نوع مقاله: پژوهشی

DOR: 20.1001.1.20081758.1400.17.2.16.4

واکاوی رانه‌های پذیرش پهپادهای کشاورزی در زارعت گندم

ناصر ولی‌زاده[1*]، لطیف حاجی[2] و ستاره خان‌نژاد[3]

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸؛ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۲)

چکیده

وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین یا پهپادها جزء آخرین نسل از فناورهای مربوط به کشاورزی دقیق هستند که کاربرد آن‌ها در پایش و مدیریت فعالیت‌های کشاورزی روز به روز در حال افزایش است. هدف این مطالعه، واکاوی رانه‌های پذیرش پهپادهای کشاورزی در میان گندم‌کاران بود. برای این منظور از نسخه توسعه‌یافته الگوی پذیرش فناوری به عنوان مبنای تئوریک استفاده شد. جامعه آماری گندم‌کاران استان فارس بودند که ۳۷۳ نفر از آن‌ها با استفاده از یک روش تصادفی چندمرحله‌ای انتخاب شدند. ابزار پژوهش پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته بود که روایی و پایایی آن مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که متغیرهای سهولت استفاده‌ی ادراک شده، نگرش، ارتباط شغلی و سودمندی ادراک شده به ترتیب دارای بیشترین اثرات مثبت و معنی‌دار بر روی تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی بودند. این چهار متغیر روی هم رفته توانستند ۴۴ درصد از تغییرات واریانس تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی را پیش‌بینی کنند. همچنین، ارتباط شغلی به صورت مثبت و معنی‌داری متغیرهای سودمندی ادراک‌شده و تمایل به استفاده از پهپادها را تحت تأثیر قرار داد. به طور مشابه، متغیر نگرش نسبت به استفاده از پهپادها نیز اثراتی مثبت و معنی‌دار بر روی متغیرهای سهولت استفاده درک شده و تمایل به استفاده از پهپادها نشان داد. بررسی شاخص‌های برازندگی الگوی توسعه یافته‌ی پذیرش فناوری نشان داد که این مدل از برازندگی قابل قبولی برخودار است و می‌تواند مبنایی برای ایجاد تغییرات رفتاری در حوزه پذیرش پهپادهای کشاورزی قرار گیرد. در پایان بر اساس نتایج پژوهش، پیشنهادهایی کاربردی ارائه گردیده که می‌تواند سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران و عملگران میدانی را برای تشویق تمایل به استفاده از پهپادها کمک کند.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی دقیق، ترغیب کشاورزان، الگوی پذیرش فناوری، تحلیل مقطعی.

[1] دانش‌آموخته دکتری، بخش ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

[2] دانشجوی دکتری، بخش ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

[3] دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه ترویج و توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

[*] نویسنده مسئول، پست الکترونیک: n.valizadeh@shirazu.ac.ir

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 405)

مقدمه

پیشرفت و معرفی فناوری‌های نوین در نظام‌های کشاورزی مختلف از قبیل کشاورزی دقیق روز به روز در حال رشد است (Luppicini & So, 2016). کشاورزی دقیق شامل "اقدامات مدیریتی"، "راهبردها" و "فناوری‌های مرتبط" است که تصمیمات مدیریتی را تسهیل می‌کنند. این سه عنصر منجر به بهبود در کارایی استفاده از منابع، بازدهی بیشتر، سودآوری و کاهش همزمان اثرات بیرونی فعالیت‌های کشاورزی می‌شود. دلیل کاهش اثرات بیرونی فعالیت‌های کشاورزی دقیق نیز به شیوه تحلیل داده‌های نظام کشاورزی بر می‌گردد که در آن از داده‌های زمانی، فضایی و فردی به صورت موازی و همزمان استفاده می‌شود (Gebbers & Adamchuk, 2010). در این فرآیند، کشاورزان از فناوری‌های مختلفی از قبیل نظام مکان‌یابی جهانی ((Global Positioning system (GPS) برای هدایت دستگاه‌ها، فناوری نرخ متغیر (Variable Rate Technologies (VRT)) برای بکارگیری دقیق ورودی‌ها یا شبکه حسگر و سنجش از راه دور (Remote Sensing) برای گردآوری اطلاعات اختصاصی محلی استفاده می‌کنند (Khanal *et al.*, 2017). یکی از آخرین ابزارهای اضافه شده به جعبه‌ابزار فناوری‌های کشاورزی دقیقِ کشاورزان، وسایل نقلیه‌ی هوایی بدون سرنشین ((Unmanned Aerial Vehicles (UAV) هستند که از آن‌ها به پهپاد (Drone) نیز یاد می‌شود. پهپادها برخلاف سنجش از راه دور، با استفاده از ماهواره‌ها و هواپیماها، "کمتر (نه اصلاً)" تحت تأثیر پوشش ابر و نوسانات جوی قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که شرایط آب و هوایی "شدید" مانند باران شدید یا باد همچنان می‌توانند پهپادها را تحت تأثیر قرار گیرند. با این حال، آن‌ها از وضوح فضایی و قدرت تفکیکی بالاتری برخوردار هستند و به دلیل توانایی برای شروع به کار در هر زمان دلخواه، از انعطاف‌پذیری بالاتری برخوردار هستند (Michels *et al.*, 2021; European Commission, 2018; Candiago *et al.*, 2015; Moskvitch, 2015).

علاوه بر این، پهپادها را می‌توان برای مناطق ناهموار کشاورزی، ردیابی فعالیت‌های غیرقانونی و مشاهده آتش‌سوزی جنگل‌ها و بلایای طبیعی استفاده کرد (Sylvester, 2018; Tiwari, & Dixit, 2015). پهپادها همچنین جوانان تحصیل‌کرده را برای سرمایه‌گذاری در شرکت‌های خدمات کشاورزی جذب می‌کنند و در نتیجه فرصت‌های شغلی را برای آن‌ها ایجاد می‌کنند و بازده سرمایه‌گذاری کشاورزان را بهبود می‌بخشند (Ayamga *et al.*, 2021).

این فناوری‌ها می‌توانند کاربردهای گسترده‌ای در بخش کشاورزی داشته باشند. با استفاده از پهپادها کشاورزان می‌توانند میزان خسارتی که توسط حیوانات وحشی، خشکسالی و طوفان‌ها، حشرات و بیمارگرها به محصولات کشاورزی‌شان وارد شده را مستند کنند. همچنین، این فناوری امکان گردآوری اطلاعاتی در زمینه رشد گیاهان و سلامت خاک در اختیار قرار می‌دهد (Cao *et al.*, 2020; Vayssade *et al.*, 2019; Hunt & Daughtry, 2018). اطلاعات جمع‌آوری‌شده از پهپادها یا هواپیماهای بدون سرنشین را می‌توان در نقشه‌هایی پردازش کرد که خود این نقشه‌ها می‌توانند کاربرد کود یا آفت‌کش و برنامه‌ریزی روش‌های آبیاری را با استفاده از فناوری‌های تکمیلی کشاورزی دقیق راهنمایی یا بهبود ببخشند (Sylvester, 2018; Moskvitch, 2015). توانایی‌ها و کارکردهای چندگانه‌ی پهپادها، زمینه‌های متعددی را برای استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده توسط پهپاد در تولیدات کشاورزی فراهم می‌کند و از این طریق مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی را برای کشاورز به ارمغان می‌آورد (Michels *et al.*, 2020). با این وجود نرخ پذیرش این فناوری در میان کشاورزان در کشورهای مختلف، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه و توسعه‌نیافته کم است (Michels *et al.*, 2021). البته این نکته نیز باید مورد تأکید قرار گیرد که مطالعات معدودی (Lucock & Westbrooke, 2021; Michels *et al.*, 2020; Michels *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2019) نیز در این زمینه در جهان انجام گرفته است. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و بر اساس جستجوهای انجام شده، تاکنون هیچ مطالعه‌ای در کشور به بررسی پیش‌بینی‌کننده‌ها یا رانه‌های تمایل به پذیرش پهپادهای کشاورزی نپرداخته است؛ اما بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی، پهپادها مطمئناً در آینده‌ای نزدیک یکی از فناوری‌های کلیدی در عرصه کشاورزی کشور خواهند بود که می‌توانند خدمات مختلفی را به کشاورزان ارائه دهند و از این طریق به افزایش کارایی فعالیت‌های کشاورزی کمک کنند. در این راستا، واکاوی رانه‌های پذیرش پهپادهای کشاورزی در میان گندم‌کاران استان فارس به عنوان هدف اصلی پژوهش حاضر تعیین شد.

