تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص (۵۱۶-۵۰۳)

کاربرد مدل توازن در ارزیابی استان‌ها در زمینهٔ کارایی مصرف نهاده‌های شیمیایی کشاورزی

محمدرضا علیرضایی[۱]، معصومه رجبی تنها[۲]، غلامحسین عبدالله‌زاده[۳]

۱. عضو هیئت‌علمی و دانشیار دانشکدهٔ ریاضی، دانشگاه علم و صنعت

۲. دانشجوی دکتری تحقیق در عملیات دانشکدهٔ ریاضی، دانشگاه علم و صنعت

۳. عضو هیئت‌علمی دانشکدهٔ مدیریت کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۷- تاریخ تصویب: ۹۳/۰۴/۳۱)

چکیده

تحقیق حاضر با ارائهٔ مدل توازن، در پی سنجش سطوح کارایی استان‌ها در راستای سیاست‌های بخش کشاورزی برای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی (انواع کودها و سموم) به‌تفکیک دو محصول گندم و جو است. به‌این‌منظور، اطلاعات دو محصول گندم و جو در زمینهٔ نهاده‌های زمین، بذر، کود (ازت، فسفات و سایر انواع کود)، سم (علف‌کش، آفت‌کش و بیماری‌کش) و میزان تولید از طریق ادارهٔ کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی برای استان‌های کشور و در سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۸ جمع‌آوری شد. کارایی استان‌ها با استفاده از مدل پایه‌ای (CCR: Charnes, Cooper and Rhodes) (بدون درنظرگرفتن سیاست‌های راهبردی)، مدل توازن (با درنظرگرفتن سیاست‌های راهبردی) و عامل توازن (که نسبت نمره‌های حاصل از دو مدل مذکور است) به‌دست آمد. نتایج نشان می‌دهد بعضی از استان‌های محروم (ایلام، بوشهر، لرستان، چهارمحال‌وبختیاری و خوزستان) نمرهٔ بالایی در عامل توازن دارند، اما به‌علت هم‌راستایی با سیاست‌های توسعهٔ پایدار بخش، از نظر کارایی، سطح بالایی ندارند، درحالی‌که بعضی از استان‌های توسعه‌یافته (تهران، قم، اصفهان، مازندران و مرکزی)، علی‌رغم کارایی مطلوب، در زمینهٔ عامل توازن امتیاز مطلوبی ندارند. این موضوع بیانگر آن است که آن‌ها نتوانسته‌اند در راستای سیاست‌های زیست‌محیطی کلان بخش کشاورزی حرکت کنند.

واژه‌های کلیدی: پایداری کشاورزی، تحلیل پوششی داده‌ها، عامل توازن، کارایی بین‌استانی، مدل توازن.

مقدمه

از نظر تاریخی، پایداری نظام‌های تولید کشاورزی به وجود بهره‌وری مداوم در بلندمدت وابسته است (Gomes et al., 2009). در دهه‌های گذشته، به اندازه‌گیری و تحلیل پایداری، همواره توجه شده است (Carpenter, 1993). در تولید کشاورزی نیز پایداری دربرگیرندهٔ عوامل اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، اکولوژیکی و فیزیکی سطح مزرعه است (Von Wiren-Lehr, 2001). در بیشتر دیدگاه‌ها، به پایداری کشاورزی به‌عنوان جزئی ضروری برای سودآوری بلندمدت توجه شده است و پژوهشگران همواره به طراحی و اجرای روش‌هایی برای ارزیابی آن توجه داشته‌اند. بیشتر رهیافت‌های روش‌شناسی مبتنی‌بر ترکیب مجموعه‌ای از شاخص‌های جزء در یک شاخص ترکیبی نهایی، براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از مدیران یا مالکان واحد بهره‌برداری بنا شده‌اند (Meul et al., 2009)، درحالی‌که ارزیابی پایداری کشاورزی را می‌توان در مقیاس‌های مختلف فضایی، از سطح مزرعه تا سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی انجام داد (OECD, 2001)، اما بیشتر پژوهش‌های پیشین به تحلیل‌های سطح مزرعه محدود شده‌اند و به تحلیل‌های منطقه‌ای در مقیاس‌های کلان استانی کمتر توجه کرده‌اند. به‌علاوه، بعضی از پژوهش‌ها که

* نویسندهٔ مسئول: Email: m_rajabitanha@iust.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

به ارزیابی بهره‌وری بین استان‌ها پرداخته‌اند، بر ارزیابی نابرابری در بهره‌وری کل در بین استان‌ها متمرکز بوده‌اند (Rajabi Tanha & Abdollahzadeh, 2010; Alirezaee et al., 2007; Shokohi & Bakhshodeh, 2009) و کمتر به جنبه‌های زیست‌محیطی توسعهٔ کشاورزی توجه کرده‌اند، درحالی‌که راهبردهای کشاورزی پایدار در مقایسه با سایر مدل‌های توسعهٔ کشاورزی، توجه بیشتری به حفظ محیط زیست دارند و بر کاربرد کمتر نهاده‌های شیمیایی خارج از مزرعه تأکید می‌کنند (Rigby & Caceres, 2001)؛ بنابراین، برای دستیابی به پایداری اکولوژیکی در بخش کشاورزی، باید استفاده از ترکیبات مصنوعی شامل کودها، آفت‌کش‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد در بهره‌برداری‌های زراعی محدود شود که در این تحقیق به چنین رویکردی توجه شده است.

