

## بررسی اثر سرعت پیشروی بر روی تلفات دستگاه برداشت نخود پا کوتاه ایرانی

کامران مردانی<sup>۱</sup>، اسعد مدرس مطلق<sup>۲</sup>، وحید رستم‌پور<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

<sup>۳</sup> استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

\*نویسنده مسئول:

ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، صندوق پستی: ۱۶۵

پست الکترونیکی: [rostampoort2011@gmail.com](mailto:rostampoort2011@gmail.com)

دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۱

### چکیده

روش مرسوم برداشت نخود در ایران با دست بوده و برای برداشت یک هکتار، نیاز به حدود ۷۰ کارگر ساعت می‌باشد. در کشورهای پیشرفته ارقام پا بلند نخود کشت شده و برداشت آن با کمباین‌های غلات و همراه با تنظیمات و دماغه‌های مخصوص صورت می‌گیرد. برداشت نخود ایرانی با این کمباین‌ها به دلایلی مانند پا کوتاه بودن بوته و حساسیت به ریزش محصول عملاً امکان‌پذیر نبوده و همراه با تلفات بالایی است. در این تحقیق، اثر سرعت پیشروی در چهار سطح مختلف بر روی میزان تلفات دستگاه مخصوص برداشت نخود پا کوتاه ایرانی که مجهز به انگشتی‌های لخت‌کننده میله‌ای می‌باشد، بررسی گردید. نتایج نشان داد که اثر سرعت پیشروی دستگاه در سطح احتمال ۱ درصد بر روی تلفات کل (MT) معنی‌دار می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار تلفات این دستگاه به ترتیب در سرعت‌های پیشروی ۲/۵ و ۴/۵ کیلومتر بر ساعت و برابر با ۹/۷ درصد و ۴/۳ درصد بود. با توجه به مقدار مجاز تلفات ۵/۵ درصد عملکرد مناسب دستگاه در سرعت پیشروی ۴/۵ کیلومتر بر ساعت مشخص گردید.

**واژه‌های کلیدی:** سرعت پیشروی، برداشت نخود، تلفات

### ۱- مقدمه

(and Huang, 2002). با توجه به پا بلند بودن بوته

نخود در برخی از کشورها، امکان برداشت این محصول با کمباین غلات وجود دارد. اما در ایران و اکثر کشورهای خاورمیانه با توجه به کمبود آب، ارقام مقاوم به کم آبی و پا کوتاه کشت شده و برداشت مکانیزه این ارقام توسط کمباین‌های غلات شانه برشی به دلایلی مانند عدم کاشت مکانیزه و ناهموار بودن زمین‌های کشت، خطر نزدیکی دماغه به زمین و حساسیت به

گیاه نخود با نام علمی *Cicerarietinum* شناخته شده و بلندی بوته‌ی آن بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر است. نخود از خانواده حبوبات بوده و با داشتن ۲۰ درصد پروتئین، می‌تواند نقش مهمی در تامین پروتئین مورد نیاز انسان ایفا نماید. این محصول بالاترین سطح زیر کشت را در بین حبوبات کشور دارا بوده و در تناوب با غلات دیم نقش مهمی بر عهده دارد (Behrooz-Lar)

برداشت محصول نخود مورد ارزیابی قرار دادند و میزان تلفات زیاد این مکانیزم را گزارش کردند، گلپیرا و همکاران (۲۰۱۳) این سیستم را اصلاح کردند و تلفات کل را از ۵۰ درصد به ۲۵ درصد کاهش دادند. در این تحقیق با توجه به نکات ضعف و قوت مکانیزم‌های استفاده شده توسط سایر محققین، از یک مکانیزم کاملاً متفاوت برای برداشت محصول نخود استفاده گردید و اثر سرعت پیشروی بر میزان تلفات دستگاه بررسی شد. این دستگاه مجهز به انگشتی‌های لخت‌کننده میله‌ای می‌باشد، انگشتی‌های این دستگاه در شرایط نخود پا کوتاه می‌توانند بسیار نزدیک به سطح زمین حرکت کرده و با بلند کردن ساقه‌های خوابیده کار برداشت را با حداقل تلفات انجام دهند.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- دستگاه برداشت