الگوی پذیرش فناوری ((Technology Acceptance Model (TAM) یکی از معتبرترین نظرات در حوزه پذیرش نوآوری‌ها در حوزه‌ی گوناگون علمی است (حاجی و همکاران، ۱۴۰۰) که توسط پژوهشگران مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Katebi *et al.*, 2022; Zhou *et al.*, 2022; Antonietti *et al.*, 2022). این الگو اولین بار در سال ۱۹۸۹ توسط دیویس توسعه داده شد

(Davis, 1989) و سپس در جامعه جهانی ارائه گردید (Bagheri *et al.*, 2021; Castiblanco Jimenez *et al.*, 2021; Haji *et al.*, 2020). از آن زمان تاکنون، این الگو برای پذیرش فناوری‌های مختلف مورد استفاده و اعتبارسنجی قرار گرفته است (Katebi *et al.*, 2022; Khoza *et al.*, 2021; Wong *et al.*, 2021). الگوی پذیرش فناوری، دارای پیش‌فرض‌هایی است که قبل از استفاده از آن برای پذیرش هر نوع فناوری از قبیل پهپادهای کشاورزی باید مورد تشریح قرار گیرد.

بر اساس این الگو، پذیرش هر فناوری در جوامع هدف، مبتنی بر تمایلی است که خود متأثر از عواملی بیرونی و ویژگی‌های نوآوری مورد نظر است (Yang *et al.*, 2021; Mir & Padma, 2020; Tran & Cheng, 2017). به عبارتی دیگر، ویژگی‌های بیرونی نوآوری‌ها یا فناوری‌ها از قبیل "سهولت استفاده‌ی درک‌شده" و "سودمندی درک‌شده" از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های تمایل افراد نسبت به پذیرش آن تکنولوژی هستند (Castiblanco Jimenez *et al.*, 2021; Haji *et al.*, 2020). سهولت استفاده‌ی درک شده در واقع نشان‌دهنده‌ی دشواری یا آسانی استفاده از آن فناوری در دیدگاه فرد پذیرنده است (Bagheri *et al.*, 2021). این در حالی است که سودمندی درک‌شده مفهومی است که منعکس‌کننده‌ی سطح باور فرد به بهبود عملکرد در نتیجه استفاده از فناوری است (Kabir *et al.*, 2022). هر دوی این متغیرها از پیش‌بینی‌کننده‌ی اصلی تمایل به پذیرش فناوری‌ها در الگوی پذیرش فناوری می‌باشند (Haji *et al.*, 2020; Rasyidha *et al.*, 2020). بر اساس نسخه اولیه‌ی الگو ارائه شده توسط دیوس، سهولت استفاده می‌تواند، سودمندی‌درک شده را پیش‌بینی کند (Michels *et al.*, 2021). این در حالی است که ممکن است در فرآیند عملی تصمیم‌گیری کشاورزان در مورد پذیرش یا عدم پذیرش یک فناوری از قبیل پهپاد کشاورزی، چنین مفروضه‌ای صادق نباشد؛ حتی در برخی از موارد این رابطه برعکس باشد یا کاملاً دوطرفه باشند و بنابراین اثراتی هم‌افزا یا کاهنده بر روی یکدیگر داشته‌باشند. با توجه به اینکه شواهد مستدل و قانع‌کننده‌ای در زمینه‌ی روابط این متغیر در ادبیات پژوهشی ارائه نشده است، در این مطالعه رابطه‌ای بین آن‌ها برقرار نشد.

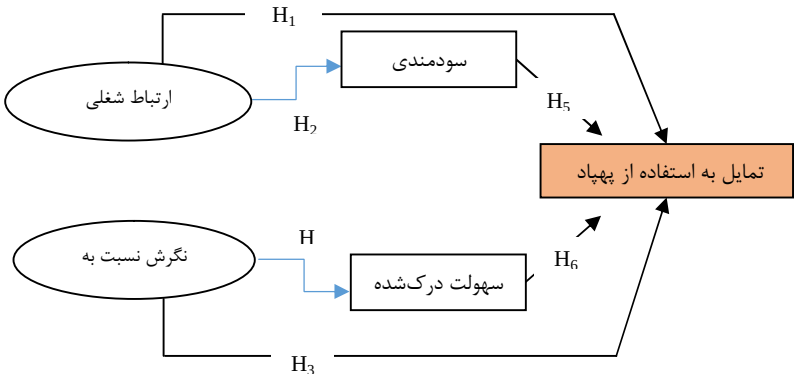
متغیر نگرش نسبت به فناوری یکی دیگر از متغیرهای کلیدیِ الگوی پذیرش فناوری است که اساساً به جهت‌گیری یا چشم‌انداز مثبت یا منفی فرد به فناوری مورد نظر اشاره دارد (یزدان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۸؛ Mir & Padma, 2020; Tran & Cheng, 2017). در الگوی پذیرش فناوری، دو متغیر سودمندی درک‌شده و سهولت استفاده‌ی درک شده به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های نگرش محسوب شده‌اند (Rivera Green, 2007). این در حالی است که به اعتقاد برخی از پژوهشگران از قبیل آدریان و همکاران (Adrian *et al.* 2005) و میشلز و همکاران (Michels *et al.* 2021)، متغیر نگرش نسبت به فناوری مورد نظر است که سهولت استفاده‌ی درک‌شده را پیش‌بینی و تسهیل می‌کند. البته لازم به ذکر است که به اعتقاد این پژوهشگران، همانند نسخه اولیه الگو، نگرش هنوز به صورت مستقیم تمایل به پذیرش فناوری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جالب‌تر اینکه، این پژوهشگران رابطه‌ی میان سودمندی‌درک شده و نگرش برقرار نمی‌کنند؛ زیرا بر اساس نظر آن‌ها، سودمندی درک شده، مبنای متغیری مانند نگرش نسبت به یک فناوری است و برعکس. به عبارتی دیگر، شواهد قانع‌کننده‌ای برای رابطه‌ی یک‌طرفه‌ی این دو متغیر ارائه نشده است و رابطه‌ی میان آن‌ها می‌تواند هم‌افزا یا کاهنده‌ی یکدیگر باشد. بر این مبنا و با استناد به مطالعات آدریان و همکاران (Adrian *et al.*, 2005) و میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021)، در چارچوب نظری پژوهش حاضر بین سودمندی‌درک شده و نگرش رابطه‌ای برقرار نشد.

