

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و دوم، شماره ۸۵، بهار ۱۳۹۳

## بررسی تغییرات تکنولوژی و اقتصاد مقیاس در تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی

محمدرضا کهنسال<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۱۷

### چکیده

هدف اصلی این مطالعه بررسی تغییر تکنولوژی و تفکیک آن به مؤلفه‌های اصلی تشکیل دهنده و همچنین تحلیل اقتصاد مقیاس در تولید گندم آبی استان خراسان رضوی است. برای دستیابی به اهداف مورد نظر از تابع هزینه ترانسلوگ و همچنین معادلات سهم هزینه‌ها در چارچوب سیستم معادلات استفاده شد که از طریق SURE<sup>۲</sup> برآورد گردید. آمار و اطلاعات مورد نیاز مربوط به دوره ۱۳۷۲-۱۳۸۹ است. نتایج نشان داد که در مجموع، روند تغییرات تکنولوژی باعث کاهش هزینه‌های تولید شده که در این خصوص مؤلفه تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس اصلی‌ترین مؤلفه در روند تغییر تکنولوژی تشخیص داده شد. همچنین نتایج حاکی از آن است که در تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی، بازده صعودی نسبت به مقیاس حاکم است. لذا سیاست‌های افزایش مقیاس‌های تولید در مزارع استان خراسان رضوی مورد تأکید قرار گرفت.

e-mail:kohansal1@yahoo.com

۱. استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

2. Seemingly Unrelated Regression Equation

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و دوم، شماره ۸۵

طبقه‌بندی **JEL**: C30, D24, O33

**کلیدواژه‌ها:** تغییر تکنولوژی، اقتصاد مقیاس، تابع هزینه ترانسلوگ، سیستم معادلات به ظاهر نامرتب (SURE)، گندم

### مقدمه

به طور کلی و بر اساس نظریه های اقتصادی، رشد تولید از دو طریق تحقق می‌یابد: الف) افزایش تولید با به کارگیری عوامل تولیدی بیشتر با ثابت بودن تکنولوژی و ب) با به کارگیری روش‌ها و تکنیک‌های پیشرفته‌تر با بهره‌وری بالاتر (سلامی، ۱۳۷۶). با توجه به محدودیت منابع و نهاده‌ها در بخش‌های مختلف اقتصادی و به خصوص بخش کشاورزی، به نظر می‌رسد که رشد تولید، بیشتر از روش دوم و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر انجام می‌گیرد.

تکنولوژی در کل عبارت است از تمام مهارت‌ها، دانش‌ها و روندهای تولید، استفاده و انجام کارهای مفید برای ارتقای سطح زندگی جامعه بشری و در مجموع تمام روش‌هایی که به دلیل وجود دانش علمی توسعه داده شده‌اند (قره‌باغیان، ۱۳۷۱). همچنین به اعتقاد باربیلوری (Barbilor, 1997)، تکنولوژی چیزی فراتر از روش تولید و فرایندهای آن به شمار می‌رود؛ تکنولوژی آمیخته‌ای از دانش، مهارت و توانایی‌های فنی است و در واقع، نوعی نگرش برخاسته از توانایی و تجربه است.

در مباحث عمومی اقتصاد، بعضی اقتصاددانان تکنولوژی را عاملی مستقل در تولید می‌دانند، بعضی دیگر آن را عامل وابسته به زمان می‌دانند، عده‌ای آن را عامل وابسته به سرمایه‌گذاری می‌شناسند و بالاخره بعضی آن را عامل توضیح‌دهنده پسماند رشد می‌دانند که نمی‌تواند با سایر عوامل تولید، ایجاد شده باشد (آذر و طباطبائی، ۱۳۸۰؛ محمودزاده و محسنی، ۱۳۸۴). در مبحث تکنولوژی، آنچه که بسیار مهم است، بحث تغییر تکنولوژی<sup>۱</sup> است.

### 1. Technological Change

بررسی تغییرات .....

تعبیر تغییر تکنولوژی عبارت است از: تغییر فرایند تولید بر اثر کاربرد دانش علمی، تولید ستانده بیشتر با مقدار مشخصی از منابع، تغییر پارامترهای تابع تولید با ایجاد یک تابع تولید جدید، بهبود دستورالعمل ترکیب مواد خام (Romer, 1990)، حرکت به سمت داخل در فضای نهاده‌ای مرز همسان تولید (Stevenson, 1980)، جابه جایی تابع تولید در صورت ثابت بودن مقادیر تمامی نهاده‌ها و نهایتاً پیشرفت روش‌های تولید ناشی از دانش علمی بشر (یاوری و دشتی، ۱۳۸۸).

اینکه در تولید یک بخش اقتصادی (در سطح کلان) و یا در تولید یک محصول خاص (در سطح خرد) روند تغییرات تکنولوژی به چه صورت است؟ و اینکه چه رابطه‌ای بین روند تغییرات تکنولوژی و اندازه مقیاس تولید وجود دارد؟ از جمله سؤالات حائز اهمیت در بررسی مطالعات مرتبط با تغییرات تکنولوژی می‌باشد.

گندم آبی به عنوان یکی از اصلی ترین محصولات زراعی در استان خراسان رضوی است که سالانه حدود ۲۶۰۳۹۰ هکتار از اراضی این استان معادل حدود ۴۱/۶ درصد از سطح زیر کشت محصولات زراعی آبی به کشت این محصول اختصاص می یابد. در طول سال‌های مختلف کشت این محصول، متوسط عملکرد آن از حدود ۱۵۱۵ کیلوگرم در هکتار در سال زراعی ۱۳۶۲ - ۱۳۶۳ به ۳۵۲۷ کیلوگرم در هکتار در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ رسیده که در مجموع از یک رشد مثبت برخوردار بوده است (سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی، سال‌های مختلف). بنابراین، با توجه به جایگاه این محصول در استان خراسان رضوی و اینکه تولید این محصول در استان را می‌توان به عنوان یک نماینده و شاخص اصلی از تولید محصولات زراعی استان در نظر گرفت، بررسی روند تغییرات تکنولوژی و اندازه مقیاس در تولید آن از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی این مطالعه نیز بررسی تغییرات تکنولوژی و اقتصاد مقیاس در تولید محصول گندم آبی در استان خراسان رضوی می‌باشد.

## اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و دوم، شماره ۸۵

در خصوص مطالعات مرتبط با تغییر تکنولوژی و اقتصاد مقیاس، مطالعات مختلفی صورت گرفته است. بیگز و همکاران (Yigezu, 2006) در مطالعه‌ای، به بررسی ساختار تولید، تغییر تکنولوژی و اقتصاد مقیاس صنعت چوب‌بری کانادا (ایالت برناسکا) پرداختند. آن‌ها در این مطالعه از تابع هزینه ترانسلوگ و معادلات سهم هزینه‌ها، با بکارگیری روش تخمین SURE برای بررسی و تحلیل اهداف مورد نظر استفاده کردند. نتایج نشان داد که این صنعت از صرفه‌های ناشی از مقیاس بهره می‌برد. همچنین نتایج نرخ تغییرات تکنولوژی نشان داد که در طول دوره مورد بررسی، نرخ کل تغییرات تکنولوژی منفی، اگرچه نرخ تغییر تکنولوژی خالص مثبت به دست آمده بود.

راس موسن (Rasmussen, 2000) در مطالعه‌ای با عنوان «تغییر تکنولوژی و اقتصاد مقیاس در کشاورزی دانمارک» از تابع هزینه ترانسلوگ و به کارگیری سیستم معادلات در تحلیل آمار و اطلاعات استفاده نمود. نتایج مطالعه، که در خصوص تغییر تکنولوژی در واحدهای زراعی، واحدهای لبنی و واحدهای پرورش دام صورت گرفت، نشان داد که مقدار تغییر تکنولوژی در سه واحد مذکور متفاوت و به ترتیب ۴٪، ۱٪ و ۲/۲٪ در طول دوره مورد بررسی می‌باشد. همچنین کشش مقیاس در تمام واحدهای زراعی و لبنی و پرورش دام بزرگ‌تر از یک به دست آمد.

ماچین و رینن (Machin and Reenen, 1998) به بررسی تغییر تکنولوژی در آمریکا و شش کشور عضو OECD در طول دوره ۱۹۷۳-۸۹ پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که تغییرات تکنولوژی کاراندوز بوده و باعث کاهش تقاضای نیروی کار غیر ماهر شده است.

داتا و کریستوفرسن (Datta and Christoffersen, 2004) در مطالعه‌ای در آمریکا، به بررسی ماهیت تغییر تکنولوژی و اقتصاد مقیاس در صنایع نساجی پرداختند. آن‌ها در این مطالعه از مبانی نظری تئوری دوگان و تابع هزینه ترانسلوگ در تحلیل آمار و اطلاعات استفاده نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که نرخ کاهش هزینه تولید ۴/۲ درصد بوده و علاوه بر این نتایج نشان داد که تغییر تکنولوژی سرمایه‌بر و کاراندوز می‌باشد.

بررسی تغییرات .....

کانت و نائوتیال (Kant and Nautiyal, 1997) با استفاده از تئوری هزینه دوگان به بررسی تغییر تکنولوژی و ساختار تولید در صنعت کشتی سازی کانادا پرداختند. نتایج نشان داد که نرخ تغییر تکنولوژی در طول دوره مورد بررسی منفی بوده و تکنولوژی مورد نظر نیز کار و سرمایه اندوز و انرژی بر و مواد بر می باشد.

دشتی و کوپاهی (۱۳۸۵) روند و اریب تغییر تکنولوژی در صنعت گاو داری ایران را با استفاده از رهیافت تئوری دوگان هزینه بررسی کردند. در این مطالعه، از تابع هزینه ترانسلوگ به همراه سیستم معادلات سهم هزینه ها برای تحلیل آمار و اطلاعات استفاده شد. نتایج نشان داد که نرخ تغییر تکنولوژی در طی دوره مورد مطالعه (۱۳۷۹-۶۹) -۱/۳۷ درصد بوده است؛ یعنی، با گذشت زمان نرخ تغییر هزینه واحدهای تولیدی کاهش یافته است. علاوه بر این، تغییر تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از خوراک دام و استفاده کمتر از عوامل کار و انرژی بوده است.

دشتی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی بهره وری و تغییرات تکنولوژی در صنعت ایران پرداختند. در این مطالعه منابع رشد بهره وری کل عوامل تولید در صنعت ایران طی دوره زمانی ۱۳۵۰-۱۳۸۵ با به کارگیری تابع هزینه ترانسلوگ به همراه سیستم معادلات سهم هزینه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بررسی رشد بهره وری کل عوامل تولید - که به دو جزء تغییر تکنولوژی و صرفه های مقیاس تجزیه شده بود - سهم تغییر تکنولوژی در رشد بهره وری کل، بیشتر از سهم گسترش مقیاس تولید بوده است.

در یک جمع بندی کلی در خصوص مطالعات گذشته می توان گفت که به لحاظ روش شناختی، بیشتر مطالعات برای تبیین تغییر تکنولوژی و تحلیل اقتصاد مقیاس از تابع هزینه ترانسلوگ، با مدنظر قرار دادن تئوری دوگان، استفاده نموده اند. همچنین با بررسی های صورت گرفته، مطالعه خاصی در مورد محصولات کشاورزی (محصول خاص) دیده نشد و عمده مطالعات در این حوزه، نگاه بخشی به موضوع دارند.