به‌طورکلی، ارزیابی پایداری کشاورزی براساس بهره‌وری کل عوامل در بلندمدت، از جمله رهیافت‌های مهم برای سنجش و مقایسهٔ سطوح پایداری نظام‌های تولید کشاورزی است (Lynam & Herdt, 1989). این رهیافت، مبتنی‌بر نسبت مقدار کل محصولات قابل‌اندازه‌گیری به مقدار کل نهاده‌ها، برای یک سیستم تولیدی مشخص است و در مقیاس مزرعه یا سطح منطقه‌ای به‌کار برده می‌شود. فرض اساسی این است که کاهش بهره‌وری عوامل، بیانگر نظامی ناپایدار است. از جمله عوامل کلیدی مهم تولید کشاورزی، کودها و سموم شیمیایی هستند که تأثیر آن‌ها در تخریب مزرعه و آلودگی آب و خاک مورد توافق است و بر کاهش مصرف آن‌ها در بیشتر راهبردهای زیست‌محیطی تأکید شده است (EEA, 2005). درواقع، کاهش مصرف این نهاده‌ها، بیانگر کارایی بیشتر و افزایش پایداری اکولوژیک نظام‌های تولید کشاورزی است (Dantsis et al., 2010; Van Passel, 2007).

همچنین، امکان کاربرد بیشتر شاخص‌های سطح مزرعه (مانند عملیات مدیریت اگرواکوسیستم (Agro-ecosystem)، شاخص‌های دانش فنی، مشارکت، اشتغال و...) در ارزیابی پایداری در مقیاس کلان استانی وجود ندارد، اما اطلاعات مصرف انواع کودها و سموم شیمیایی، به‌عنوان شاخص‌های مهم اکولوژیکی کشاورزی پایدار به‌تفکیک استان‌های دردسترس است. مصرف کودها بیانگر فشردگی عملیات زراعی است (OECD, 1999) و اغلب به‌عنوان شاخصی مستقیم برای تخمین فشار زیست‌محیطی استفاده می‌شود. به علاوه، مصرف سموم مختلف شیمیایی نیز تهدیدکنندهٔ سلامت انسان و محیط‌زیست (Pingali, 1995; Antle & Pingali, 1994) به‌شمار می‌رود و از جمله شاخص‌های مهم در ارزیابی مؤلفهٔ اکولوژیکی کشاورزی پایدار است. کارایی مصرف کودها و سموم شیمیایی، کیفیت زیست‌محیطی عملیات کشاورزی (الگوهای تولید و فرایندهای عملیات زراعی) را به‌صورت جامع نشان می‌دهد (Dantsis et al., 2010).

براین‌اساس، تحقیق حاضر با درنظرگرفتن عامل توازن، در پی مقایسهٔ سطوح کارایی استان‌ها با توجه به سیاست‌های بخش کشاورزی در کاهش مصرف کودها (ازت، فسفات و سایر انواع کودها) و سموم شیمیایی (علف‌کش، حشره‌کش و بیماری) به‌تفکیک دو محصول اصلی گندم و جو است. اطلاعات این تحقیق، علاوه‌براینکه کارایی مصرف این دو نهادهٔ اصلی تولید کشاورزی را نشان می‌دهد، بیانگر هم‌راستابودن استان‌ها با رویکرد توسعهٔ پایدار بخش کشاورزی نیز است و عملکرد زیست‌محیطی آن‌ها را آشکار می‌سازد؛ بنابراین، می‌توان از نتایج آن برای سیاستگذاری توسعهٔ پایداری کشاورزی در برنامه‌های توسعهٔ بخش استفاده کرد.

در اینجا پس از بیان پیشینه، روش تحقیق و چگونگی تعیین نهاده‌ها و ستاده‌ها برای ارزیابی کارایی شرح داده می‌شود. همچنین، در این بخش، مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها (DEA: Data Envelopment Analysis) و مدل توازن ارائه و روش پیشنهادی برای محاسبهٔ عامل توازن و مؤلفهٔ مربوط به آن معرفی می‌شود. قسمت بعد، مربوط به یافته‌های تحقیق و نتایج اجرای مدل و بخش پایانی، مربوط به پیشنهادهاست.

