

## مدلسازی و اندازه‌گیری کارایی اقتصادی در شرایط توأم با ریسک مطالعه موردی ذرت‌کاران شهرستان فسا

دکتر علیرضا کرباسی، ماشاءالله سالارپور، محمدرضا گزین\*

### چکیده

در این مقاله چارچوبی نظری برای بررسی کارایی اقتصادی در شرایط توأم با ریسک ارائه شده است. داده‌های مقطعی به کار رفته در این تحقیق با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای از ۶۳ بهره‌بردار شهرستان فسا در سال ۱۳۸۰ جمع‌آوری گردید. در این تحقیق فرض شده است که ریسک از کمبود دانش نسبت به دو عامل انتخاب بهترین روش کاربرد فناوری (ریسک فنی) و آگاهی یا داشتن اطلاعات کافی از شرایط بازار (ریسک تخصیصی) ناشی شده است. در تحقیق حاضر با استفاده از مدل تابع تولید مرزی تصادفی و همچنین دخالت دادن ریسک در فرضیه رفتاری مطرح شده برای بهره‌برداران معین، به صورت متغیر تصادفی  $\lambda$ ، روش برآورد ناکارایی اقتصادی بهره‌برداری‌ها با بهره‌گیری از ریسک فنی و تخصیصی گسترش داده شده است. براساس نتایج به دست آمده، میانگین کارایی اقتصادی همراه با ریسک تخصیصی و فنی بهره‌برداران  $۶۳/۴$  درصد بود.

---

\* به ترتیب: عضو هیئت علمی، مربی و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل.

Email: arkarbasi2002@yahoo.com

Email: gozin21@hotmail.com

همچنین مشخص شد که ۲۰ تا ۲۵ درصد ناکارایی اقتصادی معلول ریسک تکنیکی (فنی) و ۶ تا ۸ درصد آن معلول ریسک تخصیصی است.

کلید واژه‌ها:

کارایی اقتصادی، ریسک، ذرت، ناکارایی.

## مقدمه

اغلب فعالیتهای تولیدی، از جمله کشاورزی، با مخاطرات گوناگونی همراه است. بهره‌برداران کشاورزی به دلایل مختلفی مانند آب و هوا، آفتها و بیماریهای گیاهی، نوسان قیمتها و همچنین ناآگاهی از وضعیت بازار با نبود اطمینان یا ریسک رو به رویند.

از ریسک به عنوان عاملی مهم، مستمر و مؤثر بر رفتار بهینه‌سازی کشاورزان در رفع عدم تعادل از کشاورزی سنتی ذکر شده است (Schultz, 1975). ریسک و نبود حتمیت موجب می‌گردد کشاورزان در فرایند تولید علاوه بر حداکثر کردن سود، هدفهایی چون حداقل کردن واریانسهای درآمد و کسب سود مطمئن را نیز در نظر بگیرند. اصولاً ریسک به دو طریق در فرایند تولید ظاهر می‌شود؛ یکی بر میزان استفاده بهینه از نهاده تأثیر می‌گذارد و دیگر اینکه بهره‌بردار را از درک پتانسیل کامل فناوری باز می‌دارد و موجب می‌شود که او بهترین روش استفاده از نهاده را دنبال نکند. اولی را می‌توان به عنوان ریسک بازار یا تخصیصی<sup>۱</sup> و دومی را ریسک تولید یا تکنیکی<sup>۲</sup> توصیف کرد. اگرچه در ادبیات اقتصادی به این دو روش ظهور ریسک اشاره شده است (مانند مطالعه Feder & et al., 1981)، ولی اغلب بررسیهای انجام شده، بر مدل ریسک تخصیصی تمرکز داشته است (نظیر مطالعه Zilberman & et al., 1984).

معیارها و روشهای تصمیمگیری در شرایط توأم با ریسک در منابع مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین مطالعات تجربی بیشماری نشان داده است که کشاورزان عمدتاً ریسک‌گریزند. کهخا و سلطانی با استفاده از فرم اصلاح شده مدل موتاد به تعیین ضریب ریسک‌گریزی در دستهای

1. market or allocative risk  
2. production or technical risk

رامجرد و سرپنیران از توابع مرودشت در استان فارس پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که کشاورزان ریسک‌گریزند اما درجه ریسک‌گریزی آنها متفاوت است (کهخا و سلطانی، ۱۳۷۵). ترکمانی و عبداللهی با استفاده از روش احتمال پیروز شده<sup>۱</sup> و معادل اطمینان<sup>۲</sup> به بررسی گرایش به مخاطره بهره‌برداران شهرستان رفسنجان پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که کشاورزان منطقه رفسنجان ریسک‌گریزند و سرمایه‌های مالی- فیزیکی و انسانی خانواده‌ها موجب کاهش ریسک‌گریزی آنها می‌شود در حالی که اندازه خانواده ریسک‌گریزی را افزایش می‌دهد (ترکمانی و عبداللهی، ۱۳۸۰).

این مطالعات با فرض تقعر تابع مطلوبیت انتظاری و قاعده اول اطمینان<sup>۳</sup> انجام گرفته است و به پذیرش فناوری نوین ارتباط داشته و اغلب توجه‌شان نیز به شکاف بین میزان استفاده واقعی و بهینه نهاده‌ها و مدلسازی و اندازه‌گیری ریسک تخصیصی معطوف بوده است. در این مطالعات، اثر ریسک تکنیکی، که روشهای کاربرد نهاده‌ها را تعیین می‌کند، به طور صریح مورد مطالعه قرار نگرفته است (Kalirajan & Shand, 1994).

