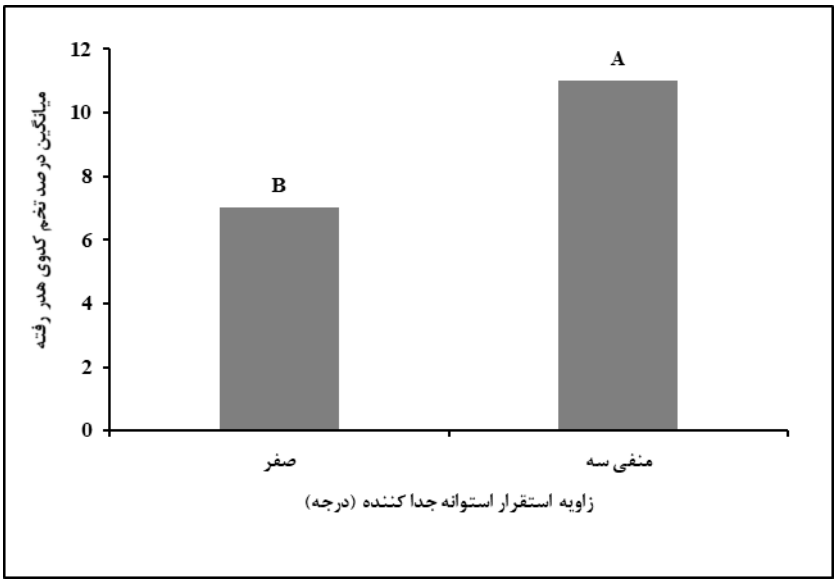
**جدول ۳- تجزیه واریانس مقدار تخم کدوی هدررفته**

| منبع تغییرات | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | مقدار F |
|---|---|---|---|
| ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده | ۲ | ۱۶/۴۷ ns | ۲/۴۷ns |
| خطای ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده | ۶ | ۴/۹۱ ns | ۰/۷۴ ns |
| زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده | ۱ | ۱۵۲۶/۹۴۶** | ۳۴/۶۴** |
| ابعاد روزنه× زاویهٔ استقرار (استوانهٔ جداکننده) | ۲ | ۲۹/۵۸* | ۴/۴۴* |
| سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده | ۲ | ۲۵/۲۴* | ۳/۷۹* |
| ابعاد روزنه × سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) | ۴ | ۲/۸۹ ns | ۰/۴۳ns |
| زاویه × سرعت (استوانهٔ جداکننده) | ۲ | ۳۳/۹۱* | ۵/۰۹* |
| ابعاد روزنه × زاویهٔ استقرار × سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) | ۴ | ۱۶/۷۷ ns | ۲/۵۲ns |
| خطا | ۳۰ | ۲۴۰/۲۷۴۰۶ | |

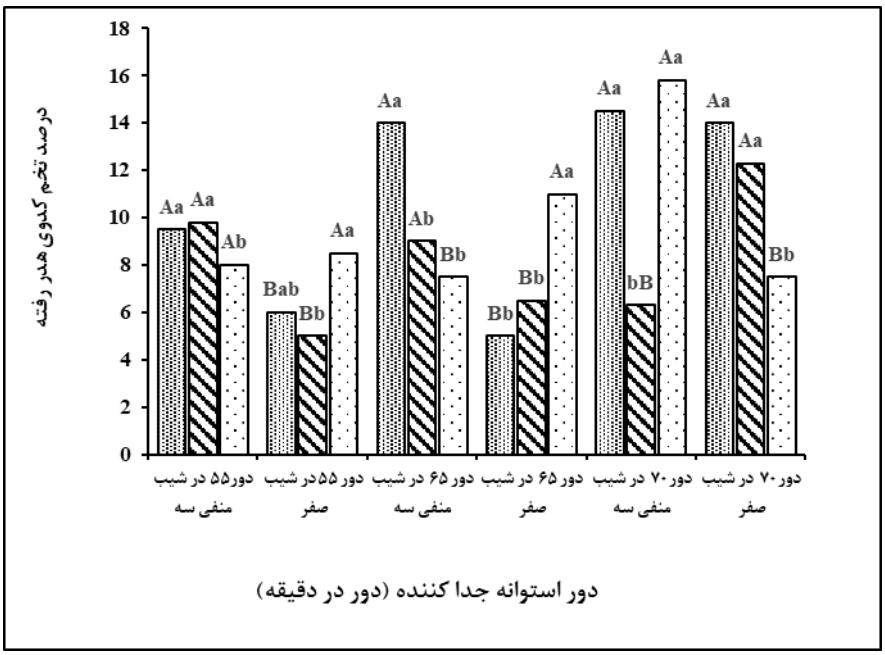
**معنی‌داری در سطح ۱ درصد (CV = ۲۸/۳۱٪)، *معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns معنی‌دار نیست.

