

## اندازه‌گیری و تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند در ایران Measuring and decomposing total productivity growth of sugar beet production factors in Iran

مرتضی تهامی پور<sup>۱\*</sup>، ایرج صالح<sup>۲</sup> و مهدی نعمتی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۹

م. تهامی پور، ا. صالح و م. نعمتی. ۱۳۹۲. اندازه‌گیری و تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند در ایران. مجله چغندر قند ۲۹(۱): ۱۲۷-۱۱۳

### چکیده

هدف از این مطالعه محاسبه نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند برای استان‌های مختلف و سپس تجزیه نرخ رشد بهره‌وری به منابع آن یعنی تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی مدیریت و تغییرات کارایی مقیاس می‌باشد. روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل و تجزیه آن، شاخص بهره‌وری مالک کوئیست می‌باشد، که برای اندازه‌گیری توابع مسافت در آن از روش تحلیل فراگیر داده‌ها استفاده می‌شود. نتایج نشان داد که به‌طور متوسط در سطح کل کشور، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند در فاصله سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۶ حدود ۴۷ درصد رشد داشته است. هم‌چنین مقایسه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند در استان‌ها نشان داد که در سه استان قزوین، مرکزی و همدان در طول دوره مورد بررسی وضعیت بهره‌وری بدتر شده است و دلیل آن در این استان‌ها عمدتاً مربوط به عدم کارایی فنی مدیریت در این استان‌ها بر می‌گردد. بنابراین پیشنهاد می‌شود این استان‌ها با الگو قراردادن استان‌های موفق در زمینه بهره‌وری وضعیت تولید خود را بهبود بخشند.

طبقه بندی JEL: D24، O4.

واژه‌های کلیدی: ایران، بهره‌وری کل عوامل، رشد بهره‌وری، چغندر قند، شاخص مالک کوئیست

mtahami@ut.ac.ir

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران \* - نویسنده مسئول

۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران.

## مقدمه

کاهش سطح زیرکشت چغندر قند در طول دوره نامبرده بوده‌اند (Peymaneh News Magazine of Iran's Economics 2011). در مطالعات انجام شده داخلی نیز بعضاً به این موضوع پرداخته شده است. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه قربانی و دهقانیان (Dehghanian and Ghorbani 2006) اشاره نمود که براساس نتایج آن، عیار قند، نوع بذر مصرفی، عملکرد چغندر قند در سال قبل و نوع سیستم آبیاری بیشترین تأثیر مثبت و فاصله مزرعه تا مراکز تبدیل و سن کشاورزان بیشترین تأثیر منفی را بر سطح زیر کشت چغندر قند داشته‌اند.

چغندر قند از محصولات اساسی و صنعتی کشور است که سابقه تولید آن در کشور به ۱۱۵ سال می‌رسد. در جدول ۱ میزان سطح زیرکشت، تولید و عملکرد چغندر قند طی سال‌های ۸۸-۱۳۷۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول دیده می‌شود متوسط عملکرد در هکتار چغندر قند در کشور در طول دوره مورد بررسی روند افزایشی داشته است، در حالی که متوسط نرخ رشد تولید و سطح زیرکشت منفی بوده است. کاهش تعرفه واردات شکر در سال‌های اخیر و در نتیجه کاهش ظرفیت تولید کارخانجات قند داخل و افزایش سطح زیرکشت نیشکر از جمله مهم‌ترین دلایل

جدول ۱ سطح زیرکشت، تولید و عملکرد چغندر قند و نرخ رشد آن‌ها طی دوره ۸۸-۱۳۷۱

سال زراعی	سطح زیر کشت (هزار هکتار)	نرخ رشد سطح زیر کشت (درصد)	تولید (هزار تن)	نرخ رشد تولید (درصد)	عملکرد (هزار تن در هکتار)	نرخ رشد عملکرد (درصد)
۷۲-۷۱	۱۷۹	-	۵۴۰۷	-	۳۰	-
۷۳-۷۲	۲۰۳	۱۳/۴	۵۲۹۴	-۲/۱	۲۵	-۱۶/۷
۷۴-۷۳	۲۰۲	-۰/۵	۵۵۲۱	۴/۳	۲۷	۸/۰
۷۵-۷۴	۱۴۹	-۲۶/۲	۳۶۸۶	-۳۳/۲	۲۴	-۱۱/۱
۷۶-۷۵	۱۹۱	۲۸/۲	۴۷۵۴	۲۹/۰	۲۴	۰/۰
۷۷-۷۶	۱۸۴	-۳/۷	۴۹۸۷	۴/۹	۲۶	۸/۳
۷۸-۷۷	۱۸۶	۱/۱	۵۵۴۸	۱۱/۲	۲۹	۱۱/۵
۷۹-۷۸	۱۶۲	-۱۲/۹	۴۳۳۲	-۲۱/۹	۲۶	-۱۰/۳
۸۰-۷۹	۱۷۱	۵/۶	۴۶۴۹	۷/۳	۲۷	۳/۸
۸۱-۸۰	۱۹۱	۱۱/۷	۶۰۹۷	۳۱/۱	۳۱	۱۴/۸
۸۲-۸۱	۱۷۸	-۶/۸	۵۹۳۳	-۲/۷	۳۳	۶/۵
۸۳-۸۲	۱۵۶	-۱۲/۴	۴۹۱۶	-۱۷/۱	۳۱	-۶/۱
۸۴-۸۳	۱۵۲	-۲/۶	۴۹۰۲	-۰/۳	۳۲	۳/۲
۸۵-۸۴	۱۸۵	۲۱/۷	۶۷۰۹	۳۶/۹	۳۶	۱۲/۵
۸۶-۸۵	۱۵۹	-۱۴/۱	۵۴۰۷	-۱۹/۴	۳۳	-۸/۳
۸۷-۸۶	۵۳	-۶۶/۷	۱۸۲۹	-۶۶/۲	۳۳	۰/۰
۸۸-۸۷	۵۶	۵/۷	۲۰۱۵	۱۰/۲	۳۵	۶/۱
میانگین	-۳/۷	-	-۱/۸	-	۱/۴	-