علاوه بر این، مطالعات زیادی نیز در زمینه کارایی انجام گرفته است که به چند مورد آن اشاره می‌شود: زیبایی و نجفی در تحقیقی به بررسی کارایی فنی گندمکاران استان فارس پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش کارایی کشاورزان، امکانات بالقوه‌ای جهت افزایش تولید محصول پدید می‌آید (نجفی و زیبایی، ۱۳۷۳). همچنین صبوحی با استفاده از سه روش حداقل مربعات اصلاح شده<sup>۴</sup>، روش برنامه‌ریزی خطی<sup>۵</sup> و روش حداکثر درستمایی به بررسی کارایی اقتصادی، فنی و تخصیصی گاوداریها در استان فارس پرداخت. نتایج این بررسی نشان داد که اولاً با داده‌های یکسان روشهای ذکر شده در تعیین کارایی فنی نتایج گوناگونی به دست می‌دهد، ثانیاً این روشها نسبت به مشاهدات انتهایی حساس است به گونه‌ای که حذف چند مشاهده موجب می‌شود میانگین کارایی فنی محاسبه شده با این سه روش، قبل و بعد از حذف مشاهدات انتهایی، اختلاف معنیداری پیدا کند (صبوحی، ۱۳۷۲).

1. probability of winning demanded (PWD)
2. certainty equivalent (CE)
3. safty first rule (SFR)
4. corrected ordinary least square
5. linear programming

هدف مقاله حاضر مدلسازی و اندازه‌گیری اثر ریسک تخصیصی و تکنیکی در فرایند تولید،

با استفاده از تابع تولید مرزی تصادفی است.

## چارچوب نظری موضوع

اصول اساسی در روش تابع تولید تصادفی برای اندازه‌گیری ریسک را می‌توان بدین صورت عنوان کرد که برای هر بهره‌بردار یک حداقل آستانه بحرانی درآمد<sup>۱</sup> و یک حداکثر درآمد با فناوری و قیمت‌های موجود بازار وجود دارد. بهره‌برداران در مورد حداکثر درآمد خود اطمینان ندارند و در کوتاهمدت مجموعه‌ای از توزیع‌های درآمدی را با اندازه و واریانس‌های مختلف، به دلیل انتخاب مقادیر متفاوت از نهاده‌ها ایجاد می‌کنند. فرض شده است که احتمال خیلی ضعیفی برای وقوع درآمد کمتر از میزان آستانه وجود دارد و از این رو بهره‌برداران سطوحی از نهاده‌ها را انتخاب می‌کنند که درآمد مورد انتظارشان را مشروط به احتمالات فوق حداکثر کند. نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده است که قاعده اول اطمینان روشی رضایت‌بخش برای مدلسازی ریسک در زمینه کشاورزی کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید (Dillon & Anderson, 1971; Smith & Umali, 1985). ریسک‌گریزی را می‌توان به روش مستقیم یا غیرمستقیم اندازه‌گیری کرد. روش مستقیم، که توسط ون نیومن و مورگنسترن (Von Neumann and Morgenstern, 1944) توسعه داده شد، مجموعه‌ای از پاسخهای ریاضی است که به برخی از سئوالات فرضی‌ای مربوط می‌شود که به طور تصادفی مرتب شده است. در روش غیرمستقیم، برخلاف روش مستقیم، درجه ریسک‌گریزی به وسیله رفتار تولیدی مشاهده شده کشاورزان اندازه‌گیری می‌شود (Anderson & Griffith, 1981; Just & Pope, 1978).

اگرچه قاعده اول اطمینان را تلسر بیان کرده است (Telser, 1956) اما از آنجا که قاعده اول اطمینان کاتوکا دارای سادگی محاسباتی است، از دیدگاه تئوریک برای تخمین‌های تجربی مناسبتر است. در روش کاتوکا آستانه بحرانی درآمد مشروط به محدودیتهای احتمالی فوق، حداکثر می‌شود (Kataoka, 1963).

1. critical minimum threshold income

اگر  $h$  آستانه بحرانی درآمد باشد آنگاه:

## Archive of SID

$$P_r(g \leq h) \leq a \quad (1)$$

که در آن  $g$  درآمد خالص تصادفی با میانگین معلوم  $m$  و واریانس  $S^2$  و  $a$  قید احتمالی پیشگفته است.

مقدار  $a$  برای تمایل به ریسک بهره برداران با حداکثر ریسک گریزی صفر است و همچنین فرض می شود که  $a$  توسط شرایط اقتصادی - اجتماعی ( $m$ ) پیش روی بهره برداران تعیین می شود:

$$a = f(m) \quad (2)$$

اگر:

$$g = P_y E[y(x, z)e^u] - \sum P_i X_i [y(x, z)e^v] - \sum P_i X_i \quad (3)$$

که در آن،  $P_y$  و  $P_i$  به ترتیب قیمت نهاده ها و محصولات و  $x$  و  $z$  نیز به ترتیب میزان نهاده های متغیر و ثابت به کار رفته در تولید است.

بر اساس قاعده کاتوکا،  $h$  در تابع  $1$  حداکثر می شود.

بر اساس نابرابری چبی شف<sup>۱</sup>، معادلات  $1$  و  $3$  را می توان به صورت زیر نوشت:

$$h \leq P_y y(x, z) e^{Ls} - \sum_i^m P_i X_i \quad (4)$$

که در آن،  $L = f^{-1}(a)^{-1}$  بدین معنی است که حداکثرسازی  $h$  نسبت به محدودیتهای

احتمالی مطرح شده در معادله  $1$  برابر حداکثرسازی مرز فوقانی آستانه بحرانی درآمد خالص  $h$  است. درآمد خالص تصادفی نیز برابر  $P_y y^* - P_i X_i$  است (که در آن  $y^*$  محصول بالقوه را نشان می دهد).

