

بررسی عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری کشاورزان در ماشین‌های کشاورزی: کاربرد روش دومرحله‌ای هکمن

محمد قربانی^۱ و *علی دریجانی^۲

^۱دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،

^۲استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۸

چکیده

با توجه به اهمیت ارتقاء ضریب مکانیزاسیون کشاورزی از طریق سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی، مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۶ با استفاده از اطلاعات پیمایشی ۵۷۳ بهره‌بردار کشاورزی استان خراسان رضوی و بهره‌گیری از الگوی توبیت به روش دومرحله‌ای هکمن و با هدف شناسایی دو گروه عوامل مؤثر بر اقدام به سرمایه‌گذاری و حجم سرمایه‌گذاری انجام شده در ماشین‌های کشاورزی صورت پذیرفت. بررسی اثر نهایی متغیرهای الگوی پروبیت نشان داد تجربه و تحصیلات بهره‌بردار، سطح زیرکشت، دسترسی به اعتبارات بانکی، سرمایه شخصی، استفاده از سموم شیمیایی و مالکیت با اثر مثبت و متغیرهای سن بهره‌بردار و سطح دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای با اثر منفی بر اقدام به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی نقش دارند. همچنین نتایج برازش الگوی مرحله دوم رگرسیون خطی بیانگر تأثیر مثبت تحصیلات و تجربه بهره‌بردار، استفاده از سموم شیمیایی، نیروی کار خانوادگی، سطح زیرکشت، هزینه برداشت، سرمایه شخصی، دسترسی به اعتبارات بانکی و مالکیت زمین، و تأثیر منفی متغیرهای سن بهره‌بردار، استفاده از بقولات در الگوی کشت و دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. با توجه به یافته‌ها، به‌منظور ارتقاء ضریب مکانیزاسیون، طرح لیزینگ ماشین‌های کشاورزی با اعتبارات یارانه‌ای، طرح ایجاد بانک مکانیزاسیون کشاورزی، یک‌پارچه‌سازی اراضی، ایجاد انگیزه مالکیت و اعمال نظام ترویجی مناسب در قالب بسته سیاستی به برنامه‌ریزان این عرصه پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: مکانیزاسیون، ماشین‌های کشاورزی، سرمایه‌گذاری، عوامل مؤثر، الگوی توبیت، خراسان رضوی

مقدمه

برای بسیاری از فعالیت‌های کشاورزی شکل جدی‌تر و جدیدتری یافته است. اگرچه مکانیزاسیون معادل کاهش نیروی کار در فرایند تولید محصولات کشاورزی است، اما این واژه مفهومی فراتر داشته و هر عنصری در این حوزه شامل ماشین‌های کشاورزی، تجهیزات، نهاده‌های مدرن، نیروی انسانی و موتوری را در بر می‌گیرد. به‌عبارت دیگر،

با افزایش جمعیت، بالا رفتن تقاضا برای مواد غذایی و نیز جذب نیروی کار بخش کشاورزی از سوی بخش‌های صنعت و خدمات و در نتیجه مهاجرت این نیرو از بخش مولد کشاورزی، استفاده از نیروی ماشینی

* - مسئول مکاتبه: ali_darjani@yahoo.com

کشاورزی است. از این رو، زمانی خرید و مالکیت ماشین برای کشاورز از توجیه اقتصادی برخوردار است که دارای درآمدی مزاد بر هزینه‌ها و در نتیجه سودآوری مناسب باشد. مطالعه سیگر و فیلدسون (۱۹۸۴) بر روی طرح‌های ۲۰ کشور در خصوص اجاره ماشین‌های کشاورزی نشان داد که هیچ‌یک از طرح‌ها نتوانسته خدمات را بدون تحمیل زبانی سنگین ارائه دهد و در نتیجه اغلب با شکست کامل مواجه شده‌اند. مطالعه هژبرکیانی (۱۹۹۹) نشان داد که از نهاده‌های کار ماشینی در کشور کمتر از حد بهینه استفاده شده است؛ به طوری که باید بر میزان استفاده از ماشین‌های کشاورزی در ۱۹ استان از ۲۱ استان مورد مطالعه افزود.

استان خراسان رضوی یکی از قطب‌های مهم تولید کشاورزی محسوب می‌شود. به‌رغم آنکه ورود فن‌آوری مکانیزاسیون به این استان در مقایسه با بسیاری از استان‌های کوچک، از رشد بالاتری برخوردار بوده، ولی آمار و اطلاعات موجود در خصوص ضریب مکانیزاسیون کشاورزی نشان می‌دهد که این ضریب (۰/۵۹) از میانگین کشوری (۰/۶۳) کمتر می‌باشد. با توجه به اطلاعات موجود مشخص است که ضریب مکانیزاسیون این استان تنها از استان‌های کوچک مانند ایلام (۰/۴۷)، بوشهر (۰/۲۲)، چهارمحال و بختیاری (۰/۲۶)، لرستان (۰/۵۲) و خراسان جنوبی (۰/۴۲) بالاتر بوده و در مقایسه با سایر استان‌ها پایین‌تر است (مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی، ۲۰۰۵). اگرچه خراسان رضوی از استان‌هایی است که دارای پتانسیل بالقوه برای افزایش مکانیزاسیون می‌باشد، اما به دلایل مختلف اقتصادی و اجتماعی، ضریب مکانیزاسیون کشاورزی تاکنون نتوانسته به متوسط کشوری و یا استانداردهای موجود دست یابد. جدول (۱) که نرخ مالکیت انواع ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در استان خراسان رضوی را نشان می‌دهد بیانگر آن است که در حال حاضر درصد پایینی از بهره‌برداران کشاورزی استان خراسان رضوی مالکیت یک یا چند ماشین و ادوات کشاورزی را دارا بوده و در آن سرمایه‌گذاری نموده‌اند (سالنامه آماری خراسان رضوی، ۲۰۰۶).