مأخذ: وزارت جهاد کشاورزی

گردین (Gerdin 2002) اشاره می‌کند که در گذشته رشد تولید و ارزش افزوده در بخش کشاورزی از طریق گسترش سطح زیرکشت و جایگزینی محصولات با ارزش اقتصادی بالا، به‌جای محصولات با ارزش پایین حاصل می‌شده است، اما پتانسیل موجود برای تداوم این رشد به سرعت کاهش می‌یابد، بنابراین برای ایجاد رشد اقتصادی بالا در بخش کشاورزی باید به سمت افزایش تولید در واحد سطح از طریق افزایش بهره‌وری (افزایش عملکرد) پیش رفت.

در این ارتباط و با توجه به جدول (۱)، این سوالات مطرح است که چه عواملی باعث افزایش عملکرد چغندرقد در طول زمان شده است؟ و آیا در استان‌های مختلف تولیدکننده چغندرقد در کشور نیز چنین وضعیتی مشابهی وجود دارد؟ به عبارت دیگر عواملی مانند تغییرات تکنولوژی، مدیریت صحیح و کارا و مقیاس بهینه تولید چه اثراتی روی افزایش عملکرد چغندرقد در طول زمان داشته‌اند و چگونه می‌توان سهم این عوامل را مشخص کرد و از استان‌های موفق، الگویی برای استان‌های ناموفق ساخت و بدین ترتیب به افزایش تولید چغندرقد در کشور کمک کرد؟

برای یافتن پاسخ سوالات فوق، لازم است منابع رشد بهره‌وری و افزایش عملکرد در واحد سطح چغندرقد شناسایی گردیده و سهم اجزاء تشکیل‌دهنده رشد بهره‌وری مشخص گردد تا از طریق رفع نقاط ضعف و تقویت نقاط قوت، به‌توان برای ارتقاء بیشتر بهره‌وری چغندرقد کشور در آینده برنامه‌ریزی نمود. بررسی مطالعات انجام شده داخلی نشان می‌دهد که

علی‌رغم این‌که مطالعات مختلفی در مورد اقتصاد تولید و بهره‌وری چغندرقد صورت گرفته است، اما اندازه‌گیری و تجزیه منابع رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در سطح استان‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این ارتباط محمدی و همکاران (Mohamadi et al. 2005) با استفاده از برآورد تابع تولید کاب داگلاس و ترانسدنتال به اندازه‌گیری بهره‌وری جزئی عوامل تولید چغندرقد در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که از نهاده نیروی کار، ماشین‌آلات و بذر بیشتر از حد بهینه و از نهاده کودشیمیایی کمتر از حد بهینه استفاده شده است. علیزاده و خلیلی (Alizadeh and khalili 2009) به بررسی بهره‌وری آب و انرژی در تولید چغندرقد استان خراسان رضوی پرداختند. در مطالعه نامبرده، با استفاده از نیاز آبی و هم‌چنین توان موردنیاز برای پمپاژ آب از منابع آب زیرزمینی، میزان آب و انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم شکر تولیدی محصول چغندرقد در این استان محاسبه گردیده است. طبق نتایج به‌دست آمده، بهره‌وری آب و انرژی الکتریکی در زراعت چغندرقد خراسان رضوی برای آبیاری جویچه‌ای به ترتیب  $1/683$  کیلوگرم بر مترمکعب و  $1/754$  کیلوگرم بر کیلووات ساعت و برای آبیاری تحت فشار به ترتیب  $1/915$  کیلوگرم بر مترمکعب و  $1/562$  کیلوگرم بر کیلووات ساعت می‌باشد. ریحانی‌دو (2006) Reyhani در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود به بررسی نقش عوامل مدیریتی در بهره‌وری چغندرقد در شهرستان مشهد پرداخت. نتایج

در ارتباط با اندازه‌گیری بهره‌وری، به‌خصوص اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل، مطالعات مختلفی صورت گرفته و روش‌های متنوعی در مطالعات ارائه شده است که از جمله این روش‌ها برای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید می‌توان به روش حسابداری رشد (Tahami Pour and Shahmoradi Fard 2007)، رویکرد عدد شاخص (salami 1997; Tahami Pour and Karbasi 1998; Heydari 1998)، روش تابع تولید (Pirasteh 2003; Akbari and Ranjkesh 2003) و روش محاسبه شاخص بهره‌وری مال‌کوئیست (روش تحلیل فراگیر داده‌ها) اشاره کرد. روش شاخص مال‌کوئیست از آن‌جا که فروض محدودکننده کمتری داشته و ضمن اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید، منابع رشد بهره‌وری را نیز مشخص می‌نماید در بین روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از این روش در مطالعات، برای مقایسه بهره‌وری محصولات کشاورزی بین استان‌های مختلف استفاده شده است. از جمله این که زارع و همکاران (Zare et al. 2005) در مطالعه‌ای به مقایسه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محصول پنبه برای استان‌های مختلف پرداخته‌اند. نتایج به‌کارگیری شاخص مال‌کوئیست طی دوره زمانی ۸۰-۱۳۶۲ در این مطالعه نشان داد که متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید پنبه در کل دوره مثبت بوده است. همچنین استان فارس دارای بالاترین متوسط نرخ رشد سالانه بهره‌وری محصول پنبه در بین استان‌های کشور بوده است. مرادی و