در اغلب مطالعات انجام گرفته در زمینه ریسک، این فرض ضمنی در نظر گرفته شده است که کشاورزان بدون هرگونه ریسک تکنیکی عمل می کنند و در نتیجه به ماکزیم پتانسیل تولید دست می یابند. پیشرفتهای اخیر در ادبیات کارایی تولید نشان می دهد که فرض فوق صحیح نیست و شواهد جدی برای اندازه گیری ریسک وجود دارد (Kalirajan & Shand, 1994). آزمون روکاربردمدلهای تابع تولید مرزی تصادفی<sup>۲</sup>، به دلیل داشتن عنصر بالایی از ریسک (ریسک فنی)، اهمیت اساسی دارد. در

1. Chebychev's inequality

2. frontier production function models

بررسی حاضر این عامل به دلیل فرض رفتاری ذکر شده برای متغیر تصادفی با مشاهدات خاص در نظر گرفته و فرض شده است که ریسک به طور اساسی به دلیل دانش ناقص یا نبود اطلاعات در زمینه فناوری تولید (بهترین روش کاربردها) و شرایط بازار افزایش می‌یابد. نبود دانش، کشاورزان را به سمت توابع تولید تحقق‌یافته‌شان<sup>۱</sup> که معمولاً پایینتر از تولید بالقوه آنهاست سوق می‌دهد و موجب می‌شود میزان نهاده‌ای که برای ماکزیمم کردن سود به کار می‌برند کاهش یابد.

به منظور درک بهتر مطالب پیشگفته، بدون آسیب رساندن به کلیت موضوع، فرضهای زیر در نظر گرفته می‌شود:

۱. هدف هر بهره‌بردار ماکزیمم کردن مطلوبیت انتظاری درآمد، مشروط به سطح معینی از ریسک و کارایی اقتصادی (حاصل ضرب کارایی تکنیکی و تخصیصی) است.
۲. ریسک مشاهده شده از بهره‌برداران را می‌توان به دو جزء تقسیم کرد:
  - الف) ریسک تکنیکی که به دلیل روش استفاده از فناوری منتخب افزایش می‌یابد.
  - ب) ریسک تخصیصی که به دلیل عدم توانایی کشاورزان در برابر کردن ارزش تولید نهایی و هزینه نهایی مربوط به نهاده‌ها بروز می‌نماید.
۳. ریسک در مفهوم ارائه شده از سوی نایت<sup>۲</sup> (همان منبع)، که توزیع احتمالی مشخص دارد، مورد استفاده قرار گرفته است. در صورت مشخص نبودن توزیع احتمال، مسئله نبود حتمیت مطرح بوده که در این مطالعه در نظر گرفته نشده است.
۴. میزان نهاده‌های مورد استفاده نشان‌دهنده میزان ریسک تخصیصی است که کشاورزان با آن رو به رویند.

۵. سطح محصول موجود به وسیله درک کشاورزان از ریسک تعیین می‌شود.

مزرعه‌ام بر طبق قاعده اول اطمینان، سطوحی از نهاده‌های متغیر  $x_1, x_2, \dots, x_n$  را به منظور ماکزیمم کردن درآمد خالص تصادفی  $(P_y Y^* - \sum P_i X_i)$  پیشگفته به کار می‌گیرد. هدف ما در این تحقیق، به دست آوردن معیاری جهت اندازه‌گیری تأثیر هر دو نوع ریسک بر روی بازده خالص بوده

1. own perceived production function

2. Knight

است. بنابراین مدل تابع تولید باید با معادله ۴ متفاوت باشد. بر این اساس شرایط زیر را در نظر می گیریم (Battese & Coelli, 1992):

$$y^* = f_i(x, z)e^v \quad (5)$$

تابع فوق نشاندهنده رابطه فنی بالقوه<sup>۱</sup> بین  $y^*$  و نهاده متغیر  $x$  و نهاده ثابت  $z$  است و  $v$  جزء اختلال آماری کاملاً تصادفی را نشان می دهد. به عبارت دیگر،  $y^*$  بر تابع تولید مرزی تصادفی ای دلالت می کند که پارامترهای آن ممکن است برای بهره برداران شناخته شده یا ناشناخته باشد (Aigner, Lovell & Schmidt, 1977). تصادفی بودن تابع تولید مرزی بدین مفهوم است که این تابع امکان دارد در میان بهره برداران یا در زمانهای مختلف برای یک بهره بردار خاص، متفاوت باشد.

اصولاً این امکان وجود دارد که کشاورزان از فناوری نوین آگاه نباشند (Lee, 1983). برای مثال ممکن است که کشاورزان بنا به دلایل گوناگونی از قبیل نداشتن توانایی، امکانات و اطلاعات کافی و... از پارامترهای تابع تولید مرزی آگاهی دقیق نداشته باشند. در این شرایط آنها با توجه به درکشان از ریسک فنی (تکنیکی)، قضاوتی ذهنی از اندازه این پارامترها انجام می دهند و میزان تراکم ذهنی<sup>۲</sup> خود را از اندازه این پارامترها، برحسب معادله ۵ فرموله می کنند. تابع تحقق یافته ذهنی برای مزرعه  $i$ ام به شکل زیر است:

$$y_i = f_i(x, z)e^{u+v} \quad (6)$$

که در آن،  $u+v$  بر ویژگیهای رفتاری ذکر شده تأمین بهره بردار دلالت می کند و او را از تحقق پارامترهای فنی بالقوه تصریح شده در معادله ۵ باز می دارد. پارامترهای ذهنی معادله ۶ به وسیله توانایی، تجربه، دسترسی به اطلاعات فنی و خدمات ترویجی تأمین بهره بردار تعیین می شود. هرگاه بهره بردار اطلاعات فنی کاملی داشته باشد، یعنی در واقع ریسک فنی (تکنیکی) نداشته باشد، آنگاه  $u=0$  است که در این صورت تابع تولید تحقق یافته (معادله ۶) با تابع تولید مرزی بالقوه (معادله ۵) برابر خواهد بود.

