

ارزیابی سامانه‌های مختلف برداشت بادام زمینی و انتخاب بهترین سامانه بر اساس

شاخص‌های مهم زیستی

علی میرزازاده^{۱*}، ترحم مصری گندشمین^۲، مهدی حکیم زاده^۳

*- گروه مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران

* ایمیل نویسنده مسئول: ali.mirzazadeh@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۳

چکیده

برداشت محصول بادام‌زمینی، بخاطر دشواری‌های خاص خود، با تلفات چشم‌گیری همراه است که این خود همراه با اثرات سوء زیست محیطی مستقیم و غیرمستقیم می‌باشد. برداشت بادام‌زمینی در مغان به چهار روش دستی، نیمه مکانیزه، مکانیزه کششی و کمباین انجام می‌گیرد. هر یک از این روش‌ها دارای ویژگی‌های منحصر به فردی می‌باشند. در این پژوهش ضمن ارزیابی شاخص‌های مهم از جمله افت کمی، افت کیفی، ظرفیت واقعی مزرعه‌ای، تعداد کارگر مورد نیاز، هزینه عملیات برداشت و هزینه ماشین‌آلات مورد نیاز، بهترین سامانه برداشت با در نظر گرفتن اهمیت اثرات زیست محیطی و با استفاده از روش ماتریس تصمیم‌گیری چندمعیاره معرفی گردید. نتایج نشان داد کمترین مقدار افت کمی برای روش دستی و بیشترین مقدار از آن روش نیمه مکانیزه است و برداشت دستی و نیمه مکانیزه دارای بالاترین شاخص کیفیت برداشت و کمترین مواد غیردانه‌ای بودند. همچنین سامانه برداشت مکانیزه کمباینی و برداشت دستی به ترتیب دارای بالاترین و کمترین ظرفیت واقعی مزرعه‌ای بودند. روش برداشت دستی ضمن نیاز به کارگر زیاد نسبت به سایر روش‌ها، بیشترین هزینه عملیات برداشت را نیز داشت. نتایج استفاده از روش تاپسیس نیز نشان داد که با در نظر گرفتن همه شاخص‌ها، سامانه برداشت مکانیزه کششی با مقدار $CL^* = 0/79$ در جایگاه اول و برداشت دستی در جایگاه آخر این بررسی قرار دارد.

کلمات کلیدی

"اثرات زیست محیطی"، "افت"، "بادام‌زمینی"، "برداشت"، "ماتریس تصمیم‌گیری چندمعیاره"

۱- مقدمه

اهمیت است (Jordan et al. 2008). این مرحله از تولید محصول بادام زمینی همانند برخی از گیاهان لیفی بسیار دشوار بوده و همراه با تلفات می‌باشد (شریفی و همکاران، ۱۳۹۴). تلفات علاوه بر هزینه‌های ناشی از کاهش درآمد بواسطه از دست دادن محصول، هزینه‌های پنهان دیگری نیز از جمله از هزینه آب، زمین، انرژی و سایر منابع مصرفی برای کاشت و داشت محصول از دست رفته را نیز به دنبال دارد (Fao, 2015). عملیات متداول برداشت بادام زمینی در مغان طی دو مرحله بیرون کشیدن ریشه‌های حاوی پگ^۱ به همراه غلاف^۲ و مرحله بعدی جداسازی غلاف از پگ می‌باشد. مرحله نخست فرایند برداشت با استفاده از دستگاه چیزل با تیغه‌های V-شکل^۳ انجام می‌گردد. تیغه‌های چیزل در خاک بستر گیاه نفوذ کرده و با شل کردن خاک و قطع ریشه اصلی زیر غلاف، بوته‌های گیاه به همراه پگ و غلاف‌های محصول روی هر ردیف توسط کارگران از خاک شل بیرون کشیده شده و در معرض نور آفتاب قرار می‌دهند تا با خشک شدن به رطوبت مد نظر برسد. در مرحله نهایی عملیات برداشت، جداسازی غلاف‌های حاوی مغز بادام از پگ‌های بوته گیاه توسط نیروی کارگری با کمک ابزارهای ساده انجام می‌گیرد (برداشت دستی) و یا در اکثر موارد به کمک ماشین‌آلات مخصوص برداشت می‌شود (برداشت ماشینی).

بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) که در ایران پسته زمینی نیز می‌نامند، یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین دانه‌های روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است که سرشار از مواد معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای چرب، فیبر و ترکیبات فنلی است (Aninbon et al., 2016). تولید بادام زمینی برای مصرف، درآمدزایی و بهبود امنیت غذایی کشاورزان خرده پا مهم است (Sori, 2021) و به دلیل کیفیت بالای روغن و پروتئین آن حداقل در ۱۰۹ کشور جهان کشت می‌شود (Upadhyaya et al., 2006; Zhao et al. 2021). این محصول در سال‌های اخیر، به دلیل تغییرات قیمت خشکبار مورد توجه کشاورزان دشت مغان (شمال استان اردبیل- ایران) نیز قرار گرفته است و در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ با کشت بیش از ۱۰،۰۰۰ هکتار میزان تولید به ۳۰،۰۰۰ تن محصول بادام زمینی در مغان برداشت شده است. پیش‌تر استان گیلان با کشت ۲،۵۰۰ هکتار در جایگاه اول تولید این محصول قرار گرفته بود. علی‌رغم گذشت نزدیک یک قرن از کشت بادام زمینی در ایران، تحقیقات قابل اتکایی در زمینه تولید پایدار این محصول در کشور انجام نگرفته است (ملکی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از مراحل مهم تولید این محصول که به شدت هزینه‌بر و نیازمند کار کارگری بیشتری است و تاثیر زیادی بر بازارپسندی و قیمت تمام شده و کیفیت آن دارد، مرحله برداشت می‌باشد (Gulluoglu et al. 2016; Zou et al. 2019). عملیات برداشت بادام زمینی برای بدست آوردن حداکثر عملکرد، درجه و کیفیت محصول به دلیل طبیعت باردهی غیر محدود آن بسیار حائز