مطالعه وی نشان می‌دهد که از بین ویژگی‌های مدیران واحدهای تولیدی، سابقه، سطح درآمد و تعداد افراد خانوار دارای اثر مثبت بر عملکرد چغندر بوده‌اند. از بین ویژگی‌های زراعی نیز تعداد قطعات چغندرکاری و میزان بذر مصرفی دارای اثر منفی و در مقابل میزان سموم شیمیایی علفکش، نوع آبیاری و مالکیت زمین و ادوات کشاورزی دارای اثر مثبت بر عملکرد و بهره‌وری چغندرند بوده‌اند. همچنین سیدان (Seyedan 2002) بهره‌وری عوامل تولید در زراعت چغندر قند شهرستان همدان را مورد اندازه‌گیری و تحلیل قرار داد. نتایج مطالعه وی نشان داد که تعداد دفعات آبیاری در واحدهای نمونه بسیار نزدیک به بهینه اقتصادی و استفاده از نیروی کار و کود حیوانی بیشتر از حد بهینه اقتصادی است. همچنین ۷۶/۱ درصد کشاورزان در استفاده از زمین در مرحله سوم تابع تولید قرار دارند که این نشان‌دهنده وضعیت نامناسب بهره‌وری در مورد این محصول است.

بنابراین با توجه به خلاءهای مطالعاتی موجود، هدف این مطالعه بررسی وضعیت بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند در استان‌های مختلف در طول سالیان گذشته و شناخت دلایل عدم کارایی و بهره‌وری پایین آن‌ها در قالب مدل‌های ریاضی می‌باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مختلف از جمله سیاست‌های حمایتی، برنامه‌ریزی کاشت محصول و تخصیص منابع بین استان‌ها برای محصول چغندر قند مفید واقع گردد.

روندهای بهره‌وری و ستانده کشاورزی در ۹۳ کشور توسعه یافته و در حال توسعه پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که کشورهای مورد مطالعه به‌طور متوسط دارای سیر نزولی بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) هستند. میانگین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ایران در طول دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ برابر دو درصد بوده است که این دو درصد ناشی از ۱/۳ درصد رشد کارایی فنی و ۰/۷ درصد رشد در تغییرات تکنیکی است.

### مواد و روش‌ها

در یک تقسیم‌بندی کلی بهره‌وری به دو نوع بهره‌وری جزئی عوامل (Partial Factor Productivity (PFP)) و بهره‌وری کل عوامل (Total Factor Productivity (TFP)) تقسیم می‌شود. بهره‌وری جزئی عوامل عبارت از نسبت ارزش یا مقدار ستانده به ارزش یا مقدار یک نهاد خاص است و بهره‌وری کل عوامل عبارت از نسبت ارزش یا مقدار تمام ستانده‌ها به جمع ارزش یا مقدار وزنی تمام نهاد‌های به‌کار گرفته شده در تولید ستانده‌ها می‌باشد. در استفاده از بهره‌وری جزئی خطر بی‌توجهی به مسئله چگونگی افزایش تولید از راه به‌کارگیری مؤثرتر از دیگر عوامل تولید یا به بیان روشن‌تر، توجه نکردن به جایگزینی عوامل تولید وجود دارد (Heydari 1998). بنابراین به دلیل نواقص بهره‌وری جزئی، استفاده از بهره‌وری کل عوامل تولید ضروری می‌باشد.

مرتضوی (Moradi and Mortazavi 2003) با استفاده از توابع مسافت و با به‌کارگیری روش DEA و شاخص مالم کوئیست بهره‌وری کل عوامل تولید گندم آبی را برای استان‌های مختلف برای سال‌های ۷۹-۱۳۷۸ و ۸۰-۱۳۷۹ محاسبه کردند. نتایج مؤید آن بود که استان آذربایجان غربی بیشترین رشد بهره‌وری و استان فارس کمترین رشد را داشته است. مجاوریان (Mojaveryan 2003) در مطالعه‌ای بهره‌وری کل عوامل تولید کارایی فنی و تغییرات فناوری در محصولات راهبردی کشاورزی را با استفاده از روش ناپارامتری و استفاده از شاخص مالم کوئیست اندازه‌گیری و تحلیل نمود. دوره مورد بررسی در مطالعه وی ۱۳۶۹ - ۱۳۷۸ و محصولات مورد مطالعه گندم، جو، پنبه، برنج و چغندر بود. نتایج در این مطالعه حاکی از آن است که بهره‌وری در تولیدات آبی (به جز جو) افزایش یافته و در مورد تمام محصولاتی که رشد بهره‌وری در آن تحقق یافته، فناوری پیشرفت کرده است. تغییرات بهره‌وری به دلیل نوسان‌های بیشتر کارایی فنی در محصولات منتخب، بیشتر تحت تأثیر آن قرار دارد و تنها استثنا مربوط به جو و چغندرقد است. در اغلب محصولات نوع تغییرات کارایی و فناوری عکس یکدیگر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کارایی فنی تولیدکنندگان در فناوری جدیدتر کمتر از فناوری قدیم‌تر است. Coelli and Rao (2003) در مطالعه‌ای تحت عنوان «رشد بهره‌وری کل عوامل در کشاورزی، تحلیل شاخص مالم کوئیست از ۹۳ کشور طی ۲۰۰۰-۱۹۸۰» به بررسی سطوح و

و در نهایت شاخص مال‌کوئیسٹ اشاره نمود که روش شاخص مال‌کوئیسٹ در بین سایر روش‌ها کاربرد بیشتری در مطالعات داشته است و دلیل آن به سادگی در محاسبات و کم بودن فروض محدودکننده از جمله عدم نیاز به مشخص بودن نوع تکنولوژی (فرم تابعی تولید) در محاسبه و تجزیه بهره‌وری بر می‌گردد.