نمودارها در شکل‌های ۷ و ۸ نشان می‌دهد که با تغییر زاویهٔ استقرار استوانهٔ جداکننده، مقدار تخم کدوی هدررفته افزایش می‌یابد که این افزایش معنی‌دار است. دلیل افزایش هدررفت تخم کدو در اثر افزایش زاویهٔ استقرار، زود خارج شدن کدوهای خرد شده از داخل استوانه جداکننده است که مدت زمان لازم را برای جدا شدن تخم کدو از پوسته کاهش می‌دهد.

توجه به شکل‌های ۹ و ۱۰ می‌رساند که با افزایش سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده، مقدار تخم کدوی هدررفته افزایش یافته است.

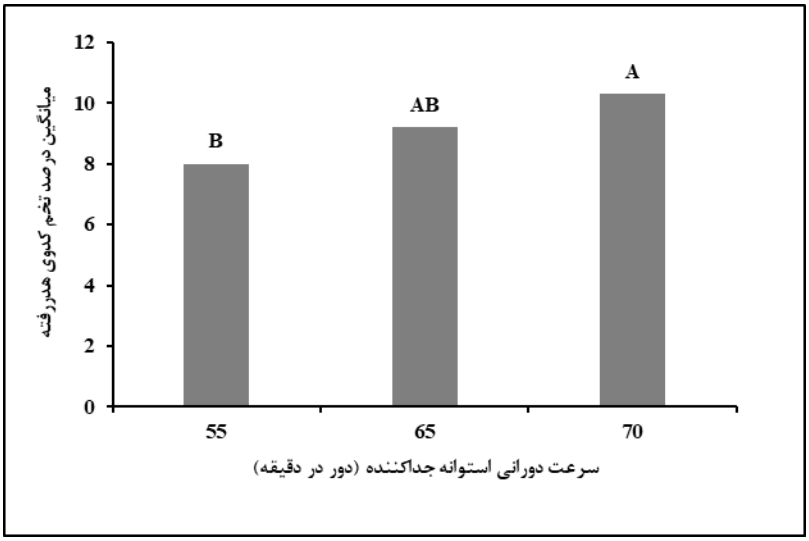



**شکل ۷ - درصد تخم کدوی هدررفته در زاویه‌های مختلف استقرار استوانهٔ جداکننده (حروف بزرگ نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر زاویهٔ استقرار و حروف کوچک، نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده است. ابعاد روزنه‌های استوانه جداکننده (cm×cm))**