## روش تحقیق

بررسی تغییرات تکنولوژی در مورد یک محصول خاص همچون گندم را می‌توان از طریق تابع تولید یا هزینه دوگان بررسی نمود که در این خصوص، تئوری دوگان امکان بررسی اطلاعات مربوط به مقیاس و تقاضای نهاده‌ها را فراهم می‌کند (دستی و همکاران، ۱۳۸۸؛ شرافت، ۱۳۷۵ و Yigezu et al., 2006; Tadesse, 2005). بنابراین، در این مطالعه از تابع هزینه و مدنظر قرار دادن تئوری دوگان برای بررسی تغییر تکنولوژی استفاده شد. در این خصوص و با توجه به انعطاف پذیری تابع هزینه ترانسلوگ (Antle and Capalbo, 1988 و مزایا و کاربرد وسیع آن در مطالعات مختلف (مانند: Chirstensen and Greene, 1976; Tadesse, 2005)، از فرم تابع ترانسلوگ در بررسی و برآورد تابع هزینه استفاده شد.

شکل کلی تابع هزینه به صورت  $C = C(P_1, P_2, \dots, P_n)$  می‌باشد که  $C$  هزینه‌های متغیر و  $P_1 \dots P_n$  نیز بردار قیمت نهاده‌ها می‌باشد. در این مطالعه، با مدنظر قرار دادن سهم نهاده‌های مختلف در هزینه کل محصول گندم (هزینه در هکتار)، ۴ نهاده زمین ( $z$ )، آب ( $w$ )، ماشین‌آلات ( $m$ ) و نیروی کار ( $l$ ) برای برآورد تابع هزینه ( $C$ ) موردنظر قرار گرفتند. انتخاب نهاده‌های فوق به دلیل سهم بالای آن‌ها در کل هزینه تولید می‌باشد که نهاده‌های کود، بذر سموم شیمیایی و سایر نهاده‌ها، به دلیل سهم پایین‌شان در هزینه کل، وارد الگو نشدند. به طور کلی فرم تابع هزینه ترانسلوگ محصول گندم آبی برای چهار نهاده مذکور به همراه متغیر روند ( $T$ ) به شکل زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \alpha_z \ln P_z + \alpha_w \ln P_w + \alpha_m \ln P_m + \alpha_l \ln P_l + \lambda_y \ln Y + \\ & + 0.5\gamma_{zz}(\ln P_z)^2 + 0.5\gamma_{ww}(\ln P_w)^2 + 0.5\gamma_{mm}(\ln P_m)^2 + 0.5\gamma_{ll}(\ln P_l)^2 + \\ & + \gamma_{zw} \ln P_z \ln P_w + \gamma_{zm} \ln P_z \ln P_m + \gamma_{zl} \ln P_z \ln P_l + \gamma_{wm} \ln P_w \ln P_m + \gamma_{wl} \ln P_w \ln P_l + \\ & + \gamma_{ml} \ln P_m \ln P_l + \beta_{zy} \ln Y \ln P_z + \beta_{wy} \ln Y \ln P_w + \beta_{my} \ln Y \ln P_m + \beta_{ly} \ln Y \ln P_l + \\ & + 0.5\lambda_{yy}(\ln Y)^2 + \theta_l T + 0.5\theta_{ll}(T)^2 + \theta_z(\ln P_z)T + \theta_w(\ln P_w)T + \theta_m(\ln P_m)T + \\ & + \theta_l(\ln P_l)T + \lambda_{yl}(\ln Y)T \end{aligned} \quad (1)$$

بررسی تغییرات .....

که در آن C هزینه کل،  $P_z, P_w, P_m, P_l$  قیمت نهاده‌های تولید (زمین، نیروی کار، ماشین‌آلات و نیروی کار)؛ Y عملکرد تولید و T متغیر روند می‌باشد. بر اساس لم شفرد<sup>۱</sup> می‌توان تابع تقاضای سهم نهاده  $S_i$  را با مدنظر قرار دادن قیمت نهاده‌ها به صورت زیر به دست آورد:

$$S_z = \alpha_z + \gamma_{zz} \ln P_z + \gamma_{zw} \ln P_w + \gamma_{zm} \ln P_m + \gamma_{zl} \ln P_l + \beta_{zy} \ln Y + \theta_z T \quad (۲)$$

$$S_w = \alpha_w + \gamma_{zw} \ln P_z + \gamma_{ww} \ln P_w + \gamma_{wm} \ln P_m + \gamma_{wl} \ln P_l + \beta_{wy} \ln Y + \theta_w T \quad (۳)$$

$$S_m = \alpha_m + \gamma_{zm} \ln P_z + \gamma_{wm} \ln P_w + \gamma_{mm} \ln P_m + \gamma_{ml} \ln P_l + \beta_{my} \ln Y + \theta_m T \quad (۴)$$

$$S_l = \alpha_l + \gamma_{zl} \ln P_z + \gamma_{wl} \ln P_w + \gamma_{ml} \ln P_m + \gamma_{ll} \ln P_l + \beta_{ly} \ln Y + \theta_l T \quad (۵)$$

که در آن  $S_i$  سهم هزینه نهاده  $i$  از کل هزینه است. با توجه به اینکه مجموع سهم نهاده‌ها باید برابر یک می‌باشد و با در نظر گرفتن خصوصیات مربوط به تولید نئوکلاسیک و همچنین برخورداری سیستم معادلات سهم هزینه‌ها از شرط تقارن، لازم است قیدهای ذیل در برآورد توابع مذکور مورد نظر قرار گیرد (Tadesse, 2005؛ Yigezu et al., 2006)

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_i \beta_{iy} &= 0 \\ \sum_j \gamma_{ij} &= 0 \quad i, j = z, w, m, l \\ \sum_i \gamma_{ij} &= 0 \\ \sum_i \beta_{iy} &= 0 \end{aligned} \quad (۶)$$