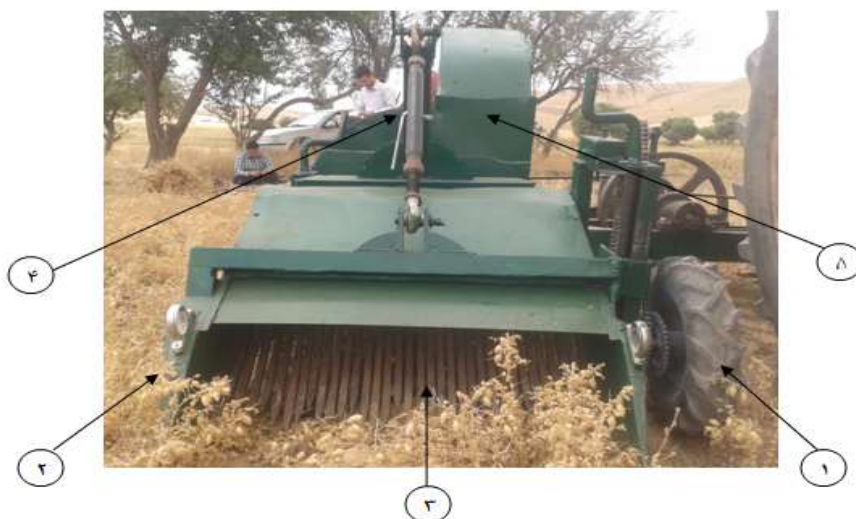
دستگاه برداشت نخود پا کوتاه ایرانی در کارگاه گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه ساخته شده و از نظر عملکرد مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. این دستگاه از چندین بخش اصلی شامل دماغه برداشت، سیستم مکش یا سیستم انتقال مواد و سیستم انتقال قدرت تشکیل شده است (شکل ۱).

برای ساخت دماغه دستگاه از یک سری انگشتی‌های لخت‌کننده استفاده شده و اصول کار آن بر اساس استفاده از نقطه ضعف عمده موجود در برداشت محصول نخود، یعنی استحکام بسیار کم غلاف‌ها در محل اتصال به بوته می‌باشد. در این دستگاه انگشتی‌ها به صورت چنگال مانند بر روی شاسی دماغه به عرض ۸۰ سانتی متر نصب شده‌اند و با حرکت رو به جلوی

ریزش بالا، غیر عملی است (Golpira *et al.*, 2013; Konak *et al.*, 2002; Bansal and Sakr, 1992). سایمنس (۲۰۰۶) کمباین غلات شانه برشی مرسوم را با اعمال تغییراتی برای برداشت نخود پا کوتاه به کار گرفت و تلفات زیادی در حدود ۲۶ درصد را در استفاده از این مکانیزم گزارش کرد. چکراورتی و همکاران (۲۰۰۳) مقدار تلفات مجاز در برداشت مکانیزه نخود را ۵/۵ درصد پیشنهاد نمودند. در حال حاضر فرایند برداشت نخود در ایران به صورت دستی انجام می‌گیرد و در حدود ۷۰ کارگر ساعت برای برداشت هر هکتار ضروری است، از طرفی برداشت دستی، کاری سخت و طاقت فرسا بوده و هزینه‌ی زیادی را به کشاورزان تحمیل می‌کند (Golpira *et al.*, 2013). تحقیقات کمی در زمینه‌ی برداشت مکانیکی نخود پا کوتاه با مکانیزم‌های غیر شانه برشی انجام شده است، اما محققین بیان کردند که برداشت نخود پا کوتاه شبیه به برداشت عدس می‌باشد. رسیدگی نامتوازن، خوابیدگی و خرد شدگی غلاف‌ها و دانه‌هایی که نزدیک به زمین رشد کرده‌اند و همچنین تلفات زیاد محصول در هنگام برش اولیه از مشکلات اصلی برداشت این محصول می‌باشد (Nannish, 2000). نتایج تحقیقات نشان داده است که مکانیزم‌های لخت‌کننده در برداشت محصولات غلاف‌دار، به دلیل کاهش ورود مواد غیردانه‌ای موجب کاهش ۲۰ درصدی بار واحد جداسازی و تمیز کننده، کاهش ۳۷ تا ۴۲ درصدی مصرف سوخت و افزایش ظرفیت مزرعه‌ای دستگاه می‌گردند (Golpira *et al.*, 2009; Straksas, 2006). بهروزی لار و هوانگ (۲۰۰۲) دماغه‌ی لخت‌کننده شلبورن رینولدر را برای

