

## طرحی جدید برای برداشت بوته عدس ایرانی

شمس اله عبدالله پور<sup>۱\*</sup> و حسین قره خانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: 86/5/6 تاریخ پذیرش: 88/1/20

- 1- گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
- 2- دانشجوی کارشناسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\*مسئول مکاتبه E-mail: [shams@tabrizu.ac.ir](mailto:shams@tabrizu.ac.ir)

### چکیده

روش معمول برداشت عدس در ایران با دست است که در حدود 300 کارگر - ساعت برای برداشت یک هکتار در آن ضروری می‌باشد. در کشورهای پیشرفته ای مانند کانادا و آلمان ارقام پابلند عدس کشت شده و با کمباین غلات (همراه با تنظیمات اختصاصی) برداشت می‌شود. برداشت عدس ایرانی با کمباین غلات به علی مثل پاکوتاه بودن آن و ریزش زیاد به خاطر نوسانات شانه برش غیرممکن می‌باشد. سطح زیر کشت عدس در ایران در حدود 225 هزار هکتار می‌باشد که برای برداشت آن در حال حاضر نیروی انسانی فوق‌العاده‌ای لازم است. علاوه بر آن در روش حاضر در حدود 15% از محصول از بین می‌رود (برداشت و انتقال به خرمکوبی به صورت دستی انجام می‌شود). در این مطالعه وضعیت برداشت در ایران بررسی شده و جوانب مختلف امر از جمله مشخصات فنی دستگاه‌های موجود (مزایا و معایب) همراه با وضعیت کشاورزی ایران در نظر گرفته شده است و در آن طرح مناسبی برای شرایط غالب، پیشنهاد گردیده است. بعد از ساخت به منظور تعیین متغیرهای موثر بر افت محصول (متغیر وابسته) آزمایش‌های جداگانه‌ای بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای شعاع غلطک جلو، سرعت پیشروی و سرعت محیطی غلطک جلو انجام شد. بررسی‌ها نشان دادند که اثر شعاع غلطک جلو و شاخص سینماتیک (نسبت سرعت محیطی به سرعت پیشروی) بر افت محصول در سطح احتمال 1% معنی‌دار است. به طور کلی شعاع غلطک جلو 15 سانتی متر و شاخص سینماتیکی 3/22 با افت حداقلی معادل 4% به عنوان مناسب ترین حالت در نظر گرفته شد.

واژه‌های کلیدی: عدس، ماشین برداشت عدس

## A New Concept in Iranian Lentil Harvesting

Sh Abdollahpour<sup>1\*</sup> and H Gharakhani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>MA Student, Dept. of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: E-mail: [shams@tabrizu.ac.ir](mailto:shams@tabrizu.ac.ir)

### Abstract

Lentil is only hand harvested in Iran and other developing countries which requires about 300 labour-hour for harvesting of one hectare. In developed countries such as Canada and Germany farmers use tall varieties and harvest them by grain harvesters with special adjustments. Harvesting of Iranian lentil by grain harvester is impossible because of its short stem and high cutter bar losses. About 225000 hectares is planted for lentil in Iran which requires a lot of human energy for harvesting and there is about 15% of total yield loss. In this study methods of lentil harvesting in Iran were investigated and different aspects including technical characteristics of present machines and agricultural conditions were considered and a suitable design was recommended for many of these conditions. After development and construction of first prototype machine, some experimental tests were conducted. After many observations including cinematic analysis, the machine was modified. Finally, in order to check its performance via percentage loss, field experiments using completely randomized design were conducted. Treatments of front roller radius, peripheral velocity of front roller, forward speed of machine were used separately for each experiment. Results showed that the effect of front roller radius and cinematic index on loss percent were significant in %1 probability level. In conclusion, the best condition for a front roller was to have a radius of 15 cm with a cinematic index of 3.22 which showed a crop loss of about 4%.

**Keywords:** Lentil, Lentil harvester

### مقدمه

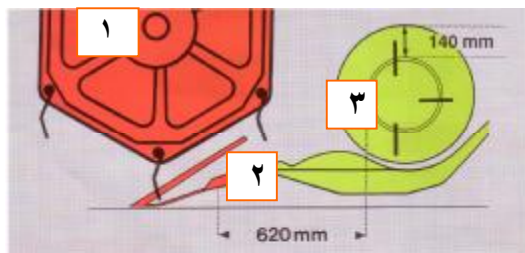
محصول از اهمیت خاصی برخوردار می باشد زیرا تاخیر در آن موجب ریزش شدید می گردد. برداشت واریته ای از عدس که کشت آن در ممالک اروپایی و آمریکائی متداول است، با کمباین غلات امکانپذیر هست زیرا در این مناطق، ارقام پابلند آن کشت می گردد. ولی برای عدس ایرانی که فقط در منطقه خاورمیانه کشت می شود در حال حاضر

مطابق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (بی نام 1377)، سطح زیر کشت حبوبات کشور در حدود یک میلیون هکتار هست که سالانه در حدود 225 هزار هکتار آن زیر کشت عدس است. در زراعت عدس یکی از مشکل ترین و طاقت فرساترین مراحل، برداشت می باشد. برداشت به موقع