ارتباط شغلی یکی از متغیرهای دیگری است که توسط میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021) به الگوی پذیرش فناوری اضافه شده است. ونکاتش و دیویس (Venkatesh & Davis, 2000) عنوان می‌کنند که ارتباط شغلی در واقع نشان‌دهنده‌ی میزان اهمیت یا کاربردپذیری فناوری مورد نظر برای شغل فردی است که تکنولوژی به او ارائه شده است. بدیهی است که اگر کشاورز تصمیم‌گیرنده، به این نتیجه برسد که پهپادهای کشاورزی از اهمیت و قابلیت کاربرد در فعالیت‌های کشاورزی مزرعه‌اش برخوردار هستند، احتمال پذیرش آن بیشتر است (Michels *et al.*, 2021). به عبارتی دیگر، در چنین، مواردی، او پهپادها را به عنوان فناوری که ارتباط زیادی به شغلش دارند، قلمداد می‌کند. لازم به ذکر است که درک ارتباط یک فناوری با شغل فرد پذیرنده، می‌تواند نقش بسزایی در تقویت سودمندی درک شده داشته باشد؛ بنابراین، ارتباط شغلی به عنوان یکی از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌ی تمایل به پذیرش پهپادهای کشاورزی توسط کشاورزان در نظر گرفته شد که هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم (از طریق سودمندی درک شده) بر آن تأثیر می‌گذارد. با استناد به مباحث عنوان شده در این قسمت،

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 405)

چارچوب مفهومی پژوهش که در واقع نسخه‌ی توسعه یافته الگوی پذیرش فناوری است، به صورت نگاره ۱ ارائه شد. واکاوی رانه‌های پذیرش پهپادهای کشاورزی با استفاده از این چارچوب، نیازمند آزمون شش فرضیه است که در زیر ارائه گردید:

- فرضیه اول (H_1): ارتباط شغلی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از پهپادهای کشاورزی دارد؛
- فرضیه دوم (H2): ارتباط شغلی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر سودمندی درک‌شده برای پهپادهای کشاورزی دارد؛
- فرضیه‌ی سوم (H3): نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از آن‌ها دارد؛
- فرضیه‌ی چهارم (H4): نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر سهولت درک‌شده برای استفاده از آن‌ها دارد،
- فرضیه‌ی پنجم (H5): سودمندی درک‌شده برای استفاده از پهپادهای کشاورزی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از آن‌ها دارد،
- فرضیه‌ی ششم (H6): سهولت درک‌شده برای استفاده از پهپادهای کشاورزی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از آن‌ها دارد،



نگاره ۱- چارچوب مفهومی پژوهش

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کمی و کاربردی است که با استفاده از فن پیمایش انجام گرفت. منطقه هدف در مطالعه پیمایشی حاضر استان فارس بود. این استان یکی از قطب‌های کشاورزی در ایران محسوب می‌شود که بخش کشاورزی و کشاورزان آن نقشی کلیدی در تأمین امنیت غذایی ایران ایفا می‌کنند. همچنین، تنوع آب‌وهوایی و گستردگی جغرافیایی این استان نیز باعث شده است که طیف گسترده‌ای از محصولات کشاورزی در فصول مختلف سال در آن تولید شود. لازم به ذکر است که استان فارس همیشه به عنوان یکی از استان‌های پیشرو در تولید محصولات راهبردی از قبیل گندم بوده است.

جامعه هدف این مطالعه کشاورزان استان فارس بودند. بر اساس مرکز آمار ایران (۱۳۹۹)، در این استان ۸۱۳۰۸ کشاورز گندم‌کار وجود دارند. عمده این کشاورزان در مناطق روستایی استان فارس سکونت دارند. برآورد حجم نمونه با استفاده جدول کرجسی و مورگان (Krejcie & Morgan, 1970) انجام شد. بر این اساس، از میان ۸۱۳۰۸ نفر گندم‌کار، ۳۷۳ مورد برای پیمایش انتخاب شدند. نمونه‌ها با استفاده از یک رویه‌ی چند ـ مرحله‌ای انتخاب شدند. در ابتدا استان فارس با استناد به تقسیمات جغرافیایی ملی، به تعدادی شهرستان تقسیم شد و تعداد دهستان و روستاهای موجود در هر شهرستان نیز به صورت دقیق مشخص شد. این کار، زمینه برای استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای چندـ مرحله‌ای آماده کرد؛ بنابراین، از هرکدام از شهرستان‌ها نمونه‌ای متناسب با حجم انتخاب شد. سپس این فرآیند، در سطح دهستان‌ها و روستاها نیز انجام گرفت. در نهایت، هرکدام از نمونه‌ها در سطح روستاها به صورت تصادفی انتخاب و مورد مصاحبه قرار گرفتند.

گردآوری اطلاعات میدانی در سال ۱۳۹۹ صورت گرفت. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای سه‌بخشی بود که بخش اول آن مربوط به معرفی عنوان و هدف پژوهش بود. در بخش دوم، آیتم‌های اصلی اندازه‌گیری‌کننده‌ی هرکدام از متغیرها در قالب یک جدول ارائه شده بودند. این جدول، شامل چهار گویه برای سنجش تمایل به استفاده از پهپاد، سه گویه برای سنجش نگرش نسبت به پهپادها،

سه گویه برای سنجش سودمندی درک‌شده، سه گویه برای سنجش سهولت استفاده‌ی درک‌شده و سه گویه برای سنجش ارتباط شغلی بود. (جزئیات گویه‌های اندازه‌گیری‌کننده‌ی هرکدام از این متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است). گویه‌های متغیر تمایل به استفاده از پهپادها توسط خود پژوهشگران طراحی شدند؛ اما گویه‌های متغیرهای نگرش نسبت به استفاده از پهپادها، سودمندی ادراک‌شده، سهولت استفاده‌ی درک‌شده و ارتباط شغلی با تغییراتی از مطالعات میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021)، حاجی و همکاران (Haji *et al.*, 2020)، باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2021) و ونکاتش و دیویس (Venkatesh & Davis, 2000) اقتباس شدند. برای سنجش گویه‌های تمامی متغیرها از طیف لیکرت پنج ـ سطحی (۵: کاملاً موافقم تا ۱: کاملاً مخالفم) استفاده شد. بخش سوم پرسشنامه شامل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آن‌ها از قبیل سن، سطح تحصیلات، شرکت در کلاس‌های آموزشی ـ ترویجی مرتبط با کشاورزی دقیق، محل سکونت و وضعیت تأهل بود.

لازم به ذکر است که روایی صوری و محتوایی پرسشنامه با استفاده از نظرات متخصصان ترویج و آموزش کشاورزی و برخی عملگران میدانی فعال در حوزه توسعه فناوری‌های کشاورزی دقیق انجام گرفت. روایی تشخیصی پرسشنامه با استفاده از شاخص AVE مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به اینکه مقادیر AVE به دست آمده برای همه‌ی متغیرها از مقدار کرانه‌ای ۰/۵ بیشتر بودند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ابزار پژوهش از روایی تشخیصی قابل قبولی برخوردار بوده است. همچنین، برای بررسی پایایی ابزار پژوهش از ضرایب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی ((Composite Reliability (CR)) استفاده شد. با توجه به اینکه مقادیر ضرایب آلفای کرونباخ و CR برای همه‌ی متغیرهای مکنون از ۰/۷ بیشتر بودند، بنابراین پایایی ابزار پژوهش نیز مورد تأیید قرار گرفت. تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیات با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری در نرم‌افزار LISREL انجام گرفت.