تاریخچه شاخص مال‌کوئیسٹ برای اندازه‌گیری بهره‌وری به سال ۱۹۵۳ میلادی برمی‌گردد که فردی بنام مال‌کوئیسٹ این شاخص را در قالب تئوری مصرف متوسط مطرح کرد. همچنین در سال ۱۹۸۲ در قالب تئوری تولید توسط کیوز، کریستنسن و دیورت (Caves, Christensen and Diewert) مطرح شد. در ۱۹۷۸ میلادی این شاخص در چارچوب روش تحلیل فراگیر داده‌ها (Data Envelopment Analysis = DEA) با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) توسط فار (Fare et al. 1984) مطرح شد در چارچوب روش DEA با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (VRS) مورد توجه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری بهره‌وری بنگاه فرضی  $i$  با استفاده از شاخص مال‌کوئیسٹ باید چهار تابع مسافت محاسبه شود تا تغییرات شاخص بهره‌وری برای دو دوره زمانی مشخص شود. برای این کار باید چهار مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر (از طریق روش تحلیل فراگیر داده‌ها یا DEA) حل شود (Emami Meybodi 2000):

از دیدگاه علم اقتصاد، دو روش برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید پیشنهاد شده است که شامل روش پارامتریک و روش غیرپارامتریک می‌باشد. در روش پارامتریک از طریق تخمین تابع تولید، تابع هزینه و یا تابع سود، بهره‌وری جزئی و کلی محاسبه می‌شود و در روش غیرپارامتریک بهره‌وری از طریق الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی، تئوری عدد شاخص و روش حسابداری رشد تعیین می‌گردد. پس از محاسبه بهره‌وری، اندازه‌گیری سطح و نرخ رشد بهره‌وری و بررسی روند آن در طول زمان برای بنگاه‌ها و مؤسسات بسیار ارزشمند است و اطلاعات خوبی در اختیار مدیران قرار می‌دهد. با این وجود برنامه‌ریزی ارتقای بهره‌وری نیازمند تعیین منابع رشد بهره‌وری است که این موضوع در ادبیات بهره‌وری تحت عنوان تجزیه (Decomposition) رشد بهره‌وری مورد توجه قرار گرفته است.

در زمینه تجزیه رشد بهره‌وری مطالعات مختلفی صورت گرفته و روش‌های زیادی در ادبیات اقتصادی ارائه شده است؛ که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر (Kuosmanen and Sipilainen 2004) استفاده از روش رگرسیون (Shih H et al. 2003) مدل مانده سولو (Asian Productivity Organization 2004)، شاخص‌های مدیریتی (Elia 2006; National Iranian Productivity 2007)، تخمین تابع مرزی تصادفی (Kalirajan et al. 1996)، تخمین تابع مسافت (Karagiannis et al. 2004; Nigel et al. 2008)

کارایی مقیاس و تغییرات کارایی مدیریت به دست می‌آید.

بر مبنای فرض حداکثرسازی محصول،  $M$  (مقدار شاخص) کمتر از یک، بیان‌گر کاهش عملکرد (کاهش رشد بهره‌وری کل عوامل) بین دو دوره مورد بررسی و  $M$  بزرگتر از یک، نمایان‌گر بهبود عملکرد (افزایش رشد بهره‌وری کل عوامل) و  $M=1$  ثابت بودن عملکرد در طول دو زمان مقایسه شده را نشان می‌دهد. در صورتی که شاخص مال‌کوئیسیت مساوی یک به دست آید نشان می‌دهد که هیچ تغییری در وضعیت بهره‌وری صورت نگرفته است.

چنانچه برای محصولی تغییرات بهره‌وری کوچکتر از یک باشد ( $M < 1$ )، به این معنی است که وضعیت بهره‌وری در طول دوره مورد بررسی بدتر شده است و دلیل آن را در سه جزء تشکیل دهنده آن می‌توان جستجو کرد. اگر تغییرات تکنولوژی کوچکتر از یک باشد؛ به این معنی است که رشد تغییرات تکنولوژی منفی است و باعث کاهش رشد بهره‌وری شده است یعنی تغییرات تکنیکی صورت گرفته در تولید آن محصول که می‌تواند بذری اصلاح شده، مکانیزاسیون، سیستم‌های آبیاری، شیوه‌های تولید و غیره باشد، موفق عمل نکرده است و یا این که در زمان بهبود تکنولوژی و ورود فن‌آوری‌های جدید به تولید این محصول، آموزش‌های لازم و تجربه کافی وجود نداشته است. چنانچه تغییرات کارایی فنی کوچکتر از یک باشد نشان می‌دهد قسمتی از رشد منفی بهره‌وری مربوط به

$$\begin{aligned} [d_0^i(Yt, Xt)]^{-1} &= \max \Phi \\ \text{s.t.} & \\ -\Phi Yit + Yt\lambda &\geq 0 \\ Xit - Xt\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} [d_0^s(Yt, Xt)]^{-1} &= \max \Phi \\ \text{s.t.} & \\ -\Phi Yit + Ys\lambda &\geq 0 \\ Xit - Xs\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} [d_0^i(Ys, Xs)]^{-1} &= \max \Phi \\ \text{s.t.} & \\ -\Phi Yis + Yt\lambda &\geq 0 \\ Xis - Xt\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} [d_0^s(Ys, Xs)]^{-1} &= \max \Phi \\ \text{s.t.} & \\ -\Phi Yis + Ys\lambda &\geq 0 \\ Xis - Xs\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