۱. Peg

۲. Pod

۳. V-Shaped

روش برداشت ماشینی عموماً خود نیز توسط سه نوع دستگاه رایج و به سه روش انجام می‌گیرد. استفاده از روش برداشت ماشینی علی‌رغم اینکه به شدت نیروی کارگری و سختی کار روش برداشت دستی را کاهش می‌دهد و باعث افزایش ظرفیت مزرعه‌ای می‌گردد، اما استفاده از این روش بخاطر هزینه بالای اجاره یا خرید دستگاه‌های برداشت و نیز بالا بودن میزان تلفات، همواره مورد تردید تصمیم‌گیران و مسئولین حوزه امر کشاورزی، کارشناسان آموزش و ترویج و کشاورزان منطقه بوده است. در پژوهشی که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2018) با عنوان "آنالیز تلفات غذایی: علل و راه حل‌ها؛ مطالعه موردی زنجیره تولید محصول بادام زمینی در کشور آفریقای مالای" انجام یافته، بررسی تلفات زنجیره تولید این محصول در شش مرحله درآوری غلاف‌ها از داخل خاک، خشک کردن، جداسازی غلاف از پگ، حمل غلاف‌ها، انبارداری و غلاف کنی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تلفات کمی مربوط به مراحل انبارداری و جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها به ترتیب با مقادیر ۱۵ و ۱۴ درصد و کمترین تلفات کمی مربوط به مرحله حمل با مقدار ۱/۵ درصد می‌باشد. در این پژوهش علت بالا بودن تلفات در مرحله برداشت (جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها)، با توجه به برداشت دستی، نبود ماشین-آلات برداشت نهایی در این کشور و استفاده متداول از کودکان زیر سن قانونی و نیروی کار اجاره‌ای غیرقابل اعتماد و وجود علف هرز فراوان بیان شده است. در پژوهشی دیگر که توسط آزموده و همکاران (Azmoodeh et al., 2014) انجام یافته است، بیشترین افت برداشت بادام زمینی در روش مکانیکی گزارش شده است؛ طوری که افت روش دستی ۳/۵٪ و افت روش مکانیکی ۲۰/۲٪ برآورد گردیده است. نتایج پژوهش موید این مهم بود که، علی‌رغم افت زیاد روش مکانیکی، استفاده از این روش، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده و هزینه تمام شده را کاهش می‌دهد. در خصوص ارزیابی انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی تولید بادام زمینی، عمادی و همکاران (Emadi et al., 2015) گزارش داده‌اند که مطابق تابع کاب داگلاس، ضرایب نهاده‌های کار نیروی انسانی، ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی و الکتریسیته بر روی عملکرد مثبت و ضرایب نهاده‌های بذر، سوخت دیزل و سموم شیمیایی در تابع تولید و عملکرد بادام زمینی منفی بود. نسبت سود به هزینه ۱/۸۲ محاسبه شد و زمین‌های تحت کشت با مساحت بیشتر از یک هکتار از انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی کمتری بر واحد سطح برخوردار بودند. با افزایش ضریب مکانیزاسیون و افزایش تنوع عملیات ماشینی در مراحل مختلف تولید، استفاده از روش‌های علمی برای انتخاب بهینه اسکادران ماشینی و ترتیب عملیات کشاورزی ضروری است (پیشگر-کومله و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از این روش‌های علمی، استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چند متغیره می‌باشد. لک و برقی (لک و برقی، ۱۳۹۰) نیز با مد نظر قرار دادن نه معیار و یازده گزینه پیش رو، از روش TOPSIS به منظور انتخاب تراکتور مناسب در استان همدان استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد با در نظر گرفتن جميع جهات، تراکتور U450 به عنوان مناسب‌ترین گزینه برای این استان می‌باشد. میرزازاده و راعی (۱۳۹۹) نیز ضمن ارزیابی برخی شاخص‌های مهم تولید محصول ذرت علوفه‌ای در سیستم بدون خاکورزی، با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چندمتغیره به روش تاپسیس، بهترین روش خاکورزی در تولید این محصول را معرفی نمودند. همچنین میرزازاده و همکاران (Mirzazadeh et al., 2020) در پژوهشی دیگر به ارزیابی شاخص‌های مهم تولید گندم از جمله میزان مصرف سوخت، بهره‌وری سوخت، تعداد تردد سر مزرعه، زمان آماده‌سازی زمین و هزینه آن به ازای هر هکتار، عملکرد محصول، تراکم بوته و تعداد پنجه‌زنی در روش‌های مختلف خاکورزی، به معرفی بهترین سامانه خاکورزی با استفاده از مدل تاپسیس پرداختند. همان طوری که پیشتر اشاره شد یکی از مراحل مهم تولید محصولات کشاورزی، برداشت می‌باشد. برداشت بادام زمینی در مغان نیز به روش دستی و سه روش ماشینی (مجموعاً چهار روش) انجام می‌گیرد. هر یک از روش‌های یاد شده با استفاده از امکانات و ماشین‌آلات مخصوص خود انجام می‌گیرد و دارای ویژگی‌های مخصوص به خود می‌باشند به طوری که بعضاً این ویژگی‌ها در تعارض با هم دیگر می‌باشند. انتخاب روش مناسب برداشت می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید و اثرات زیست محیطی، رغبت بیشتر کشاورزان برای تولید پایدار و نیز ارتقاء کیفیت محصول و بازار پسندی آن را به دنبال داشته و عدم انتخاب روش مناسب برداشت می‌تواند زیان‌های اقتصادی به کشاورزان وارد کند. لذا در این پژوهش سعی می‌شود با در نظر گرفتن شاخص‌های مهم برداشت، چهار روش اخیر برداشت محصول بادام زمینی در دشت مغان (به عنوان قطب جدید تولید بادام زمینی ایران) با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نظر به وجود تعارضات در بین شاخص‌های بررسی شده، با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چند متغیره، بهترین سامانه برداشت با در نظر گرفتن جميع جهات از جمله اثرات زیست محیطی روش‌ها، بر مبنای مدل‌های TOPSIS معرفی و اولویت‌بندی گردد.