دستگاه، بوته‌ها به صورت پیوسته وارد فضای بین انگشتی‌ها شده و غلاف‌های آنها کنده می‌شود. برای تنظیم ارتفاع کاری و حفظ حالت شناوری دماغه در مواجهه با پستی و بلندی زمین، از چرخ تنظیم ارتفاع و کفشک استفاده شده است. برای تنظیم زاویه انگشتی‌ها با سطح افق، از بازو با طول متغیر و برای جلوگیری از

مسدود شدن فاصله بین انگشتی‌های لخت‌کننده توسط علف‌های هرز، از یک سری دندان‌های کوچک دوار، در بین انگشتی‌های اصلی استفاده گردیده است. دستگاه مورد نظر به صورت آفست کششی به پشت تراکتور بسته شده و توان مورد نیاز از PTO تراکتور تامین می‌گردد.



شکل ۱. دستگاه برداشت نخود استفاده شده در ارزیابی مزرعه‌ای و اجزاء آن: ۱- چرخ تنظیم ارتفاع دماغه ۲- کفشک تنظیم ارتفاع دماغه ۳- انگشتی‌های لخت‌کننده ۴- بازو با طول متغیر ۵- مکنده

Fig. 1. Iranian dwarf pea harvesting machine

## ۲-۲- ارزیابی مزرعه‌ای

سانتی‌متر و به صورت مجموع تلفات مربوط به غلاف‌های باقی مانده بر روی بوته و تلفات مربوط به غلاف‌های ریخته شده بر روی زمین اندازه‌گیری گردید. درصد تلفات از رابطه زیر محاسبه شد:

$$M(\%) = \frac{M_T}{M_T + M_P} \times 10 \quad (1)$$

در رابطه  $M_T$  تلفات کل (تعداد غلاف‌های باقی مانده بر روی بوته و تعداد غلاف‌های ریخته شده بر روی زمین) و  $M_P$  تعداد غلاف‌های برداشت شده توسط دستگاه می‌باشد.

ارزیابی‌های مزرعه‌ای در یکی از مزارع شهرستان مهاباد و منطقه خلیفان، در برداشت نخود رقم کابلی صورت گرفت. تمامی مراحل آماده سازی زمین، کاشت و داشت محصول طبق روش مرسوم در منطقه انجام شد. خصوصیات فیزیکی این رقم در جدول ۱ ارائه شده است. عملیات برداشت محصول در چهار سطح از سرعت پیشروی شامل ۲/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۵/۵ کیلومتر بر ساعت و در طول ۵ متر و با عرض دماغه ۰/۸ متر انجام گرفت. مقدار محصول برداشت شده توسط دستگاه و مقدار تلفات محصول در محدوده‌های تصادفی ۸۰ × ۱۰۰

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی محصول در زمان برداشت  
Table 1. Physical properties of the product at harvest time

مقدار	خصوصیات محصول
۲۳ × ۱۷	ابعاد متوسط غلاف‌ها (mm) ( قطر × طول )
۱۲ تا ۱۴	رطوبت در طول برداشت (%)
۲۰ تا ۳۲	ارتفاع بوته گیاه (cm)
۶ تا ۱۰	ارتفاع پایین‌ترین غلاف از سطح زمین (cm)

در جدول ۲ تنظیمات دماغه دستگاه برداشت نشان داده شده است. برای کاهش برخورد انگشتی‌ها با زمین و امکان برداشت پایین‌ترین غلاف‌ها، ارتفاع کاری دماغه در ۵ سانتیمتر تنظیم شد. آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی، با تیمار سرعت پیشروی در چهار سطح ۲/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۵/۵ کیلومتر بر ساعت و در ۴ تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید.