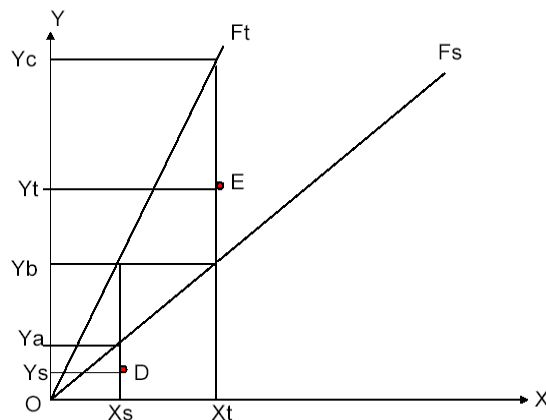
آنگاه در قالب رابطه زیر شاخص بهره‌وری

محاسبه می‌شود (Emami Meybodi 2000):

$$M_0(Ys, Xs, Yt, Xt) = \frac{d_0^i(Yt, Xt)}{d_0^s(Yt, Xt)} \left[ \frac{d_0^i(Yt, Xt)}{d_0^i(Yt, Xt)} \times \frac{d_0^s(Ys, Xs)}{d_0^s(Ys, Xs)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

عبارت اول از سمت چپ بیان‌گر تغییرات کارایی فنی و عبارت دوم (داخل پرانتز) بیان‌گر تغییرات تکنولوژی می‌باشد. همچنین تغییرات کارایی فنی به تغییرات کارایی فنی مدیریتی و تغییرات کارایی مقیاس تجزیه می‌شود و در هر حالت می‌توان دلایل رشد منفی یا مثبت بهره‌وری را تحلیل کرد و نقاط ضعف و یا پتانسیل‌های افزایش بهره‌وری را شناسایی و برای آن‌ها برنامه‌ریزی کرد. در واقع رشد بهره‌وری کل عوامل در این شاخص از حاصلضرب تغییرات تکنولوژی، تغییرات

نیز به این معنی است که واحد تولیدی در مقیاس بهینه عمل نمی‌کند، به عنوان مثال اندازه مزارع کوچک است و امکان استفاده از نهاده‌های مدرن و مکانیزاسیون در سطح پیشرفته وجود ندارد. در هر یک از موارد فوق برنامه‌ریزی جهت رفع این ناکارایی‌ها می‌تواند وضعیت بهره‌وری را بهبود بخشیده و باعث افزایش تولید از مقدار مشخصی نهاده و یا رسیدن به سطح مشخصی محصول با مصرف نهاده کمتر شود. شکل هندسی شاخص مالم کوئیست برای دو دوره زمانی  $t$  و  $s$  به شکل زیر است:



شکل ۱۱ اجزای نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل در شاخص مالم کوئیست

با استفاده از رابطه فوق، تغییرات بهره‌وری کل عوامل به تغییرات کارایی فنی و تغییرات تکنولوژیکی تجزیه شده است.

در این مطالعه شاخص مالم کوئیست برای محصول چغندر قند در استان‌های مختلف تولیدکننده آن برای دوره زمانی ۸۶-۱۳۷۹ محاسبه می‌گردد. برای

عدم کارایی فنی است و یا به عبارت بهتر، عدم کارایی فنی باعث خنثی شدن قسمتی از رشد بهره‌وری شده است. منفی بودن رشد کارایی فنی به دو عامل عدم کارایی مدیریت و عدم کارایی مقیاس برمی‌گردد. عدم کارایی مدیریت به این معناست که مدیر واحد تولیدی در ترکیب نهاده‌ها برای رسیدن به سطح مشخص محصول به خوبی عمل نکرده است؛ این نوع عدم کارایی می‌تواند ناشی از عدم مصرف به‌موقع نهاده‌ها، مصرف کمتر یا بیشتر از حد نهاده‌ها، استفاده از نهاده‌های نامناسب و غیره باشد. عدم کارایی مقیاس

با توجه به نمودار فوق، شاخص بهره‌وری مالم کوئیست و منابع رشد بهره‌وری به صورت رابطه (۶) نمایش داده می‌شود:

$$M_0(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \frac{Y_t/Y_c}{Y_s/Y_a} \left[ \frac{Y_t/Y_b}{Y_t/Y_c} \times \frac{Y_s/Y_a}{Y_s/Y_b} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$



برای سال‌های ۸۶-۱۳۷۹ استخراج شده از دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزارت جهادکشاورزی اخذ گردیده است. توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در شاخص مالم‌کوئیسیت برای اندازه‌گیری و تجزیه رشد بهره‌وری در جدول ۲ ارائه شده است.

محاسبه توابع مسافت و شاخص مالم‌کوئیسیت از نرم‌افزار کامپیوتری DEAP2.1 استفاده شده است. اطلاعات موردنیاز برای اندازه‌گیری و تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندرقد در استان‌های مختلف از گزارشات هزینه تولید وزارت جهادکشاورزی

جدول ۲ توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در الگو

سال	آماره	تولید(تن)	آب بها (ریال)	کود شیمیایی (کیلوگرم)	بذر (کیلوگرم)	کود حیوانی (کیلوگرم)	سموم شیمیایی (کیلوگرم)	نیروی کار (نفرروز)	هزینه ماشین الات (ریال)
۱۳۷۹	میانگین	۳۲۶۰۲۸	۶۴۹۴۱۸	۵۵۷	۲۱/۹	۱/۶	۵/۲	۲۱/۱	۴۱۳۲۷
	حداقل	۲۴۶۷۳	۸۸۴۶۰	۳۸۶	۱۲/۵	۰/۰	۱/۸	۱۱/۲	۲۸۵۲۳
	حداکثر	۱۵۰۲۵۷۷	۱۸۴۵۳۴۰	۷۷۲	۴۲/۷	۷/۶	۱۵/۰	۳۰/۹	۷۷۹۹۴
	انحراف معیار	۴۲۷۷۷۲	۴۹۱۸۸۴	۱۳۹	۸/۱	۲/۳	۴/۰	۶/۷	۱۳۸۵۸
۱۳۸۶	میانگین	۴۲۶۴۰۵	۱۳۵۷۷۲۸	۷۷۷	۸/۳	۱/۹	۵/۵	۲۰/۹	۱۶۶۸۸۳
	حداقل	۲۷۶۶۸	۲۹۸۹۴۰	۵۶۲	۱/۸	۰/۰	۲/۰	۱۱/۵	۶۱۲۳۹
	حداکثر	۲۰۵۶۷۸۴	۲۴۶۷۲۸۰	۹۹۰	۲۱/۸	۶/۲	۱۶/۷	۳۴/۱	۲۳۶۲۹۰
	انحراف معیار	۶۰۴۱۹۳	۷۵۷۳۳۰	۱۶۲	۶/۶	۱/۹	۴/۰	۷/۱	۵۹۱۶۲