۲- روش انجام تحقیق

تحقیق حاضر در شهرستان پارس‌آبادمغان در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ انجام گرفت که با رقم گلی آستانه و به صورت مکانیزه کشت شده بود. محصول نهایی دهم مهرماه سال ۱۳۹۹، با رطوبت تقریبی ۱۹ درصد خاک برداشت شد. گزینه‌های برداشت بصورت تصادفی و با سه تکرار بصورت ذیل انجام شد:

۱- روش دستی (A₁): با استفاده از چپزل V-شکل ریشه محصول شل شد و توسط نیروی انسانی برداشت انجام شد. تفکیک مواد غیردانه‌ای و تمیزکردن محصول نهایی با استفاده از روش‌های دستی با استفاده از الک مخصوص انجام شد.

۲- نیمه مکانیزه (A₂): در این روش از دستگاه خرمنکوب بادام پشت تراکتوری ساخت شرکت دزفول ماشین مدل PPH70 استفاده شد. این دستگاه فاقد هد بردارنده می‌باشد. لذا تغذیه دستگاه توسط دو کارگر همزمان با پیشروی تراکتور انجام می‌شد.

۳- مکانیزه کششی (A₃): در این روش از کمباین کششی پشت تراکتوری برداشت بادام زمینی ساخت کمپانی Bacanaklar کشور ترکیه استفاده شد. این دستگاه مجهز به هد بردارنده بوده و نیازی به نیروی کارگری ندارد.

۴- مکانیزه کمباینی (A₄): در این روش از کمباین خودرو مخصوص برداشت بادام زمینی ساخت کشور چین (Henan

روش برداشت ماشینی عموماً خود نیز توسط سه نوع دستگاه رایج و به سه روش انجام می‌گیرد. استفاده از روش برداشت ماشینی علی‌رغم اینکه به شدت نیروی کارگری و سختی کار روش برداشت دستی را کاهش می‌دهد و باعث افزایش ظرفیت مزرعه‌ای می‌گردد، اما استفاده از این روش بخاطر هزینه بالای اجاره یا خرید دستگاه‌های برداشت و نیز بالا بودن میزان تلفات، همواره مورد تردید تصمیم‌گیران و مسئولین حوزه امر کشاورزی، کارشناسان آموزش و ترویج و کشاورزان منطقه بوده است. در پژوهشی که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2018) با عنوان "آنالیز تلفات غذایی: علل و راه حل‌ها؛ مطالعه موردی زنجیره تولید محصول بادام زمینی در کشور آفریقای مالای" انجام یافته، بررسی تلفات زنجیره تولید این محصول در شش مرحله درآوری غلاف‌ها از داخل خاک، خشک کردن، جداسازی غلاف از پگ، حمل غلاف‌ها، انبارداری و غلاف کنی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تلفات کمی مربوط به مراحل انبارداری و جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها به ترتیب با مقادیر ۱۵ و ۱۴ درصد و کمترین تلفات کمی مربوط به مرحله حمل با مقدار ۱/۵ درصد می‌باشد. در این پژوهش علت بالا بودن تلفات در مرحله برداشت (جداسازی غلاف‌ها از پگ‌ها)، با توجه به برداشت دستی، نبود ماشین-آلات برداشت نهایی در این کشور و استفاده متداول از کودکان زیر سن قانونی و نیروی کار اجاره‌ای غیرقابل اعتماد و وجود علف هرز فراوان بیان شده است. در پژوهشی دیگر که توسط آزموده و همکاران (Azmoodeh et al., 2014) انجام یافته است، بیشترین افت برداشت بادام زمینی در روش مکانیکی گزارش شده است؛ طوری که افت روش دستی ۳/۵٪ و افت روش مکانیکی ۲۰/۲٪ برآورد گردیده است. نتایج پژوهش موید این مهم بود که، علی‌رغم افت زیاد روش مکانیکی، استفاده از این روش، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده و هزینه تمام شده را کاهش می‌دهد. در خصوص ارزیابی انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی تولید بادام زمینی، عمادی و همکاران (Emadi et al., 2015) گزارش داده‌اند که مطابق تابع کاب داگلاس، ضرایب نهاده‌های کار نیروی انسانی، ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی و الکتریسیته بر روی عملکرد مثبت و ضرایب نهاده‌های بذر، سوخت دیزل و سموم شیمیایی در تابع تولید و عملکرد بادام زمینی منفی بود. نسبت سود به هزینه ۱/۸۲ محاسبه شد و زمین‌های تحت کشت با مساحت بیشتر از یک هکتار از انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی کمتری بر واحد سطح برخوردار بودند. با افزایش ضریب مکانیزاسیون و افزایش تنوع عملیات ماشینی در مراحل مختلف تولید، استفاده از روش‌های علمی برای انتخاب بهینه اسکادران ماشینی و ترتیب عملیات کشاورزی ضروری است (پیشگر-کومله و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از این روش‌های علمی، استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چند متغیره می‌باشد. لک و برقی (لک و برقی، ۱۳۹۰) نیز با مد نظر قرار دادن نه معیار و یازده گزینه پیش رو، از روش TOPSIS به منظور انتخاب تراکتور مناسب در استان همدان استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد با در نظر گرفتن جميع جهات، تراکتور U450 به عنوان مناسب‌ترین گزینه برای این استان می‌باشد. میرزازاده و راعی (۱۳۹۹) نیز ضمن ارزیابی برخی شاخص‌های مهم تولید محصول ذرت علوفه‌ای در سیستم بدون خاکورزی، با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چندمتغیره به روش تاپسیس، بهترین روش خاکورزی در تولید این محصول را معرفی نمودند. همچنین میرزازاده و همکاران (Mirzazadeh et al., 2020) در پژوهشی دیگر به ارزیابی شاخص‌های مهم تولید گندم از جمله میزان مصرف سوخت، بهره‌وری سوخت، تعداد تردد سر مزرعه، زمان آماده‌سازی زمین و هزینه آن به ازای هر هکتار، عملکرد محصول، تراکم بوته و تعداد پنجه‌زنی در روش‌های مختلف خاکورزی، به معرفی بهترین سامانه خاکورزی با استفاده از مدل تاپسیس پرداختند. همان طوری که پیشتر اشاره شد یکی از مراحل مهم تولید محصولات کشاورزی، برداشت می‌باشد. برداشت بادام زمینی در مغان نیز به روش دستی و سه روش ماشینی (مجموعاً چهار روش) انجام می‌گیرد. هر یک از روش‌های یاد شده با استفاده از امکانات و ماشین‌آلات مخصوص خود انجام می‌گیرد و دارای ویژگی‌های مخصوص به خود می‌باشند به طوری که بعضاً این ویژگی‌ها در تعارض با هم دیگر می‌باشند. انتخاب روش مناسب برداشت می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید و اثرات زیست محیطی، رغبت بیشتر کشاورزان برای تولید پایدار و نیز ارتقاء کیفیت محصول و بازار پسندی آن را به دنبال داشته و عدم انتخاب روش مناسب برداشت می‌تواند زیان‌های اقتصادی به کشاورزان وارد کند. لذا در این پژوهش سعی می‌شود با در نظر گرفتن شاخص‌های مهم برداشت، چهار روش اخیر برداشت محصول بادام زمینی در دشت مغان (به عنوان قطب جدید تولید بادام زمینی ایران) با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نظر به وجود تعارضات در بین شاخص‌های بررسی شده، با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری چند متغیره، بهترین سامانه برداشت با در نظر گرفتن جميع جهات از جمله اثرات زیست محیطی روش‌ها، بر مبنای مدل‌های TOPSIS معرفی و اولویت‌بندی گردد.