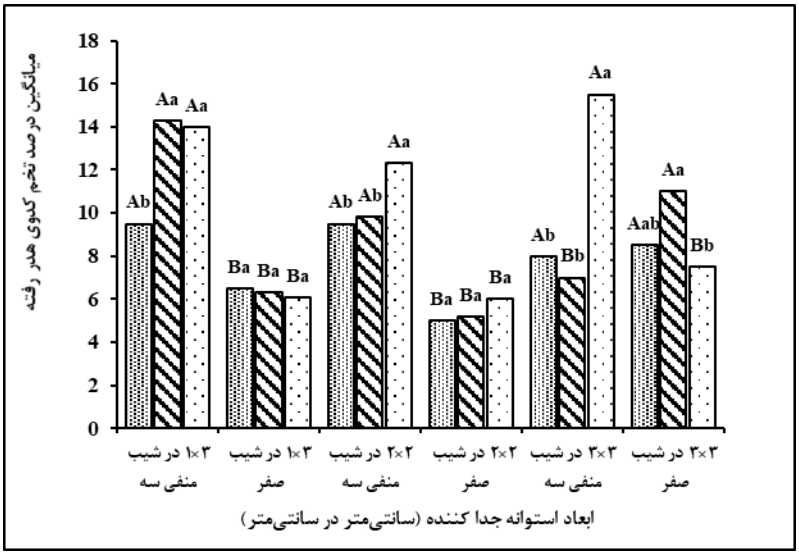



**شکل ۸ - اثر متقابل زاویهٔ استقرار و ابعاد روزنه‌های استوانهٔ جداکننده بر مقدار تخم کدوی هدررفته**

دلیل این امر نیروی گریز از مرکز حاصل از سرعت دورانی استوانه است که باعث چسبیدن محصول به دیوارهٔ استوانهٔ دوار و در نتیجه جلوگیری از به هم خوردگی محصول خرد شده در داخل استوانهٔ جداکننده می‌گردد. در سرعت پایین‌تر، محصول داخل استوانه جداکننده سُر می‌خورد و به‌هم خوردگی در آن اتفاق نمی‌افتد و در واقع الک شدن کامل روی نمی‌دهد. اما وقتی سرعت دورانی به اندازه‌ای باشد که محصول داخلی کمی همراه با استوانه بچرخد و از ارتفاع بالای استوانه سقوط کند، هم الک شدن و هم ضربهٔ واردشده به آن، تخم کدوی بیشتری را از گوشت کدو جدا می‌کند که بیشترین راندمان دستگاه (۵ کیلوگرم در ساعت) در این حالت دیده می‌شود.




**شکل ۹ - مقدار تخم کدوی هدررفته در سرعت دورانی‌های مختلف استوانه جداکننده (حروف بزرگ نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر زاویهٔ استقرار و حروف کوچک نشان‌دهندهٔ اختلاف در اثر سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده است. سرعت دورانی استوانه جداکننده (rpm))**




**شکل ۱۰- اثر متقابل زاویهٔ استقرار و سرعت دورانی (استوانهٔ جداکننده) بر مقدار تخم کدوی هدررفته**

## نتیجه‌گیری

در این تحقیق تأثیر سرعت دورانی، زاویهٔ استقرار و ابعاد روزنهٔ استوانهٔ جداکننده روی عملکرد دستگاه (مقدار تخم کدوی استخراج شده و مقدار تخم کدوی هدررفته) بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای گفته شده بر عملکرد دستگاه اختلاف معنی‌داری دارد ($p<۰/۰۵$). با بالا رفتن سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده، به‌دلیل چسبیدن کدوهای خرد شده به دیوارهٔ استوانه، مقدار تخم کدوی استخراج شده کاهش می‌یابد. با چسبیدن کدوهای خرد شده به دیوارهٔ استوانه از به‌هم خوردن و ضربه خوردن در اثر سقوط کدوهای خرده شده از سمت بالای استوانه جلوگیری می‌شود، که نتیجهٔ آن افزایش مقدار تخم کدوی هدررفته است. با کاهش سرعت دورانی، مقدار تخم کدوی استخراجی کاهش و مقدار تخم کدوی هدررفته افزایش می‌یابد زیرا در سرعت‌های کمتر، کدوهای خرده شدهٔ داخل استوانهٔ جداکننده سُر می‌خورند و سرعت سُر خردن آنها بیشتر از سرعت دورانی استوانهٔ جداکننده است که به‌هم خوردگی کامل کدوهای خرد شده اتفاق نمی‌افتد و الک شدن کامل روی نمی‌دهد. کمترین مقدار هدررفت در ابعاد روزنه ۲×۲ سانتی‌متر دیده می‌شود، مقدار تخم کدوی استخراج شده در ابعاد روزنه ۲×۲ و ۳×۱ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری ندارد. بهترین سرعت دورانی برای استوانهٔ جدا کنندهٔ دستگاه استخراج تخم کدو ۵۵ دور در دقیقه و بهترین ابعاد روزنهٔ آن ۲×۲ سانتی‌متر است. با افزایش شیب استوانهٔ دوار، به دلیل زودتر خارج شدن کدوهای خرد شده از داخل استوانهٔ جداکننده، مقدار تخم کدوی استخراج شده کاهش می‌یابد. زاویهٔ استقرار صفر درجه مناسب‌ترین زاویه انتخاب شده است.