ماخذ: وزارت جهاد کشاورزی و محاسبات تحقیق. توضیح: اطلاعات نامبرده در واحد سطح (هکتار) می‌باشند.

جدول فوق بیان‌گر این است که در سال ۱۳۸۶

در مقایسه با سال ۱۳۷۹، میانگین تولید حدود یک و نیم برابر شده است. این در حالی است که در سطح میانگین، هزینه آب‌بها حدود دو برابر و هزینه ماشین الات حدود چهار برابر شده است ولی مقدار بذر به یک سوم مقدار آن در سال ۱۳۷۹ رسیده است. این تغییرات نشان‌دهنده تغییرات تکنولوژی تولید و اثر سیاست‌های مختلف قیمتی و غیرقیمتی بر مصرف نهاده‌ها در واحدهای تولیدی چغندرقد در کشور می‌باشد که می‌تواند اثر خود را به صورت کاهش یا افزایش رشد بهره‌وری نشان دهد و در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

## نتایج و بحث

با توجه به توضیحات ارائه شده در قسمت روش تحقیق، در ادامه نتایج مربوط به اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید چغندرقد و تجزیه آن به تفکیک استان‌های مختلف ارائه می‌گردد. در جدول ۳ رشد (تغییرات) بهره‌وری کل عوامل محصول چغندرقد به تغییرات کارایی فنی و تغییرات تکنولوژی تجزیه شده است. همچنین تغییرات کارایی فنی به دو جزء تغییر کارایی مدیریت (تغییر کارایی فنی خالص) و تغییر کارایی مقیاس تفکیک شده است.

جدول ۳ نتایج تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محصول چغندر قند در طول دوره ۸۶-۱۳۷۹

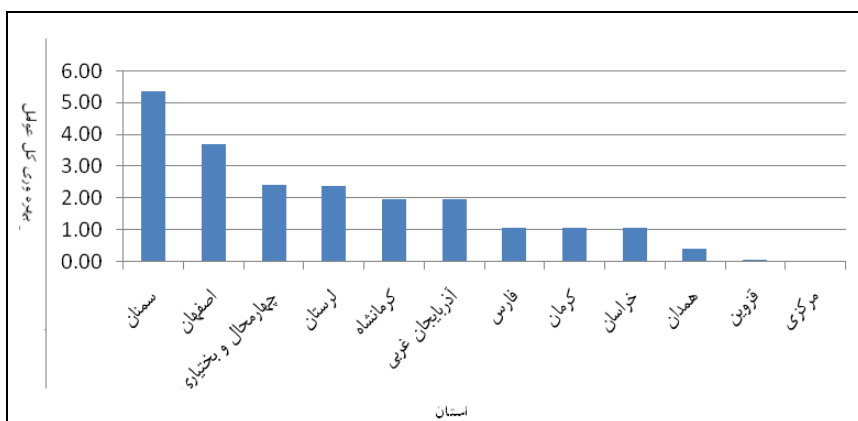
نام استان	تغییرات کارایی فنی	تغییرات تکنولوژی	تغییر کارایی مدیریت	تغییر کارایی مقیاس	تغییرات بهره‌وری کل عوامل
آذربایجان غربی	۱/۰۰	۱/۹۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۹۵
اصفهان	۴/۱۵	۰/۸۹	۴/۳۹	۰/۹۵	۳/۶۸
چهارمحال و بختیاری	۱/۲۸	۱/۸۹	۰/۱۱	۱۲/۱۹	۲/۴۲
خراسان	۱/۰۰	۱/۰۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۵
سمنان	۸/۱۶	۰/۶۵	۱/۰۰	۸/۱۶	۵/۳۴
فارس	۰/۵۹	۱/۸۵	۰/۵۷	۱/۰۴	۱/۰۹
قزوین	۰/۱۴	۰/۵۹	۰/۴۴	۰/۳۲	۰/۰۸
لرستان	۱/۰۶	۲/۲۶	۱/۰۰	۱/۰۶	۲/۳۹
مرکزی	۰/۰۴	۰/۸۷	۰/۰۲	۲/۴۶	۰/۰۴
همدان	۰/۲۵	۱/۷۲	۰/۱۳	۱/۹۱	۰/۴۲
کرمان	۲/۳۱	۰/۴۶	۱/۰۰	۲/۳۱	۱/۰۶
کرمانشاه	۱/۲۸	۱/۵۴	۱/۰۰	۱/۲۸	۱/۹۸
میانگین تمام استان‌ها	۱/۲۳	۱/۳۶	۰/۹۹	۱/۴۰	۱/۴۷