جدول ۱- گویه‌های مورد استفاده برای سنجش متغیرها و مقادیر آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و روایی تشخیصی

متغیر		گویه‌ها
تمایل به استفاده از پهپاد		تمایل: آلفای کرونباخ (۰/۸۲ = α)، پایایی ترکیبی (۰/۸۰= CR) و روایی تشخیصی (۰/۵۱= AVE)
	۱	تمایل دارم از پهپادها برای سم‌پاشی مزرعه‌ام استفاده کنم.
	۲	تمایل دارم از پهپادها برای ارزیابی سلامت محصول مزرعه‌ام استفاده‌کنم.
	۳	تمایل دارم از پهپادها برای پایش مزرعه‌ام استفاده کنم.
	۴	تمایل دارم از پهپاد برای کاشت بذر محصول تولیدی استفاده کنم.
نگرش نسبت به پهپادها		نگرش: آلفای کرونباخ (۰/۷۸ = α)، پایایی ترکیبی (۰/۷۷= CR) و روایی تشخیصی (۰/۵۳= AVE)
	۱	به نظرم استفاده از پهپادها راهبرد خوبی برای افزایش کارایی در مزرعه است.
	۲	استفاده از پهپادها برای فعالیت‌های مختلفی از قبیل ارزیابی سلامت محصولات و پایش مزرعه عاقلانه به نظر می‌رسد.
	۳	هوشمندسازی فعالیت‌های مربوط به مدیریت مزرعه از طریق فناوری‌هایی از قبیل پهپادها ضروری است.
سودمندی درک‌شده		سودمندی درک‌شده: آلفای کرونباخ (۰/۷۶ = α)، پایایی ترکیبی (۰/۷۸= CR) و روایی تشخیصی (۰/۵۵= AVE)
	۱	من فکر می‌کنم پهپادها می‌توانند اطلاعاتی را ارائه دهند که می‌تواند تصمیم‌گیری من در مزرعه را بهبود بخشد.
	۲	با کمک پهپادها، می‌توانم با استفاده هدفمندتر از کود و آفت‌کش‌ها به حفاظت از محیط‌زیست کمک کنم.
	۳	با استفاده از پهپادها می‌توانم سلامت محصولات را مورد ارزیابی قرار دهم.
سهولت استفاده‌ی درک‌شده		سهولت درک‌شده: آلفای کرونباخ (۰/۷۳= α)، پایایی ترکیبی (۰/۷۶= CR) و روایی تشخیصی (۰/۵۱= AVE)
	۱	فکر می‌کنم یادگیری استفاده از وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین برای من آسان باشد.
	۲	استفاده از پهپادها برای اهداف مختلف مدیریت مزرعه کار دشواری نیست.
	۳	فرآیند استفاده از پهپادها برای من کار ملموس و قابل درک است.
ارتباط شغلی		ارتباط شغلی: آلفای کرونباخ (۰/۷۸= α)، پایایی ترکیبی (۰/۷۵= CR) و روایی تشخیصی (۰/۵۰= AVE)
	۱	استفاده از پهپادها ارتباط زیادی با اقدامات عملیِ مزرعه‌ی من دارد.
	۲	پهپادها می‌توانند نقشی کلیدی در مدیریت فعالیت کشاورزی در مزارع داشته باشند.
	۳	پهپادها در حال تبدیل شدن به جزء تفکیک‌ناپذیر بخش کشاورزی هستند.

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 405)

یافته‌ها و بحث

به منظور تحلیل روابط همبستگی میان متغیرها از ضرایب همبستگی پیرسون استفاده شد (جدول ۲). بررسی روابط همبستگی میان متغیرهای چارچوب مفهومی نشان داد که سهولت استفاده‌ی ادراک شده (r=۰/۳۳۵ ،p<۰/۰۱)، نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی (r=۰/۳۸۰ ،p<۰/۰۱)، ارتباط شغلی (r=۰/۳۹۰ ،p<۰/۰۱) و سودمندی ادراک شده (r=۰/۳۶۷ ،p<۰/۰۱) دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی بودند. مقایسه مقادیر همبستگی این چهار متغیر با تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی نشان می‌دهد که متغیرهای ارتباط شغلی و نگرش دارای همبستگی بالاتری نسبت به سودمندی درک‌شده و سهولت استفاده‌ی درک شده می‌باشند. همبستگی میان سودمندی درک‌شده با تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی توسط پژوهشگران دیگری از قبیل کبیر و همکاران (Kabir *et al.*, 2022)، حاجی و همکاران (Haji *et al.*, 2020) و راسیدها و همکاران (Rasyidha *et al.*, 2020) مورد تأیید قرار گرفته است. نتایج پژوهش‌های باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2021) و میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021) نیز همبستگی میان سهولت استفاده‌ی درک‌شده و تمایل به استفاده از پهپادها را مورد پشتیبانی قرار می‌دهد. افزون بر این، نتایجی مشابه با نتیجه پژوهش حاضر در زمینه اثر ارتباط شغلی بر روی تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی را می‌توان در میان نتایج پژوهش ونکاتش و دیویس (Venkatesh & Davis, 2000) و میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021) مشاهده کرد. ریورا گرین (Rivera Green, 2007)، علی صالح‌العجم (AliSalehAl-Ajam, 2013) و حاجی و همکاران (Haji *et al.*, 2020) نیز در پژوهش‌هایشان به این نتیجه رسیدند که نگرش نسبت به فناوری اثری مثبت بر روی تمایل به استفاده از آن فناوری دارد؛ بنابراین، نتایج آن‌ها همسو با نتیجه همبستگی میان نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی و تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از آن‌ها است (جدول ۲).

همان‌گونه که نتایج ماتریس همبستگی در جدول ۲ نشان می‌دهد، ارتباط شغلی به صورت مثبت و معنی‌داری با سودمندی درک شده همبسته شد (r=۰/۱۷۷ ،p<۰/۰۱). این نتیجه به معنی آن است که هر اندازه ارتباط پهپادها به شغل کشاورزی بیشتر درک شود، کشاورزان آن‌ها را به عنوان فناوری‌های سودمندتر قلمداد خواهند کرد و برعکس. این نتیجه با نتایج ونکاتش و دیویس (Venkatesh & Davis, 2000) و میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021) همسو می‌باشد. متغیر نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را با سهولت استفاده‌ی درک‌شده نشان داد (r=۰/۳۸۹ ،p<۰/۰۱). نتایجی مشابه با این نتیجه را می‌توان در میان نتایج پژوهشگرانی از قبیل آدریان و همکاران (Adrian *et al.*, 2005) و میشلز و همکاران (Michels *et al.*, 2021) مشاهده کرد.