## مراجع

Abdrabo, A. F. A. 2013. Manufactured prototype to separate the seeds of watermelon pulp. Egypt J. Agric. Res. 92(1): 237-255.

Al-Gaadi, J. K. A., Marey, S. A. and Sayed-Ahmed, J. F. 2011. Development and perfonnance evaluation of a summer squash seed extradite machine. Middle-East J. Sci. Res. 7(3): 352-361.

Anon. 2014. A report on general agricultural census. Statistical Center of Iran. Tehran, Iran.

Aviara, N. A., Shittu, S. K. and Haque, M. A. 2008. Development of a Guna Seed Extractor. Agric. Eng. Int. CIGR J. Manuscript PM 07 036. Vol. X.

Bellakhdar, J., Claisse, R., Fleurentin, J. and Younus, C. 1991. Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan Pharmacopeia. J. Erhnopharmacol. 35, 123-143.

Eliwa, A. A. and Elfatih, A. 2012. Developing a local extraction watermelon seeds machine. J. Appl. Sci. Res. 8(1): 474-482.

Joshi, D. C., Das, S. K. and Mukherjee, R. K. 1993. Physical properties of pumpkin. J. Agric. Eng. Res. 54, 219-229.

Karakaya, S., Kavas, A., Nehir El.S., Guduc, N. and Akdogan, L. 1995. Nutritive value of a melon seed beverage. Food chemistry, 52, 139- 141.

*Agricultural Mechanization and Systems Research /Vol.19/No.71/ Autumn & Winter 2018/P: 43-54*

# Investigating and Evaluation of Gourd Seed Harvesting Machine

**M. Asghari-Chenar, M. H. Rahmati*, Sh. Nowrouzieh and A. Rezaeiasl**

*Corresponding Author: Associate Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
Email: hmrahmati20@gmail.com
Received: 24 December 2016, Accepted: 5 May 2018

Gourd is one of summer crops cultivated in some provinces in Iran. Gourd Seeds contain high amounts of oil and proteins. Farmers in Iran usually use small pieces of lands to cultivate gourd. Therefore, it is not possible to apply big mechanical equipment for gourd harvesting and so for seed harvesting. In other words, gourd seed harvesting should be done by small size ground seed harvesters. A device was designed, fabricated, and finally evaluated for mechanically harvesting gourd seeds in the workshop of Department of Agricultural Machinery at Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. The effects of rotational speeds of separator cylinder (70, 65, 55 rpm), pitch angle of the cylinder (zero angle and three degrees with negative slope), and the size of meshes (1x3, 2x2 and 3x3 cm) on harvester performance were studied. In this research we used factorial experiments with 3 factors in three replications in completely randomized design. Results indicated that the effects of rotational speed and pitch angle of separator shaft on harvesting gourd seeds were significant at 5% level, and the effects of rotational speed of thresher cylinder on seed breaking were not significant. The results suggest that the best rotational speed for separator cylinder was 55 rpm and the best mesh size and pitch angle were 2x2 cm and zero degree.

Keywords: Gourd, Gourd Thresher, Seed Separator