مکانیزاسیون ورود فن‌آوری‌های نوین به عرصه تولید کشاورزی است به طوری که می‌تواند به افزایش درآمد، کاهش هزینه‌ها، بهبود کیفیت مدیریت و جلوگیری از پدیده‌های نامطلوب اجتماعی منجر شود (مجله الکترونیک رویان، ۲۰۰۸). نوری‌نائینی (۱۹۹۳) در زمینه مکانیزاسیون در ایران بیان کرد که نرخ بازده سرمایه‌گذاری در خرید و استفاده از تراکتور، ۶۵ درصد و میانگین هزینه تعمیر و نگهداری هر دستگاه تراکتور در استان خراسان ۲۴ درصد است. قربانی (۲۰۰۴) نشان داد که راهبرد مکانیزاسیون کشاورزی زمانی می‌تواند از کارایی و اثربخشی لازم برخوردار باشد که هم براساس نظریه‌ها و تجربه‌های خارجی و داخلی و هم بر مبنای درک دقیق مسایل و مشکلات مکانیزاسیون کشور باشد. مطالعه رجیبی‌جهودی (۲۰۰۴) مشخص کرد که تسهیلات بانکی بلندمدت اثر مثبت، و تسهیلات بانکی کوتاه‌مدت اثر منفی بر سرمایه‌گذاری در بخش ماشین‌های کشاورزی دارند. امینی و فلیجی (۱۹۹۸) نشان دادند که افزایش سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی به رشد سریع اقتصادی شتاب بخشیده و به‌طور غیرمستقیم به رشد و توسعه کشور و افزایش اشتغال کمک می‌نماید. ترکمانی (۲۰۰۴) بیان کرد که بهره‌وری نهایی نهاده سرمایه در افزایش تولید کشاورزی بسیار زیاد است. از سوی دیگر، امجدی و چیدری (۲۰۰۶) معتقدند که سیاست‌های دولت در سال‌های گذشته باعث عرضه نامناسب ماشین‌های کشاورزی به بخش کشاورزی شده است. میزان تزریق ماشین‌های کشاورزی به بخش، نه تنها منجر به تحقق برنامه‌های مکانیزاسیون نشده، بلکه جواب‌گوی میزان استهلاک آن نیز نبوده، این وضعیت باعث کاهش ضریب مکانیزاسیون شده و کشاورزان را مجبور به استفاده از ماشین‌های کشاورزی مستهلک و فرسوده کرده است. نتایج مطالعه آنها نشان داد که میزان ماشین‌های کشاورزی در برنامه‌های اول، دوم و سوم توسعه تفاوت زیادی با برنامه‌های مصوب از نظر تعداد و ترکیب دارد. الماسی و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند که هدف اساسی از مالکیت و یا اجاره ماشین‌های کشاورزی، انجام به‌موقع و به‌صرفه عملیات

جدول ۱- نرخ مالکیت انواع ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در استان خراسان رضوی در سال ۲۰۰۶.

نرخ مالکیت (درصد)	تعداد ماشین‌ها و ادوات کشاورزی (دستگاه)		نوع ماشین‌ها و ادوات کشاورزی
	در مالکیت بهره‌بردار	کل	
۸/۷	۲۱۰۱۴	۲۴۲۸۶۹	تراکتور
۱۰/۰	۶۲۵	۶۲۴۹	تیلر
۱/۰	۷۵۹	۷۲۷۳۶	کمباین
۱۰/۹	۱۱۵۶۸	۱۰۶۵۶۰	تریلر
۵/۵	۲۰۶۲	۳۷۳۸۳	دروگر
۱۹/۱	۳۶۵	۱۹۰۸	علف‌چین (موور)
۲۱/۵	۴۰۲	۱۸۶۶	ردیف‌کن (ریک)
۱۶/۳	۴۳۹	۲۶۹۵	بسته‌بند (بیلر)
۱۲/۲	۱۲۴	۱۰۱۸	چاپر
۶/۰	۹۱۴۲	۱۵۲۶۹۹	ماشین خرمن‌کوب گندم و جو
۸/۷	۱۹۳۱۷	۲۲۱۷۳۸	گاواهن تراکتوری
۹/۱	۱۱۴۶۶	۱۲۵۵۸۰	دیسک
۱۲/۳	۳۴۶۵	۲۸۲۲۶	شیارزن (فاروئر)
۱۳/۵	۳۶۸۷	۲۷۴۰۶	نهرکن
۸/۹	۱۱۶۵۶	۱۳۱۱۲۰	کولتیواتور
۱۹/۰	۳۰۲۲	۱۵۹۰۹	کودپاش
۱۰/۷	۳۵۸۱	۳۳۳۲۶	سمپاش تراکتوری
۱۸/۹	۵۶۷۰	۲۹۹۹۴	سمپاش موتوری
۳۳/۶	۱۸۹۱۳	۵۶۲۱۴	سمپاش پستی
۸۶/۴	۳۰۵۷۷	۴۰۰۱۶	موتور پمپ دیزلی
۸۰/۲	۶۹۴۵۶	۸۶۶۱۵	الکتروپمپ

• اطلاعات این جدول با احتساب شهرستان‌های فردوس و قائنات است.
مأخذ: سالنامه آماری خراسان رضوی (۲۰۰۶).

راستای بهبود ضریب مکانیزاسیون و سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی ارایه نماید.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری در سال انجام مطالعه (۲۰۰۶)، شامل ۲۶۰۵۹۳ بهره‌بردار بخش زراعت استان خراسان رضوی می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۲۰۰۶). با توجه به واریانس ۹/۳۲ هکتاری سطح زیرکشت به‌عنوان صفت مبنا استخراج شده از اطلاعات پیمایش مقدماتی، اشتباه مجاز ۰/۲۵، ضریب اطمینان ۹۵ درصدی (t_{0.05}=1/96) و بهره‌گیری از رابطه کوکران، تعداد ۵۷۳ بهره‌بردار به روش نمونه‌گیری تصادفی

از آنجا که مالکیت ماشین‌های کشاورزی (و یا اجاره از استان‌های مجاور در شرایط خاص) و به‌عبارتی، سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی می‌تواند یکی از راه‌های مهم و اثربخش ارتقاء مکانیزاسیون باشد، لازم است این مسأله مورد بررسی قرار گیرد که چرا تنها بخش اندکی از کل کشاورزان استان اقدام به خرید ماشین‌های کشاورزی کرده‌اند و علت عدم سرمایه‌گذاری جمعیت غالب کشاورزان در خرید ماشین‌های اصلی کشاورزی نظیر تراکتور (۹۱/۳ درصد) و کمباین (۹۹ درصد) چیست؟ مقاله حاضر تلاش دارد تا این مهم را با استفاده از الگوهای اقتصادسنجی در استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار داده و پیشنهادهای را بر مبنای یافته‌ها و در

طبقه‌بندی شده انتخاب، و اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسش‌نامه‌هایی که به این منظور طراحی شده بود، جمع‌آوری گردید.