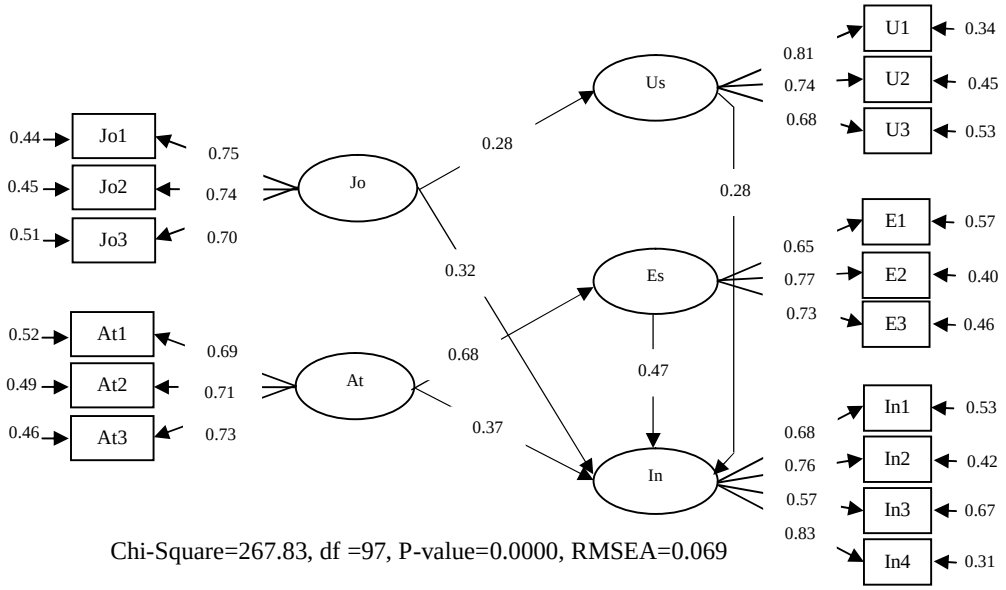
جدول ۲- ماتریس همبستگی میان متغیرهای پژوهش

متغیرها	Mean	S.D.	تمایل به استفاده از پهپاد	نگرش نسبت به پهپادها	ارتباط شغلی	سودمندی درک‌شده	سهولت استفاده‌ی درک‌شده
تمایل به استفاده از پهپاد	۳/۰۰	۱۳/۲۸	۱				
نگرش نسبت به پهپادها	۲/۰۷	۱۰/۶۸	۰/۳۸۰**	۱			
ارتباط شغلی	۱/۸۳	۱۰/۶۸	۰/۳۹۰**	۰/۷۰۷**	۱		
سودمندی درک‌شده	۲/۲۹	۱۰/۹۰	۰/۳۶۷**	۰/۱۷۶**	۰/۱۷۷**	۱	
سهولت استفاده‌ی درک‌شده	۱/۹۴	۱۰/۹۷	۰/۳۳۵**	۰/۳۸۹**	۰/۴۱۸**	۰/۴۳۲**	۱

* معنی‌داری در سطح پنج درصد خطا ** معنی‌داری در سطح یک درصد خطا

نتایج حاصل از اجرای مدل ساختاری پژوهش به صورت نگاره ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که مدل‌های اندازه‌گیری مربوط به متغیرهای چارچوب نشان می‌دهد، همه‌ی بارهای عاملی مربوط به متغیر در سطحی قابل قبول (بزرگ‌تر از مقدار کرانه‌ای ۰/۵) قرار دارند. افزون بر این، بررسی شاخص‌های برازندگی مدل ساختاری که در قالب جدول ۳ ارائه شده است نیز نشان می‌دهد که تمامی شاخص‌های برازش در سطحی قابل قبول قرار دارند. برای قضاوت در مورد برازندگی مدل از شاخص‌های کای دو بر درجه‌ی آزادی، شاخص نیکویی برازندگی (GFI)، شاخص نرم نشده‌ی برازندگی (NNFI)، شاخص برازندگی فزآینده (IFI)،

شاخص برازندگی تطبیقی (CFI)، ریشه‌ی میانگین مجذور خطای تقریب (RMSEA) استفاده شد. جدول ۳ مقادیر کرانه‌ای مورد قبول برای برازش مدل و مقادیر حاصل از مدل‌سازی معادلات ساختاری در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه همه‌ی شاخص‌های برازندگی در سطحی قابل قبول بودند، می‌توان استنباط کرد که الگوی ارائه شده در این پژوهش از برازش مناسبی برخوردار است.



نگاره ۲- مدل ساختاری و استاندارد شده‌ی پژوهش

جدول ۳- شاخص‌های برازش

شاخص‌های آماری	χ2/df	GFI	CFI	NFI	IFI	NNFI	RMSEA
دامنه مقبول	$1 \leq \chi2/df \leq 3$	≥۰/۹۰	≥۰/۹۰	≥۰/۹۰	≥۰/۹۰	≥۰/۹۰	≤۰/۰۸
مقدار بدست آمده	۲/۷	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۰۶۹

نتایج حاصل از آزمون فرضیات پژوهش در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج، ارتباط شغلی اثری مثبت و معنی‌دار بر روی تمایل به استفاده از پهپادها داشت (فرضیه اول مورد تأیید قرار گرفت). این نتیجه به معنی آن است که هر اندازه کشاورزان ارتباط پهپادها با فعالیت‌های کشاورزی‌شان را بیشتر درک کنند، تمایل آن‌ها به استفاده از پهپادها بیشتر خواهد شد. همچنین، ارتباط شغلی اثری مثبت و معنی‌دار بر روی سودمندی درک‌شده داشت. از این یافته نه‌تنها می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه دوم مورد پشتیبانی قرار گرفته است، بلکه می‌توان عنوان کرد که در جامعه‌ی مورد مطالعه، درک ارتباط پهپادها با فعالیت‌های کشاورزی و زراعی می‌تواند باعث افزایش درک آن‌ها نسبت به سودمندی و مزایای پهپادها شود. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ی سوم و چهارم نشان داد که اثرات نگرش نسبت به پهپادها بر روی تمایل به استفاده از پهپاد و سهولت استفاده‌ی درک‌شده مثبت و معنی‌دار است. از این نتایج می‌توان استنباط کرد که نگرش به عنوان رانه‌ای اساسی می‌تواند نقشی کلیدی در بهبود تمایل به استفاده از پهپادها در میان کشاورزان داشته باشد؛ زیرا نه‌تنها به صورت مستقیم بر روی تمایل به استفاده از پهپادها اثرگذار است، بلکه به صورت غیرمستقیم و از طریق سهولت استفاده‌ی درک‌شده نیز این متغیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اهمیت اثر غیرمستقیم نگرش بر روی تمایل به استفاده از پهپادها از آن جهت دارای اهمیت است که بر اساس آزمون فرضیه ششم، اثر سهولت استفاده‌ی درک‌شده بر روی تمایل به استفاده از پهپاد مثبت و معنی‌دار بود.

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 405)

لازم به ذکر است که بر اساس نتایج، اثر سودمندی درک‌شده بر روی تمایل به استفاده از پهپادها مثبت و معنی‌دار بود. نتیجه این آزمون فرض نشان می‌دهد که فرضیه‌ی پنجم پژوهش مورد تأیید قرار گرفته است. این نتیجه همچنین تأکید می‌کند که آگاهی از فواید و کاربردهای خوب پهپادها در مزارع می‌تواند زمینه را برای ایجاد تغییراتِ مثبت در تمایلات کشاورزان فراهم نماید.