با توجه به رابطه تابع هزینه کل (رابطه ۱)، تغییرات تکنولوژی معادل تغییرات هزینه‌ها نسبت به روند تعریف می‌شود؛ به عبارت دیگر، چنانچه هزینه‌ها نسبت به روند زمانی کاهش

1. Shepard Lemma

یابد، تحولات تکنولوژیکی مثبت و چنانچه افزایش یابد، این تحولات منفی می‌باشد. در این خصوص، تغییرات تکنولوژی به صورت ذیل به دست می‌آید:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial T} = \theta_t + \theta_u T + \theta_z \ln P_z + \theta_w \ln P_w + \theta_m \ln P_m + \theta_l \ln P_l + \lambda_{yt} \ln Y \quad (7)$$

رابطه ۷ مقدار کل تغییرات تکنولوژی را نشان می‌دهد که به سه مؤلفه زیر می‌توان تفکیک نمود (Yigezu et al., 2006, Datta and Christoffersen, 2004, Kant and Nautiyal, 1997)

۱. تغییر تکنولوژی خالص:  $\theta_t + \theta_u T$

۲. تغییر تکنولوژی غیر خنثی:  $\theta_z \ln P_z + \theta_w \ln P_w + \theta_m \ln P_m + \theta_l \ln P_l$

۳. تغییر تکنولوژی ناشی از افزایش مقیاس:  $\lambda_{yt} \ln Y$

در تابع هزینه دوگان برآورد شده می‌توان بازده نسبت به مقیاس را معکوس هزینه نسبت به تولید تعریف کرد که به صورت ذیل به دست می‌آید (دشتی و همکاران، ۱۳۸۸ و (Yigezu et al., 2006; Datta and Christoffersen, 2004)

$$E = \left[ \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} \right]^{-1} = (\lambda_{yt} + \beta_{zy} \ln P_z + \beta_{wy} \ln P_w + \beta_{my} \ln P_m + \beta_{ly} \ln P_l + \lambda_{yt} \ln Y + \lambda_{yt} \ln Y)^{-1} \quad (8)$$

رابطه فوق میزان تغییرات ستانده کل بر اثر افزایش مصرف کلیه نهاده‌ها (افزایش هزینه) را نشان می‌دهد و بر حسب اینکه بزرگ‌تر از ۱ و یا کوچک‌تر از ۱ باشد می‌توان کشش مقیاس (بازده نسبت به مقیاس) را بررسی نمود.

آمار و اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از آمارنامه‌های هزینه تولید وزارت جهاد کشاورزی برای سال‌های ۱۳۷۲-۱۳۸۹ و سالنامه آماری استان خراسان رضوی جمع‌آوری شد. همچنین بخش دیگری از آمار، همچون دستمزد نیروی کار در کشاورزی، از مرکز آمار ایران اخذ گردید.

## نتایج و بحث

در این مطالعه، برای بررسی و محاسبه تغییر تکنولوژی در تولید گندم در استان خراسان رضوی از تابع هزینه ترانسلوگ و همچنین معادلات سهم هزینه‌ها استفاده شد. قبل از برآورد



بررسی تغییرات .....

توابع مذکور، ابتدا تمامی متغیرهای وارد شده در مدل (قیمت و هزینه)، به قیمت های واقعی و ثابت سال ۱۳۷۶ تبدیل شدند که برای واقعی کردن آن از شاخص قیمت تولید کننده (شاخص مربوط به بخش کشاورزی) (پایگاه اطلاع رسانی بانک مرکزی، ۱۳۹۰) استفاده شد. در گام بعد، ایستایی متغیرهای مورد استفاده در مدل (متغیرهای تبدیل شده به قیمت واقعی و ثابت سال ۱۳۷۶) مورد آزمون قرار گرفت که نتایج آزمون دیکی فولر افزایشی (تصحیح شده) یا ADF نشان داد که تمامی متغیرها ساکن می باشند. بنابراین، نتایج رگرسیون های برآوردی از نظر مسئله ایستایی، قابل اطمینان است.

در برآورد تابع هزینه ترانسلوگ می توان از روش های برآورد تک معادله ای (همچون OLS) استفاده نمود، ولی معادلات سهم هزینه ها را شامل نمی شود. به این منظور می توان از برآورد سیستم معادلات سهم هزینه استفاده نمود که در آن، پارامترهای مربوط به ستانده و تکنولوژی و اثر متقابل آن ها مدنظر قرار نمی گیرد. بنابراین در عمل بهترین روش برای برآورد هم زمان تابع هزینه و سهم معادلات استفاده از سیستم رگرسیونی چند معادله ای و روش برآورد معادلات به ظاهر نامرتبط (SURE) می باشد.

نتایج حاصل از تخمین هم زمان ضرایب تابع هزینه ترانسلوگ و سیستم معادلات سهم هزینه ها در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به شاخص های خوبی برآزش مدل همچون  $\bar{R}^2$  می توان گفت که نتایج به دست آمده از اعتبار نسبتاً خوبی برخوردار است. با توجه به مبانی نظری ارائه شده در روش تحقیق، از نتایج جدول ۱ برای محاسبه تغییرات تکنولوژی و مؤلفه های آن استفاده شد.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و دوم، شماره ۸۵