مزرعه (زمان دور زدن بدون انجام کار، زمان پرکردن و تخلیه مخزن و زمان صرف شده برای تنظیمات ماشین و ...) در محاسبه ظرفیت واقعی مدنظر قرار گرفت (مصری، ۱۳۹۴):

$$C_a = \frac{A}{T} \quad (3)$$

۴- تعداد کارگر (C4) (نفرروز در هکتار): این شاخص نیز با در نظر گرفتن میزان کار یک کارگر در ۸ ساعت روز کاری محاسبه شد.

۵- قیمت تمام شده انجام عملیات نهایی برداشت (C5) (میلیون تومان درهکتار): شاخص قیمت بر پایه نرخ منطقه‌ای عملیات برداشت محصول بادام زمینی محاسبه گردید.

۶- میزان سرمایه گذاری ثابت اولیه شامل خرید ادوات و ماشین‌آلات مربوطه (میلیون تومان) (C6)

جهت انتخاب بهترین سامانه برداشت و رتبه‌بندی، از روش ماتریس تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل تاپسیس استفاده شد. حل مسئله با استفاده از مدل اخیر مستلزم برداشتن هفت گام زیر است (مومنی، ۲۰۰۸):

- ۱- تشکیل ماتریس تصمیم (R) ۲- کمی کردن و بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم (N) ۳- به دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V) ۴- تعیین راه حل ایده آل مثبت و منفی ۵- به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی ۶- تعیین نزدیکی نسبی (CL*) هر گزینه به راه حل ایده آل و ۷- رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها. لذا در ادامه نحوه استفاده از این روش با در نظر گرفتن گزینه‌ها و شاخص‌های مد نظر پژوهش آورده می‌شود. ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری (R) با توجه به تعداد گزینه‌ها و شاخص‌ها با در نظر گرفتن سامانه‌های مختلف برداشت محصول بادام زمینی تشکیل شد. در ماتریس ایجاد شده گزینه‌های A1، A2، A3 و A4 به ترتیب سامانه برداشت دستی، برداشت نیمه مکانیزه، مکانیزه کششی و مکانیزه کمباینی و شاخص‌های C1، C2، C3، C4، C5 و C6 به ترتیب افت کمی (%، افت کیفی (%، ظرفیت مزرعه‌ای واقعی (ha/h)، تعداد کارگر (نفرروز در هکتار)، هزینه تمام شده عملیات برداشت (میلیون تومان درهکتار) و سرمایه گذاری ثابت اولیه شامل خرید ادوات و ماشین‌آلات مربوطه (میلیون تومان) را نشان می‌دهد به طوری که با توجه به ماهیت شاخص‌ها C1، C2، C3، C4، C5 و C6 جزو شاخص‌های هزینه‌ای (منفی) عملیات برداشت و C3 شاخص سود (مثبت) در نظر گرفته شدند.

در اولین گام پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری (R) لازم است شاخص‌های این ماتریس بی‌مقیاس گردند. برای حذف مقیاس شاخص‌ها از رابطه نرم بهره گرفته شد که در آن هر درایه بر جذر مجموع مربعات درایه‌های آن ستون شاخص‌ها تقسیم شود (رابطه ۴):

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (4)$$

که در آن:

Longfei 4HZJ-2500) استفاده شد. با توجه به خودرو بودن آن، نیازی به تراکتور ندارد.