برای بررسی عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری کشاورزان در ماشین‌های کشاورزی، از الگوی توییت^۱ به روش دومرحله‌ای همکن^۲ استفاده شد. دلیل اصلی بهره‌گیری از الگوی توییت، نقص الگوهای لاجیت و پروبیت^۳ در تمایز بین عوامل مؤثر بر اقدام به تصمیم و عوامل مؤثر بر میزان فعالیت است (توبین، ۱۹۵۸؛ عین‌اللهی، ۱۹۹۸؛ دریجانی، ۱۹۹۹). در این مقاله، ارتباط بین سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی و متغیرهای تأثیرگذار از طریق الگوی زیر بررسی شده است:

$$Y_i^* = \beta' X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$Y_i = Y_i^* \text{ if } Y_i^* > 0 \quad (2)$$

$$Y_i = 0 \text{ if } Y_i^* \leq 0 \quad (3)$$

که در آن β بردار پارامترهای الگو، X_i متغیرهای مستقل شامل تحصیلات (سال) (X_1)، سن (سال) (X_2) و تجربه کشاورزی بهره‌بردار (سال) (X_3)، متوسط درآمد زراعی سالیانه بهره‌بردار (هزار ریال) (X_4)، کل درآمد سالیانه بهره‌بردار (هزار ریال) (X_5)، استفاده از کود شیمیایی (X_6)، استفاده از سموم شیمیایی (X_7)، استفاده از بقولات در الگوی کشت (X_8)، انجام عملیات شخم حفاظتی (X_9)، نیروی کار خانوادگی (روز نفر) (X_{10})، شرکت در کلاس‌های ترویجی مرتبط (X_{11})، سطح زیرکشت (هکتار) (X_{12})، نیروی کار روزمزد (روز نفر) (X_{13})، هزینه برداشت (هزار ریال) (X_{14})، سرمایه شخصی (هزار ریال) (X_{15})، سطح دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای (X_{16})، دسترسی به اعتبارات بانکی (X_{17}) و مالکیت زمین (X_{18})، و ε_i جمله اختلال تصادفی می‌باشد.

برای کشاورزانی که سرمایه‌گذاری انجام داده‌اند، Y_i^* میزان سرمایه‌گذاری (میلیون ریال) می‌باشد (معادله ۲) و برای کشاورزانی که تمایلی به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های

کشاورزی نداشته‌اند، Y_i^* صفر در نظر گرفته می‌شود؛ به عبارت دیگر، آستانه برش، صفر در نظر گرفته شده است. بر این اساس، برای مشاهده‌های صفر، احتمال وقوع هر مشاهده از روابط بالا به شکل معادله (۴) تعریف می‌شود:

$$P_{(Y_i=0)} = P_{(u < \beta' X_i)} = 1 - f(\beta' X_i) \quad (4)$$

که در آن P بیانگر توزیع احتمال و $f(\cdot)$ تابع چگالی جمله خطای ارزیابی شده در مقادیر $\beta' X_i$ می‌باشد. بنابراین احتمال وقوع هر مشاهده از Y_i های بزرگ‌تر از صفر از معادله (۵) به دست می‌آید:

$$P_{(Y_i > 0)} = 1 - P_{(Y_i = 0)} = f(\beta' X_i) \quad (5)$$

توبین (۱۹۵۸) نشان داد که مقادیر مورد نظر Y در این الگو، از معادله زیر حاصل می‌شود:

$$E(Y_i) = X_i \beta \phi(I) + \delta \phi(I) \quad I = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

معادله (۶) برای مشاهده‌های بزرگ‌تر از صفر ($Y_i > 0$) به صورت معادله (۷) است:

$$E(Y_i | Y_i > 0) = X_i \beta + \delta \frac{\phi(I)}{\Phi(I)} \quad (7)$$

الگوی توییت با بهره‌گیری از هر دو گروه کشاورزان (سرمایه‌گذاران بالقوه و بالفعل)، خطای نوع اول (غیرتصادفی بودن نمونه) را برطرف می‌نماید. اما احتمال بروز خطای نوع دوم (عدم تمایز عوامل مؤثر بر اقدام به سرمایه‌گذاری و عوامل مؤثر بر میزان سرمایه‌گذاری) همچنان به قوت خود باقی است، زیرا تمایزی بین دو گروه عوامل مؤثر بر اقدام به سرمایه‌گذاری و عوامل مؤثر بر میزان سرمایه‌گذاری صورت نگرفته است. همکن (۱۹۷۹) یک روش دومرحله‌ای را برای برآورد الگوی توییت و به منظور رفع مشکل دوم پیشنهاد نمود. روش دومرحله‌ای همکن بر این فرض استوار است که یک مجموعه از متغیرها می‌تواند بر تصمیم به شرکت در فعالیتی خاص تأثیر بگذارد و مجموعه دیگری از متغیرها می‌تواند پس از اتخاذ تصمیم اولیه حجم فعالیت مورد نظر را تحت تأثیر قرار دهد که دو گروه متغیرها در صورت لزوم مشابه نمی‌باشند (عین‌اللهی، ۱۹۹۸؛ دریجانی، ۱۹۹۹).

در روش همکن، برای تعیین عوامل مؤثر در هر یک از دو مجموعه متغیرهای یاد شده، الگوی توییت به دو

- 1- Tobit Model
- 2- Heckman's Two-Stage Method
- 3- Logit and Probit

الگوی پروبیت و الگوی رگرسیون خطی تبدیل می‌شود. عواملی که می‌توانند بر تصمیم کشاورزان به اقدام به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی تأثیر بگذارند، به صورت متغیرهای مستقل در الگوی پروبیت وارد می‌شوند و عواملی که می‌توانند بر میزان سرمایه‌گذاری کشاورز مؤثر باشند، در مجموعه متغیرهای مستقل الگوی رگرسیون خطی قرار می‌گیرند. الگوی دوم با اضافه شدن متغیر جدیدی تحت عنوان معکوس نسبت میلز^۱ (IMR) که با استفاده از پارامترهای برآورد شده الگوی اول ساخته می‌شود، به مجموعه متغیرهای مستقل آن به مرحله اول مرتبط خواهد شد. متغیر وابسته در الگوی پروبیت شامل یک متغیر دوجمله‌ای با مقادیر ۱ و صفر می‌باشد. بر این اساس، متغیر وابسته، برداری از مقادیر صفر و ۱ است که در آن عدد «۱» به منزله تصمیم به انجام فعالیت و عدد «صفر» به مفهوم تصمیم به انجام نشدن آن فعالیت می‌باشد. این متغیر بر مبنای متغیر وابسته در الگوی توپیت ساخته می‌شود. از این رو، برای Y_i هایی که مقدار آنها بزرگ‌تر از صفر است، عدد ۱ منظور می‌شود و برای Y_i هایی که مقدار آنها صفر است، صفر باقی می‌ماند. با این شیوه، متغیر مستقل الگوی پروبیت برای تمام مشاهده‌ها ساخته می‌شود.