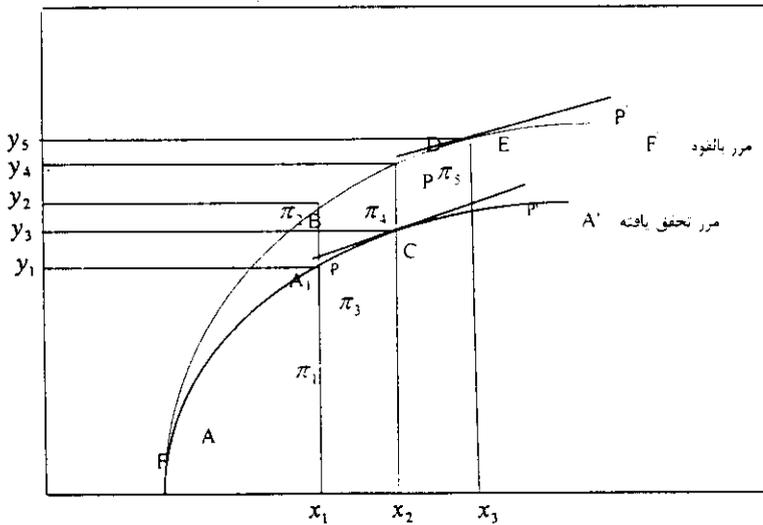
هدف بهره بردار  $i$ ام حداکثر ساختن بازده خالص به شرح زیر است:

$$E[\Pi_i] = P_y E[f(x, z)e^{u_i+v_i}] - \sum P_i X_i \quad (7)$$

1. potential technical relationship

2. objective density

رابطه ۷ نشان می‌دهد که تابع هدف زامین بهره‌بردار وابسته به درک رابطه تکنیکی مرز بالقوه بین محصول و همچنین درک ریسک فنی و تخصیصی است. این مطالب با توجه به نمودار ۱ آشکارتر می‌شود.



### نمودار ۱. کارایی فنی و اقتصادی در حالت ریسک و بدون ریسک

با توجه به نمودار ۱، نشاندهنده رابطه تابع مرز بالقوه بین محصول و نهاده و یا به عبارت دیگر گویای تابع تولید مرزی بالقوه<sup>۱</sup> است که برای بهره‌بردار نام شناخته شده و یا ناشناخته اما دستیابی به آن ریسک‌آمیز (دارای ریسک زیاد) است. AA بیانگر درک بهره‌بردار نام از رابطه تکنیکی بین محصول و نهاده یا تابع تولید تحقق‌یافته اوست که با مجموعه‌ای از تجربیات فنی انتخاب شده است. هنگامی که بهره‌بردار نام در سطح  $A_i$  بر روی AA عمل کند، مقدار  $Y_i$  محصول را با به کار بردن  $X_i$  نهاده تولید می‌کند. انتخاب میزان  $X_1$ ، نتیجه درک بهره‌بردار نام از ریسکهای تخصیصی و تکنیکی است. اگر بهره‌بردار از پتانسیل تولید فناوری نوین به طور کامل آگاه و مطمئن باشد و بهترین روش کاربرد آن را بداند و همچنین اگر اطلاعات کاملی از شرایط بازار داشته باشد آنگاه می‌تواند بدون هیچ‌گونه ریسکی و با به کارگیری  $X_3$  واحد نهاده، تولید  $Y_5$  واحد محصول و کسب  $\Pi_5$  واحد سود به حداکثر کارایی اقتصادی دست یابد.

1. potential frontier production function

اندازه کارایی اقتصادی را برای یک بهره‌بردار که در سطح  $A_1$  عمل می‌کند، می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$EE = \frac{\Pi_1}{\Pi_5} \quad (8)$$

این مقدار شامل ریسک تکنیکی و تخصیصی است که به ترتیب به ناکارایی تکنیکی و تخصیصی اشاره دارد. سنوالی که اکنون مطرح است اینکه چه مقدار از ناکارایی اقتصادی معلول ریسک تکنیکی و چه مقدار معلول ریسک تخصیصی است؟

اگر بهره‌برداری وجود داشته باشد که به طور کامل از تولید بالقوه‌اش ناآگاه باشد (هر چند این موضوع بعید است) تنها می‌تواند سود خود را از طریق بهبود کارایی تخصیصی بر تابع تولید تحقق یافته‌اش افزایش دهد و به نقطه حداکثر بازده خالص در نقطه C برسد. در این نقطه، مصرف‌نهاد برابر  $X_2$ ، محصول  $Y_3$  و سود  $\Pi_3$  است. این نقطه با فرضیه "فقیر اما کارای" شولتز یا نقطه تعادل در کشاورزی سنتی مطابقت خواهد داشت (با فرض اینکه تابع تولید تحقق یافته، تابع تولید بالقوه باشد). برای مثال یک فناوری نوین در ابتدا شرایط ناپایداری را ایجاد می‌کند، زیرا کشاورزان دانش ناقص و اندکی نسبت به آن دارند. بنابراین یک تابع تولید مثل  $AA'$  می‌تواند طی دوره‌های مختلف آموزش انتقال یابد. از یک نقطه شروع مانند A، بهره‌بردار مسیرهای مختلفی را برای دستیابی به ماکزیمم کارایی اقتصادی بر مرز تولید بالقوه‌اش (نقطه E) در اختیار دارد. بنابراین زیر با افزایش آگاهی از پتانسیل تکنیکی فناوری نوین و توانایی دستیابی به آن، ریسکهای فنی کاهش می‌یابد:

الف) هنگامی که بهره‌بردار طی این دوره، شناخت کاملی از پتانسیل فنی فناوری نوین کسب کند، به حذف کل ریسک فنی خود می‌پردازد و با استفاده از میزان موجود نهاد  $X_1, Y_2$  واحد محصول را به منظور کسب  $\Pi_2$  واحد سود تولید می‌کند. حال، اندازه کارایی اقتصادی از دست رفته معلول ریسک فنی، به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$EE_{tr} = \frac{\Pi_2 - \Pi_1}{\Pi_5} \quad (9)$$

که در آن،  $tr$  ریسک فنی (تکنیکی) است.