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌های تحقیق

فرضیه	اثر	ضریب استاندارد شده	t-Values	مقادیر خطای استاندارد	نتیجه آزمون فرضیه
H_1	ارتباط شغلی بر روی تمایل به استفاده از پهپاد	۰/۳۲	۴/۰۳**	۰/۰۷۹	تأیید
H_2	ارتباط شغلی بر روی سودمندی درک‌شده	۰/۲۸	۴/۱۴**	۰/۰۶۷	تأیید
H_3	نگرش نسبت به پهپادها بر روی تمایل به استفاده از پهپاد	۰/۳۷	۴/۶۵**	۰/۰۷۹	تأیید
H_4	نگرش نسبت به پهپادها بر روی سهولت استفاده‌ی درک شده	۰/۶۸	۵/۶۷**	۰/۱۱۹	تأیید
H_5	سودمندی درک‌شده بر روی تمایل به استفاده از پهپادها	۰/۲۸	۳/۹۷**	۰/۰۷۰	تأیید
H_6	سهولت استفاده‌ی درک شده بر روی تمایل به استفاده از پهپاد	۰/۴۷	۳/۲۳**	۰/۱۴۵	تأیید

** معنی‌داری در سطح یک درصد

نتایج حاصل از تحلیل اثرات غیرمستقیم و کل متغیرها در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از این قسمت، نگرش نسبت به پهپادها بیشترین اثر غیرمستقیم را بر روی تمایل به استفاده از پهپاد داشت. در قسمت‌های قبلی در مورد اهمیت متغیر نگرش نسبت به پهپادها بحث شده بود، اما اثر غیرمستقیم و قابل توجه آن در این قسمت نیز تأییدکننده‌ی آن ادعا است. افزون بر این، مقایسه اثرات کل نشان داد که نگرش نسبت به استفاده از پهپادها و سهولت استفاده‌ی درک شده و ارتباط شغلی به ترتیب دارای بیشترین مقادیر اثرات کل بر روی تمایل به استفاده از پهپاد بودند. این در حالی بود که با وجود قابل توجه بودن اثر کل سودمندی درک‌شده، مقدار اثر آن در مقایسه با سه متغیر دیگر کمتر بود (جدول ۵). به صورت کلی، نتایج پژوهش نشان داد که رانه‌های تعریف‌شده برای پیش‌بینی تمایل به استفاده از پهپادها در این مطالعه، توانستند ۴۴ درصد از تغییرات واریانس آن را تبیین کنند.

جدول ۵- تحلیل اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل بر تمایل رفتاری کشاورزان

متغیر وابسته	متغیر مستقل	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم	کل اثرات	R^2
تمایل به استفاده از پهپاد (**Int**)	ارتباط شغلی (Jo-Re)	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۴۴
	سهولت استفاده‌ی درک‌شده (Per-Eas)	۰/۴۷	–	۰/۴۷	
	سودمندی درک‌شده (Per-Use)	۰/۲۸	–	۰/۲۸	
	نگرش نسبت به پهپادها (Attitud)	۰/۳۷	۰/۳۱	۰/۶۸	

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج پژوهش نشان داد که سهولت استفاده درک‌شده دارای بیشترین توانایی در پیش‌بینی تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی بود. این نتیجه به معنی آن است که هر اندازه فرآیند استفاده از پهپادها برای کشاورزان آسان‌تر باشد، تمایل آن‌ها برای استفاده از این فناوری بیشتر می‌شود. بسیاری از کشاورزان (به‌ویژه کشاورزان مسن‌تر که عموماً توانایی کمی در استفاده از فناوری‌های الکترونیکی و کنترل از راه دور دارند) ممکن است به دلیل عدم سهولت استفاده یا پیچیدگی که در فناوری مربوط به پهپادها مشاهده می‌کنند/انتظار دارند، تمایل کمتری نسبت به پذیرش آن از خود نشان دهند. به عبارتی دیگر، در چنین مواردی، آن‌ها ترجیح می‌دهند که فعالیت‌هایی که قرار است با فناوری پهپادها انجام شود را با استفاده از فناوری یا تکنولوژی‌های قدیمی‌تر که استفاده از آن‌ها را سهل‌تر می‌دانند، انجام دهند؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سازمان‌هایی از قبیل

سازمان جهاد کشاورزی و برخی از شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای و دانش‌بنیان که در حوزه‌ی ارائه‌ی خدمات پهپادی فعالیت می‌کنند، دوره‌های آموزشی تخصصی را در زمینه آشنایی با اصول کار و شیوه‌های استفاده آسان از این فناوری در جوامع کشاورزی برگزار کنند. آشنا کردن کشاورزان با شیوه‌های کار این فناوری می‌تواند سهولت استفاده درک شده را در میان کشاورزان تقویت کند و منجر به بهبود تمایل به استفاده از این فناوریِ کشاورزی دقیق در بین آن‌ها گردد.

البته لازم به ذکر است که بر اساس نتایج حاصل از آزمونِ چارچوب مفهومی پژوهش حاضر، سهولت استفاده درک شده برای استفاده از پهپادهای کشاورزی، خود تحت تأثیر متغیر نگرش نسبت به این فناوری است. به عبارتی دیگر، سهولت استفاده از پهپادهای کشاورزی رابطه‌ی میان نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی و تمایل به استفاده از آن‌ها را میانجی‌گری می‌کند. چنین رابطه‌ی به معنی آن است که تقویت نگرش کشاورزان نسبت به پهپادهای کشاورزی می‌تواند سهولت استفاده از این فناوری را تسهیل کند و تمایل کشاورزان نسبت به بکارگیری آن را بهبود ببخشد. مطابق با نتایج، متغیر نگرش نسبت به پهپادهای کشاورزی به صورت مستقیم نیز تمایل به استفاده از این فناوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد که نشان‌دهنده‌ی اهمیت و جایگاه ویژه این متغیر در ایجاد تغییرات رفتاری است. در این راستا، پیشنهاد می‌شود که مداخلات عملی برای ایجاد نگرش مثبت نسبت به استفاده از پهپادها در جوامع کشاورزی صورت گیرد. این مداخلات می‌تواند توسط سازمان‌ها/ادارات جهاد کشاورزی و مهندسین مشاور شرکت‌های ارائه‌دهنده‌ی خدمات پهپادی انجام شود. در این مداخلات ابتدا باید تلاش شود تا به صورت کلی، آگاهی کشاورزان در مورد کارکردهای پهپادهای کشاورزی بالا برده شود. سپس، مزایای استفاده از این فناوری نسبت به فناوری‌های پیشین مورد تحلیل و تشریح قرار گیرد. این کار همان تلاش برای تقویت سودمندی ادراک شده برای پهپادهای کشاورزی در میان کشاورزان است که اتفاقاً یکی دیگر از متغیرهای کلیدی تأثیرگذار بر افزایش تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از این فناوری است؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود که در این دوره‌های آموزشی به نقشی که پهپادها می‌توانند در ارزیابی سلامت محصولات، آبیاری، سم‌پاشی، پایش، کاشت بذور و تجزیه و تحلیل مزارع داشته باشند پرداخته شود. ارائه‌ی مثال‌هایی عینی و کاربردی برای استفاده از پهپادها برای هرکدام از این فرآیندها می‌تواند نقش بسزایی در تقویت سودمندی درک شده داشته باشد. تقویت سودمندی درک شده، خود در مرحله بعد، تمایل به استفاده از پهپادهای کشاورزی را در میان کشاورزان بهبود خواهد بخشید.