با توجه به توضیحات بالا، دو الگوی به دست آمده از تفکیک الگوی توپیت به صورت معادله‌های (۸) و (۹) نشان داده می‌شوند:

(۸) الگوی پروبیت

$$Z_i = \beta' X_i + V_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$Z_i = 1 \quad \text{اگر } Y_i^* > 0$$

$$Z_i = 0 \quad \text{اگر } Y_i^* \leq 0$$

(۹) الگوی رگرسیون خطی

$$Y_i = \beta' X_i + \sigma IMR + e_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, N$$

در الگوهای بالا، β و σ ضرایب پارامترهای الگو، IMR معکوس نسبت میلز، e_i و V_i جمله‌های خطا می‌باشند.

1- Inverse Mill's Ratio (IMR)

در مرحله اول از روش هکمن، الگوی پروبیت با استفاده از روش حداکثر راست‌نمایی^۲ برآورد می‌گردد. در این مرحله، نقش عوامل مؤثر بر تصمیم کشاورزان به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی و میزان تأثیرگذاری هر یک با محاسبه تغییر در احتمال ورود به فعالیت سرمایه‌گذاری مشخص می‌شود. علاوه بر این، متغیر معکوس نسبت میلز که به صورت پارامترهای برآورد شده الگوی پروبیت برای کلیه مشاهده‌ها با $Y_i > 0$ محاسبه و استخراج می‌شود.

در مرحله دوم از روش هکمن، الگوی رگرسیون خطی (معادله ۹) برای مشاهده‌هایی که Y_i آنها بزرگ‌تر از صفر است، برآورد می‌شود. همان‌گونه که معادله (۹) نشان می‌دهد، در این مرحله متغیر معکوس نسبت میلز IMR_i به مجموعه متغیرهای مستقل در الگوی رگرسیونی اضافه می‌شود. ضریب این متغیر، خطای ناشی از انتخاب نمونه را بیان می‌کند. چنانچه ضریب این متغیر از لحاظ آماری بزرگ‌تر از صفر باشد، حذف مشاهده‌های صفر از مجموعه مشاهده‌ها، باعث اربیب^۳ پارامترهای برآورد شده الگو خواهد شد و اگر ضریب این متغیر معنی‌دار نباشد، حذف مشاهدات صفر، اگرچه منجر به اربیب شدن پارامترهای برآورده شده نمی‌گردد، اما منجر به از بین رفتن کارایی برآوردگر خواهد شد. علاوه بر این، به طوری که گرین (۱۹۹۳) نشان داده است، حضور متغیر معکوس نسبت میلز در الگوی رگرسیون خطی یاد شده، وجود ناهمسانی واریانس^۴ الگوی اولیه را رفع می‌کند و استفاده از برآوردگر حداقل مربعات معمولی (OLS)^۵ را بلامانع می‌سازد. بنابراین با دومرحله‌ای کردن برآورد پارامترهای الگوی توپیت، می‌توان عوامل مؤثر بر تصمیم به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی را از عوامل مؤثر بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی تفکیک کرد و در

2- Maximum Likelihood (ML)

3- Bias

4- Heteroscedasticity

5- Ordinary Least Squares (OLS)

نتیجه نقش و میزان اثرگذاری هر یک از این عوامل در گروه‌های دوگانه بهتر مشخص می‌شود.

در برآورد الگوی توبیت، R^2 (ضریب تعیین) نمی‌تواند معیار قابل اعتمادی برای نیکویی برازش باشد. بنابراین آماره مورد استفاده در این الگو F^2 (توان دوم ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده Y_i) است (توبین، ۱۹۵۸؛ گرین، ۱۹۹۳). هرچه F^2 به عدد ۱ نزدیک‌تر شود، نیکویی برازش بیشتر خواهد بود.

نتایج و بحث

توصیف نمونه: از نظر سطح تحصیلات، ۲۵ درصد بهره‌برداران کشاورزی بی‌سواد، ۶۳/۳ درصد زیر دیپلم و بقیه دارای تحصیلات بالاتر از دیپلم بوده‌اند که خود بیان‌کننده سطح پایین سواد بهره‌برداران می‌باشد. به لحاظ سنی، ۶۹/۵ درصد از کشاورزان در گروه سنی ۳۲ تا ۶۴ سال، ۱۷/۸ درصد در گروه کمتر از ۳۲ سال و ۱۲/۷ درصد در گروه سنی بیش از ۶۴ سال قرار دارند. از بعد تجربه کار کشاورزی، ۱۹/۵ درصد کمتر از ۱۰ سال، ۲۳/۹ درصد بین ۱۱ تا ۲۰ سال، ۲۳/۱ درصد بین ۲۱ تا ۳۰ سال و ۳۳/۵ درصد از آنها بیش از ۳۰ سال تجربه کار کشاورزی دارند. متوسط تحصیلات، سن و تجربه بهره‌برداران نمونه مورد مطالعه به ترتیب برابر ۵/۷، ۴۷/۴ و ۲۶ سال می‌باشد. به لحاظ مالکیت زمین کشاورزی، ۸۲/۴ درصد از کشاورزان دارای اراضی اجاره‌ای و تنها ۱۷/۶ درصد از آنها دارای زمین‌های شخصی می‌باشند. ۲۵/۷ درصد از بهره‌برداران از بقولات در الگوی کشت خود بهره گرفته‌اند. همچنین تنها ۲۲ درصد از کشاورزان در کلاس‌های ترویجی شرکت نموده‌اند. متوسط سطح زیرکشت، سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی، تعداد ساعات استفاده از ماشین‌های کشاورزی و هزینه برداشت محصولات در نمونه مورد مطالعه به ترتیب ۷ هکتار، ۲۴۵/۶۳ میلیون ریال، ۳۴ ساعت در هکتار و ۵۱۴/۳۹ هزار ریال در هکتار استخراج شده است.

عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی (الگوی دومرحله‌ای حکمن): به منظور تصریح الگوهای رگرسیون پروبیت و حداقل مربعات معمولی، کلیه متغیرهای تأثیرگذار در الگوها وارد شده، و آزمون‌های تصریح انجام شد. ذکر این نکته ضروری است که متغیرهای درآمدی به دلیل همبستگی شدید با سایر متغیرها (نظیر سطح زیرکشت، سرمایه شخصی، مالکیت زمین و غیره)، در الگوی نهایی وارد نشدند. در زیر نتایج هر دو گروه الگوهای برازش شده ارائه می‌شود:

مرحله اول حکمن؛ عوامل مؤثر بر اقدام به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی: براساس اطلاعات درج شده در جدول (۲)، اثر نهایی برآورده شده در الگوی پروبیت برای تجربه بهره‌بردار، ۰/۰۰۴۵۶ و معنی‌دار می‌باشد. علامت مثبت، دلالت بر تأثیر مثبت تجربه کشاورزی بر اخذ تصمیم به انجام سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی دارد؛ به طوری که با افزایش یک واحد (یک سال) به میانگین تجربه کشاورزی و با ثابت بودن سایر عوامل، احتمال اقدام به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی، ۰/۰۰۴۶ واحد افزایش خواهد یافت. در الگوی برآورده شده، اثرات نهایی مربوط به متغیرهای تحصیلات بهره‌بردار، سطح زیرکشت، دسترسی به اعتبارات بانکی، سرمایه شخصی، استفاده از سموم شیمیایی و مالکیت به ترتیب ۰/۰۰۷۶، ۰/۰۱۳۳، ۰/۰۹۱۲، ۰/۰۵۸۳، ۰/۰۶۳۷ و ۰/۰۲۴۱ (معنی‌دار در سطح ۱ درصد) برآورد شده است که بیان‌کننده تأثیر مثبت این متغیرها بر اقدام به سرمایه‌گذاری بهره‌برداران در ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. با توجه به توانایی مالی کشاورزان، امکان سرمایه‌گذاری کوچک مقیاس در برخی از ماشین‌آلات کشاورزی مانند سم‌پاش‌ها (به ویژه سم‌پاش‌های پشتی) وجود دارد. اطلاعات جدول (۱) نیز این مطلب را مورد تأیید قرار می‌دهد؛ به طوری که نرخ مالکیت سم‌پاش‌های پشتی ۳۳/۶ درصد است که خود بیان‌کننده این واقعیت می‌باشد که کشاورزان در این گونه ماشین‌آلات در مقایسه با ماشین‌آلات نیازمند سرمایه بالاتر، سرمایه‌گذاری بیشتری کرده‌اند. از سوی دیگر، با توجه به مقدار اثر نهایی

مربوط به متغیرهای تحصیلات بهره‌بردار، سطح زیرکشت و سرمایه شخصی، بدیهی است که با افزایش این متغیرها به اندازه یک واحد (یک سال تحصیلات، یک هکتار زمین و یک میلیون ریال سرمایه شخصی)، احتمال تصمیم به انجام سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی به ترتیب به اندازه ۰/۰۷۶، ۰/۰۱۳۳ و ۰/۰۵۸۳ واحد افزایش خواهد یافت. ضریب مربوط به سه متغیر مجازی دسترسی به اعتبارات بانکی، استفاده از سموم شیمیایی و مالکیت زمین بیانگر آن است که میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی در گروه با امکان دسترسی به اعتبارات بانکی، استفاده از سموم شیمیایی و دارای مالکیت شخصی به ترتیب ۰/۰۹۱۲، ۰/۰۶۳۶ و ۰/۰۲۴۱ واحد بیشتر از گروه دیگر می‌باشد.

علامت ضرایب برآورد شده مربوط به متغیرهای سن بهره‌بردار و سطح دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای بیانگر تأثیر منفی بر احتمال اقدام به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. با توجه به مقدار اثر نهایی، با افزایش میانگین سن بهره‌بردار به میزان ۱ سال، احتمال سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی به اندازه ۰/۰۰۶ واحد کاهش می‌یابد. علاوه بر آن، در گروه با دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای، میزان احتمال سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی به اندازه ۰/۰۲۰۱ واحد کمتر از گروه دیگر می‌باشد که خود بیان‌کننده آن است که ماشین‌های اجاره‌ای موجود در سطح استان و یا ماشین‌های انتقالی اجاره‌ای از استان‌های مجاور علاوه بر اینکه یکی از جایگزین‌های ماشین‌های با مالکیت بهره‌بردار محسوب می‌شوند، می‌توانند بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی و در نهایت ارتقاء ضریب مکانیزاسیون پایدار استان خراسان رضوی (و نه ضریب مکانیزاسیون انتقالی) تأثیر منفی داشته باشند. در واقع اگرچه ماشین‌های کشاورزی انتقالی از استان‌های دیگر، در کوتاه‌مدت مشکلات بخش کشاورزی این استان را حل می‌نمایند، ولی در بلندمدت نه تنها تأثیری بر افزایش ضریب مکانیزاسیون ندارند، بلکه افزایش ریزش محصول به میزان ۹ درصد در سال (امجدی و چیدری،

۲۰۰۶)، تأخیر در زمان کاشت و جلوگیری از تحریک تقاضا برای سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی را نیز به دنبال خواهند داشت. به اعتقاد نجفی (۱۹۹۸)، میزان ضایعات در کشت زود هنگام و یا دیرهنگام در مقایسه با زمان مناسب کشت، حدود ۳ برابر است. هرچه تعداد ماشین‌های کشاورزی کمتر باشد، موارد زودکاشت و دیرکاشت افزایش یافته و در نتیجه به میزان ضایعات افزوده می‌شود. استفاده از روش‌های از بین رفته کاشت، مانند بذرپاشی دستی نیز مصرف بذر را حدود ۲۰ درصد افزایش می‌دهد.

مرحله دوم حکمن؛ عوامل مؤثر بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی: براساس اطلاعات جدول (۲)، اولین متغیر وارد شده در الگوی رگرسیون خطی ساده، تحصیلات بهره‌بردار می‌باشد. ضریب این متغیر، مثبت، معنی‌دار و مورد انتظار است. زیرا با افزایش تحصیلات کشاورزان، میزان دانش و آگاهی آنها از تأثیر ماشین‌های کشاورزی بر کاهش هزینه متوسط و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی (از طریق جلوگیری از تأخیر در عملیات خاک‌ورزی، تأخیر در عملیات سم‌پاشی و برداشت محصول) افزایش یافته و توانایی مالی بیشتری برای سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی خواهند داشت. مقدار عددی پارامتر نرمال شده برای این متغیر نشان می‌دهد با افزایش یک سال به متوسط تحصیلات بهره‌بردار و با ثابت‌بودن سایر عوامل، متوسط میزان سرمایه‌گذاری انجام‌شده در ماشین‌های کشاورزی ۲۹/۳ میلیون ریال افزوده خواهد شد.