برداشت عدس نیز همانند سایر محصولات نیازمند مراحل درو، کوبیدن، جدا کردن دانه از گلش و تمیز کردن دانه می‌باشد. مکانیزه نمودن تمام عملیات یاد شده مستلزم ساخت کمباین خودگردان عدس یا بکارگیری کمباین غلات با تنظیمات اختصاصی عدس می‌باشد. بکارگیری کمباین غلات برای برداشت عدس بنابه دلایلی که عنوان شد، امکانپذیر نمی‌باشد. ساخت کمباین خودگردان عدس نیز بنا به دلایل اقتصادی و پائین بودن توان خرید کشاورزان عدس کار خالی از اشکال نیست. با این حال تکنولوژی مراحل کوبیدن، جدا کردن و تمیز کردن دانه‌ها را می‌توان از بین دستگاه‌های موجود برگزید. لیکن درو و جمع‌آوری غلاف‌های عدس از سطح مزرعه با استفاده از دستگاه‌های موجود امکانپذیر نیست. در حال حاضر اندام‌های موجود برای درو محصولات دانه ای به قرار زیرند:

#### الف) شانه برشی

مقطع این نوع دماغه که در شکل یک دیده می‌شود، متشکل از چرخ و فلک (1)، چاقو (2) و ماریپیچ (3) می‌باشد. این نوع دماغه متناسب با مزارع عدس نمی‌باشد. زیرا از یک طرف ارتفاع بوته عدس خیلی کوتاه است و از سوئی دیگر سطح مزرعه پر از سنگ و سنگریزه هست که کار کردن تیغه‌ها را با مشکل مواجه می‌کند.



شکل ۱- نمای دماغه شانه برشی کمباین غلات از پهلو

ماشینی برای برداشت آن وجود ندارد<sup>1</sup>. برداشت عدس با کمباین غلات به دلایل زیر غیرعملی است:

1- گیاه پاکوتاه هست، لذا باید دماغه یا هد را تقریباً تا سطح زمین پائین آورد که خسارت آفرین است.

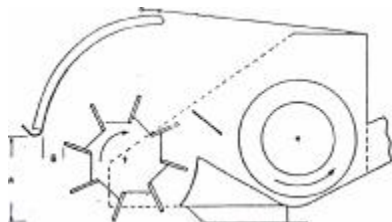
2- عرض زیاد دماغه کمباین غلات برای اراضی ناصاف دیم مناسب نمی‌باشد.

3- ریزش زیاد در اثر نوسانات شانه‌برش و ضربات چرخ فلک

4- فرسایش، خرابی و از کارافتادگی زیاد در تیغه‌ها با توجه به ناصافی اراضی دیم و وجود سنگ و سنگریزه طبق آمار وزارت کشاورزی (بی نام 1377) حدود 300 کارگر - ساعت کار برای برداشت یک هکتار عدس به صورت دستی لازم است. کارگران هر دسته از گیاه درو شده را در کنار ردیف محصول روی زمین قرار می‌دهند. کارگر دیگری آنها را جمع‌آوری کرده و در هر ردیف کپه می‌کند. دیگری این کپه را در محلی دیگر انباشته می‌نماید تا آنگاه در تریلر ریخته شود. سپس تراکتور تریلر را به محوطه مخصوص کوبیدن، حمل می‌نماید. نظر به این که ساقه عدس زیر است برداشت محصول آزاردهنده بوده و خم شدن کارگر برای بریدن محصول در گرمای تابستان مشکل آفرین است. افزون بر این، در فصل برداشت که در مجموع بیش از دو هفته نباید به طول انجامد، همه کشاورزان نیازمند کارگر هستند و کمبود کارگر در آن زمان، دستمزدها را بالا برده و یا برداشت به تاخیر می‌افتد که افت ناشی از ریزش محصول را به دنبال دارد. تمام مراحل برداشت دستی با ریزش و تلفات همراه است. بر اساس اندازه گیری های بعمل آمده دست کم 15% از محصول در اثر افت از بین می‌رود.

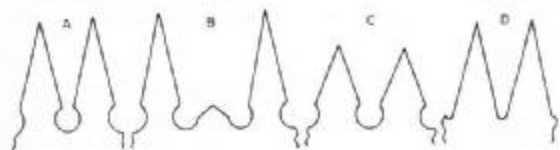
1 - در داخل کشور تلاش‌هایی در این خصوص انجام شده و دستگاه‌هایی نیز ساخته و معرفی شده است. لیکن این دستگاه‌ها نتوانسته‌اند آن طور که باید، از عهده برداشت محصول برآیند.

متداول این نوع دماغه را نشان می دهد. انگشتی های



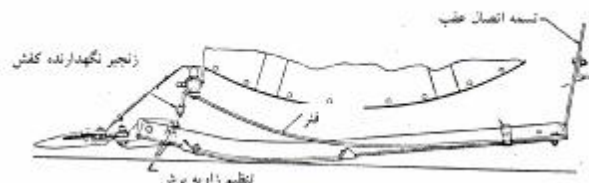
شکل ۳- نوع متداول دماغه خوشه چین

خوشه چین در طرح و اندازه های مختلف ساخته می شوند (شکل 4). انگشتی ها باید از انعطاف خاصی برخوردار باشند تا در مواقع برخورد با موانع طبیعی صدمه نبینند. یواب و همکاران (1993) و نیز پاپیش و همکاران (1995) راندمان بالای انرژی این نوع دماغه ها را در برداشت غلات به اثبات رساندند. قابلیت این نوع دماغه در برداشت نخود دیم توسط عبدالله پور (1384) نیز بررسی شده است. بر اساس پژوهش فوق یکی از مشکلات موجود ارتفاع خیلی کم بوته های نخود بود. در ارتباط با عدس این مشکل حادث تر می شود چرا که بوته کوتاه تر از بوته نخود است. نظر به بالا بودن سرعت دورانی انگشتی های خوشه چین و کوتاه بودن ارتفاع بوته گیاه زراعی همچنین وجود موانع طبیعی بسیار در سطح مزارع عدس ایران (مانند سنگ و سنگریزه) این نوع دماغه ها نیز در برداشت عدس نمی توانند مثر ثمر واقع شوند.