پیشینهٔ تحقیق

همواره به افزایش کارایی تولید، به‌علت منافع اقتصادی آن توجه شده است، اما امروزه با توجه به رویکردهای زیست محیطی برای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم) و استفاده از راهبردهای جایگزین مدیریت تلفیقی مزرعه، بیشتر به این موضوع توجه می‌شود (De Koeijer et al., 2002). اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری بیشتر، از طریق نهاده‌ها و ستاده‌های فیزیکی و پولی صورت گرفته است؛ مانند بیشتر مطالعات مربوط به بهره‌وری تولید کشاورزی که از طریق تخمین تابع تولید انجام گرفته است (Coelli & Rao, 2003)، درحالی‌که تمرکز بیشتر چنین مطالعاتی بر کارایی تخصیص منابع و نابرابری‌های بهره‌وری بین مزارع کوچک و بزرگ است. به‌علاوه، چنین پژوهش‌هایی به‌علت

Archive of SID

www.SID.ir

به‌کارگیری روش‌های تابع تولید که فرضیات محدودکنندهٔ زیادی دارند، قدرت کافی در تبیین نابرابری‌های منطقه‌ای ندارند. به‌تازگی، بعضی از مطالعات در زمینهٔ مقایسهٔ بهره‌وری کشاورزی بین استان‌ها، با کاربرد تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها انجام گرفته است که به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود.

Alirezaee et al. (2007) با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست مبتنی‌بر رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، به اندازه‌گیری بهره‌وری محصول گندم و سنجش روند آن در استان‌های ایران پرداختند. براساس نتایج، بهره‌وری کل و کارایی بین استان‌های مختلف تفاوت‌های زیادی دارد، درحالی‌که تفاوت‌های کارایی فناوری در بین استان‌ها کمتر است. هرچند نوسان‌های بهره‌وری از هر دو جزء تأثیر می‌پذیرد، اما به‌دلیل دامنهٔ وسیع تغییرات کارایی، نوسان‌های بهره‌وری کل عوامل بیشتر به‌دلیل تغییرات کارایی فنی است و در هیچ‌یک از استان‌ها، تغییر کارایی فناوری در بهبود بهره‌وری کل عوامل نقش نداشته است. Shokohi & Bakhshodeh (2009) با به‌کارگیری شاخص مالم‌کوئیست، تمایل به همگرایی را در بهره‌وری غلات در استان‌های ایران آزمودند. یافته‌ها بیانگر اختلاف زیاد میزان رشد بهره‌وری در سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۲ است. به‌علاوه، تأثیر تغییرات اجزای بهره‌وری بیانگر آن است که رشد بهره‌وری غلات به‌استثنای گندم دیم، در اکثر استان‌ها به‌دلیل پیشرفت فناوری است. همچنین، کارایی مقیاس در اغلب استان‌ها، سهم اندکی در افزایش بهره‌وری دارد که بیانگر استفادهٔ بهینهٔ بیش از حد از نهاده‌های تولید است.

در مطالعه‌ای دیگر، Rajabi Tanha & Abdollahzadeh (2010) با کاربرد شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست با رویکرد غیرمحدب، به بررسی رشد بهره‌وری محصول جو در بین استان‌های ایران پرداختند و استان‌های مرجع را برای چگونگی کاهش این تفاوت‌ها معرفی کردند. یافته‌ها بیانگر وجود تفاوت‌های شایان توجه رشد بهره‌وری کل عوامل و اجزای آن در بین استان‌هاست. درواقع، استان‌هایی که در سطوح پایین‌تر توسعه‌اند، کارایی بیشتری در مقایسه با استان‌های توسعه‌یافته‌تر دارند.

در بیشتر مطالعات خارج از کشور، به مقایسهٔ کارایی بین کشورها از طریق ترکیبی از روش‌های DEA و توابع تولید کاب داگلاس یا ترانسلوگ توجه شده است (Coelli & Rao, 2003). همچنین، در مطالعات مختلفی، از شاخص مالم‌کوئیست با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها برای تخمین بهره‌وری کشاورزی و ارزیابی رقابت‌پذیری کشاورزی استفاده شده است (Coelli & Rao, 2003; Lissitsa et al., 2007; Rasmunssen, 2010; Burja, 2012).

مطالعهٔ رشد بهره‌وری کشاورزی در سطح استان‌های چین و عوامل مؤثر بر آن در سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ از جمله تحقیقات اخیر در این زمینه است (Zhou & Hai-peng, 2013). مطابق یافته‌ها، افزایش نهاده‌ها و بهره‌وری کل عوامل به‌ترتیب ۴۰/۶ درصد و ۵۲/۲ درصد از رشد محصول کشاورزی چین را تبیین می‌کنند. از بین نهاده‌های کشاورزی، کودهای شیمیایی و سپس نهاده‌های مکانیکی، مهم‌ترین سهم را در رشد محصول کشاورزی دارند. سهم زمین و نیروی کار منفی است. به‌علاوه، رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل، نوسان زیادی را در طول زمان نشان می‌دهد و در این زمینه، بین استان‌ها شکاف زیادی وجود دارد.