ضرایب برآورد شده برای متغیرهای تجربه بهره‌بردار، استفاده از سموم شیمیایی، نیروی کار خانوادگی، سطح زیرکشت، هزینه برداشت، سرمایه شخصی، دسترسی به اعتبارات بانکی و مالکیت زمین با تأثیر مثبت و متغیرهای سن بهره‌بردار، استفاده از بقولات در الگوی کشت و دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای با تأثیر منفی بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی مؤثر می‌باشند. از این رو، با افزایش سن بهره‌برداران، ریسک‌پذیری آنها برای

سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی کاهش می‌یابد که مورد انتظار است. علاوه بر آن، چنین رفتاری از بهره‌برداران کشاورزی می‌تواند ناشی از تقسیم اراضی بین فرزندان و در نتیجه نبود توجه اقتصادی برای سرمایه‌گذاری نیز باشد (قربانی، ۲۰۰۴). استفاده از سموم شیمیایی و در نتیجه سطح به‌کارگیری از آن، این ضرورت را ایجاد می‌نماید تا کشاورزان با سرمایه‌گذاری کوچک‌مقیاس خود در زمینه سم‌پاش‌ها بتوانند در زمان مناسب، با آفات و بیماری‌های محصولات کشاورزی مبارزه، و از بروز خسارت به محصول جلوگیری نمایند. اطلاعات جدول (۱) نیز تأییدکننده این نتیجه است، زیرا نرخ مالکیت و در نتیجه سرمایه‌گذاری در سم‌پاش‌های تراکتوری، موتوری و پستی به ترتیب ۱۰/۷، ۱۸/۹ و ۳۳/۶ درصد می‌باشد که با سرمایه مورد نیاز برای خرید این نوع سم‌پاش‌ها سازگاری دارد. در واقع، نرخ مالکیت سم‌پاش پستی که ارزان‌تر بوده و برای اراضی کوچک‌مقیاس مناسب است، بالاتر از سایر سم‌پاش‌ها می‌باشد. اگرچه بر مبنای نظریه موجود در زمینه جایگزینی ماشین‌های کشاورزی و نیروی کار، وجود نیروی کار خانوادگی و در نتیجه افزایش تعداد آن در واحد سطح، می‌باید سطح به‌کارگیری و در نتیجه سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی را کاهش دهد، اما به دلیل ماهیت تولید محصولات کشاورزی از بعد شدت، استفاده از ماشین‌های کشاورزی به‌ویژه در عملیات خاک‌ورزی و برداشت که از حساسیت بالایی به لحاظ تلاش برای انجام عملیات در زمان مناسب، درجه جوانه‌زنی و در نتیجه تأثیر آن بر عملکرد و نیز جلوگیری از ریزش محصول در زمان برداشت به همراه سطح زیرکشت محصولات که امکان برداشت دستی را نمی‌دهد، با افزایش حجم نیروی کار، سرمایه‌گذاری نیز افزایش یافته است. به اعتقاد کلاین (۱۹۷۷)، مکانیزاسیون کشاورزی زمانی که با برنامه‌ریزی و

به میزان لازم انجام شود، می‌تواند زمینه‌ساز افزایش اشتغال باشد و چنانچه بیش از حد مطلوب صورت پذیرد، موجب کاهش اشتغال خواهد شد. این موضوع سبب شده که کشورهای پرجمعیت نظیر هند با کاربرد فن‌آوری‌های ساده برای مکانیزه کردن کشاورزی، اثرات کاهش اشتغال را به حداقل برسانند (دورایسامی و مانیان، ۱۹۹۰). افزایش سطح زیرکشت از یک سو امکان بهره‌گیری کافی و به‌موقع از نیروی کار (به دلیل محدودیت عرضه و نیز هزینه بالای آن) را کاهش داده و از سوی دیگر، توانایی مالی کشاورز برای سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی را افزایش می‌دهد. با افزایش هزینه‌های برداشت محصول، این انگیزه برای کشاورزان ایجاد می‌شود تا با سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی، ریسک‌های مختلف مربوط به تأخیر در برداشت و هزینه تولید محصول را کاهش دهند.

همچنین، سرمایه شخصی و اعتبارات بانکی به‌عنوان دو منبع تأمین مالی بهره‌برداران کشاورزی محسوب می‌شوند که نقش مهم و فزاینده‌ای بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی ایفا می‌نمایند. ضرایب برآورد شده نیز این مطلب را مورد تأیید قرار داده است. علاوه بر این، مالکیت زمین از متغیرهای مهم تأثیرگذار بر افزایش میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی محسوب می‌شود؛ به طوری که میزان سرمایه‌گذاری در گروه زمین‌های استیجاری در مقایسه با زمین‌های ملکی، ۲۹ میلیون ریال کمتر می‌باشد. دسترسی به ماشین‌های کشاورزی نیز به‌عنوان یکی از عوامل بازدارنده حجم سرمایه‌گذاری است که از این طریق سبب کاهش ضریب مکانیزاسیون پایدار استان خراسان رضوی می‌شود. درجه تأثیرگذاری این متغیر، نقش آن را در فرایند سرمایه‌گذاری به‌خوبی نشان می‌دهد که از این بعد، میزان تأثیرگذاری منفی آن بیش از تأثیرگذاری مثبت مالکیت زمین است.

جدول ۲- عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی.