شکل ۴- انواع مختلف انگشتی خوشه چین  
(A) انگشتی بلند، (B) انگشتی بلند فاصله دار،  
(C) انگشتی کوتاه، (D) انگشتی اره ای

برای فائق آمدن بر این مشکل در برخی نقاط جهان از دماغه شناور استفاده می شود تا بتواند براحتی خطوط تراز زمین را دنبال نماید. دماغه مذکور قسمتهای اساسی



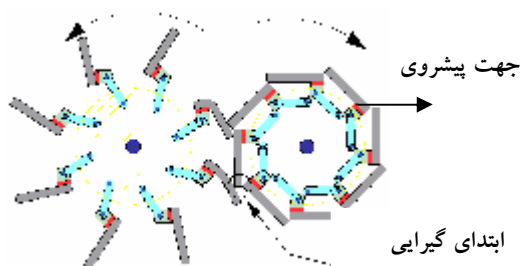
شکل ۲- دماغه شناور و متعلقات آن

دماغه برش معمولی را دارد، با این تفاوت که با اضافه کردن ضمائی سعی شده است که شانه برش نزدیک به سطح زمین حرکت کند و خطوط تراز زمین را دنبال کند. خاصیت شناوری این دماغه ها بدین معنی است که اتصال شانه برش به شاسی دماغه به صورت صلب نبوده و با تغییرات شیب یا ارتفاع زمین، خود را با آن تطبیق می دهد. کفش های لغزنده و اتصال های مخصوص به شانه برش اجازه می دهند تا پستی و بلندی های زمین را بخود گیرد. ریت مولر (1998) قابلیت این نوع دماغه ها را در برداشت عدس در استرالیا مورد ارزیابی قرار داد و نتیجه گرفت که با تجهیز این نوع دماغه ها به انگشتی های بلند کننده می توان عدس را برداشت نمود. با وجود این، به خاطر عدم اجرای خاکورزی ثانویه در اکثر زمین های دیم ایران، این نوع دماغه ها نیز نمی توانند در دو عدس مورد استفاده واقع شوند. شکل 2 دماغه شناور را همراه با ضمائم آن نشان می دهد.

(ب) دماغه خوشه چین

کلینر و همکاران (1987) با همکاری شرکت شلبورن رینولدز انگلستان به جای چرخ و فلک و چاقو، گردنده خوشه چین را جایگزین کردند که عمل چیدن خوشه ها و راندن آنها به سوی مارپیچ را انجام می دهد. شکل 3 نوع

محورهای آن ها عمود بر راستای حرکت است. غلتک جلویی متشکل از هشت ردیف پره بوده که انتهای هر پره روی ابتدای پره بعدی قرار گرفته است تا حالت کنگره ای در غلتک به وجود آید و غلتک عقبی دارای هشت پره است که پره ها به صورت باز بوده و قطر آن بیشتر از غلتک جلویی است. در این دستگاه غلتک عقبی محرک بوده و حرکت غلتک جلویی نیز از طریق درگیری با این غلتک ها تامین می گردد (شکل 6).



شکل ۶- طرحواره ماشین برداشت عدس

#### ساخت و مونتاژ دستگاه

بعد از اتمام سازه های طرح، در مونتاژ نهایی به طریقه "زیرمجموعه به مجموعه" یا "اولاد به والدین" عمل شد. یعنی بعد از تعبیه شاسی اصلی، بقیه زیرمجموعه ها بر روی آن بسته شدند. زیرمجموعه های این طرح عبارت از غلتک جلویی و عقبی، اندام های مرتبط با انتقال حرکت و توان و متعلقات مربوط به تنظیمات دستگاه بودند.

به منظور ارزیابی اولیه کارکرد دستگاه و همچنین شناخت عوامل کاری دستگاه یک سری آزمایش به صورت کارگاهی انجام شد. شکل 7 نحوه آرایش غلتک ها بر روی یک شاسی ثابت را نشان می دهد. لازم به ذکر است که توان لازم برای به حرکت در آوردن غلتک ها از طریق یک هندل تامین شد.

با توجه به دلایل عنوان شده بایستی مکانیزمی بدیع برای برداشت عدس ایرانی ابداع گردد. این مکانیزم باید ویژگی های زیر را داشته باشد.

- ساده و ارزان
- سادگی تنظیم و سرویس و نگهداری آن
- مقاوم به برخوردها و صدمات مکانیکی
- انرژی مصرفی کم
- تکنولوژی بالا

سید احمد و جابر (2004) از یک مکانیزم پولی و تسمه برای برداشت عدس استفاده نمودند که نمونه آن در شکل 5 آورده شده است. مهمترین مشکل این دستگاه در برداشت عدس ایرانی عدم کاشت ردیفی محصول است.



شکل ۵- مکانیزم تسمه و پولی برداشت عدس

هدف اصلی این مطالعه پیشنهاد طراحی جدید و ساده با تکنولوژی مناسب برای برداشت عدس بود. بنابراین بر اساس موارد یاد شده و اقتباس از عمل برداشت کنونی (از ریشه درآوردن عدس) دستگاهی برای برداشت آن ساخته شد.