به‌تازگی کاربرد تکنیک DEA برای ارزیابی کارایی در زمینهٔ پایداری تولید کشاورزی روبه‌افزایش است (De Koeijer et al., 2002; Kim, 2001; Abay et al., 2004; Piot-Lepetit et al., 1997; Gerdessen & Pascucci, 2013)؛ برای مثال، Kim (2001) نمرهٔ کارایی مقیاس مزارع با نظام کشاورزی پایدار و نظام کشاورزی قراردادی را با محاسبهٔ مدل‌های CCR و BCC مقایسه کرد. یافته‌ها بیانگر سودمندی بیشتر رابطهٔ ستاده/ نهاده در نظام کشاورزی پایدار است. مطالعه‌ای که در بین کشاورزان چغندرکار هلند انجام گرفت، از رویکرد DEA برای کمی‌سازی پایداری برمبنای تئوری کارایی استفاده کرد (De Koeijer et al., 2002). این مطالعه، از شاخص‌های اجتماعی- اقتصادی و بیواکولوژیکی در طول چهار دورهٔ متوالی استفاده کرد. در این مطالعه، فرض شد که پایداری، ترکیبی از کارایی زیست‌محیطی و عملکرد اقتصادی است. درواقع، اگر کشاورزان کارایی فنی خود را در زمینهٔ استفاده از نهاده‌های آلوده‌کنندهٔ محیط‌زیست بهبود دهند، می‌توانند به اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی در راستای پایداری نیز دست یابند. براساس نتایج، متوسط کارایی فنی فقط ۵۰ درصد است و رابطهٔ همبستگی مثبت معناداری میان کارایی فنی و کارایی پایدار وجود دارد. در تحقیقی دیگر، کارایی مصرف نهاده‌ها در مصاحبه با ۳۰۰ تولیدکنندهٔ تنباکو در ترکیه با توجه به معیارهای پایداری تحلیل شد (Abay et al., 2004). علاوه‌بر مدل CCR، مدل‌های اقتصادسنجی نیز برای تعیین عوامل مؤثر بر کارایی در مقیاس منطقه‌ای تهیه شد. نتایج بیانگر رابطهٔ مثبت بین کارایی مصرف نهاده‌ها و پایداری کشاورزی بود. در مطالعه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

بر تولید تنباکو در تانزانیا، رابطهٔ بین کارایی تولید، تنوع زیستی و مصرف منابع بررسی شد (Sauer & Abdallah, 2007). مطابق نتایج، افزایش کارایی تولید تنباکو موجب پایداری زیست‌محیطی می‌شود.

در تحقیقی دیگر، مدل DEA برای ارزیابی پایداری کشاورزی و تحلیل عملکرد مزارع خانوادگی به‌کار گرفته شد (Gomez et al., 2009). متغیرها شامل سطح زیرکشت، نیروی کار و تولید بود. مفهوم پایداری در این تحقیق، حفظ بلندمدت ظرفیت نظام تولید، تعریف شد و مدل برای دو دورهٔ ۱۹۸۶ و ۲۰۰۲ اجرا شد. نتایج نشان داد کشاورزان در طول زمان کارایی خود را افزایش داده‌اند که این بهبود ممکن است بیانگر وجود پایداری در نظام تولید باشد. به روشی مشابه، تأثیر سیاست‌های منطقه‌ای در زمینهٔ کشاورزی، از طریق مطالعهٔ میزان نشر آلودگی حاصل از مصرف کود به‌عنوان یک ستادهٔ نامطلوب در استان‌های ایتالیا ارزیابی شد. نتایج نشانگر تفاوت‌های زیاد در عملکرد زیست‌محیطی در بین مناطق بود. به‌علاوه، استان‌هایی که سهم بیشتری از بودجهٔ عمومی را دریافت می‌کردند، شاخص بهره‌وری کل آن‌ها مطلوب نبود (Falavigna, 2013). در تحقیقی دیگر و با کاربرد شاخص‌های مربوط به سه مؤلفهٔ اصلی پایداری، دو شاخص اقتصادی، دو شاخص اجتماعی و چهار شاخص زیست‌محیطی از طریق تکنیک DEA، ۲۵۲ منطقهٔ کشاورزی در اروپا مقایسه و سطح‌بندی شدند (Gerdessen & Pascucci, 2013). هدف، شناسایی مجموعه‌ای از مناطق کارا و ناکارا در پنج سناریو بود. سناریوها با توجه به اهمیت نسبی سه مؤلفهٔ اصلی پایداری، طراحی و تدوین شدند. نتایج بیانگر ناهمگنی در عملکرد پایدار مناطق بود. برای تحلیل کارایی ۱۶ واحد تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در منطقه‌ای از آلبانی نیز از مدل CCR استفاده شد. در این تحقیق، عملکرد گوجه‌فرنگی به عنوان خروجی مدل و ورودی‌ها نیز شامل نهاده‌هایی مانند کود، آفت‌کش‌ها و مقدار آب مصرفی لحاظ شد و به‌این‌ترتیب واحدهای ناکارا شناسایی شدند (Nikolla et al., 2013). همچنین، تکنیک DEA برای اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری بین نظام کشاورزی مرسوم و نظام کشاورزی آلی در نمونه‌ای از مزارع انگور اسپانیا به‌کار گرفته شد (Aldanondo-Ochoa et al., 2014). در این تحقیق، از شاخص‌های مازاد مقدار نیتروژن و میزان سم موجود در آفت‌کش‌ها استفاده شد و نتایج بیانگر این بود که نظام کشاورزی آلی از نظر کارایی زیست‌محیطی در سطحی بالاتر قرار دارد.