این نکته نیز باید خاطرنشان شود که سودمندی درک شده در این مطالعه خود تحت تأثیر متغیر دیگری به نام ارتباط شغلی بود. به عبارتی دیگر، ارتباط شغلی علاوه بر اثر مثبتی که به صورت مستقیم بر روی تمایل به استفاده از پهپادها داشت، اثر غیرمستقیمی نیز از طریق سودمندی درک شده بر روی آن داشت. بسیاری از کشاورزان با توجه به اطلاعات قبلی که در مورد پهپادها دارند، این فناوری را به عنوان یک فناوری "نظامی" قلمداد می‌کنند و تصور نمی‌کنند که می‌توان از آن‌ها در فعالیت‌های کشاورزی نیز استفاده کرد. در نتیجه، از طرح‌واره‌های ذهنی چندانی در زمینه‌ی ارتباطی که این فناوری‌ها با مشاغل کشاورزی دارد، برخوردار نیستند. لذا، پیشنهاد می‌شود که ارتباط تنگاتنگی که فعالیت‌های کشاورزی با پهپادها (حداقل در آینده‌ای نزدیک) خواهد داشت، برای آن‌ها روشن شود. این کار می‌تواند از طریق برنامه‌های ترویجی و توسط عملگران میدانی ترویج و آموزش کشاورزی که یکی از بازوهای اجرایی ادارات و سازمان‌های جهاد کشاورزی در سطح محلی هستند انجام گیرد. البته لازم به ذکر است که رسانه‌های دولتی نیز می‌توانند به عنوان یکی دیگر از بازوهای قدرتمند در تبیین و روشنگری ارتباط این فناوری مدرن با کشاورزی عمل کنند.

نتایج حاصل از اعتبارسنجی الگوی توسعه‌یافته‌ی پذیرش فناوری نشان داد که این الگو می‌تواند به صورت رضایت‌بخشی تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از پهپادها را پیش‌بینی کند؛ زیرا همه‌ی شاخص‌های برازندگی الگوی اجرا شده در سطح قابل‌قبولی بودند. نتایج این پژوهش می‌تواند زمینه انجام موفق تغییرات در رفتار و تمایلات کشاورزان (نسبت به استفاده از پهپادهای کشاورزی) را فراهم کند؛ زیرا نه‌تنها برخی از مهم‌ترین رانه‌ها و پیش‌بینی‌کننده‌ی تمایل کشاورزان را معرفی و مورد بحث قرار می‌دهد، بلکه سازوکار انجام مداخلات رفتاری ـ اجتماعی در این زمینه را معرفی می‌کند. به عبارتی دیگر، به عملگران میدانی تغییرات رفتاری، تصمیم‌گیران، سیاست‌گذاران و مدیران نشان می‌دهد که اگر آن‌ها بخواهند کشاورزان را نسبت به استفاده از فناوری پهپادی در کشاورزی ترغیب کنند، باید به چه نکاتی توجه داشته باشند. این امر در کاهش هدر

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 405)

رفت سرمایه‌ها و کاهش هزینه‌های اجرایی پروژه‌ها بسیار مؤثر خواهد بود. در این راستا، پیشنهاد می‌شود که عوامل نهادی دخیل در مداخله‌گری‌های اجتماعی برای توسعه فناوری‌های (از قبیل پهپادهای کشاورزی) از سازوکارهای معرفی‌شده در این مطالعه در مراحل ارزیابی اولیه و اجرای سیاستِ مورد نظر استفاده کنند. هرچند مطالعه حاضر در استان فارس انجام شده است، اما در بسیاری از موارد موانع و پیش‌برنده‌های پذیرش فناوری‌ها در استان‌های مختلف، مشابه‌اند. به عبارتی دیگر، می‌توان گفت که نتایج این مطالعه نه‌تنها می‌تواند به منظور جهت‌دهی و ایجاد تغییرات رفتاری در حوزه‌ی پذیرش پهپادهای کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد، بلکه در پذیرش فناوری‌های مشابه دیگر نیز می‌توان از آن‌ها بهره گرفت. البته نباید فراموش کرد که در برخی از موارد، در پذیرش هر فناوری، ممکن است عواملی زمینه ـ محور و محلی تأثیرگذار باشند. پرواضح است که در چنین مواردی، الگوی آزمون شده در این مطالعه نمی‌تواند به عنوان الگوی فراگیر و "یکی - برای - همه" قلمداد شود.

در مطالعه حاضر مانند هر پژوهش دیگری محدودیت‌هایی وجود داشت. اولین محدودیت این بود که پژوهش حاضر به دلیل محدودیت‌های اقتصادی صرفاً در استان فارس انجام شد. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران آتی این پژوهش را در استان‌ها و مکان‌های جغرافیایی دیگر تکرار کنند. انجام چنین پژوهش‌هایی می‌تواند قابلیت اطمینان به نتایج پژوهش حاضر را بیشتر روشن سازد. افزون بر این، در این مطالعه از شیوه‌ی خود اظهاری برای گردآوری اطلاعات مورد نیاز استفاده شد. این در حالی است که در این روش، ممکن است برخی از پاسخگویان پاسخ‌هایی گمراه‌کننده به پرسشگر بدهند. همین امر نیز می‌تواند به سوگیری در نتایج پژوهش منجر شود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران آتی صحت نتایج حاصل از این پژوهش را با استفاده از روش‌های دیگر گردآوری اطلاعات از قبیل مشاهده مستقیم مورد ارزیابی مجدد قرار دهند. محدودیت سوم، مربوط به چارچوب مفهومی است که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. به عبارتی دیگر، در این مطالعه الگوی پذیرش فناوری با انجام اصلاحاتی به عنوان مبنای نظری تبیین تمایل کشاورزان نسبت به استفاده از پهپادها مورد استفاده قرار گرفت. این در حالی است که تعداد متغیرهای موجود در این الگو محدود است و مطمئناً همه‌ی رانه‌های تعیین‌کننده‌ی رفتار را شامل نمی‌شود. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران آتی الگوی مورد استفاده در این مطالعه را با وارد کردن رانه‌های جدید در آن، توسعه دهند.

منابع

حاجی، ل.، مؤمن‌پور، ی.، و کریمی، ح. (۱۴۰۰). تحلیل نیت رفتاری استفاده از سیستم‌های آبیاری خورشیدی در بخش کشاورزی شهرستان نقده: همگرایی مدل‌های TPB و TAM. *مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، جلد ۱۷، شماره ۱، صص ۵۲ـ۳۷.

یزدان‌پناه، م.، زبیدی، ط.، صلاحی‌مقدم، ن.، و روزانه، د. (۱۳۹۸). عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری آبیاری نوین کشاورزان (مورد مطالعه شهرستان بهبهان). *مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، جلد ۱۵، شماره ۱، صص ۱۴۱ـ۱۲۷.

Adrian, A. M., Norwood, S. H., and Mask, P. L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 48(3), 256-271.

AliSalehAl-Ajam, K. M. N. (2013). Adoption of Internet banking by Yemeni consumers: An empirical investigation. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(2), 182-189.

Antonietti, C., Cattaneo, A., and Amenduni, F. (2022). Can teachers' digital competence influence technology acceptance in vocational education?. *Computers in Human Behavior*, 132, 107266.

Ayamga, M., Tekinerdogan, B., and Kassahun, A. (2021). Exploring the challenges posed by regulations for the use of drones in agriculture in the African context. *Land*, 10(2), 164. https://doi.org/10.3390/land10020164

Bagheri, A., Bondori, A., Allahyari, M. S., and Surujlal, J. (2021). Use of biologic inputs among cereal farmers: Application of technology acceptance model. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 5165-5181.