جدول ۲. تنظیمات دماغه دستگاه  
Table 2. Settings of device head

وضعیت تنظیمات	نوع تنظیمات
مسطحی با ابعاد ۲*۱	نوع و ابعاد انگشتی‌ها (cm)
۲۰	زاویه انگشتی‌ها با افق (deg) (α)
۵۴	طول انگشتی‌ها (L) (cm)
۷	فاصله انگشتی‌ها از هم (mm) (S)

### ۳- نتایج و بحث

در جدول ۳ مقدار میانگین تلفات کل ( $M_T$ ) و تعداد کل غلاف‌های برداشت شده توسط دستگاه ( $M_P$ ) در ۰/۸ متر مربع از سطح مزرعه و در چهار تکرار نشان داده شده است. این نتایج در ۴ سرعت پیشروی مختلف بدست آمده است.

جدول ۳. تعداد غلاف‌های مربوط به تلفات ( $M_T$ ) و تعداد غلاف‌های برداشت شده ( $M_P$ )  
Table 3. The number of losses and the number of harvested pods

سرعت پیشروی (km/hr)				تکرار	پارامتر
۵/۵	۴/۵	۳/۵	۲/۵		
۱۲	۸	۱۳	۱۹	۱	$M_T$
۱۲	۹	۱۲	۱۸	۲	
۱۲	۸	۱۱	۱۸	۳	
۱۲	۷	۱۴	۱۸	۴	
۱۷۴	۱۷۸	۱۷۳	۱۶۸	۱	$M_P$
۱۷۴	۱۷۷	۱۷۴	۱۶۸	۲	
۱۷۵	۱۷۸	۱۷۵	۱۶۸	۳	
۱۷۴	۱۷۹	۱۷۲	۱۶۸	۴	

همچنین نتیجه مقایسه میانگین تلفات در چهار سطح سرعت پیشروی (جدول ۵) نشان داد که مقدار تلفات در سرعت‌های ۳/۵ و ۴/۵ کیلومتر بر ساعت

نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر سرعت پیشروی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی تلفات ( $M_T$ ) معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر سرعت پیشروی بر روی تلفات

Table 4. Analysis of variance related to the effects of forward speed on losses

مقدار (F)	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۰۰**	۷۰/۸۳	۳	تیمار
	۰/۷۰	۱۲	خطا
		۱۵	کل

\*\* به مفهوم معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

دارای اختلاف معنی دار با یکدیگر نمی باشند، ولی مقدار

تلفات برای سایر سطوح سرعت دارای اختلاف معنی دار

در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

جدول ۵. مقدار میانگین تلفات در سرعت های مختلف پیشروی

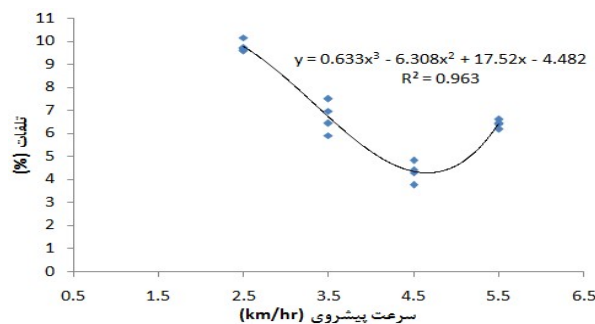
Table 5. The average value of losses at different forward speeds

سرعت پیشروی (km/hr)	تلفات کل (M <sub>T</sub> ) (درصد)	غلاف های باقی مانده بر روی بوته (درصد)	غلاف های ریخته شده بر روی زمین (درصد)
۵/۵	۶/۴۴ <sup>b</sup>	۲/۴۱	۴/۳
۴/۵	۴/۳۰ <sup>c</sup>	۱/۳۰	۳
۳/۵	۶/۷۱ <sup>b</sup>	۱/۹۲	۴/۷۹
۲/۵	۹/۷۹ <sup>a</sup>	۲/۸	۶/۹۹

\*حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشند.