درواقع، در چنین پژوهش‌هایی، بر مناسبت رویکرد DEA برای اندازه‌گیری عملکرد چندشاخصهٔ ارزیابی پایداری به‌علت نیازنداشتن به شاخص‌های متنوع یا وزن‌های ازپیش تعیین شده تأکید شده است (Callens & Tyteca, 1999). همچنین، این بررسی نشان داد بیشتر مطالعات از مدل‌های مرسوم تحلیل پوششی داده‌ها (BCC: Banker, Charnes, Cooper و CCR) استفاده کرده‌اند و با تمرکز بر پیامدهای زیست محیطی کاربرد نهاده‌ها، کارایی واحدهای تولید را مقایسه کرده‌اند، درحالی‌که مطالعه‌ای در دسترس نیست که با تمرکز بر شاخص‌های اکولوژیکی کشاورزی پایدار و عامل توازن انجام گرفته باشد. در این تحقیق، با ارائهٔ مدل توازن، راهبرد توسعهٔ پایدار بخش کشاورزی در زمینهٔ کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی لحاظ می‌شود و با اندازه‌گیری عامل توازن، میزان همسویی استان‌ها با این راهبرد بررسی می‌شود.

روش تحقیق

مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور محاسبهٔ کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با چند ورودی و چند خروجی با فرض بازدهی به مقیاس‌های ثابت و متغیر ارائه شدند (Charnes et al., 1978; Banker et al., 1984). این مدل‌ها، با توجه به کاربرد فراوان در زمینه‌های مختلف به‌سرعت توسعه یافتند و درحال‌حاضر تعداد زیادی از آن‌ها به‌منظور محاسبهٔ کارایی، بهره‌وری و رتبه‌بندی استفاده می‌شوند (Eilat et al., 2006; Alirezaee & Afsharian, 2010; Alirezaee & Rajabi Tanha, 2012). مدل‌های پایه‌ای برای وزن‌های مربوط به شاخص‌ها، هیچ‌گونه محدودیتی درنظر نمی‌گیرند؛ بنابراین، مطالعات بسیاری در حوزهٔ محدودیت‌های وزنی و جلوگیری از صفرشدن وزن‌ها و نادیده‌گرفته‌شدن احتمالی بعضی از شاخص‌ها و ایجاد توازن، با درنظرگرفتن تمامی شاخص‌ها صورت گرفته است (Thompson et al., 1986; Dyson & Thanassoulis, 1988; Wong & Beasley, 1990; Dimitrov & Sutton, 2010; Ahn et al., 2012; Dyckhoff et al., 2012). در این مطالعه، مدل توازن معرفی شد و سپس در محاسبهٔ کارایی بخش کشاورزی در بین استان‌ها با رویکرد زیست‌محیطی و تأکید بر جنبه‌های اکولوژیکی، یعنی کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی به‌کار گرفته شد. این مدل که به‌منظور درنظرگرفتن سیاست‌های اعمال‌شده به واحدها طراحی و ساخته شده است، قیودی را براساس این سیاست‌ها با نظر کارشناسی و به‌طور دقیق، مدل‌سازی ریاضی می‌کند، میزان هم‌راستایی با این سیاست‌ها را محاسبه

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کند و به ارائهٔ راهکارهای بهبود و اصلاح می‌پردازد. در این تحقیق، منظور از سیاست‌های کلان، کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی کود و سم در بخش کشاورزی است. مطابق مدل زیر، n واحد تصمیم‌گیرنده را درنظر بگیرید که m ورودی را برای تولید s خروجی مصرف می‌کند. کارایی نسبی واحد مورد ارزیابی، از طریق مدل ۱ محاسبه می‌شود.

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \qquad (1)$$

s.t

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \quad , j=1,\dots,n$$

$$u_r \ge \varepsilon \qquad r=1,\dots,s$$

$$v_i \ge \varepsilon \qquad i=1,\dots,m$$

در این مدل، $X_j = \{x_{ij}\}, i=1,...,m$ و $Y_j = \{y_{rj}\}, r=1,...,s$ به‌ترتیب ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده‌شده و نامنفی هستند و $X_j \neq 0, Y_j \neq 0$. مقدار ثابت ε غیرارشمیدسی است که به‌عنوان حد پایین برای وزن‌ها درنظر گرفته می‌شود.