اندازه ناکارایی اقتصادی به واسطه ریسک تخصیصی مشاهده شده، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$EE_{ar} = 1 - \frac{\Pi_2}{\Pi_5} \quad (10)$$

که در آن،  $ar$  ریسک تخصیصی است.

ب) اگر بهره‌بردار از  $X_2$  واحد نهاده استفاده می‌کند، یعنی اینکه دارای کارایی تخصیصی نسبت به تابع تولید مشاهده شده‌اش نمی‌بود (در نقطه  $C$  عمل می‌کرد)، می‌توانست با انتقال به مرز تولیدش،  $Y_4$  واحد محصول و  $\Pi_4$  واحد سود کسب کند. در این سناریو، میزان ناکارایی اقتصادی معلول ریسک فنی (تکنیکی) برابر است با:

$$EE_{tr} = \frac{\Pi_4 - \Pi_3}{\Pi_5}$$

و ناکارایی اقتصادی معلول ریسک تخصیصی نسبت به تابع مرزی بالقوه‌اش برابر است با:

$$EE_{ar} = \frac{\Pi_4}{\Pi_5}$$

که  $ar$  ریسک تخصیصی است.

این امکان وجود دارد که بهره‌بردار بتواند ریسک فنی خود را بدون تغییر در ریسک تخصیصی حذف کند (هر چند این موضوع بعید است). برای اینکه بهره‌بردار بتواند از طریق فرایند آموزش، عملکرد خود را با انتقال از تابع تولید تحقق یافته‌اش به تابع تولید مرزی تعدیل کند، مدت زمانی وقت لازم است. این احتمال نیز بیشتر است که رابطه‌ای میان دو نوع کارایی وجود داشته باشد. نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که پارامترهای فنی و کارایی با افزایش آگاهی (دانش) افزایش می‌یابند. همچنین با بالا رفتن دانش، میزان مناسبی از نهاده‌ها به کار گرفته می‌شود و لذا کارایی تخصیصی افزایش می‌یابد (ترکمانی، ۱۳۷۵؛ Just & Zilberman, 1983). به عبارت دیگر تا زمانی که ریسک فنی کاهش می‌یابد، ریسک تخصیصی نیز کاهش پیدا می‌کند. اگر این همبستگی یک اصل کلی باشد، آنگاه بهره‌برداران در هر زمانی به دنبال راههای افزایش کارایی اقتصادی از  $A_1$  به  $E$  هستند.

$$(A_1 \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \text{ یا } A_1 \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E) \quad (11)$$

با فرض آگاهی از میزان واقعی نهاده‌های مصرف گردیده، محصول تولید شده و قیمت‌های دریافتی و پرداختی، می‌توان مقادیر کارایی اقتصادی و تکنیکی را در حالت ریسک و بدون ریسک، با استفاده از روش حداکثر راستنمایی<sup>1</sup> (ML) تعیین کرد. در ابتدا به منظور تخمین تابع تولید مرزی بالقوه بهره‌برداران، تصریح رابطه تبعی بین محصول و نهاده‌ها و تعیین توابع چگالی برای دو متغیر تصادفی  $u$  و  $v$  ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله فرایند تولید از طریق فرم تبعی کاب داگلاس بیان شده است. فرمهای تبعی دیگر نیز آزموده شد اما فرم تبعی کاب داگلاس از لحاظ آماری رضایت‌بخش‌تر بود.

همچنین فرض شده است که  $u$  دارای توزیع نرمال یکطرفه بامیانگین  $\mu$  و واریانس  $S_u$  است:

$$S^2 = S_u^2 + S_v^2 \quad (12)$$

$$\gamma = \frac{S_u^2}{S^2} = \frac{S_u^2}{S_u^2 + S_v^2}$$

حال محاسبات  $\Pi_1$  و  $\Pi_2$  با استفاده از اطلاعات نهاده‌های مصرف شده توسط بهره‌بردار،

قیمتها و محصول تحقق یافته و محصول مرز بالقوه به صورت زیر تعیین می‌شود (Hiebert, 1974):

$$\Pi_1 = P_y Y - \sum P_i X_i \quad (13)$$

$$\Pi_2 = P_y Y^* - \sum P_i X_i$$

که در آن،  $Y$  و  $Y^*$  به ترتیب تولید تحقق یافته و تولید بالقوه و  $X_i$ ها میزان نهاده‌های مورد استفاده است. تولید  $Y_s$  بر مرز حقیقی از لحاظ تکنیکی و تخصیصی، بدون ریسک و دارای کارایی تخصیصی و تکنیکی است و بازده خالص را نیز حداکثر می‌سازد. مقدار  $Y_s$  از طریق حل همزمان معادلات زیر، که نشان‌دهنده تابع مرز بالقوه و شرط حداکثر سود در شرایط بهره‌وری نهایی است، محاسبه شده است (Kalirajan & Shand, 1992):

$$b_1 \ln x_1 + b_2 \ln x_2 + \dots + b_m \ln x_m - \ln y = -b_{m+1} \ln x_{m+1} + \dots + b_k \ln x_k - b_0$$

$$\ln x_1 - \ln y = \ln b_1 - \ln p_1 - \ln p_y \quad (14)$$

$$\ln x_m - \ln y = \ln b_m - \ln p_m - \ln p_y$$

1. maximum likelihood

این مجموعه از معادلات شامل  $m+1$  معادله و  $m+1$  مجهول است. پارامترهای تولید

$b_0, b_1, \dots, b_m$  برآوردهای حداکثر راستنمایی از تابع تولید مرزی است. نهاده‌های محاسبه شده

$x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*$  بیانگر میزانی از نهاده‌هاست که بهره‌بردار در شرایط نبود هرگونه

ریسک انتخاب می‌کند. در این شرایط ما کزیمم بازده خالص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Pi_5 = P_y y_5^* - \sum_i^m P_i x_i^*$$

که  $x_i^*$  و  $y_5^*$  از حل معادله ۱۴ به دست می‌آید.