پارامترهای مد نظر این پژوهش عبارتند از:

۱- افت کمی (C1 (%): این تلفات شامل غلاف‌های حاوی مغز بادام زمینی ریخته شده در روی زمین و غلاف‌های مانده بر روی بوته است که به علت کارکرد نامناسب سامانه برداشت ماشینی و عملکرد نامناسب کارگر در برداشت دستی، جمع‌آوری نشده است و جزو تلفات محصول در نظر گرفته می‌شود. این شاخص ارتباط غیرمستقیم با اثرات زیست محیطی دارد به طوری برای تولید مغز بادام زمینی مولفه‌های مهمی همچون خاک، آب، کودشیمیایی، سم و سایر نهاده‌های کشاورزی دخیل هستند و با اتلاف این محصول، اتلاف همان مولفه‌های دخیل در تولید اتفاق می‌افتد که بعضاً برگشت ناپذیر می‌باشد. برای اندازه‌گیری این شاخص، ابتدا عملکرد محصول با نمونه‌گیری از ۵ نقطه تعیین گردید و درصد تلفات نسبت به عملکرد برآورد شده محصول (بادقت ۰/۰۱ گرم) محاسبه شد (رابطه ۱). تعیین تلفات نیز با استفاده از قاب نمونه‌گیری ۱×۱ مترج در ۵ تکرار پس از عملیات برداشت محاسبه شد و غلاف‌های باقیمانده روی زمین و بوته‌ها جمع‌آوری و در ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. برای تعیین عملکرد نمونه‌ها بعد از هوادهی (مانند باقی محصول) با ترازوی دیجیتالی توزین و محاسبه شد:

$$C_1(\%) = Loss(Q_n) = \frac{B(kg/m^2) \times 10000(m^2/ha)}{P(kg/ha)}$$

که در آن:

B وزن نمونه (اتلاف) جمع‌آوری شده داخل قاب (kg/m²) و P عملکرد تخمینی محصول (kg/ha) می‌باشد.

۲- افت کیفی (C2 (%): افت کیفی برآوردی از درصد مواد غیردانه‌ای در بین غلاف‌های محصول در مخزن دانه می‌باشد. این شاخص نیز ارتباط غیرمستقیم با اثرات زیست محیطی دارد به طوری که در کارگاه‌های فرآوری پس از برداشت، انرژی زیادی به منظور جداسازی این مواد غیردانه‌ای صرف می‌شود. این شاخص پس از نمونه‌برداری تصادفی از مخزن و کیسه‌های ذخیره برداشت دستی و تفکیک و توزین با ترازوی دیجیتالی محاسبه شد (رابطه ۲):

$$C_2(\%) = Loss(Q_i) = \frac{W_{MOG}}{W_s} \quad (2)$$

که در آن:

W_s جرم نمونه برداشته شده از داخل مخزن و W_{MOG} جرم مواد غیردانه‌ای موجود (MOG)^۱ در نمونه است.

۳- ظرفیت مزرعه‌ای (C3) (ha/h): ظرفیت واقعی با در نظر گرفتن وقفه‌های زمانی ناشی از کارکرد ماشین و اپراتور از لحظه ورود ماشین به مزرعه و به صورت مقدار کارکرد ماشین بر اساس مساحت (A) بر واحد زمان (T) محاسبه شد (رابطه ۳). وقفه‌های زمانی ماشین در درون

^۱. Material Other than Grain

زمینی و اولویت بندی آن‌ها از روش ماتریس تصمیم‌گیری چندمعیاره مدل تاپسیس استفاده گردید. جدول ۲ به ترتیب بهترین گزینه بر اساس نزدیکی نسبی گزینه‌ها (CL^*) نشان می‌دهد.

جدول ۲- میزان نزدیکی نسبی هر گزینه از راه حل ایده‌آل و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

رتبه	CL^*	گزینه
۱	۰/۷۹	A3 (مکانیزه کششی)
۲	۰/۷۴	A2 (نیمه مکانیزه)
۳	۰/۷۱	A4 (مکانیزه کمباینی)
۴	۰/۲۹	A1 (برداشت دستی)

مطابق جدول ۲ و مقادیر عددی CL^* سامانه برداشت مکانیزه کششی (A3) با مقدار عددی ۰/۷۹ بالاترین جایگاه را در بین سایر سامانه‌های برداشت محصول بادام زمینی داراست. این روش برداشت علی‌رغم داشتن افت کمی و کیفی میانگین به بالا در بین روش‌های برداشت بررسی شده، دارای کمترین نیروی کارگری مورد نیاز و هزینه برداشت با مبلغ ۲ میلیون تومان به ازای هر هکتار می‌باشد. جایگاه دوم سامانه مناسب برداشت متعلق به برداشت نیمه مکانیزه با $CL^* = 0/74$ و فاصله نسبتاً کم با رتبه اول است. این سامانه دارای کمترین افت کیفی با مقدار ۱۱/۳ درصد در بین سامانه‌های مختلف برداشت و نیز کمترین مبلغ خرید تجهیزات در بین روش‌های برداشت ماشینی می‌باشد. جایگاه سوم نیز متعلق به روش مکانیزه کمباینی می‌باشد. این سامانه نیز دارای بیشترین ظرفیت کاری با مقدار ۰/۷ هکتار در روز، کمترین کارگر مورد نیاز و بیشترین افت کیفی و مبلغ اولیه خرید می‌باشد و بالاخره جایگاه آخر با $CL^* = 0/29$ مربوط به روش برداشت دستی می‌باشد. این روش علی‌رغم داشتن بالاترین کیفیت برداشت و پایینترین افت کمی، دارای بیشترین هزینه برداشت با رقم ۴/۷ میلیون تومان به ازای هر هکتار، بیشترین کارگر با تعداد ۳۹ نفر کارگر روز در هکتار و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای می‌باشد. همین نقیصه‌های اخیر در کنار موضوعاتی همچون کمبود نیروی کارگری در فصل برداشت بادام زمینی باعث همزمانی برداشت با محصولات چغندر قند، پنبه و ذرت بذری و همچنین فصل گشایش مدارس باعث رغبت کم کشاورزان به این روش برداشت شود.