درادامه، به معرفی مدل توازن می‌پردازیم. در دنیای واقعی، با مواردی مواجهیم که در آن‌ها باید سیاست‌های تحمیلی را به منظور محاسبهٔ دقیق‌تر کارایی و شاخص توازن درنظر بگیریم. این سیاست‌ها را می‌توان به‌صورت درنظرگرفتن کران‌هایی برای نسبت سهم شاخص یا شاخص‌هایی (ورودی‌ها یا خروجی‌ها) مدل‌سازی کرد (مدل ۲). با توجه به اینکه در این مطالعه، این قیود برای ورودی‌ها تعریف می‌شوند، این حالت ارائه می‌شود. حالت خروجی در مطالعات دیگری مطرح شده است (Alirezaee & Rajabi Tanha, 2012).

$$L_k \le \sum_{r\in R_1} v_i x_{ip} \Big/ \sum_{r\in R_2} v_i x_{ip} \le U_k \qquad (2)$$

$$\forall k \quad k=1,2,...,K,$$

$$R_1, R_2 \subseteq \{1,2,...,m\}, R_1, R_2 \neq \phi$$

به‌این‌ترتیب، مدل کلی توازن به‌صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \qquad (3)$$

s.t

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \quad , j=1,\dots,n$$

$$L_k \le \sum_{r\in R_1} v_i x_{ip} \Big/ \sum_{r\in R_2} v_i x_{ip} \le U_k$$

$$\forall k, \ R_1, R_2 \subseteq \{1,2,...,m\}, R_1, R_2 \neq \phi$$

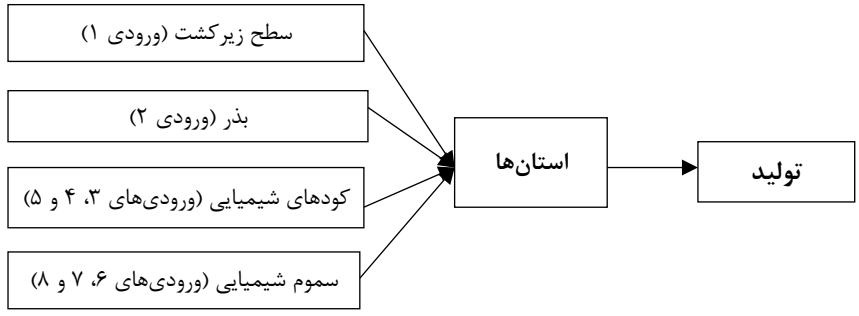
$$u_r \ge \varepsilon \qquad r=1,\dots,s$$

$$v_i \ge \varepsilon \qquad i=1,\dots,m$$

در این مدل، R_1, R_2, L_k, U_k و تعداد قیود (K) با توجه به سیاست‌های موجود و نظر کارشناسی، تعیین می‌شود.

نتایج و بحث

برای اندازه‌گیری و مقایسهٔ کارایی استان در زمینهٔ مصرف نهاده‌های مختلف از طریق ادارهٔ کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی اطلاعات مربوط به مصرف، بذر، سطح زیرکشت، انواع کودها و سموم شیمیایی برای سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۸ گردآوری شد. همان‌طورکه در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، نهاده‌های تولید شامل بذر، کودهای شیمیایی، ازت، فسفات و سایر انواع کود، سموم شیمیایی علف‌کش، آفت‌کش، بیماری‌کش و سطح زیرکشت برای دو محصول گندم و جو آبی است. مشخصات آماری این شاخص‌ها به‌تفکیک استان‌ها برای دو محصول گندم و جو در جدول ۱ می‌آید.



شکل ۱. نماد تصویری شاخص‌های استان‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. مشخصات آماری داده‌ها برای دو محصول گندم و جو

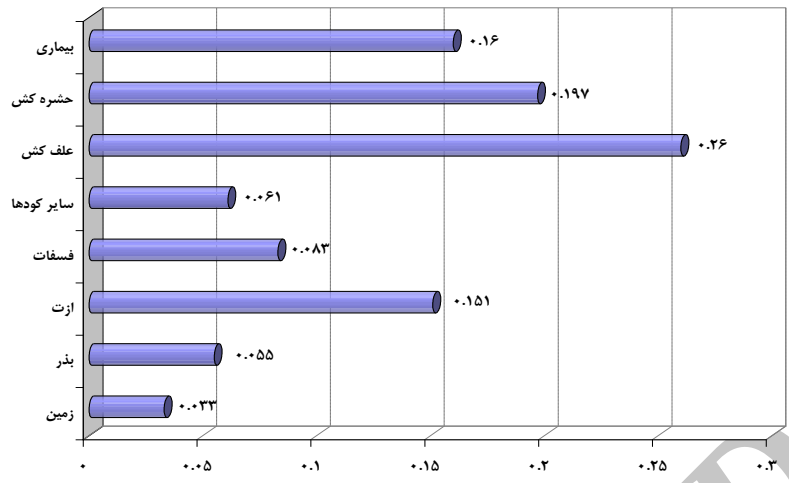
	محصول گندم				محصول جو			
	انحراف معیار	میانگین	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	میانگین	بیشترین	کمترین
ورودی‌ها								
سطح زیرکشت (هکتار)	۱۹۴۰۵۳/۷	۲۱۴۴۳۱/۲	۶۱۲،۰۶۴	۷۶۵۶	۵۱۵۸۴/۸۳	۵۴۰۵۳/۳۵	۲۲۸،۶۸۷	۱۲۷۶
بذر (میانگین مصرف)	۳۹۸۸۲/۹	۴۰۷۹۰/۹	۱۶۰،۷۵۵	۱۰۰۹	۹۳۹۵/۴۷	۱۰۱۹۸/۶	۴۰،۵۰۷	۳۰۳
ازت (میانگین مصرف)	۴۲/۳	۱۲۱/۱	۳۱۱/۷	۶۸/۱	۳۴/۲	۹۹	۲۰۲/۵	۳۳/۶
فسفات (میانگین مصرف)	۲۶/۴	۸۳/۱	۱۹۶	۵۴	۲۲/۶	۶۸/۹	۱۵۳/۵	۲۹/۵
سایر انواع کود (میانگین مصرف)	۱۳۵۰/۶	۲۵۳/۹	۷۵۳۱/۱	۰/۱۸	۶/۸	۶/۹	۲۹/۱	۰
سموم علف‌کش (میانگین مصرف)	۶۹/۵	۵۴/۳	۳۱۱/۷	۰	۵/۳	۵/۶	۱۹/۳	۰
سموم آفت‌کش (میانگین مصرف)	۲۱/۱	۱۷/۷	۷۶/۹	۰	۱/۶	۱/۲	۵/۹	۰
سموم بیماری‌کش (میانگین مصرف)	۲۱/۳	۱۴/۱	۹۳/۴	۰	۷/۲	۲/۱	۳۹	۰
خروجی								
تولید (تن در هکتار)	۳۸۶۶۴۰/۷	۴۳۴۹۸۲/۸	۱،۳۹۶،۶۴۹	۱۱،۶۱۱	۱۱۴۳۲۷/۶	۱۱۱۱۶۸/۶	۵۷۴،۹۳۰	۲۳۷۰