با محاسبه  $\Pi_1$  و  $\Pi_2$  و  $\Pi_5$  و استفاده از معادلات ۸ تا ۱۰ می‌توان اندازه کارایی اقتصادی

و ناکارایی اقتصادی معلول ریسک فنی و تخصیصی را محاسبه کرد.

اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از طریق تهیه پرسشنامه و با استفاده از روش

نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای از ۶۳ بهره‌بردار شهرستان فسا، که از یک وارته ذرت به نام

سینگل کراس ۷۰۴ استفاده می‌کردند، جمع‌آوری شد. تابع تولید برآورد شده کاب داگلاس برای

این بهره‌برداران به شرح زیر است:

$$\ln y = b_0 + \sum_{i=1}^4 b_i \ln x_i + v - u$$

که در آن،  $y$  مقدار ذرت بر حسب تن،  $x_1$  مقدار زمین بر حسب هکتار،  $x_2$  میزان کود

بر حسب کیلوگرم،  $x_3$  میزان استفاده از ماشین‌آلات (ساعت در هکتار)،  $x_4$  تعداد نیروی کار (روز نفر)،

$u$  متغیر تصادفی مربوط به کارایی فنی با توزیع نرمال یکدانه با میانگین  $\mu$  و واریانس  $S_u^2$ :

$U \approx N(\mu, S_u^2)$  و  $v$  جزء خطای آماری<sup>۱</sup> دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $S_v^2$  است.

## نتایج و بحث

برآورد حداکثر راستنمایی از معادله ۱۵ نشان می‌دهد که تمام ضرایب از لحاظ آماری

در سطح ۵ درصد معنی‌دار و از نظر تئوریک دارای علایم و اندازه قابل قبول است (جدول ۱).

فرض  $\mu=0$  در تابع فوق آزموده و پذیرفته شد (مقدار  $x^2$  محاسباتی معادل  $2/5$  و از  $x^2$  جدول برابر  $3/84$  در سطح  $95$  درصد با یک درجه آزادی کمتر است). این مطلب نشان می دهد که  $\mu$  به طور معنیداری در تغییرات  $\gamma$  دخالت دارد و فرض توزیع نرمال یکطرفه برای  $\mu$  در این مجموعه از داده ها از لحاظ آماری نمی تواند رد شود.

جدول ۱. برآورد ML از تابع تولید مرزی تصادفی

متغیر	ضریب	انحراف معیار
$B_0$	۳/۹	۳/۶۹۵۴
$B_1$	۰/۵۸	۰/۱۱۳۵
$B_2$	۰/۱۵	۰/۰۷۸۱
$B_3$	۰/۱۱	۰/۰۴۵۳
$B_4$	۰/۲۳	۰/۰۶۸۱
$S^2$	۱/۸۷	-
$\gamma$	۰/۷۶	-
Loglikelihood	۲۴/۳۳	-

مأخذ: یافته های تحقیق

همچنین فرض  $\gamma = \mu = 0$  نیز مورد آزمون قرار گرفت و از لحاظ آماری رد شد (مقدار  $x^2$  محاسباتی معادل  $9/43$  و از  $x^2$  جدول برابر  $5/99$  در سطح  $95$  درصد با دو درجه آزادی بیشتر است). نپذیرفتن این فرض نشان می دهد که کشاورزان به محصول بالقوه شان دست نیافته اند و روش حداکثر راستنمایی (ML) بر روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برتری دارد. این موضوع به عبارت دیگر نشان می دهد که تفاوت موجود بین بهره برداری ها، تنها از عوامل کنترل ناپذیر ناشی نمی شود بلکه از عوامل مدیریتی نیز سرچشمه می گیرد.

اندازه کارایی اقتصادی بهره برداری ها به روشی که قبلاً توضیح داده شد، محاسبه گردید و در جدول ۲ آورده شد. میانگین کارایی اقتصادی، به دلیل ریسکهای تخصیصی و فنی مشاهده شده،  $63/4$  درصد است.

کارایی اقتصادی از دست رفته معلول ریسک تکنیکی بهره‌برداران به صورت فراوانی در جدول ۳ آورده شده است. نتایج گویای این واقعیت است که اختلاف زیادی در کارایی اقتصادی معلول ریسک فنی وجود دارد. تقریباً ۲۹ درصد از کشاورزان نمونه بیش از ۲۵ درصد از کارایی اقتصادی خود را به دلیل وجود ریسک فنی از دست داده‌اند.

مقایسه ستون سوم جدولهای ۲ و ۳ نشان می‌دهد که اکثریت بهره‌برداران دارای کارایی اقتصادی پایین، میزان زیادی از کارایی خود را به دلیل وجود ریسک فنی از دست داده‌اند. برای مثال بهره‌برداران شماره‌های ۶۲، ۴۴، ۳۴، ۱۸، ۱۵، ۱۲، ۹ و ۹، که کارایی اقتصادی پایین (۵۵ تا ۶۵ درصد) دارند، ریسک تکنیکی بالایی از خود نشان داده‌اند. این مطلب نشان می‌دهد که کارایی فنی، تأثیر عمده‌ای بر کارایی اقتصادی دارد و کارایی فنی پایین (بالا) منجر به بروز کارایی اقتصادی پایین (بالا) می‌شود.