#### مواد و روش ها

##### مشخصات دستگاه عدس کن

دستگاه پیشنهادی یک نوع شبیه سازی از عمل برداشت با دست می باشد. این دستگاه شامل دو غلتک بوده که

## نتایج و بحث

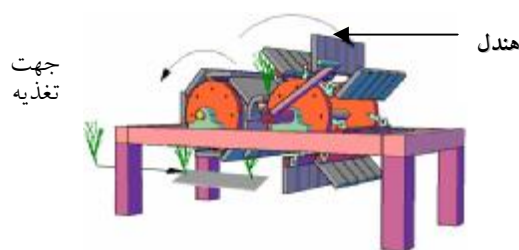
### آزمایشات اولیه کارگاهی

مشاهدات انجام یافته حاکی از کافی بودن نیروی غلتک‌ها برای خارج کردن بوته‌ها از خاک (با توجه به تجربه مزرعه‌ای) و هم چنین عدم لهیدگی دانه‌های عدس بود. همچنین با افزایش سرعت دورانی غلطک (با ثابت بودن سرعت پیشروی) میزان آسیب دیدگی بوته و دانه افزایش یافته و محصول با سرعت بیشتری به سمت عقب دستگاه پرت می‌شد.

در آزمایشات تثبیت ملاحظه شد که ارتفاع برش محصول تقریباً برابر بود (در این آزمایشها بوته‌های محصول از زیر قاب بسته شده بودند). بنابراین می‌توان استنباط کرد که نیروی وارد از سوی غلتک‌ها در تمام عرض آن تقریباً کافی و احتمالاً یکنواخت است.

در آزمایشات کارگاهی مشاهده شد که در یک گستره از سرعت پیشروی و سرعت دورانی غلتک‌ها، بوته‌ها از زیر غلتک‌ها فرار نکرده و از بین غلتک‌ها به بالا کشیده شدند. بنابراین تعداد پره‌ها مناسب بود. فاصله بین غلتک‌ها نیز عامل مهم دیگری است که در این آزمایشها لحاظ شد. اگر فاصله کمتر شود بوته‌ها از بین غلتک‌ها کشیده خواهند شد لیکن نیروی بیشتری برای چرخش غلتک‌ها لازم خواهد شد و احتمالاً لهیدگی بوته‌ها و دانه هم پیش خواهد آمد. اگر فاصله بیشتر شود نیروی کششی غلتک‌ها برای در آوردن بوته از خاک کافی نبوده و بوته از میان غلتک‌ها سر خواهد خورد. براساس آزمایشهای انجام شده فاصله مرکز به مرکز غلتک‌ها 28 سانتیمتر تعیین شد.

آزمایشات انجام شده نشان دادند که نقطه انقطاع بوته‌ها، ابتدای محل درگیری بوته‌ها با غلتک‌هاست و عواملی از قبیل قطر غلتک‌ها و ارتفاع شاسی از سطح زمین آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بنابراین به منظور برداشت



شکل ۷- ارزیابی کارگاهی دستگاه برداشت عدس

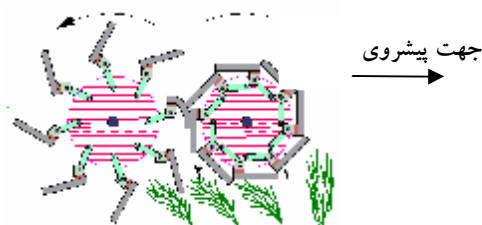
### آزمایش‌های اولیه کارگاهی و مزرعه‌ای

در این آزمایشات غلتک‌ها توسط یاتاقان‌هایی روی دو نبشی سوار شده و نبشی‌ها هم روی یک چهار پایه فلزی تثبیت شدند. روی محور غلتک عقب، یک هنگل برای چرخاندن آن نصب شد (شکل 7). برای تغذیه محصول به دستگاه (غلتک‌ها) از دو روش دستی و تثبیت استفاده شد. در روش دستی بعد از شروع به کار نمودن دستگاه محصول توسط دست آزمونگر به غلتک‌ها نزدیک می‌شود تا در اثر عمل غلتک‌ها از دست آزمونگر ربوده شود. در روش تثبیت، تعدادی بوته عدس (ترجیحاً با همان فواصل موجود در مزرعه) روی یک قاب تثبیت شده و قاب با سرعت ثابت به دستگاه نزدیک می‌گردد. هدف از اجرای این آزمایشات، بررسی کفایت میزان نیروی وارده از دستگاه به بوته‌ها برای کندن آنها، تاثیر قطر و سرعت دورانی غلتک‌ها و سرعت پیشروی بر کیفیت برداشت محصول بود. طرح ساخته شده پس از موفقیت در ارزیابی آزمایشگاهی، برای مرحله بعدی در مزرعه آزمایش شد. بعد از مطالعات و ساخت و ارزیابی طرح‌های مختلف (برداشت توسط مکانیزم غلتکی) به منظور تعیین متغیرهای موثر بر افت محصول آزمایشاتی بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای شعاع غلتک جلو، سرعت پیشروی، سرعت محیطی غلطک جلو به عنوان متغیرهای مستقل و افت محصول (متغیر وابسته) انجام شد

معادل 3 و در چرخ فلک کمباین در حدود 1/25 می باشد (کلنن و همکاران 1985).