جدول ۱. نتایج برآورد تابع هزینه ترانسلوگ و سیستم معادلات سهم هزینه‌ها

خطای معیار	ضریب	نام متغیر
۰/۱۰۶۸	-۰/۰۷۹۹	$\alpha_z$
۰/۰۱۰۵	-۰/۰۲۵۷	$\gamma_{zw}$
۰/۱۱۸	-۰/۰۲۰۴	$\gamma_{zm}$
۰/۰۱۶۷۱۸	-۰/۰۵۰۲	$\gamma_{zl}$
۰/۰۱۰۹	-۰/۰۱۸۹	$\beta_{zy}$
۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۲۶	$\theta_z$
۰/۱۵۵۷	۱/۴۵۱۶	$\alpha_w$
۰/۰۱۲۲	-۰/۰۴۷	$\gamma_{wm}$
۰/۰۱۹	-۰/۰۸۳۸	$\gamma_{wl}$
۰/۰۱۷۳	-۰/۰۳۴	$\beta_{wy}$
۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۴	$\theta_w$
۰/۱۳۱۹	-۰/۱۱۷۵	$\alpha_m$
۰/۰۱۹	۰/۰۳۲۴	$\gamma_{ml}$
۰/۰۱۳	-۰/۰۰۳۷	$\beta_{my}$
۰/۰۰۰۸	-۰/۰۰۱۸	$\theta_m$
۰/۰۰۱۷	-۰/۰۰۴۸	$\theta_l$
۲۰/۴۲۱۹	۳/۶۳۶۶۱	$\alpha_0$
۰/۳۱۱	-۳/۵۴۰۱	$\alpha_l$
۵/۲۷	۲/۴۹۱۴	$\lambda_y$
۰/۶۷۷۶	-۰/۳۰۴۶	$\lambda_{yy}$
۰/۱۰۵۷	۰/۰۵۶	$\theta_t$
۰/۰۰۰۹	-۰/۰۰۰۶	$\theta_{tt}$
۰/۰۱۳۷	-۰/۰۰۶۹	$\lambda_{vt}$
۰/۶۸	۰/۷۸	$\overline{R^2}$
۰/۸۷	۰/۹۱	$\overline{R^2}$
۰/۶۱	۰/۶۵	$\overline{R^2}$
۰/۷۶	۰/۱۸	$\overline{R^2}$
۰/۶۳	۰/۶۶	$\overline{R^2}$

مأخذ: نتایج تحقیق

بررسی تغییرات .....

نتایج محاسبات مربوط به تغییرات تکنولوژی بر اساس رابطه ۷ و تجزیه به ۳ مؤلفه تغییر تکنولوژی خالص، غیر خنثی و تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج مربوط به تغییر تکنولوژی خالص نشان می‌دهد که در تمام سال‌های مورد بررسی، میزان این تغییر از صفر بوده (مقدار مثبت) و به طور کلی می‌توان گفت که تغییر تکنولوژی در تولید گندم، بدون در نظر گرفتن عوامل تولید و میزان تولید و قیمت عوامل، تحولات منفی داشته و در مجموع، فرایند تغییرات تکنولوژی خالص در طول زمان باعث افزایش هزینه تولید شده است. به عبارت دیگر، تغییر تکنولوژی خالص باعث انتقال به سمت بالای تابع هزینه شده است. تغییر تکنولوژی غیر خنثی نشان می‌دهد که عوامل و نهاده‌های تولید چه تأثیر متقابلی روی یکدیگر دارند. نتایج تغییر تکنولوژی غیر خنثی حاکی از آن است که در تمام سال‌ها، مقادیر به دست آمده منفی بوده و به طور متوسط در طول سال‌های مختلف، میزان آن  $-۰/۰۲$  می‌باشد. این نتایج نشان دهنده تحولات مثبت تکنولوژیکی عوامل تولید می‌باشد؛ به عبارت دیگر، در تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی، تحولات تکنولوژیکی باعث صرفه‌جویی در عوامل شده که می‌توان گفت که شیب منحنی هزینه تولید کاهش یافته است.

نتایج "تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس"، که در ستون چهارم جدول ۲ نشان داده شده است، نرخ کاهش هزینه بر اثر تغییر تکنولوژی همراه با افزایش تولید را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، مقادیر آن نشان می‌دهد که آیا تحولات تکنولوژی موجب بهره‌گیری از صرفه‌های اقتصادی ناشی از افزایش تولید شده است یا خیر؟ در این خصوص مقادیر محاسباتی به دست آمده نشان می‌دهد که مقدار این تغییر در تمامی سال‌ها منفی و متوسط سالانه آن برابر  $-۰/۰۵۴۹$  بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که هم‌زمان با افزایش مقیاس تولید، تحولات تکنولوژی باعث کاهش هزینه‌های تولید گندم و به وجود آمدن صرفه‌هایی در این خصوص شده است. با توجه به نتایج به دست آمده در این خصوص و مقادیر مؤلفه تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس با دو مؤلفه دیگر (خالص و غیرخنثی) می‌توان گفت که اصلی‌ترین عامل تغییر تکنولوژی، که باعث کاهش هزینه و به عبارتی به وجود آمدن تحولات مثبت در تغییر تکنولوژی شده است، تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس می‌باشد.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و دوم، شماره ۸۵

نتایج در خصوص برآیند ۳ مؤلفه اصلی تغییرات تکنولوژی، که به صورت کل تغییر تکنولوژی ارائه شده است، حاکی از آن است که در طول دوره مورد بررسی مقدار این تغییر منفی بوده که نشان دهنده تحولات مثبت تغییرات تکنولوژیکی می باشد؛ به عبارت دیگر، برآیند تحولات تکنولوژیکی در تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی مثبت بوده و در مجموع، باعث انتقال به سمت پایین منحنی هزینه شده که این امر مبین کاهش هزینه می باشد.