جدول ۲. کارایی اقتصادی بهره‌برداران در شرایط ریسک

کدشناسایی بهره‌برداران	تعداد بهره‌برداران	کارایی اقتصادی (درصد)
۶۲، ۴۰، ۴۴، ۴۸، ۵۹، ۳۷، ۳۴، ۲۷، ۱۸، ۱۵، ۱۲، ۹، ۲، ۱	۱۴ (۲۲/۲)	۶۰-۵۵
۶۱، ۱۴، ۱۶، ۵۸، ۵۳، ۲۵، ۴۵، ۵۰، ۱۰، ۲۲، ۲۸، ۴۶، ۵۶، ۳، ۱۷، ۵	۱۶ (۲۵/۴)	۶۵-۶۱
۴۱، ۵۱، ۵۷، ۵۵، ۳۸، ۵۴، ۱۳، ۲۳، ۳۱، ۳۳، ۳۹	۱۱ (۱۷/۵)	۷۰-۶۶
۲۹، ۴۹، ۳۵، ۶۰، ۱۴، ۲۶، ۳۲، ۴۲، ۷، ۱۱، ۱۹	۱۱ (۱۷/۵)	۷۵-۷۱
۲۰، ۶۳، ۸، ۲۴، ۵۲، ۲۱، ۴۳، ۴۷	۸ (۱۲/۷)	۸۰-۷۶
۶، ۳۰، ۳۶	۳ (۴/۷)	۹۰-۸۰
—	۶۳ (۱۰۰)	کل

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تذکر: اعداد داخل پرانتز درصد از کل است.

## جدول ۳. میزان ناکارایی اقتصادی معلول ریسک تکنیکی بهره‌برداران

Archive of SID

کدشناسایی بهره‌برداران	تعداد بهره‌برداران	ناکارایی اقتصادی (درصد)
۳۰،۶۸،۳۶،۲۲،۳۱،۳۹،۴۷	۸ (۱۲/۷)	۱۰-۵
۳۲،۵۲،۱۹،۲۱،۲۹،۳۷،۴۱،۵۷،۶۱،۵،۲۰،۴۵،۶۳،۲۴	۱۴ (۲۲/۲)	۱۵-۱۱
۴۹،۵۹،۵۱،۵۵،۴۰،۱۴،۲۶،۳۸،۵۴،۵۸،۷،۱۱،۱۳	۱۳ (۲۰/۶)	۲۰-۱۶
۵۵،۴۰،۱۴،۲۲،۲۸،۲۳،۲۷،۳۳،۴۳،۳۳	۱۰ (۱۵/۹)	۲۵-۲۱
۲۵،۴۰،۵۰،۶۰،۴۹،۴۸،۵۶،۱۰،۱۷،۳،۲	۱۱ (۱۷/۵)	۳۰-۲۶
۱۵،۱۲،۱۸،۳۴،۴۴،۶۲،۹	۷ (۱۱/۰۱)	۴۰-۳۱
—	۶۳ (۱۰۰)	کل

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تذکر: اعداد داخل پرانتز درصد از کل است.

کارایی اقتصادی از دست‌رفته معلول ریسک تخصیصی کشاورزان در جدول ۴ به صورت فراوانی آورده شده است. روشن است که اختلاف در کارایی اقتصادی معلول ریسک تخصیصی بهره‌برداران از اختلاف کارایی اقتصادی معلول ریسک فنی آنها کمتر است.

## جدول ۴. ناکارایی اقتصادی معلول ریسک تخصیصی بهره‌برداران

Archive of SID

کدشناسایی بهره‌برداران	تعداد بهره‌برداران	ناکارایی اقتصادی (درصد)
۴۲،۵۲،۱۹،۲۱،۲۹،۳۱،۳۷،۳۹،۲۰،۳۰،۴۵،۶۳،۱۴	۱۴ (۲۲/۲)	۵-۳
۴۰،۴۷،۴۸،۴۹،۵۴،۵۷،۵۸،۶۱،۴،۵۸،۱۶،۲۲،۲۹،۳۲،۳۶،۳۸	۱۷ (۲۷)	۱۰-۶
۳۵،۴۰،۴۶،۵۰،۵۱،۵۳،۵۵،۶۰،۱،۳،۶،۷،۱۰،۱۱،۱۸،۲۵،۲۸،۳۳	۱۸ (۲۸/۵)	۱۲-۱۰
۵۶،۵۹،۶۲،۲،۹،۱۲،۱۳،۱۵،۱۷،۲۳،۲۷،۳۴،۴۳،۴۴	۱۴ (۲۲/۲)	۱۵-۱۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تذکر: اعداد داخل پرانتز درصد از کل است.

با بررسی نتایج به دست آمده می‌توان به دو گونه اظهار نظر کرد؛ اولاً با مقایسه نتایج ستون سوم جدولهای ۳ و ۴ می‌توان استدلال نمود که همبستگی زیاد و مثبتی بین ریسک فنی و تخصیصی وجود دارد. برای نمونه کشاورزان شماره‌های ۹، ۱۵، ۱۲، ۱۸، ۳۴، ۴۴ و ۶۲، که ریسکهای فنی بالایی از خود نشان داده‌اند (جدول ۳)، ریسک تخصیصی بالایی دارند (جدول ۴). از آنجا که بهره‌برداران به منظور دستیابی به کارایی تخصیصی (که مستلزم برابری ارزش تولید نهایی محصول و هزینه نهایی نهاده است) می‌باید ابتدا از پارامترهای تولید و هزینه نهایی نهاده آگاه باشند، چنین رابطه‌ای دور از انتظار نیست.

ثانیاً با مقایسه کارایی اقتصادی از دست‌رفته معلول ریسکهای فنی و تخصیصی (جدولهای ۳ و ۴) می‌توان چنین نتیجه گرفت که ریسکهای تکنیکی، یکی از عوامل تعیین‌کننده کارایی اقتصادی است. به علاوه، میزان اندک ناکارایی اقتصادی معلول ریسک تخصیصی نیز گویای این مطلب است که کشاورزان هزینه نهایی خود را کم و بیش با ارزش تولید نهایی (که از طریق تابع تولید تحقق یافته‌شان محاسبه می‌شود) برابر می‌سازند.