در راهبردهای کشاورزی پایدار، بر کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی خارج از مزرعه مانند کودها و سموم تأکید شده است؛ به‌این‌علت طبق فرض این تحقیق، کارایی در مصرف این نهاده‌ها نشانگر پایداری بیشتر است (De Koeijer et al., 2002). در زمینهٔ آثار سوءمصرف سموم و کودهای شیمیایی، می‌توان از آلوده‌شدن آب و خاک، فزونی نیترات موجود در بافت‌های گیاهی و کاهش کیفیت محصول، کاهش مقاومت گیاه دربرابر آفات و امراض و کاهش حاصلخیزی خاک نام برد (Pourzand & Bakhshodeh, 2012). با توجه به این مهم در بخش کشاورزی و به‌منظور محاسبهٔ میزان کارایی در کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، مدل توازن برای محاسبهٔ شاخص توازن ۳۰ استان کشور برای محصول گندم و ۲۷ استان برای محصول جو به‌کار گرفته شد. به‌دلیل کامل‌نبودن داده‌های مربوط به محصول جو برای استان‌های بوشهر، سیستان‌وبلوچستان و هرمزگان، این سه استان در حالت دوم از ارزیابی حذف شدند. مدل مربوط با واردکردن سیاست‌های راهبردی توسعهٔ پایدار کشاورزی (کاهش یا مصرف بهینهٔ نهاده‌های شیمیایی خارج از مزرعه و حرکت در راستای استفاده از روش‌های جایگزین کود و سم) در قالب قیود توازن ساخته‌شده و میزان همسویی استان‌ها با این سیاست‌ها یا به‌عبارت دیگر، میزان کارایی آن‌ها در زمینهٔ مصرف نهاده‌ها، از نسبت کارایی حاصل از این مدل و مدل پایه‌ای (بدون قیود توازن) به‌دست می‌آید.

برای برآورد کران‌های مربوط به قیود توازن، ابتدا محاسبهٔ اهمیت نسبی این شاخص‌ها از طریق تکنیک AHP صورت گرفت. به‌این‌منظور، دیدگاه‌های ۱۵ نفر از اعضای هیئت‌علمی دانشگاه در رشته‌های اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، خاک‌شناسی، گیاه‌پزشکی و زراعت استخراج شد. وزن محاسبه‌شده به روش AHP برای شاخص‌ها به‌شرح شکل ۲ است. ملاحظه می‌شود که مصرف سموم شیمیایی علف‌کش، حشره‌کش و سموم ازبین‌برندهٔ بیماری‌های گیاهی اهمیت بیشتری دارند. درواقع، مطابق راهبردهای زیست‌محیطی کشاورزی، کاهش مصرف سموم شیمیایی به‌علت آثار مخرب آن، در اولویت قرار دارد. با توجه به موارد مذکور، دو قید توازن به‌صورت زیر وارد مدل می‌شوند. قید اول اهمیت مجموع سموم و کودها را در مقایسه با دو نهادهٔ دیگر وارد می‌کند که با توجه به شکل ۲ این اهمیت تقریباً ۱ به ۹ است و اگر با انحراف ۴۵ درصد درنظر بگیریم، کران‌های ۶ درصد و ۱۵ درصد برای این نسبت به‌دست می‌آید. همان‌گونه‌که در شکل ۲ دیده می‌شود، قید دیگری به‌منظور لحاظ‌کردن اهمیت سموم به کودها، باید به مدل اعمال شود. این اهمیت نیز تقریباً ۱ به ۲ محاسبه شد که با انحراف ۲۰ درصد، کران‌های موجود در قید دوم را با مقادیر ۳۰ درصد و ۷۰ درصد به‌دست می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. نتایج محاسبهٔ وزن شاخص‌ها از طریق AHP