جدول ۲. نرخ تغییر تکنولوژی به تفکیک اجزای آن در تولید گندم آبی

سال زراعی	تغییر تکنولوژی خالص	تغییر تکنولوژی غیر خنثی	تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس	کل تغییر تکنولوژی
۱۳۷۲-۱۳۷۳	۰/۰۵۵۵	-۰/۰۱۹۴	-۰/۰۵۳۹	-۰/۰۱۷۹
۱۳۷۳-۱۳۷۴	۰/۰۵۴۹	-۰/۰۲۰۳	-۰/۰۵۴۷۸	-۰/۰۲۰۲
۱۳۷۴-۱۳۷۵	۰/۰۵۴۳	-۰/۰۲۹۹۹	-۰/۰۵۴۵	-۰/۰۲۱۱
۱۳۷۵-۱۳۷۶	۰/۰۵۳۷	-۰/۰۱۹۷۸۷۵۹۴	-۰/۰۵۴۶	-۰/۰۲۰۶
۱۳۷۶-۱۳۷۷	۰/۰۵۳۲	-۰/۰۱۹۴	-۰/۰۵۵۱	-۰/۰۲۱۴
۱۳۷۷-۷۱۳۸	۰/۰۵۲۶	-۰/۰۲۰۱	-۰/۰۵۴۸	-۰/۰۲۲۴
۱۳۷۸-۱۳۷۹	۰/۰۵۲۰	-۰/۰۲۰۱	-۰/۰۵۲۲	-۰/۰۲۰۳
۱۳۷۹-۱۳۸۰	۰/۰۵۱۴	-۰/۰۱۹۵	-۰/۰۵۳	-۰/۰۲۱۳
۱۳۸۰-۱۳۸۱	۰/۰۵۰۹	-۰/۰۱۹۸	-۰/۰۵۵۵	-۰/۰۲۴۵
۱۳۸۱-۱۳۸۲	۰/۰۵۰۳	-۰/۰۲۰۱	-۰/۰۵۶۲	-۰/۰۲۶
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۰/۰۴۹۷	-۰/۰۲۰۴	-۰/۰۵۶۰	-۰/۰۲۶۷
۱۳۸۳-۱۳۸۴	۰/۰۴۹۲	-۰/۰۲۰۰۱	-۰/۰۵۶۱	-۰/۰۲۷
۱۳۸۴-۱۳۸۵	۰/۰۴۸۶	-۰/۰۱۹۶	-۰/۰۵۴۸	-۰/۰۲۵۸
۱۳۸۵-۱۳۸۶	۰/۰۴۸۰	-۰/۰۲۰۸	-۰/۰۵۵۵	-۰/۰۲۸۳
۱۳۸۶-۱۳۸۷	۰/۰۴۷۴	-۰/۰۲۰۹	-۰/۰۵۳۰۱	-۰/۰۲۶۶
۱۳۸۷-۱۳۸۸	۰/۰۴۶۹	-۰/۰۲۱۲	-۰/۰۵۶۳	-۰/۰۳۰۶
۱۳۸۸-۱۳۸۹	۰/۰۴۶۳	-۰/۰۲۱۰	-۰/۰۵۶۱	-۰/۰۳۰۸
متوسط دوره	۰/۰۵۰۹	-۰/۰۲۰۲	-۰/۰۵۴۹	-۰/۰۲۴۲

مأخذ: نتایج تحقیق

بررسی تغییرات .....

در جدول ۳ و نمودارهای ۱ و ۲ نتایج مربوط به بازده نسبت به مقیاس و همچنین کشش هزینه نسبت به ستانده ارائه شده است. مقادیر مربوط به کشش هزینه نشان می‌دهد که در شرایط ثابت، در صورت تغییر ۱ درصد در تولید کل، هزینه چه مقدار تغییر می‌کند. در این باره نتایج حاکی از آن است که در صورت افزایش ۱ درصد در تولید کل، هزینه کل حدود ۰/۱۵۷۴ درصد افزایش می‌یابد (متوسط دوره) که حکایت از بازده صعودی نسبت به مقیاس دارد. همچنین مقادیر بازده نسبت به مقیاس (که در واقع معکوس کشش هزینه است) نشان می‌دهد که در صورت افزایش ۱ درصد به مصرف تمام نهاده‌ها و به عبارتی، افزایش ۱ درصد به مقیاس تولید، مقدار تولید چقدر تغییر می‌کند. در این باره نتایج نشان می‌دهد که در صورت افزایش ۱ درصدی به به کارگیری تمام نهاده‌ها در تولید گندم، مقدار تولید آن حدود ۷/۹۶۹۹ درصد (متوسط دوره) افزایش می‌یابد که نتایج مربوط به مؤلفه‌های تغییر تکنولوژی (مؤلفه تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس) نیز مؤید این مسئله است. در این خصوص به نظر می‌رسد که اصلی‌ترین عاملی که بر مقدار بالای صعودی بودن بازده نسبت به مقیاس تأثیر گذاشته، خرد بودن مزارع است. با در نظر گرفتن اینکه گندم اصلی‌ترین محصول مزارع استان خراسان رضوی می‌باشد، بنابراین افزایش مقیاس تولید و به عبارتی، حرکت از مزارع با اندازه‌های کوچک به سمت مزارع با اندازه‌های بزرگ تر تأثیر بسزایی در افزایش تولید محصول گندم آبی دارد. نتایج مربوط به کشش هزینه و همچنین بازده نسبت به مقیاس در نمودارهای ۱ و ۲ نیز نشان داده شده است که همان گونه که پیداست، روند بازده نسبت به مقیاس در مجموع روندی صعودی است.

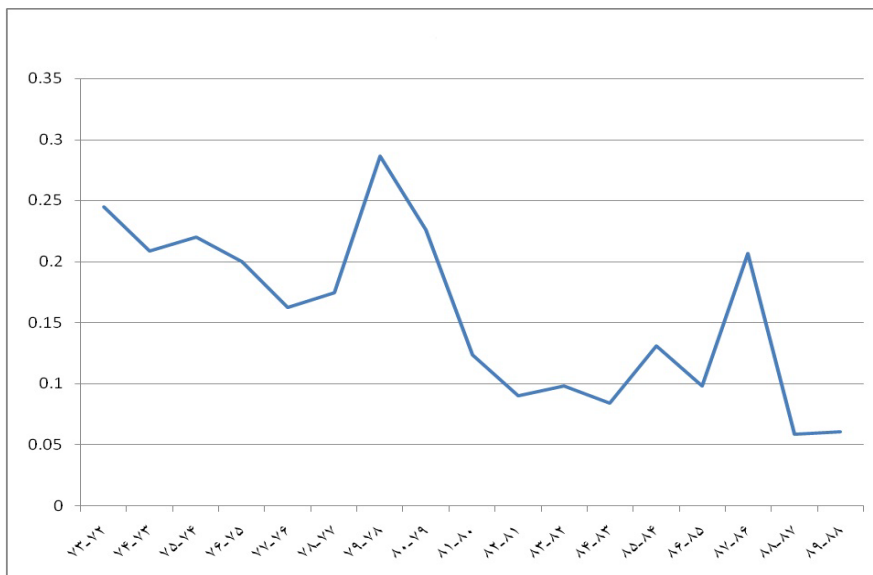
اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و دوم، شماره ۸۵