لذا می‌توان گفت این فرض که ریسک یکی از عوامل عمده مؤثر در محاسبه کارایی اقتصادی به شمار می‌آید، صحیح است و سود خالص از دست‌رفته معلول ریسک، به طور معنیداری بزرگ و در میان کشاورزان نمونه متغیر است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این روش برای یک نمونه از کشاورزان شهرستان فسا که از یک وارته ذرت با عملکرد بالا استفاده می‌کردند، به کار برده شد. تخمین تابع تولید مرزی نشان داد که کشاورزان به محصول بالقوه‌شان دست نیافته‌اند و میانگین کارایی اقتصادی همراه با ریسک تخصیصی و فنی  $63/4$  درصد بود. همچنین مشخص شد که  $20$  تا  $25$  درصد کارایی اقتصادی از دست رفته بهره‌برداران نمونه، معلول ریسک فنی و  $6$  تا  $8$  درصد معلول ریسک تخصیصی است. لذا بابت بهره‌گیری از نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود در جهت رفع این ریسکها از طریق زیر اقدام شود:

آموزش بهره‌برداران با استفاده از کلاسهای ترویجی و آموزشی و نیز مروجان کارآموده؛ بهره‌گیری از وسایل کمک آموزشی؛ اطلاع‌رسانی دقیق در زمینه شرایط بازار با بهره‌گیری وسایل ارتباط جمعی‌ای همچون تلویزیون و رادیوی سراسری و محلی، روزنامه‌های محلی و سازمانهای مربوط؛ بهره‌گیری از فناوری مدرن بویژه اینترنت و ایجاد سایتی که از طریق آن کشاورزان بتوانند اطلاعات مربوط به قیمتها، سطح زیرکشت محصولات و پیشبینی وضع هوا را دریافت کنند. موارد پیشگفته اساساً موجب افزایش محصول و سود بالقوه برای اکثریت بهره‌برداران خواهد شد.

### سپاسگزاری

در پایان لازم است از آقایان مهندس محمود صبوحی و مهندس حمزه زورقی که در انجام این تحقیق همکاری و مساعدت لازم را مبذول فرمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی شود.

## Archive of SID

۱. ترکمانی، ج. و م. عبداللهی عزت‌آبادی (۱۳۸۰)، تأثیر عوامل اقتصادی - اجتماعی بر فرایند تصمیمگیری در شرایط توأم با مخاطره، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۳: ۲۷-۴۵.
۲. ترکمانی، ج. (۱۳۷۵)، دخالت دادن ریسک در برنامه‌ریزی کشاورزی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۵: ۱۱۳-۱۳۰.
۳. صبوحی صابونی، م. (۱۳۷۲)، تعیین کارایی گاوداریهای شیری استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
۴. کهکخا، ا. و غ. سلطانی (۱۳۷۵)، تعیین ضریب ریسک‌گریزی زارعین استان فارس، مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، ۱۵ تا ۱۷ فروردین ۱۳۷۵، زابل.
۵. نجفی، ب. و م. زیبایی (۱۳۷۳)، بررسی کارایی فنی گندمکاران استان فارس: مطالعه موردی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۷: ۷۱-۸۵.
6. Aigner, D.J., C.A.K. Lovell and P. Schmidt (1977), Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *Journal of Econometrics*, Vol. 6, No. 1, July, pp. 21-37.
7. Anderson, J.R. and W.E. Griffith (1981), Production risk and input use: Pastoral zone of eastern Australia, *Australian Journal of Agricultural Economics*, Vol. 25, No. 2, August, pp. 149-159.
8. Battese, G.E and T.J. Coelli (1992), Frontier production functions, technical and panel data: With application to paddy farmers in India, *Journal of Productive Analysis*, 153-169.
9. Dillon, J.L. and J.R. Anderson (1971), Allocative efficiency, traditional agriculture and risk, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 53, No. 1, February, pp. 26-32.

10. Hiebert, Dean (1974), Risk learning, and the adoption of fertilizer responsive seed varieties, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 56, No. 4, November, pp. 764-768.

11. Just, R.E. and R.D. Pope (1978), Stochastic specification of production functions and economic implications, *Journal of Econometrics*, Vol. 7, pp.67-86.

12. Just, Richard E. and David Zilberman (1983), Stochastic structure, farm size, and technology adoption in developing agriculture, *Oxford Economic Papers*, Vol. 35, No. 2, July, pp. 307-328.

13. Kalirajan, K.P. and R.T. Shand (1992), Causality between technical and allocative efficiencies: An empirical testing, *Journal of Economic Studies*, Vol. 19, pp. 3-17.

14. Kalirajan, K.P. and R.T. Shand (1994), Modelling and measuring economic efficiency under risk , *Indian Journal of Agricultural Economic*, Vol. 49, Oct-Dec, pp. 579-590.

15. Kataoka, S. (1963), A stochastic programming model, *Economica*, Vol.31, pp. 181-196.

16. Lee, Lung-Fei (1983), On maximum likelihood estimation of stochastic frontier production models, *Journal of Economics*, Vol. 23, pp. 269-274.

17. Schultz, Theodore W. (1975), The value of the ability to deal with disequilibria, *Journal of Economic Literature*, Vol. 13, No. 3, pp.827-846.

18. Smith, J.A. and G. Umali (1985), Production risk and optimal fertilizer rates: A random coefficient model, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 3, August, pp. 654-659.
19. Telser, L. (1956), Safety first and hedging, *The Review of Economic Studies*, Vol. 23, pp. 1-16.
20. Von Neumann, John and Oscar Morgenstern (1944), *Theory of games and economic behavior*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, U.S.A.
21. Zilberman, David and Richard E. Just (1984), Labour supply uncertainty and technology adoption, in Robert D. Emerson (Ed.) 1984, *seasonal agricultural labor markets in the United States*, Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A.