نهایت امر اینکه مقدار $CL^* = 0/79$ برای سامانه مکانیزه کششی به عنوان جایگاه اول در بین گزینه‌های بررسی شده و اختلاف ۰/۲۱ آن با گزینه ایده‌آل، نشان دهنده این موضوع است که برای ارتقاء این سامانه نیز بایستی کارهای زیادی از جمله کاهش افت کمی و کیفی انجام گیرد که لازم است مورد توجه جدی پژوهشگران این عرصه قرار گیرد.

۴- نتیجه‌گیری

- در منطقه مغان، به عنوان قطب جدید بادام زمینی ایران، کلاً چهار روش برداشت شامل یک روش برداشت دستی و سه روش برداشت ماشینی (نیمه مکانیزه، مکانیزه کششی و مکانیزه کمباینی)، وجود دارد.
- کمترین مقدار افت کمی برای روش دستی و بیشترین مقدار از آن روش نیمه مکانیزه بدست آمد.

(جدول ۱) حاکی از این است که بیشترین افت کیفی با مقدار ۳۵ درصد مربوط به روش مکانیزه کمباینی و کمترین آن مربوط به روش برداشت دستی می‌باشد. مطابق داده‌های آزمون، بیشترین میزان مواد غیردانه‌ای موجود در مخزن دستگاه کمباین مربوط به کلوخ‌های خاکی هم اندازه با غلاف‌های بادام و نیز خاک‌های چسبیده به غلاف‌ها بودند که در صورت انتخاب زمان مناسب برداشت (خشک شدن خاک‌ها)، تنظیمات صحیح دستگاه و نیز استفاده از روش‌های به‌زرایی (کشت محصول در خاک-های غیرچسبنده) امکان افزایش کارایی این روش قابل وجود دارد. همچنین نتایج مقایسه‌ای جدول ۱ نشان داد که بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای واقعی از آن روش مکانیزه کمباینی با مقدار ۰/۷ هکتار در ساعت و کمترین آن به روش برداشت دستی ۰/۰۳۳ هکتار در ساعت به ازای هر نفر نیروی کار اختصاص دارد. بیشتر بودن ظرفیت مزرعه‌ای با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی منطقه مغان و بارانی بودن فصل برداشت محصول بادام زمینی و نیز در ادامه آماده‌سازی مزارع به کشت پاییزه بعدی از اهمیت ویژه‌ای برای کشاورزان منطقه برخوردار است. ضمن اینکه بالا بودن این ظرفیت کمک شایانی به کشاورزان بادام کار می‌کند تا در بازه زمانی کوتاه، بتوانند زحمات یکسال زراعی خود را با کمترین آسیب‌های ناشی از نزولات آسمانی به بازار مصرف برسانند. مقایسه ستون مربوط به تعداد کارگر مورد نیاز روش‌های مختلف برداشت حاکی از این است که بیشترین تعداد کارگر با تعداد ۳۹ نفر روز در هکتار در روش برداشت دستی و کمترین با تعداد یک نفر در روش‌های مکانیزه کششی و کمباینی مورد نیاز است. اهمیت این شاخص زمانی بیشتر معلوم می‌شود که بدانیم برداشت محصول بادام زمینی با برداشت محصول چغندر قند، پنبه و نیز برداشت ذرت بذری در یک بازه ۴۵ روزه اتفاق می‌افتد و با توجه به توسعه این محصول در سال‌های اخیر سبب به هم خوردن تعادل عرضه و تقاضا در این بخش شده و به شدت باعث بالا رفتن هزینه‌های عملیات برداشت به روش دستی می‌شود. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین هزینه عملیات برداشت با رقم ۴/۷ میلیون تومان به ازای هر هکتار مربوط به روش برداشت دستی و کمترین مقدار با مبلغ ۲ میلیون تومان به ازای هر هکتار به روش مکانیزه کششی اختصاص دارد و از این حیث روش مکانیزه کششی نسبت به سایر روش‌های بررسی شده اولویت دارد. بالاخره اینکه مطابق این جدول، هزینه خرید کمباین برداشت کننده مخصوص محصول بادام زمینی با رقم ۷۰۰ میلیون تومان بیشترین رقم را در بین گزینه‌های شاخص قیمت دارا می‌باشد و این درحالیست که تجهیزات ساده برداشت دستی با رقم ۱/۵ میلیون تومان شامل میز توری شکل کمترین مقدار را داراست. بررسی این شاخص از حیث قدرت خرید و انتخاب کشاورز و در نهایت انتخاب روش برداشت محصول بادام زمینی حائز اهمیت است. به طوری که کشاورزان به علت قیمت بالای اولیه و عدم توانایی مالی، رغبت چندانی به ماشین‌آلات و تجهیزات گران از خود نشان نمی‌دهند. لذا از این حیث نیز روش برداشت دستی نسبت به سایر سامانه‌های برداشت اولویت دارد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد سامانه‌های مختلف برداشت، دارای ویژگی‌های مختلفی بوده و هر کدام دارای شاخص‌های منحصر به فردی می‌باشد. به طوری که یک سامانه به صورت یکجا دارای همه ویژگی‌های مثبت نمی‌باشد. موضوع اخیر می‌تواند تصمیم‌گیران حوزه کشاورزی، کارشناسان ترویج و آموزش و کشاورزان را در انتخاب مناسب‌ترین سامانه دچار چالش جدی نماید. لذا در این پژوهش به منظور انتخاب بهترین سامانه برداشت محصول بادام