جدول ۳. کشت هزینه و بازده نسبت به مقیاس در تولید گندم آبی استان خراسان رضوی

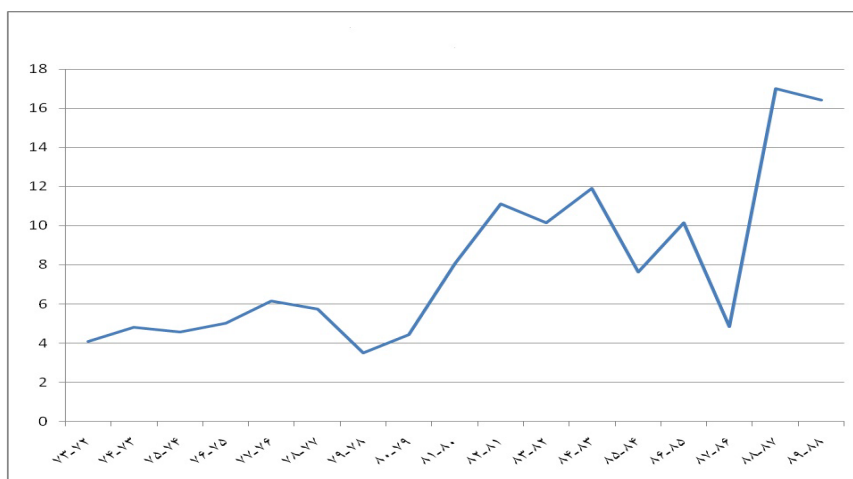
سال زراعی	کشت هزینه	بازده نسبت به مقیاس
۱۳۷۳-۱۳۷۲	۰/۲۴۴۸	۴/۰۸۴۸
۱۳۷۴-۱۳۷۳	۰/۲۰۹۰	۴/۷۸۴۰
۱۳۷۵-۱۳۷۴	۰/۲۲۰۱	۴/۵۴۴۳
۱۳۷۶-۱۳۷۵	۰/۱۹۹۹	۵/۰۰۲۶
۱۳۷۷-۱۳۷۶	۰/۱۶۲۵	۶/۱۵۴۲
۱۳۷۸-۱۳۷۷	۰/۱۷۴۵	۵/۷۳۰۲
۱۳۷۹-۱۳۷۸	۰/۲۸۶۵	۳/۴۹۰۲
۱۳۸۰-۱۳۷۹	۰/۲۲۶۴	۴/۴۱۶۱
۱۳۸۱-۱۳۸۰	۰/۱۲۳۹	۸/۰۷۳۶
۱۳۸۲-۱۳۸۱	۰/۰۹۰۱	۱۱/۰۹۶۳
۱۳۸۳-۱۳۸۲	۰/۰۹۸۴	۰/۱۵۸۴
۱۳۸۴-۱۳۸۳	۰/۰۸۴۰	۱۱/۹۰۷۲
۱۳۸۵-۱۳۸۴	۰/۱۳۱۰	۷/۶۳۳۲
۱۳۸۶-۱۳۸۵	۰/۰۹۸۴	۱۰/۱۵۸۴
۱۳۸۷-۱۳۸۶	۰/۲۰۷۰	۴/۸۳۱۹
۱۳۸۸-۱۳۸۷	۰/۰۵۸۸	۱۷/۰۰۹۹
۱۳۸۹-۱۳۸۸	۰/۰۶۰۹	۱۶/۴۱۳۱
متوسط	۰/۱۵۷۴	۷/۹۶۹۹

مأخذ: نتایج تحقیق

بررسی تغییرات .....



نمودار ۱. روند تغییرات کشت هزینه در تولید گندم آبی استان خراسان رضوی



نمودار ۲. روند تغییرات بازده نسبت به مقیاس در تولید گندم آبی استان خراسان رضوی

### نتیجه گیری و پیشنهادها

هدف اصلی این مطالعه بررسی تغییرات تکنولوژی و تحلیل اندازه مقیاس در تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی بود. نتایج "تغییر تکنولوژی خالص" نشان داد که در تمام سال‌های مورد بررسی، تغییر تکنولوژی در تولید گندم آبی استان، بدون در نظر گرفتن عوامل تولید و میزان تولید و قیمت عوامل، تحولات منفی داشته و به عبارتی، فرایند تغییرات تکنولوژی خالص در طول زمان باعث افزایش هزینه تولید شده است. از طرف دیگر، نتایج "تغییر تکنولوژی غیر خنثی" نشان داد که تأثیر متقابل عوامل و نهاده‌های تولید روی یکدیگر مثبت بوده و تحولات مثبت تکنولوژیکی در تولید این محصول رخ داده است. همچنین نتایج "تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس"، نمایان ساخت که هم‌زمان با افزایش مقیاس تولید، تحولات تکنولوژی باعث کاهش هزینه‌های تولید گندم و به وجود آمدن صرفه‌هایی در این خصوص شده است. بر اساس نتایج به دست آمده و مقایسه مقادیر مؤلفه تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس با دو مؤلفه دیگر (خالص و غیرخنثی) می‌توان گفت که اصلی‌ترین عامل تغییر تکنولوژی که باعث کاهش هزینه و به عبارتی، به وجود آمدن تحولات مثبت در تغییر تکنولوژی شده، تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس می‌باشد. در این باره، نتایج بازده نسبت به مقیاس تولید گندم آبی نیز نشان دهنده حاکم بودن بازده صعودی نسبت به مقیاس در تولید گندم آبی استان است.