#### آزمون‌های مزرعه‌ای

دستگاه ساخته شده پس از موفقیت در ارزیابی آزمایشگاهی، برای مرحله بعدی در مزرعه‌ای با شرایط متوسط به پایین نسبت به دیگر مزارع منطقه مورد آزمایش قرار گرفت. طی آزمایشهای اولیه مشاهده شد که میزان برداشت محصول بسیار کم است (حداکثر 20% محصول). دلیل عمده این امر عبارت از خوابیدگی محصول بود که ناشی از عمل غلتک جلو می باشد (شکل 9). بنابراین غلتک جلو نمی تواند بصورت یک هشت وجهی باشد زیرا همانطور که در شکل مشهود است، در این حالت بوته فرصت بالا آمدن نداشته و بصورت خوابیده به محل گیرایی می رسد. لذا باید تدبیری اتخاذ گردد که بوته به حالت سرپا به محل گیرایی برسد. تنها راه چاره این است که غلتک جلو دارای فضاهای خالی برای به دام انداختن بوته باشد. این فضاهای خالی، در این مطالعه "فضای تله اندازی" نامیده شد.



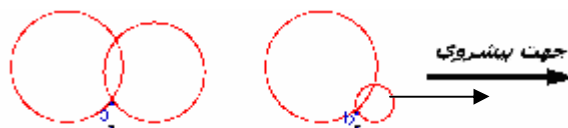
شکل ۹- اثر غلتک جلو در خوابیدگی محصول

#### فضای تله اندازی

برای فراهم ساختن برداشت مطلوب و تمیز بوته ها بایستی از محل مناسبی گرفته شوند. لذا باید فضای تله اندازی مناسب باشد. این فضا عبارت از فضایی است که

با راندمان بیشتر، غلتک جلو باید پایین تر از غلطک عقب قرار گیرد.

زاویه پره‌های غلتک عقب نیز تا حدی تغییرپذیر است و طی آن تماس پره‌ها با غلتک جلو در ارتفاع پایین‌تری انجام می‌گردد. تغییر قطر غلتک‌ها پارامتر دیگری است که در ارتفاع برش دخیل است. طبق آزمایشات کارگاهی انجام شده و هم چنین نظر به تناسب اندازه دستگاه با شرایط مزرعه و محصول (مقایسه ارتفاع برش با قطر غلطک جلو) اندازه پره‌های غلتک عقب، تعداد آنها، زاویه قرارگیری آنها و نهایتاً قطر غلتک عقب برای کار مناسب بوده و آنچه که می‌تواند تغییر یابد فقط قطر غلتک جلو است. در این حالت همان طوری که در شکل 8 نشان داده شده است، با کاهش قطر غلتک جلو، ارتفاع کاری پایین خواهد آمد.

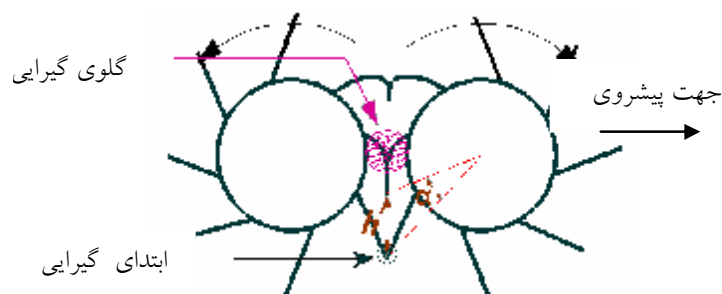


شکل ۸- تاثیر قطر غلتک جلو در ارتفاع کاری

#### شاخص سینماتیک

با توجه به اینکه در لحظه گیر افتادن بوته در بین غلتک‌ها، سرعت پیشروی و سرعت دورانی غلتک‌ها در کندن بوته‌ها دو عامل اصلی در نظر گرفته می‌شوند، آزمایشاتی برای تعیین حد بهینه این سرعت ها انجام شد. معمولاً در مکانیزم هایی که ضمن حرکت دورانی، حرکت خطی نیز دارند (مسیر حرکت یک نقطه به فاصله معین از مرکز دوران یک سیکلوئید است) پارامتری تحت عنوان شاخص سینماتیک تعریف می شود که بیانگر نسبت سرعت محیطی غلتک (عامل دوران کننده) به سرعت پیشروی دستگاه می باشد. این شاخص در روتیواتور

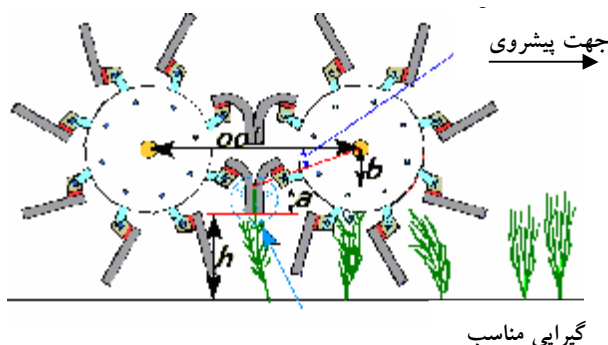




شکل ۱۱- مسیر گیرایی بوته از ابتدا تا نقطه گیرایی مناسب

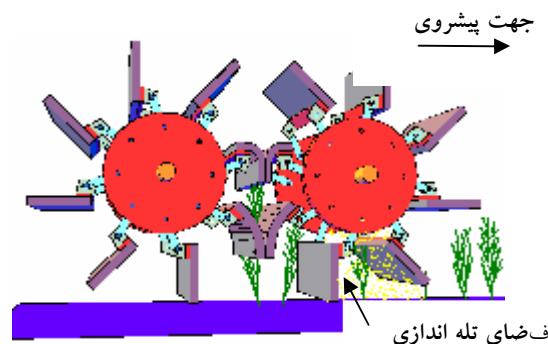
نیروی گیرایی باید به حدی باشد که بوته از میان پره‌ها سر نخورد. نیرویی که از ابتدا تا انتهای گیرایی بر بدنه بوته وارد می‌شود، از صفر در ابتدای گیرایی تا مقداری ماکزیمم در گلوئی گیرایی متغیر است. گلوئی گیرایی در روی خط المکزین غلتکها قرار دارد که در این منطقه قطر غلتکها به کمترین میزان خود می‌رسد.