- ۳- سامانه‌های برداشت دستی و نیمه مکانیزه دارای بالاترین شاخص کیفیت برداشت و کمترین مواد غیر دانه‌ای بودند.
- ۴- سامانه برداشت مکانیزه کمباینی دارای ظرفیت واقعی مزرعه‌ای بالا نسبت به سایر روش‌ها بوده و این درحالیست که برداشت دستی از ظرفیت مزرعه‌ای خیلی پایین‌تری برخوردار بود.
- ۵- برداشت دستی محصول بادام زمینی نیاز به کارگران خیلی بیشتری نسبت به سایر روش‌های برداشت دارد و این موضوع می‌تواند تعادل عرضه و تقاضا را در منطقه بهم زده و مشکلاتی را ایجاد کند.
- ۶- بیشترین هزینه برداشت مربوط به روش برداشت دستی و کمترین هزینه متعلق به روش مکانیزه کشتی بود.
- ۷- با در نظر گرفتن همه شاخص‌ها و بررسی همزمان آن‌ها، سامانه برداشت مکانیزه کشتی در رتبه اول گزینه‌ها و برداشت دستی در گزینه آخر این بررسی قرار گرفت. سامانه‌های نیمه مکانیزه و کمباینی نیز به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند.
- ۸- علی رغم اینکه سامانه برداشت مکانیزه کشتی با مقدار $CL^* = 0.79$ در رتبه اول سامانه‌های برداشت قرار گرفت اما اختلاف 0.21 آن با گزینه ایده‌آل، نشان دهنده این موضوع است که برای ارتقاء این سامانه نیز بایستی کارهای زیادی از جمله کاهش افت کمی و کیفی و در نتیجه کاهش اثرات سوء زیست محیطی انجام گیرد که لازم است مورد توجه جدی پژوهشگران این عرصه قرار گیرد.

قدردانی

از مدیریت محترم و کارکنان امور زراعت شرکت کشت و صنعت-ودامپرووری مغان و کشاورزان پیشرو منطقه مغان که در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- پیشگر-کومله، س.ح.، کیهانی، ع.، مستوفی، م.ر.، جعفری، ع. ۱۳۹۲. انتخاب مناسب‌ترین سامانه برداشت ذرت بذری بر مبنای مدل‌های TOPSIS و SAW. مجله تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی، دوره ۱۴، شماره ۲، ص ۹۲-۸۱.
- شریفی، غ.ر.، عباسی، م. ر.، فلاح، س.، ۱۳۹۴. اهمیت کشت بادام زمینی و خواص آن، انتشارات نوروزی، گرگان.
- لک، م.ب.، برقی، ع.م.، ۱۳۹۰. انتخاب تراکتور مناسب بر مبنای تصمیم‌گیری چند معیاری، مجله ماشین‌های کشاورزی، دوره ۱، شماره ۱، ص. ۴۷-۴۱.
- مصری گندشمین، ت.، ۱۳۹۴. مکانیزاسیون صنایع کشاورزی (استراتژی و رویکردها در صنایع بیوسستم). انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی. ص: ۳۸۷. اردبیل، ایران.
- ملکی، س.، پیردشتی، ه.، صفرزاده، م.ت.، ۱۳۹۵. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی (*Arachis hypogaea L*) به کاربرد هم‌زمان آهن و گوگرد، مجله تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، جلد ۳، شماره ۱، ص. ۷۴-۵۹.
- میرزازاده، ع.، راعی، ی.، ۱۳۹۹. ارزیابی برخی شاخص‌های مهم تولید محصول ذرت علوفه‌ای در سیستم بدون خاک‌ورزی. جلد ۳۰، شماره ۱، ص. ۹۵-۱۰۷.
- Aninbon, C., Jogloy, S., Vorasoot, N., Patanothai, A., Nuchadomrong, S. & Senawong, T. 2016. Effect of end of season water deficit on phenolic compounds in peanut genotypes with different levels of resistance to drought, Food Chem. Vol. 196, P. 123-129.
- Azmoodeh, A. M., Abdollahpour, SH., Navid, H. & Moghaddam, M. V. 2014. Comparing of Peanut Harvesting Loss in Mechanical and Manual Methods. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, Vol. 2(5), P. 1475-1483.
- Emadi, B., Nikkhah, A., Khojastehpour, M. & Peyman, H.S. 2015. The Effect of Farm Size on Energy Consumption and Input Costs of Peanut Production in Guilan Province. Journal of Agricultural Machinery. Vol. 5(1), P. 217-228.
- FAO, 2015. Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Available, <https://www.fao.org/3/i4068e/i4068e.pdf>
- FAO, 2018. Food loss analysis: causes and solutions; Case study on the groundnut value chain in the Republic of Malawi. Rome, 50 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Gulluoghlu, L., Bakal, H., Onat, B., Kurt, J. & Arioglu, H. 2016. The Effect of Harvesting on Some Agronomic and Quality Characteristics of Peanut Grown in the Mediterranean Region of Turkey, Turkish Journal of Field Crops. Vol. 21(2), P. 224-232
- Jordan, D., Beasley, J. & Calhoun, S. 2008. Agricultural practices for peanut growing and harvesting, American Peanut Council Good Management Practices.
- Mirzazadeh, A., Pourdarbani, R. & Fekri, S. 2020. Selection of the Most Appropriate Tillage System Based on TOPSIS Model with Emphasize on Impact of Different Tillage Systems on Yield, Emirates Journal for Engineering Research. Vol. 25(3), P. 1-9.

- Sori, O. 2021. Factors affecting groundnut market supply in Western Oromia, Ethiopia, *Heliyon*, Vol. 7, e05892. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05892>.
- Upadhyaya, H. D., Reddy, L. J., Gowda, C. L. L. & Singh, S. 2006. Identification of diverse groundnut germplasm: Source of early maturity in a core collection. *Field Crops Research*, Vol. 97(2): P. 261- 271.
- Zhao, Sh., Lu, J. Xu, X. Lin, X., Rosso, L.M., Qiu, Sh., Ciampitti, I. & He, P. 2021. Peanut yield nutrient uptake and nutrient requirements in different regions of China, *Journal of Integrative Agriculture*, Vol. 20(9): P. 2502-2511.
- Zou, Sh., Tseng, Y. C., Zare, A., Rowland, D. L., Tillman, B.L. & Yoon, S. Ch. 2019. Peanut maturity classification using hyperspectral imagery, *Biosystems Engineering*. Vol. 188, P. 165-177.