بر پایه نتایج به دست آمده (تغییر تکنولوژی خالص)، به نظر می‌رسد که سیر تحولات ورود تکنولوژی به تولید گندم آبی استان خراسان رضوی به گونه‌ای نبوده که مناسب یا متناسب با تولید این محصول باشد و در ورود تکنولوژی‌های مختلف در خصوص این محصول باید با احتیاط بیشتری عمل کرد؛ به عبارت دیگر، توجه به محدودیت‌های زیرساختی این محصول (همچون اندازه مزارع و ...) و ساختار اجتماعی و فرهنگی بهره‌برداران (همچون سطح سواد و ...) در ورود تکنولوژی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

بر اساس نتایج تغییر تکنولوژی ناشی از گسترش مقیاس و صعودی بودن بازده نسبت به مقیاس در تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی، به نظر می‌رسد که افزایش مقیاس تولید



بررسی تغییرات .....

گندم آبی تأثیر بسزایی بر تولید آن دارد. بنابراین، سیاست ها و برنامه‌هایی که به هر نحو باعث افزایش مقیاس تولید گردد (همچون یکپارچه‌سازی اراضی، توسعه و ایجاد شرکت‌های سهامی زراعی و ...) تأثیر مهمی بر افزایش تولید گندم آبی در مزارع استان خراسان رضوی دارد و صرفه‌های اقتصادی آن بالاست.

## منابع

۱. آذر، ع. و طباطباییان، ح. ۱۳۸۰. انتقال تکنولوژی، نیازمند نگرشی جامع. مدرس علوم انسانی، ۵(۱۹): ۶۱-۸۴
۲. آمارنامه هزینه تولید محصولات کشاورزی. ۱۳۷۲-۱۳۸۹. تهران وزارت جهاد کشاورزی.
۳. پایگاه اطلاع‌رسانی بانک مرکزی. ۱۳۹۰. قابل دسترس در: [www.cbi.ir](http://www.cbi.ir).
۴. دشتی، ق. و کوپاهی، م. ۱۳۸۵. تحلیل روند تغییر تکنولوژی در گاو‌داری های صنعتی ایران با استفاده از داده های پانل. دانش کشاورزی، ۱۶(۳): ۵۷-۶۵.
۵. دشتی، ن.، یاور، ک. و صباغ، م. ۱۳۸۸. تجزیه رشد بهره وری کل عوامل تولید در صنعت ایران با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی. فصلنامه اقتصاد مقلاری، ۲۰: ۱۰۱-۱۲۸.
۶. سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۶۲-۱۳۹۰. سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی. قابل دسترس در: [www.koaj.ir](http://www.koaj.ir).
۷. سلامی، ح. ۱۳۷۶. مفاهیم و اندازه گیری بهره‌وری در کشاورزی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۸: ۷-۳۱.
۸. شرافت، م. ن. ۱۳۷۵. بررسی ساختار تکنولوژیک تولید و برآورد تقاضای نهاده‌های تولید. معاونت امور اقتصادی وزارت امور اقتصادی و دارایی.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و دوم، شماره ۸۵

۹. قره‌باغیان، م. ۱۳۷۱، اقتصاد رشد و توسعه، تهران: نشر نی.

۱۰. محمودزاده، م. و محسنی، ر. ۱۳۸۴، بررسی تاثیر تکنولوژی های وارداتی بر رشد

اقتصادی در ایران. پژوهش های اقتصادی، ۵(۱۶): ۱۰۳-۱۳۰.

۱۱. مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰. پایگاه اطلاع رسانی مرکز آمار ایران، قابل دسترس در:

[www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir)

۱۲. یاور، ک. و دشتی، ن. ۱۳۸۸. تحلیل روند تغییر تکنولوژی در صنعت سیمان

ایران. پژوهش های رشد و توسعه پایدار (پژوهش های اقتصادی)، ۹(۴): ۱۳۷-۱۵۴.

13. Antle, J. and Capalbo, S. 1988. An introduction to recent developments in production theory and productivity measurement. Capalbo (eds): Agricultural Productivity: Measurement and Explanation. Resources for the Future. Washington, D.C.

14. Barbilori, G. 1997. The dynarining of technology. Kluwer Academic Publisher.

15. Christensen, R. and Greene W.H. 1976. Economies of scale in U.S. electric power generation. *Journal of Political Economy*, 84(4): 103-116.

16. Datta, A. and Christoffersen, S. 2004. Production costs, scale Economies and Technical Change in U.S. textile and apparel industries. Philadelphia university. Available at: <http://faculty.philav.edu/dattaay/costeconomics-empecon.PDF>.

17. Kant, S. and Nautiyal, J.C. 1997. Production structure, factor substitution, technical change and total factor productivity. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 701-710.

بررسی تغییرات .....

18. Machin, S. and Reenen, J.V.1998. Technology and changes in skill structure: evidence from seven OECD countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 44: 12-15.
19. Rasmussen, S. 2000. Technological change and economic of scale in Danish agriculture. The Royal Veterinary and Agricultural University, KVL, Copenhagen.
20. Romer, P.M. 1990. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98: 71-102.
21. Stevenson, R. 1980. Measuring technological bias. *American Economic Review*, 70: 162-173.
22. Tadesse, S. 2005. Consolidation, scale economies and technological change in Japanese banking. William Davidson Institute: Working Paper Number 747.
23. Yigezu, A., Foster, K.A. and Lantz, V. 2006. Production structure, technological change and scale economies in the saw and planing mills industry in new brunswick. Canada. American Agricultural Economics Association Annual Meeting.