با توجه به اینکه ارتفاع بوته عدس در محدوده 15 تا 22 سانتی متر قرار دارد، برای گرفتن بوته توسط دماغه، کمترین ارتفاع به عنوان مبنا در نظر گرفته می‌شود. برای یک بوته 15 سانتی متری حداکثر ارتفاع گیرایی 10 سانتی متر است. ولی همانطور که محاسبات نشان می‌دهند، این سیستم بیش از 3 سانتی متر با حداکثر فاصله از سطح زمین تفاوت دارد. بنابراین باید ارتفاع کاری پایین بیاید.



شکل ۱۲- ارتفاع کاری

بین دو پره متوالی غلتک جلو ایجاد شده و بوته در آن حبس می‌شود تا به محل گیرایی برسد (شکل 10). این فضا تابعی است از قطر غلتک، تعداد پره‌ها، اندازه و زاویه پره‌ها. بنابراین اولین اصلاح در طرح اولیه عبارت از پره دار کردن غلتک جلو بود.



شکل ۱۰- فضای تله اندازی

در این فضا پره‌ها باید طوری آرایش یابند که بوته بدون تکان خوردن زیاد، به تله بیافتد و بوته در داخل تله باید کاملاً راحت بوده و امکان حرکت داشته باشد و خروج بوته از فضا باید کاملاً به سهولت انجام گرفته و زیاد تکان داده نشود. عامل مهم دیگر برای برداشت "گیرایی" غلتک‌هاست. میزان گیرایی غلتکها تابعی از قطر غلتکها، تعداد پره‌ها، اندازه پره‌ها و زاویه پره‌ها است.

برای اینکه گیرایی به مقدار قابل قبولی برسد (مقداری که بوته از میان پره‌ها سر نخورد)، هم از لحاظ میزان نیروی وارده به بدنه بوته و هم از لحاظ سطح تماس بوته با پره‌ها، غلتک بایستی از نقطه ابتدای گیرایی به اندازه زاویه  $\alpha$  چرخش کند (شکل 11). بنابراین پره‌ها در طول فاصله  $h'$  یعنی از ابتدای گیرایی تا رسیدن گیرایی به حد قابل قبول روی بوته سر خورده و سبب ریزش محصول خواهند شد.



در شکل 12:

$$OO' = 28\text{cm}$$

$$b = 28/2 \times \tan 30$$

$$b = 8/08 \text{ cm}$$

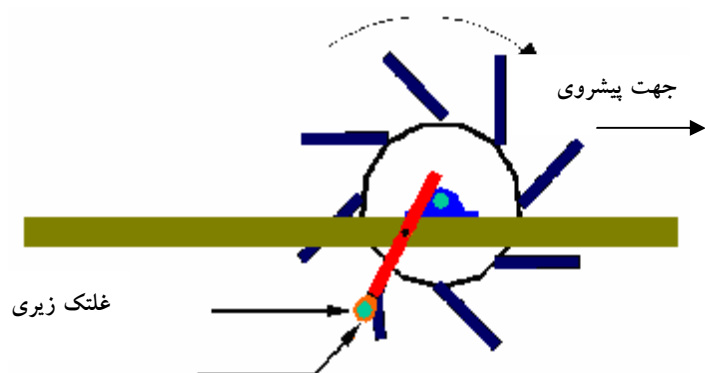
$$a = 10: 2 = 5\text{cm}$$

$$h = a + b$$

$$h = 13/08$$

$$h_{\text{Max}} = 10\text{cm}$$

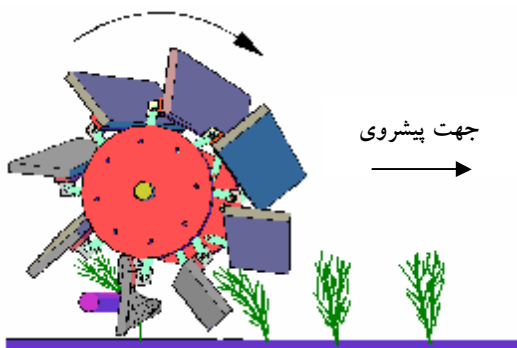
و بنابراین می توان نتیجه گرفت که اگر مسافت گیرایی ( $h'$ ) در شکل 11) صرفاً یک نقطه باشد، آن وقت هم می توان بوته را خیلی نزدیک به سطح زمین برداشت نمود و هم این که میزان ریزش محصول به علت عدم تماس بیشتر با غلتک ها (خصوصاً در ناحیه تله اندازی) شدیداً کاهش می یابد. بنابراین هر قدر قطر غلتک عقب کوچکتر شود، ارتفاع کاری پایین آمده، تغذیه محصول به دماغه، برداشت آن و انتقال آن به قسمتهای بعدی راحت تر انجام خواهد شد. با توجه به توضیحات داده شده طرح اصلاح شده و نهایی به صورت شکل 13 معرفی می شود. همانطور که در شکل



شکل ۱۳- طرح نهایی هد برداشت عدس

ملاحظه می شود ارتفاع کاری به میزان قابل توجهی پایین آمده و بوته از زیر قسمت دانه دار آن گرفته می شود به نحوی که حین برداشت قسمت بالایی بوته کاملاً آزاد بوده و تحت هیچ ضربه و فشاری قرار نمی گیرد. در این مکانیزم بوته توسط غلتک جلو به محل گیرایی یعنی بین

محور و پره غلتک جلو هدایت شده و در آنجا به صورت لحظه ای محکم نگه داشته می شود. با این تفاوت که بخش اعظم محصول از روی غلتک عقب (محور) رد شده است. لذا با پیشروی و حرکت رو به بالای بوته بین محور و پره، بوته با صرف حداقل انرژی از خاک بیرون کشیده می شود (شکل 14).