نخود را ۵/۵ درصد پیشنهاد نمودند، بنابراین سرعت پیشروی ۴/۵ کیلومتر بر ساعت می تواند به عنوان سرعت مزرعه ای مناسب برای این دستگاه برداشت پیشنهاد شود. با افزایش سرعت پیشروی از ۲/۵ کیلومتر بر ساعت به ۴/۵ کیلومتر بر ساعت، مقدار تلفات از ۹/۷ درصد (نسبت به کل محصول) به ۴/۳ درصد کاهش یافته است. اما با افزایش بیشتر سرعت، مقدار تلفات رو به افزایش گذاشته و در سرعت ۵/۵ کیلومتر بر ساعت به مقدار ۶/۴۵ درصد رسیده است.

آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصافی، با تیمار سرعت پیشروی در ۴ سطح ۲/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۵/۵ کیلومتر بر ساعت و در ۴ تکرار انجام گرفت. چنانکه در شکل ۲ مشاهده می گردد، بیشترین و کمترین مقدار تلفات برداشت به ترتیب برابر با ۹/۷ درصد و ۴/۳ درصد بوده و مربوط به سرعت های پیشروی ۲/۵ و ۴/۵ کیلومتر بر ساعت می باشد. با توجه به اینکه چکراورتنی و همکاران (۲۰۰۳) مقدار تلفات مجاز در برداشت مکانیزه



شکل ۲. اثر سرعت پیشروی بر روی تلفات برداشت

Fig. 2. The effects of forward speed on harvesting losses

پیشروی باعث برخورد شدید انگشتی‌ها به بوته‌ها و ریزش غلاف‌ها می‌گردد.

در جدول (۵) درصد هر کدام از دو نوع تلفات، شامل تلفات مربوط به غلاف‌های باقی مانده بر روی بوته‌ها و تلفات مربوط به غلاف‌های ریخته شده بر روی زمین در کنار یکدیگر نشان داده شده است. چنانکه در این جدول مشاهده می‌گردد در تمامی سطوح سرعت پیشروی، عمده‌ترین بخش از تلفات برداشت نخود مربوط به غلاف‌های ریخته شده بر روی زمین می‌باشد و تحقیقات آینده باید متمرکز بر اصلاحاتی گردد که بتواند پارامترهای تأثیرگذار بر این نوع از تلفات را بهبود ببخشد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق عملکرد دستگاه برداشت نخود پا کوتاه ایرانی، مجهز به مکانیزم انگشتی‌های لخت کننده در سرعت‌های مختلف پیشروی بررسی گردید. نتایج ارزیابی مزرعه‌ای نشان داد که سرعت پیشروی دستگاه در سطح احتمال ۱ درصد بر روی میزان تلفات مؤثر می‌باشد. تلفات این دستگاه در سرعت پیشروی ۴/۵ کیلومتر بر ساعت می‌تواند به مقدار ۴/۳ درصد کاهش یابد، که با توجه به مقدار مجاز ۵/۵ درصد، عملکرد مناسب این دستگاه را نشان می‌دهد.

این تغییر در مقدار تلفات می‌تواند با در نظر گرفتن تلفات مربوط به غلاف‌های باقی مانده بر روی بوته‌ها و تلفات مربوط به غلاف‌های ریخته شده بر روی زمین توضیح داده شود. در رابطه با تلفات مربوط به غلاف‌های باقی مانده بر روی بوته‌ها می‌توان گفت، با افزایش سرعت پیشروی از ۲/۵ کیلومتر بر ساعت به ۴/۵ کیلومتر بر ساعت به دلیل افزایش سرعت اعمال نیرو و ضربه‌ای شدن آن (Golpira et al., 2013)، غلاف‌های موجود بر روی ساقه‌ها با اولین برخورد انگشتی‌ها از ساقه جدا شده و فرصت باقی ماندن بر روی ساقه‌ها را (تا زمان خم شدن برخی از ساقه‌ها) پیدا نمی‌کنند. بنابراین با افزایش سرعت تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت مقدار این تلفات کاهش یافته است. اما با افزایش سرعت پیشروی از ۴/۵ کیلومتر بر ساعت به ۵/۵ کیلومتر بر ساعت، به دلیل سرعت بسیار بالای تماس انگشتی‌ها با ساقه‌ها، برخی از ساقه‌های هم راستا با انگشتی‌ها، خم شده و فرصت کافی را برای جابجایی و وارد شدن در بین انگشتی‌ها پیدا نمی‌کنند، در نتیجه غلاف‌های موجود بر روی این ساقه‌ها کنده نشده و تلفات مربوط به غلاف‌های باقی مانده بر روی بوته‌ها افزایش می‌یابد. همچنین در مورد تلفات مربوط به غلاف‌های ریخته شده بر روی زمین می‌توان گفت، با افزایش مقدار سرعت پیشروی از ۲/۵ کیلومتر بر ساعت تا ۴/۵ کیلومتر بر ساعت، غلاف‌های کنده شده از بوته‌ها فرصت کمتری برای غلطیدن و افتادن از روی انگشتی‌ها به پایین پیدا می‌کنند، ولی با افزایش سرعت پیشروی به بیشتر از ۴/۵ کیلومتر بر ساعت، افزایش مقدار سرعت