Evaluation of different peanut harvesting systems and selection of the best system based on important biological indicators

Ali Mirzazadeh^{1*}; Tarahhom Mesri-Gundoshmian²; Mehdi Hakimzadeh³

*1- Assistant Professor of Biosystem Engineering, Department of Agricultural Engineering and Technology, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Professor of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Sciences & Natural, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3 -M.S. student of Mechanization Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Email Address: ali.mirzazadeh@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), which is also called ground pistachio in Iran, is one of the most important and economical oilseeds in tropical and subtropical regions, which is rich in minerals, vitamins, fatty acids, fiber and compounds. It is phenolic. Peanut production is important for consumption, income generation and improving the food security of smallholder farmers and due to its high quality of oil and protein, it is cultivated in at least 109 countries of the world. In recent years, due to changes in the price of dried fruits, this product has also attracted the attention of the farmers of Maghan Plain (North of Ardabil Province, Iran) and in the crop year of 2019-1400, with the cultivation of more than 10,000 hectares, the amount of production reached 30,000 tons of peanut products in Mughan has been harvested. Previously, Gilan province was in the first place of this product with the cultivation of 2,500 hectares. Despite the fact that about a century has passed since the cultivation of peanuts in Iran, not much research has been done on its sustainable production. One of the critical stages of production of this product is the harvest stage. This stage, while having its own difficulties, is associated with significant losses, which are considered by experts due to its high economic value and direct and indirect adverse environmental effects. In recent years, this product has also been considered by farmers in the Moghan Plain due to the special conditions of the Iranian economy. Peanut harvesting in Moghan is done manually and three machine methods including semi-mechanized, pull type mechanized and self-propeller. Each of these methods has unique features. Therefore, in this study, while evaluating important harvest indicators such as quantitative loss, quality loss, actual field capacity, number of labor required, cost of harvest operations and price of machines required, the best harvesting system using the Multiple Criteria Decision Making Matrix (TOPSIS model) was introduced.

Methodology

The present research was carried out in Pars Abad, Moghan, in the crop year of 2018-2019, which was cultivated with Astana flower variety and mechanized. The final product was harvested on the 10th of October 2019 with approximately 19% soil moisture. Harvesting options were done randomly and with three repetitions as follows:

- 1- Manual method (A1): Using a V-shaped chisel, the root of the crop was loosened and harvested by human labor. Separation of Almond kernels from Materials Other than Grain (MOG) and cleaning of the final product was done using manual methods using a special sieve.
- 2- Semi-mechanized (A2): In this method, the peanut thresher behind the tractor manufactured by Dezful Machine Company, model PPH70 was used. This device does not have a pick-up platform. Therefore, feeding the device was done by two human labours at the same time as the tractor moved forward.
- 3- Pull type mechanized harvesting system (A3): In this method, the peanut harvesting pull type combine machine behind the tractor made by Bacanaklar Company in Turkey was used. This device is equipped with a pick-up platform and does not require human labors.
- 4- Self-propeller system (A4): In this method, a self-propeller combine harvester (special peanut harvesting combine) made in China (Henan Longfei 4HZJ-2500) was used. Due to its self-driving nature, it does not need a tractor.

The parameters considered in this research are:

- 1- Quantitative losses (%C1): These losses include the pods dropped on the ground and the pods left on the plant, which were not collected due to the improper operation of the machine harvesting system and the improper operation of the worker in manual harvesting, and are considered among the crop losses.

$$C_1(\%) = Loss(Q_n) = \frac{B (kg/m^2) \times 10000 (m^2/ha)}{P (kg/ha)}$$

Where: B (kg/m²) is the weight of the sample (loss) collected inside the fram with dimention 1×1 m² and P is the estimated yield of the product (kg/ha).

- 2- Quality loss (%C2): Quality loss is an estimate of the percentage of non-grain material among the pods of the product in the grain tank.

$$C_2(\%) = Loss(Q_i) = \frac{W_{MOG}}{W_s}$$

Where: W_s is the mass of the sample taken from inside the tank and W_{MOG} is the mass of Material Other than Grain (MOG) in the sample.

- 3- Field capacity (C3) (ha/h): The actual capacity (taking into account the time intervals caused by the operation of the machine and the operator from the moment the machine entered the farm) was calculated as the amount of machine operation based on the area (A) per time unit (T).

$$C_a = \frac{A}{T}$$

- 4- Number of human labours (C4) (person days per hectare): This index was also calculated by considering the amount of work done by one worker in 8 hours of working day.
- 5- The final cost of harvesting operations (C5) (million Tomans per hectare): The price index was calculated based on the regional rate of peanut harvesting operations.
- 6- The amount of initial fixed investment including the purchase of related tools and machines (million Tomans) (C6)

In order to choose the best harvesting and ranking system, the multi-criteria decision matrix method and TOPSIS model were used.

Conclusion

The results showed that the lowest quantitative loss with C1=10.5% was for the manual method and the highest value C1=20.4% was for the semi-mechanized method. Manual and semi-mechanized harvesting systems had the highest harvest quality index and the lowest non-grain material (approximately 11.5%). Also, self-propeller system with Ca=0.7 ha/h and manual harvesting with Ca=0.0033 ha/h had the highest and lowest actual field capacity, respectively. The manual harvesting method required more labors than other methods and had the highest cost of harvesting operations. The results of using the TOPSIS method also showed that considering all indicators, the pull type mechanized harvesting system with a value of CL* = 0.79 is in the first place of options and manual harvesting is in the last option of this study. Semi-mechanized and self-propeller systems were also ranked second and third, respectively. Despite the fact that the pull type mechanized harvesting system with a value of CL* = 0.79 was ranked first in harvesting systems, but its difference of 0.21 with the ideal option, indicates that to improve this system, a lot of work is needed, including quantitative and qualitative decline should be reduced, which needs to be seriously considered by researchers in this field.

Keywords

Environmental impacts; Harvest; Loss; Peanut; MCDM Methodology