شکل ۱۴- طرز کار مکانیزم اصلاح شده نهایی

مزایای این سیستم نسبت به حالات قبلی عبارتند از:

- سیستم ساده و جمع و جور شده و ساخت آسان و هزینه بسیار کمتری را در پی دارد.
- کوچکتر شدن غلتک عقب از سه جهت باعث کمتر شدن میزان انرژی لازم برای حرکت سیستم می شود:

الف) کم شدن اصطکاک در یاتاقان های دو طرف غلتک های جلو و عقب

ب) کم شدن ممان اینرسی غلتک عقب

ج) کم شدن "مسافت گیرایی" یا مسافتی که دو غلتک باهم درگیر هستند (شکل 15).

مسافت گیرایی در حالات مختلف به صورت زیر بدست آمد:

حالت الف:

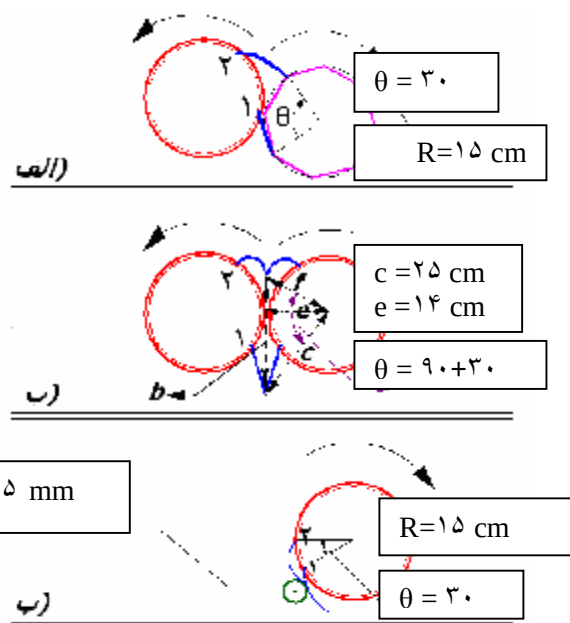
$$R \times \theta = 15\text{cm} \times 90 = 15 \times \pi/2$$

$$\text{مسافت گیرایی} = 23/56\text{cm}$$

است. از این روتقریبا" تمام توان موجود بر روی محور محرک، صرف برداشت محصول می گردد.

در ارائه طرح حاضر سعی بر این شد که مشکلات سر راه دستگاه های موجود دیگر به نوعی مرتفع گردد. در مقایسه با شانه برش به دلیل نداشتن تیغه (از دیدگاه شکستگی) می توان دماغه را کاملاً "نزدیک به زمین نگه داشت و مزرعه را با راندمانی بالاتر برداشت نمود. در کاربرد دماغه های خوشه چین، دور بیشتر گردنده خوشه چین یکی از مشکلات اساسی است لیکن در دستگاه ارائه شده بر اساس مشاهدات با دوره های خیلی پائین امکان برداشت میسر هست. چنانچه عنوان شد دستگاه ارائه شده توسط سید احمد وجابر (2004) نیز به دلیل عدم کاشت ردیفی عدس در ایران مناسب برداشت عدس ایرانی نیست. علاوه از موارد مذکور، غلطک های دماغه پیشنهادی کاملاً "نرم و منعطف بوده که امکان برداشت محصول در رطوبت های مختلف را ممکن می کند. از طرفی دیگر به دلیل ساده بودن، به شرط تولید انبوه، قیمت تمام شده دستگاه در مقایسه با دستگاه های دیگر خیلی پائین خواهد بود که به علت پائین بودن قدرت خرید کشاورزان ایرانی می توان به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده خرید به آن اشاره کرد.

بررسی های تکمیلی نشان دادند که اثر شعاع غلتک جلو و شاخص سینماتیک (نسبت سرعت محیطی به سرعت پیشروی) بر افت محصول در سطح احتمال 1% معنی دار است. جدول تجزیه واریانس مربوط به این آزمون ها در جداول 1 و 2 آورده شده است.



شکل ۱۵- مسافت گیرایی در سه گونه مختلف مکانیزم

یعنی هر پره فاصله 23/56 سانتی متر را از نقطه یک تا رسیدن به نقطه دو بین دو غلتک طی می کند.  
حالت ب:

$$\text{مسافت گیرایی} = b = c \times \sin 90 + e \times \tan 30 = 20 + 8/8$$

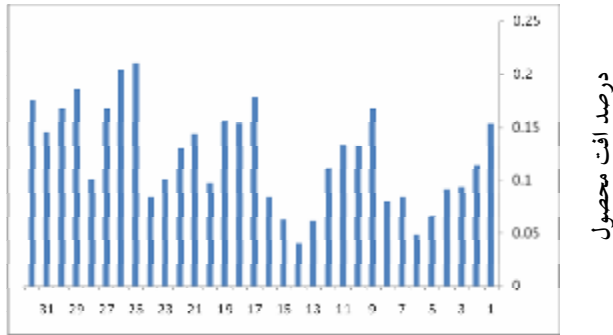
$$\text{مسافت گیرایی} = 28/8 \text{ cm}$$