۵- فهرست منابع

1. Behroozi-Lar, M. and Huang, B.K. 2002. Design and development of chickpea combine. *Ama-Agr. Mech. Asia.AF.* 33(1): 35-38.
2. Bansal, R.K. and Sakr, B. 1992. Development of a vertical conveyorreaper for harvesting chickpeas and lentils in Morocco. *Appl. Eng. Agr.* 8(4): 425-428.
3. Chakraverty, A., Mujumdar, A.S., Raghavan, G.S.V. and Ramaswamy, H.S. 2003. *Handbook of postharvest technology cereals, fruits, vegetables, tea, and spices.* Marcel Dekker Inc, NY.
4. Golpira, H., Tavakoli, T. and Baerdamaeker, J.D. 2013. The design and development of a chickpea harvester. *Span. J. Agric. Res.* 11(4): 929-934.
5. Golpira, H., Tavakoli, T., Khoshtagaza, M.H. and Minaci, S. 2009. Determining some mechanical properties of chickpea to use in the design of its harvesting machines. *Agric.Sci.* 19: 24-33.
6. Konak, M., Carman, K. and Aydin, C. 2002. Physical properties of chickpea seeds. *Biosyst. Eng.* 82(1): 73-78.
7. Nannish, N. 2000. *Lentil and Chickpea Production in Jordan.* National Centre of Agricultural Research and Technology Transfer (NCARTT), Jordan.
8. Siemens, M.C. 2006. Effect of guardspacing, guard attachments and reel type on chickpea harvesting losses. *Appl. Eng. Agric.* 22(5): 651-657.
9. Straksas, A. 2006. Development of a stripper-header for grain harvesting. *Agron. Res.* 4(1): 79-89.

## Investigation of the Effect of Forward Speed on the Losses of Iranian Dwarf Pea Harvesting Machine

<sup>1</sup>Kamran Mardani, <sup>2</sup>Asad Modarres Motlagh, <sup>3\*</sup>Vahid Rostampour

<sup>1</sup> MS Student in Mechanical Engineering of Biosystems, Urmia University

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Urmia University

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Urmia University

\*Corresponding Author E-mail: [rostampoor2011@gmail.com](mailto:rostampoor2011@gmail.com)

Received: 2016-12-10

Accepted: 2017-03-11

### Abstract

Manual harvesting is the conventional method for harvesting of peas in Iran which requires nearly 70 worker-hours to harvest one hectare. In the developed countries, long-legged varieties of chickpea have been cultivated and harvested by cereal combines equipped to especial heads. Harvesting of Iranian peas with such combines is practically impossible due to short stem of the plant and high sensitivity to product losses. In this research, the effect of forward speed in four different levels on losses of Iranian dwarf chickpea harvesting machine was evaluated. Design and construction of this machine was done on the design principles of agricultural machines and it is equipped with bare fingers. The results showed that the effect of forward speed on the total loss ( $M_T$ ) is significant at the probability level of 1%. The most and least amounts of losses in forward speeds of 2.5 and 4.5 km/hr were 9.7% and 4.3%, respectively. According to the authorized amount of losses (5.5%), the proper functioning of this device was evaluated to be at the speed of 4.5 km/hr.

**Key words:** *Forward speed, Harvesting of peas, Losses*