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌گردد وضعیت بهره‌وری کل عوامل چغندر قند در تمامی استان‌های کشور به جز سه استان قزوین، مرکزی و همدان در طول دوره مورد بررسی بهبود یافته است. همچنین به‌طور متوسط برای کل کشور، میانگین وزنی (از سطح زیرکشت چغندر قند در استان‌های مختلف به عنوان وزن استفاده شده است) تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید چغندر قند در طول دوره مورد بررسی، بزرگتر از یک (۱/۴۷) و بیان‌گر رشد مثبت است و نشان می‌دهد به‌طور متوسط در سطح کل کشور وضعیت بهره‌وری این محصول در طول زمان بهبود یافته است یعنی از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۶ حدود ۴۷ درصد رشد مثبت بهره‌وری تجربه شده است. دلیل نرخ رشد منفی بهره‌وری استان قزوین به تغییرات تکنولوژی و تغییرات کارایی فنی منفی برمی‌گردد یعنی می‌توان نتیجه گرفت که در زمان بهبود تکنولوژی و ورود فن‌آوری‌های جدید به تولید

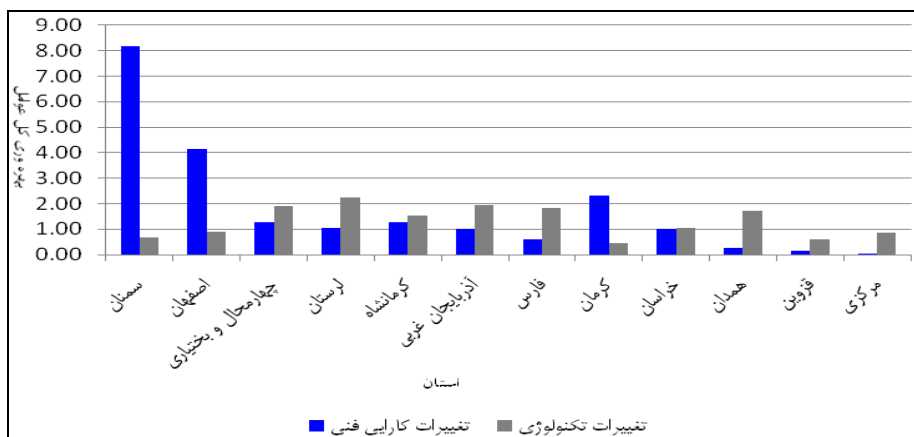
این محصول در این استان، آموزش‌های لازم و تجربه کافی وجود نداشته است و همچنین مدیران واحدهای تولیدی در استفاده از نهاده‌ها موفق عمل ننموده و مقیاس تولید در این استان مناسب و بهینه نیست. رشد منفی بهره‌وری استان مرکزی ناشی از منفی بودن رشد کارایی فنی مدیریت و همچنین عدم استفاده مناسب از تکنولوژی‌های جدید در این استان است. به عبارت دیگر بهره‌برداران چغندرکار در این استان در استفاده به‌موقع و متناسب از نهاده‌ها موفق نبوده‌اند. در واقع عدم کارایی فنی مدیریت نشان می‌دهد مدیر واحد تولیدی ترکیب مناسبی از نهاده‌ها را استفاده نمی‌کند و یا این‌که در جهت جلوگیری از خسارت‌ها و ریسک‌های محصول تولیدی، نهاده‌ها را در زمان و مقدار مناسب به‌کار نمی‌برد. همچنین در مورد استان همدان افت بهره‌وری در طول زمان صرفاً ناشی از عدم کارایی فنی مدیریت است.

بالاترین میزان رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در طی دوره مورد بررسی مربوط به استان سمنان و کمترین آن مربوط به استان مرکزی می‌باشد. همچنین در شکل ۲ تغییرات بهره‌وری چغندرقد در استان‌های تولیدکننده به اجزای آن تجزیه شده است.

رشد مثبت بهره‌وری کل عوامل تولید چغندرقد در سطح کل کشور متأثر از رشد مثبت هر دو منبج، کارایی فنی و تغییرات تکنولوژی می‌باشد. شکل ۱ استان‌های تولیدکننده چغندرقد را از نظر تغییرات بهره‌وری در فاصله سال‌های ۸۶-۱۳۷۹ رتبه‌بندی نموده است. همان‌طور که نشان داده شده است



نمودار ۱ مقایسه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید استان‌های مختلف در طول دوره ۸۶-۱۳۷۹



نمودار ۲ تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید استان‌های مختلف به اجزای آن در طول دوره ۸۶-۱۳۷۹

باشد که در قالب مطالعات تکمیلی در استان‌های مختلف قابل بررسی دقیق‌تر می‌باشد. با این وجود، با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان پیشنهاد کرد استان‌های نامبرده، استان‌های موفق در این زمینه را الگوی خود قرار دهند. همچنین ارائه آموزش‌های ترویجی به‌خصوص در مورد تکنولوژی‌های جدید می‌تواند به افزایش بهره‌وری چغندر قند کمک نماید.

همچنین از مباحث مهم در بهره‌وری که در سال‌های اخیر مورد توجه برنامه‌ریزان کشور قرار گرفته است، تأمین قسمتی از رشد اقتصادی (رشد ارزش افزوده) از طریق ارتقای بهره‌وری کل عوامل (رشد بهره‌وری کل عوامل) است که در برنامه چهارم توسعه برای بخش کشاورزی نیز این هدف‌گذاری صورت گرفته است. تولید چغندر قند لاجرم باید قسمتی از رشد بهره‌وری کل عوامل بخش کشاورزی را تأمین نماید؛ و این رشد باید از طریق ارتقای رشد بهره‌وری کل عوامل چغندر قند احصا گردد، بنابراین نتایج مطالعه حاضر و نیز مطالعات مشابه با استفاده از روش‌شناسی ارائه شده، می‌تواند به عنوان الگویی در برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری بهره‌وری در بخش کشاورزی مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش قرار گیرد.