حالت پ:

$$\text{مسافت گیرایی} = R \times \theta = 15 \text{ cm} \times 30 = 15 \times \pi/6$$

$$\text{مسافت گیرایی} = 7/85 \text{ cm}$$

اگر نیروی موجود بین غلتک ها در طول مسافت گیرایی ثابت در نظر گرفته شود، ملاحظه خواهد شد که کار انجام شده برای حرکت مکانیزم از نقطه 1 به 2 در حالت (پ)، کمتر از یک سوم کار انجام شده در دو حالت (الف) و (ب)



شاخص سینماتیک

شکل 17- نمودار شاخص سینماتیک و درصد افت محصول

### پیشنهادهای

به طور کلی کارآیی دستگاه پیشنهادی مطابق آزمایشات کارگاهی و مزرعه ای مورد تایید قرار گرفت که طبق شماره 36249 در دفتر ثبت اختراعات سازمان ثبت اسناد و املاک کشور ثبت شده است.

نظر به ساخت نمونه و ارزیابی اولیه آن، در راستای پیشبرد اهداف مکانیزاسیون عدس و محصولات مشابه پیشنهادات زیر توصیه می گردد:

- مطالعه تکمیلی روی عوامل مؤثر بر برداشت محصول
- ساخت دستگاه با عرضی معادل یک متر (مناسب برای شرایط غالب مزارع در تولید این محصول) با همکاری کارخانجات تولید کننده و ارگان های مرتبط مطالعه امکان به کارگیری مکانیزم ساخته شده برای محصولات مشابه از قبیل نخود، بزرک و گاوآینه
- تعیین رطوبت بهینه برداشت (بعد از ساخت)

جدول ۱- تجزیه واریانس برای تحلیل رابطه بین افت و شعاع غلتک جلویی

| احتمال       | مقدار F | میانگین مربعات | مجموع مربعات | درجه آزادی |
|--------------|---------|----------------|--------------|------------|
| ۰/۰۰۰۷**     | ۷/۶۲۵   | ۰/۰۱۰          | ۰/۰۳۰        | ۳          |
|              |         | ۰/۰۰۱          | ۰/۰۳۷        | ۲۸         |
|              |         |                | ۰/۰۶۷        | ۳۱         |
| بین گروه ها  |         |                |              |            |
| درون گروه ها |         |                |              |            |
| کل           |         |                |              |            |

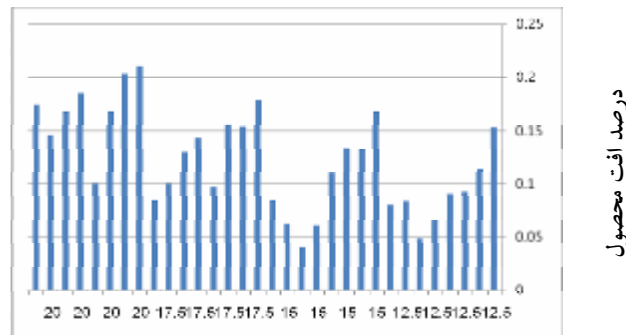
\*\*معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲- تجزیه واریانس برای تحلیل رابطه بین افت و شاخص سینماتیکی

| احتمال       | مقدار F | میانگین مربعات | مجموع مربعات | درجه آزادی |
|--------------|---------|----------------|--------------|------------|
| ۰/۰۰۰۳**     | ۷/۶۲۵   | ۰/۰۲۴          | ۰/۰۲۴        | ۱          |
|              |         | ۱۶/۵۷۵         | ۰/۰۴۳        | ۳۰         |
|              |         |                | ۰/۰۶۷        | ۳۱         |
| بین گروه ها  |         |                |              |            |
| درون گروه ها |         |                |              |            |
| کل           |         |                |              |            |

\*\*معنی دار در سطح احتمال ۱٪

در شکل های 16 و 17 افت متناظر با حالات مختلف آزمایش آورده شده است. با توجه به این که داده ها در طرح های جداگانه تحلیل شدند بهترین شرایط برای شعاع غلتک جلو 15 سانتی متر و شاخص سینماتیکی 3/22 با افت حداقل معادل 4٪ به دست آمد.



قطر غلتک جلو

شکل ۱۶- نمودار قطر غلتک جلو و درصد افت محصول

**منابع مورد استفاده**

- بی نام، 1377. آمار نامه کشاورزی سال زراعی 76-1375. وزارت جهاد کشاورزی، نشریه شماره 77/01.
- عبداله پور ش، 1384. بررسی عوامل موثر در انتقال بادی مواد در خوشه چین. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- Klenin NI, Popov IF and Sakun VA, 1985. Agricultural Machines. Amerind Publishing Co.
- Klinner WE, Neale MA, Arnold RE, Geikie AA and Hobson RN, 1987. A new concept in combine harvester headers. J Agric Eng Res 38: 37-45
- Papesch J, Dammer S and Fechner W, 1995. Grain stripper. Land Technik 4: 196-197.
- Riethmuller G, 1998. Successful lentil harvesting. Agriculture Western in Australia, Dryland Research Institute, Merredin.
- Sidahmedi MM and Jaber NS, 2004. The design and testing of a cutter and feeder mechanism for the mechanical harvesting of lentils. Biosystems Engineering 88: 295-304.
- Uebe N, Frosh W and Halle WF, 1993. Stripping or cutting. Land Technik 6: 320-323.