Candiago, S., Remondino, F., De Giglio, M., Dubbini, M., and Gattelli, M. (2015). Evaluating multispectral images and vegetation indices for precision farming applications from UAV images. *Remote sensing*, 7(4), 4026-4047.

Cao, Y., Li, G. L., Luo, Y. K., Pan, Q., and Zhang, S. Y. (2020). Monitoring of sugar beet growth indicators using wide-dynamic-range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, 105331.

Castiblanco Jimenez, I. A., Cepeda García, L. C., Marcolin, F., Violante, M. G., and Vezzetti, E. (2021). Validation of a TAM extension in agriculture: Exploring the determinants of acceptance of an e-learning platform. *Applied Sciences*, 11(10), 4672.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13(3), 319-340.

European Commission. (2018). Drones in agriculture. Brussels, Belgium. Available at: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/fles/Drones_vf.pdf>.

Gebbers, R., and Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828-831.

Haji, L., Valizadeh, N., Rezaei-Moghaddam, K., and Hayati, D. (2020). Analyzing Iranian farmers' behavioral intention towards acceptance of drip irrigation using extended technology acceptance model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(5), 1177-1190.

Hunt Jr, E. R., and Daughtry, C. S. (2018). What good are unmanned aircraft systems for agricultural remote sensing and precision agriculture?. *International Journal of Remote Sensing*, 39(15-16), 5345-5376.

Kabir, K. H., Hassan, F., Mukta, M. Z. N., Roy, D., Darr, D., Leggette, H., and Ullah, S. A. (2022). Application of the technology acceptance model to assess the use and preferences of ICTs among field-level extension officers in Bangladesh. *Digital Geography and Society*, 3, 100027.

Katebi, A., Homami, P., and Najmeddin, M. (2022). Acceptance model of precast concrete components in building construction based on Technology Acceptance Model (TAM) and Technology, Organization, and Environment (TOE) framework. *Journal of Building Engineering*, 45, 103518.

Khanal, S., Fulton, J., and Shearer, S. (2017). An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 22-32.

Khoza, S., de Beer, L. T., van Niekerk, D., and Nemakonde, L. (2021). A gender-differentiated analysis of climate-smart agriculture adoption by smallholder farmers: Application of the extended technology acceptance model. *Gender, Technology and Development*, 25(1), 1-21.

Krejcie, R. V., and Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.

Lucock, X., and Westbrooke, V. (2021). Trusting in the "eye in the sky"? Farmers' and auditors' perceptions of drone use in environmental auditing. *Sustainability*, 13(23), 13208.

Luppicini, R., and So, A. (2016). A techno-ethical review of commercial drone use in the context of governance, ethics, and privacy. *Technology in Society*, 46, 109-119.

Michels, M., von Hobe, C. F., and Musshoff, O. (2020). A trans-theoretical model for the adoption of drones by large-scale German farmers. *Journal of Rural Studies*, 75, 80-88.

Michels, M., von Hobe, C. F., Weller von Ahlefeld, P. J., and Musshoff, O. (2021). The adoption of drones in German agriculture: A structural equation model. *Precision Agriculture*, 22(6), 1728-1748.

Mir, S. A., and Padma, T. (2020). Integrated technology Acceptance Model for the evaluation of agricultural decision support systems. *Journal of Global Information Technology Management*, 23(2), 138-164.

Moskvitch, K. (2015). Take off: Are drones the future of farming?. *Engineering & Technology*, 10(7-8), 62-66.

Rasyidha, M. H., Najib, M., and Sumarwan, U. (2020). The influence of intention to use medians potato varieties on the result of technological innovation development with technology acceptance models. *Journal Manajemen*, 24(1), 38-58.

Rivera Green, I. F. (2007). The emancipatory potential of a new information system and its effect on technology acceptance. Ph.D. Dissertation. University of Pretoria, Pretoria, South Africa.

Sylvester, G. (2018). E-agriculture in action: drones for agriculture. (Ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union. Bangkok: Thailand.

Tiwari, A., and Dixit, A. (2015). Unmanned aerial vehicle and geospatial technology pushing the limits of development. *American Journal of Engineering Research*, 4, 16-21.

Tran, T. C. T., and Cheng, M. S. (2017). Adding innovation diffusion theory to technology acceptance model: understanding consumers' intention to use biofuels in Viet Nam. *International Review of Management and Business Research*, 6(2), 595-610.

Vayssade, J. A., Arquet, R., and Bonneau, M. (2019). Automatic activity tracking of goats using drone camera. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 767-772.

Wong, T. K. M., Man, S. S., and Chan, A. H. S. (2021). Exploring the acceptance of PPE by construction workers: An extension of the Technology Acceptance Model with safety management practices and safety consciousness. *Safety Science*, 139, 105239.

Yang, L., Bashiru Danwana, S., and Yassaanah, I. F. L. (2021). An empirical study of renewable energy technology acceptance in Ghana using an extended Technology Acceptance Model. *Sustainability*, 13(19), 10791.

This Journal is an open access Journal Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 405)

Zheng, S., Wang, Z., and Wachenheim, C. J. (2018). Technology adoption among farmers in Jilin Province, China: The case of aerial pesticide application. *China Agricultural Economic Review*, 11(1), 206–216.

Zhou, L., Xue, S., and Li, R. (2022). Extending the Technology Acceptance Model to explore students' intention to use an online education platform at a University in China. *SAGE Open*, 12(1), 21582440221085259.

Article Type: Research Article DOR: 20.1001.1.20081758.1400.17.2.16.4

Analyzing the Drivers of Adopting Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in Wheat Cultivation

N. Valizadeh[1*], L. Haji[2] and S. Khannejad[3]

(Received: Oct. 27. 2021; Accepted: Mar. 01. 2022)

Abstract

Unmanned aerial vehicles (UAV) or drones are part of the latest generation of precision farming technologies that are increasingly used in the monitoring and management of agricultural activities. The aim of this study was to investigate the drivers of acceptance of the agricultural drones among wheat farmers. For this purpose, an extended version of the Technology Acceptance Model was employed as a theoretical basis. The statistical population was wheat farmers in Fars province; out them 373 cases were selected using a multi-stage random sampling method. The research tool was a researcher-made questionnaire whose validity and reliability were evaluated and confirmed. The results indicated that perceived ease of use, attitude, job relevance, and perceived usefulness had the greatest positive and significant effects on the intention to use agricultural drones, respectively. Taken together, these four variables could account for about 44 % of the variance changes in the intention to use agricultural drones. Also, job relevance was positively and significantly affected by perceived usefulness and the intention to use agricultural drones. Similarly, attitude towards the use of drones also showed positive and significant effects on perceived ease of use and the intention to use agricultural drones. Examining the fit indices of the Technology Acceptance Model showed that this model is of an acceptable level of data-model fitness and can be a basis for behavioral changes in the field of agricultural drones' adoption. Finally, based on the research results, practical recommendations were presented that can help policy-makers, decision-makers, and practitioners to encourage the intention to use agricultural drones.

Keywords: Precision agriculture, Farmers persuasion, Technology Acceptance Model, Cross-sectional analysis.

[1]Ph.D., Department of Agricultural Extension and Education, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

[2] Ph.D. Student, Department of Agricultural Extension and Education, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

[3] Former M. Sc. Student, Department of Extension and Rural Development, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

[*] Corresponding Author, Email: n.valizadeh@shirazu.ac.ir