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است سهم تغییرات کارایی فنی در تغییرات بهره‌وری استان‌های سمنان و اصفهان به‌عنوان دارندگان بالاترین میزان تغییرات بهره‌وری در کشور از سهم تغییرات تکنولوژیکی بیشتر است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که عنوان شد وضعیت بهره‌وری کل عوامل تولید محصول چغندر قند فقط در سه استان قزوین، مرکزی و همدان در طول دوره مورد بررسی بدتر شده است که دلایل افت بهره‌وری در استان‌های همدان و مرکزی عمدتاً مربوط به عدم کارایی فنی مدیریت و در استان قزوین مربوط به هر دو عامل عدم کارایی فنی و تغییرات نامناسب تکنولوژی می‌باشد. در سطح کل کشور نیز نتایج بیان‌گر رشد منفی یک درصدی کارایی فنی مدیریت در طول دوره مورد بررسی است. لذا این نتیجه نشان می‌دهد مدیران واحدهای تولیدی در استان‌های نامبرده، در استفاده صحیح و به‌موقع از نهاده‌های تولید موفق عمل نکرده‌اند که می‌تواند ناشی از عدم تجربه و دانش کافی و یا مشکلات مربوط به دسترسی مناسب به نهاده‌ها

### References:

### منابع مورد استفاده:

- Akbari N, Ranjkesh M. Investigating total factor productivity growth of agricultural sector in 1966-1996. Journal of Agricultural Economic and Development. 2003. No.43 and 44. (in Persian, abstract in English)

- Alizadeh A, Khalili N. Productivity of water - energy in sugar beet (the case study of Khorasan Razavi province). *Journal of Irrigation and Drainage*. 2009. 2(3): 136-123. (in Persian, abstract in English)
- Asian Productivity Organization. Total factor productivity growth, survey report. Tokyo. 2004.
- Coelli T, Rao. P. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000, [http:// Econpapers.hhs.se](http://Econpapers.hhs.se). 2003.
- Emami Meybodi A. The principal of efficiency and productivity analysis. Institute of studies and trade researches. Tehran. 2000. (in Persian, abstract in English)
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Z. (1994) Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries, *The American Economic Review*, 84 (1), 66-83.
- Gerdin A. Productivity and Economic Growth in Kenyan Agriculture, 1964-1996. *Journal of Agricultural Economic*. 2002. 27: 7-13.
- Ghorbani M, Dehghanian S. the effects of price and non-price factors on acreage of sugarbeet in Khorasan province. *Sugarbeet Journal*. 2006. 22: 113-101. (in Persian, abstract in English)
- Heydari Kh. Total factor productivity of wheat in Arak province. *Journal of Agricultural Economic and Development*. 1998. 7(28). (in Persian, abstract in English)
- Kalirajan KP, Obwona MB, Zhao S. A decomposition of total factor productivity growth: the case of Chinese agricultural growth before and after reforms. *American Journal of Agricultural Economic*. 1996. 78: 331-338.
- Karagiannis GM, Tzouvelekas V. Parametric decomposition of output growth using stochastic input distance function. *American Journal of Agricultural Economic*. 2004. 86(4): 1044-1057.
- Kuosmanen T, Sipilainen T. on the anatomy of productivity growth: a decomposition of the fisher ideal TFP index, MTT Economic Research. Discussion papers.2004.

- Mohamadi H, Mosavi N, Kafilzadeh F, Rahimi M. Productivity of inputs and production factor in sugarbeet farms in Eghlid city, Sugarbeet Journal. 2005. 21(1): 31-41. (in Persian, abstract in English)
- Mojaveryan M. Estimating Malmquist index for selected crops in 1990-1998. Journal of Agricultural Economic and Development. 2003. No.43 and 44. (in Persian, abstract in English)
- Moradi A, Mortazavi A. Applying distance function to measuring tfp growth. The case study of wheat. MS Thesis, University of Tarbiat Modares. 2003. (in Persian, abstract in English)
- National Iranian Productivity. Statistical Yearbook of productivity for the period 1991-2001. Management and Planning Organization, Tehran. 2004. (in Persian, abstract in English)
- Nigel K, McBride W, Mosheim R. Decomposition of total factor productivity change in the U.S. hog industry. Journal of Agricultural and Applied Economics. 2008. 40(1): 137-149.
- Peymaneh News Magazine of Iran's Economics. 2011. <http://peymaneh.ir/fa/pages/?cid=36819>. (in Persian, abstract in English)
- Pirasteh H. the Contribution of Agriculture to Economic and Productivity Growth of Iranian Economy. Journal of Iranian Economic Review, University of Tehran. Faculty of Economic. 2003. 8(9): 45-72.
- Reyhani S.M. The role of management in sugar beet productivity in Mashhad city. Master's thesis, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. 2006. (in Persian, abstract in English)
- Salami H. Concepts and measurement of agricultural productivity. Journal of Agricultural Economic and Development. 1997. (in Persian, abstract in English)
- Seyedan SM. Analysis of productivity of sugar beet production, the case study of comparing the small and large farms in Hamedan city. Journal of Agricultural Economic and Development. 2002. (in Persian, abstract in English)

- Shih H, Ming Y, Chang CH. an analysis of total factor productivity growth in China's agricultural sector. American Agricultural Economic Association Annual Meeting. Montreal Canada, July 27-30. 2003.
- Tahami Pour M, Karbasi A. investigating productivity growth in agricultural sector. Proceedings of the Ninth International Conference on the Iranian economy in ninth step with emphasis on low income. Ministry of Economy and Finance. Tehran. 2006. (in Persian, abstract in English)
- Tahami Pour M, Shahmoradi Fard M. Measuring total factor productivity growth of agriculture and its contribution to value added growth. Journal of agricultural economics. 2007. 1(2). (in Persian, abstract in English)
- Zare A, Chizari Am, Peykani Gh. Analysis of Total Factor Productivity Growth of Cotton Production in Iran, the Fifth Biennial Conference of Iranian Agricultural Economics, Zahedan. 2005. (in Persian, abstract in English)