ضرایب		متغیرها	
مرحله دوم (OLS)	اثر نهایی (الگوی پروبیت)	مرحله اول (Probit)	
-۶۰/۷***	-	۰/۳۳ ^{NS}	مقدار ثابت
۲۹/۳***	۰/۰۰۷۶۵۶۶	۰/۰۴۲***	تحصیلات بهره‌بردار (سال)
-۱۰/۵**	-۰/۰۰۶۰۱۵۹	-۰/۰۲۳**	سن بهره‌بردار (سال)
۱/۷***	۰/۰۰۴۵۵۷۵	۰/۰۲۵***	تجربه بهره‌بردار (سال)
-	-	-	متوسط درآمد زراعی سالیانه بهره‌بردار (میلیون ریال)
-	-	-	کل درآمد سالیانه بهره‌بردار (میلیون ریال)
-۷/۹ ^{NS}	-۰/۰۲۵۸۶	-۰/۱۵ ^{NS}	استفاده از کودهای شیمیایی (۱=استفاده، ۰=عدم استفاده)
۲/۹***	۰/۰۶۳۶۷۷	۰/۲۷***	استفاده از سموم شیمیایی (۱=استفاده، ۰=عدم استفاده)
-۲/۷***	-	-	استفاده از بقولات در الگوی کشت (۱=استفاده، ۰=عدم استفاده)
-۱۲/۵ ^{NS}	-۰/۰۶۵۵۵۶	-۰/۲۶ ^{NS}	انجام عملیات شخم حفاظتی (۱=اجرای شخم، ۰=عدم اجرای شخم)
۸/۷**	-	-	نیروی کار خانوادگی (نفر روز)
-۳/۲ ^{NS}	-۰/۰۰۸۹۵۹۶	-۰/۰۵۲ ^{NS}	شرکت در کلاس‌های ترویجی مرتبط (۱=شرکت، ۰=عدم شرکت)
۶۴/۰ ^{NS}	۰/۰۱۳۳۰۷۹	۰/۰۷۳ ^{NS}	سطح زیرکشت (هکتار)
۲/۷ ^{NS}	۰/۰۰۰۱۷۲۳	۰/۰۰۱ ^{NS}	نیروی کار روز مزد (نفر روز)
۲۱/۴***	-	-	هزینه برداشت (میلیون ریال)
۳۸/۶***	۰/۰۵۸۳۳۶	۰/۳۲***	سرمایه شخصی (میلیون ریال)
-۳۲/۰**	-۰/۰۲۰۰۵۳	-۰/۱۱***	دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای (۱=دسترسی، ۰=عدم دسترسی)
۱۵۶/۰***	۰/۰۹۱۲۱۳	۰/۵۳***	دسترسی به اعتبارات بانکی (۱=دسترسی، ۰=عدم دسترسی)
۲۹/۰**	۰/۰۲۴۱۵	۰/۱۴***	مالکیت زمین (۱=مالک، ۰=غیرمالک)
۱۹/۸***	-	-	معکوس نسبت میلز (IMF)
۰/۵۷	-	-	ADJUSTED R-SQUARE
		۰/۶۱	ESTRELLA R-SQUARE
		۰/۵۷	MADDALA R-SQUARE
		۰/۶۵	CRAGG-UHLER R-SQUARE
		۰/۴۸	MCFADDEN R-SQUARE
		۷۹ درصد	درصد پیش‌بینی‌های صحیح
		۷۲ درصد	درصد پیش‌بینی‌های صحیح الگوی NAIVE

*** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ^{NS} عدم معنی‌داری.

واقع همان‌طور که اطلاعات جدول (۲) نشان می‌دهد، در گروه با امکان دسترسی به اعتبارات بانکی، میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی به اندازه ۱۵۶ میلیون ریال بیش از گروه بدون امکان دسترسی به این اعتبارات است. همچنین در گروه با شرایط دسترسی و بهره‌گیری از ماشین‌های کشاورزی اجاره‌ای، میزان

با توجه به ضرایب متغیرهای کمی معنی‌دار تأثیرگذار بر میزان سرمایه‌گذاری، سرمایه شخصی و سن بهره‌بردار به ترتیب بیشترین تأثیر مثبت و منفی را به خود اختصاص داده‌اند. به همین ترتیب، دسترسی به اعتبارات بانکی و دسترسی به ماشین‌های اجاره‌ای بیشترین نقش مثبت و منفی را در بین متغیرهای مجازی (کیفی) دارا می‌باشند. در

سرمایه‌گذاری به اندازه ۳۲ میلیون ریال کمتر از گروه بهره‌برداران بدون چنین امکانی خواهد بود.

آخرین متغیر وارد شده در الگوی رگرسیون خطی ساده، معکوس نسبت میلز است. معنی‌دار بودن این ضریب، خطای ناشی از انتخاب نمونه را بیان می‌کند؛ به طوری که حذف مشاهده‌های صفر از مجموعه مشاهده‌ها، سبب اریب پارامترهای برآورد شده الگو خواهد شد. همچنین نشان می‌دهد متغیرهای مؤثر بر تصمیم‌گیری کشاورزان برای اقدام به سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی و متغیرهای مؤثر بر میزان سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی (پس از اخذ تصمیم به سرمایه‌گذاری) مشابه نمی‌باشند. ضریب تعیین الگو ۵۷ درصد و قابل پذیرش می‌باشد. درصد پیش‌بینی‌های صحیح (۷۲ درصد)، معیار دیگر نیکویی برازش الگوی پروبیت است. همچنین، براساس اطلاعات تکمیلی جدول (۳) که تعداد پیش‌بینی‌های صحیح را در دو گروه پذیرنده و غیرپذیرنده نمایش می‌دهد، تأیید دیگر همین موضوع است. به این صورت که الگوی حاضر توانسته است از مجموع ۴۱۲ بهره‌بردار غیرپذیرنده، ۳۳۷ نفر (معادل ۸۱/۸ درصد) و از مجموع ۱۶۱ بهره‌بردار سرمایه‌گذار در ماشین‌های کشاورزی، ۸۶ نفر (معادل ۵۳/۴ درصد) به درستی پیش‌بینی نماید.

با توجه به یافته‌ها، به نظر می‌رسد پیشنهادهای زیر در قالب بسته‌های سیاستی مبتنی بر تحرک در بخش ماشین‌های کشاورزی، بتواند به افزایش سرمایه‌گذاری، افزایش نرخ مالکیت ماشین‌های کشاورزی و در نهایت ارتقاء ضریب مکانیزاسیون کمک نماید:

- ارتقاء سطح دسترسی به اعتبارات بانکی به ویژه اعتبارات ارزان و یارانه‌ای ویژه خرید و تجهیز ادوات ماشین‌های کشاورزی
- توسعه سطح زیرکشت از طریق یکپارچه‌سازی اراضی کشاورزی
- ایجاد انگیزه‌های مالکیت در کشاورزان از طریق بازنگری در مدت‌زمان واگذاری اراضی به ویژه اراضی آستان قدس رضوی
- ایجاد نظام آگاهی‌دهنده به بهره‌برداران در خصوص مزایای سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی از محل درآمد مازاد کشاورزی و اعتبارات بانکی
- به‌طور مشخص این پیشنهادها در قالب نسخه کاربردی قابل سیاست‌گذاری می‌تواند به صورت بسته سیاستی - اجرایی «طرح شرکت‌های لیزینگ ماشین‌های کشاورزی با اعتبارات یارانه‌ای» و «طرح بانک مکانیزاسیون کشاورزی» (قربانی، ۲۰۰۴) در بخش کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. در واقع با توجه به ضرورت تأمین مالی بخش کشاورزی برای سرمایه‌گذاری در ماشین‌های کشاورزی به نظر می‌رسد طرح لیزینگ بتواند در کوتاه‌مدت مشکل تأمین مالی کشاورزان را در این حوزه حل، و باعث افزایش سرمایه‌گذاری و به دنبال آن افزایش ضریب مکانیزاسیون را فراهم سازد. این طرح می‌تواند در قالب قرارداد ۳ تا ۵ ساله بین شرکت لیزینگ و کشاورز منعقد و در سال پایانی، مالکیت ماشین کشاورزی در اختیار کشاورز قرار گیرد. در بلندمدت، طرح ایجاد بانک مکانیزاسیون کشاورزی می‌تواند به عنوان مکمل طرح لیزینگ و مبنای سیاست‌گذاری‌های کلان قرار گیرد.

جدول ۳- پیش‌بینی‌های موفق هنشر - جانسون (Hensher-Johnson) الگوی پروبیت.

واقعی	پیش‌بینی	صفر	یک	مجموع
صفر	۳۳۷	۷۵	۴۱۲	
یک	۷۵	۱۶۱		

منابع

1. Agricultural Mechanization Development Center. 2005. Status of Agricultural Mechanization on 2004, Ministry of Agri-Jahad, 185p. (In Persian).
2. Almasi, M., Kiani, SH., and Lavimi, N. 2006. Principals of Agricultural Mechanization, Moslemzadeh, A. ed. Masoomeh Press, 248p. (In Persian).
3. Amini, A., and Faliji, N. 1998. Study of Investment in Agricultural Sector, Journal of Barnameh-Budjeh, 3: 95-119. (In Persian).
4. Amjadi, A., and Chizari, A.H. 2006. Status of Agricultural Mechanization in Iran, Journal of Agricultural Economics and Development, 55: 155-182. (In Persian).
5. Anonymous. 2008. Agricultural Mechanization in Iran, Royan Agricultural Electronic Journal, (<http://royan4.blogspot.com/?PostID=612>), (In Persian).
6. Cline, W.R. 1977. Policy Instruments for Rural Income Distribution. In: Frank, C.R., Webb, R.C. Edition, Income Distribution and Growth in the Less Developed Countries, The Brooking Inst, Washington, DC.
7. Darijani, A. 1999. A Survey of Depositors' View and Factors Affecting the Amount of Household Bank Deposits, MSc. Thesis, University of Tehran, (In Persian).
8. Duraisami, V.M., and Manian, R. 1990. Design, Development, and Evaluation of Caster Bean Sheller, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 21: 2. 41-46.
9. Einollahi, M. 1998. Determination of Price and Non-price Effective Factors on Sugar beet in Iran (Khorasan), MSc. Thesis, University of Tehran, (In Persian).
10. Ghorbani, M. 2004. Developing the Agricultural Mechanization Strategies in Iran: Proposition of Establishment of Agricultural Mechanization Bank, Journal of Bank and Agriculture, 4: 107-138. (In Persian).
11. Greene, W.H. 1993. Econometric Analysis. 2nd Edition. New York: Macmillan, 791p.
12. Heckman, J. 1979. The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models. Journal of Economic and Social Measurement, 5: 475-492.
13. Hojabr Kiani, K. 1999. Determination of Optimal Inputs in Wheat Production, Research Projects Reports in Wheat Economics from Production to Consume, Agricultural Planning and Economic Researches Institute, (In Persian).
14. Najafi, B. 1998. Wheat Marketing, Research Report, Agricultural Planning and Economic Researches Institute, (In Persian).
15. Noori Naeini, M.S. 1993. Economics of Tractor Employing in Iran: The Case of Khorasan Province. Journal of Agricultural Economics and Development, 3: 12-29. (In Persian).
16. Rajabi Jahroodi, M. 2004. Investigation the Role of Banks' Credits on Capital Investing and Investment in Agricultural Sector, First Conference of Agriculture and National Development, Agricultural Planning and Economic Researches Institute, (In Persian).
17. Seager, P.J., and Fieldson, R.S. 1984. Public Tractor Hire Schemes in Developing Countries, AGRES Discussion, World Bank, Pp: 30-31.
18. Statistical Center of Iran. 2006. Statistics Yearbook of Khorasan Razavi Province, (In Persian).
19. Tobin, J. 1958. Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. Econometrica, 26: 29-36.
20. Torkamani, J. 2004. The Effect of Capital Stock on Agricultural Value Added and Determination of factors affecting on investment in Iranian agricultural sector, Journal of Bank and Agriculture, 4: 37-67. (In Persian).

Investigation of Factors Affecting on Farmers Investment in Agricultural Machinery: Application of Two-stage Heckman's method

M. Ghorbani¹ and * A. Darijani²

¹Associate Prof., Dept. of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad,

²Assistant Prof., Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural sciences and Natural Resources

Abstract

Noting to the importance of enhancement of coefficient agricultural mechanization through investment in agricultural machinery, a study was conducted using survey data of 573 farmers in Khorasan Razavi province. We applied Tobit model and Heckman's two stage method in order to determine factors influencing investment and the amount of capital invested in agricultural machinery. Marginal effect of variables in Probit model showed that farmer's experience and education levels, acreage, availability of bank credits, own capital, using chemical fertilizers and ownership had positive effect, but age, achievement to rental machinery had negative effect on investment in agricultural machinery. Meanwhile, the results of second stage of linear regression showed the farmer's education and experience levels, using chemical fertilizers, family labor, acreage, cost of harvesting, own capital, availability of bank credits and ownership had positive effect, whereas age, using leguminous in crop pattern, and achievement to rental machinery had negative effect on the amount of capital invested in agricultural machinery. Keeping an eye on these findings, in order to improve the coefficient of mechanization, a policy package including farm machinery leasing through subsidized credit, establishment of agricultural mechanization bank, land consolidation, creation the sense of ownership and application of proper extension systems is suggested.

Keywords: Mechanization; Agricultural machinery; Investment; Affecting factors; Tobit model; Khorasan razavi

* - Corresponding Author; Email: ali_darijani@yahoo.com