$$\text{Max } uy_p \qquad (۴)$$

$$\text{s.t}$$

$$\sum_{i=۱}^{۸} v_i x_{ip} = ۱$$

$$uy_j - \sum_{i=۱}^{۸} v_i x_{ij} \le ۰ \quad , \; j=۱,\ldots,۳۰$$

$$۰/۰۶ \le \sum_{i=۱}^{۲} v_i x_{ip} \Big/ \sum_{i=۳}^{۸} v_i x_{ip} \le ۰/۱۵$$

$$۰/۳ \le \sum_{i=۳}^{۵} v_i x_{ip} \Big/ \sum_{i=۶}^{۸} v_i x_{ip} \le ۰/۷$$

$$u, v_i \ge \varepsilon \qquad \forall i$$

نتایج اجرای مدل به‌تفکیک دو محصول در بین ۳۰ استان در جدول ۲ مشاهده می‌شود. در جدول زیر، نتایج مدل پایه‌ای (CCR) (بدون درنظرگرفتن سیاست‌های راهبردی (قیود توازن)، مدل توازن (BM: Balance Model) (با درنظرگرفتن سیاست‌های راهبردی (قیود توازن) و عامل توازن (BF: Balance Factor)- که نسبت نمره‌های حاصل از دو مدل مذکور است- به‌تفکیک دو محصول گندم و جو می‌آید.

ملاحظه می‌شود که استان‌های آذربایجان غربی، اردبیل، خراسان رضوی، فارس، کرمانشاه و گیلان در هر دو مدل و درنتیجه، در شاخص توازن برای محصولات گندم و جو عملکرد بهتری داشته‌اند. درواقع، این استان‌ها نه‌تنها در مصرف نهاده‌های تولیدی، کارا عمل کرده‌اند، بلکه در زمینهٔ کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم) نیز در مقایسه با بقیهٔ استان‌ها کاراتر بوده‌اند. این موضوع نشانگر سطح بالاتر پایداری بخش کشاورزی در این استان‌ها با توجه به سیاست راهبردی (داشتن کارایی بیشتر و استفادهٔ بهینه از نهاده‌ها برای تولید) و رویکرد زیست‌محیطی (حرکت در راستای کاهش نهاده‌های مخرب محیط‌زیست و سلامت انسانی) است.

وضعیت مشابهی در استان‌های خوزستان، سیستان وبلوچستان، کردستان، گلستان و هرمزگان، فقط برای محصول گندم مشاهده می‌شود؛ یعنی این استان‌ها در مقایسه با دیگران، علاوه‌بر کارایی مرسوم در مصرف نهاده‌ها، در قالب رویکردهای زیست‌محیطی و کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی عملکرد بهتری داشته‌اند، درحالی‌که استان‌های آذربایجان شرقی، ایلام، تهران، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، قزوین، قم، کرمان، کهگیلویه‌وبویراحمد و یزد برای محصول جو در سه حالت، عملکرد مناسب داشته‌اند.

نکتهٔ مهم در زمینهٔ یافته‌های تحقیق حاضر، زمانی است که یک استان مطابق نتایج مدل پایه‌ای (CCR) کارا باشد، اما از لحاظ عامل توازن عملکرد مطلوبی نداشته باشد. چنین وضعیتی برای استان تهران، قم، اصفهان، مازندران و مرکزی در زمینهٔ هر دو محصول، برای استان‌های کردستان و همدان در زمینهٔ محصول جو و برای استان کرمان و خراسان جنوبی فقط درمورد محصول گندم مشاهده می‌شود. این موضوع بیانگر آن است که این مناطق نتوانسته‌اند در راستای سیاست‌های کلان بخش کشاورزی (کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی با استفاده از روش‌های مبارزهٔ تلفیقی با آفات و علف‌های هرز و همچنین استفاده از کودهای کمپوست، گیاهی و ریزمغذی‌ها) اقدام کنند. این موضوع به‌ویژه برای استان‌های تهران، قم، اصفهان و مرکزی، علی‌رغم توسعه‌یافتگی مطلوب در بیشتر شاخص‌های زیرساختی

Archive of SID

www.SID.ir

حائز اهمیت است.[1] بخش عظیمی از جمعیت کشور در این مناطق ساکن‌اند و تقاضای سریع مواد غذایی موجب شده است تا بهره‌برداران این استان‌ها به‌منظور پاسخگویی به این تقاضای بالا، از طریق فشرده‌سازی مصرف نهاده‌های شیمیایی (کودها و سموم) میزان تولید خود را بالا ببرند. در استان مازندران نیز به عنوان یکی از استان‌های پیشرو در تولید کشاورزی در کشور، این موضوع نیازمند توجه ویژه است. توجه به کاهش مصرف سموم شیمیایی در بیشتر نظام‌های تولید این استان موجب شده است تا در این استان سرطان دستگاه گوارش بسیار شایع باشد که ناشی از مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی است (پایگاه خبری بولتن نیوز، ۱۳۹۰/۱۰/۲۹).

حالت بهتر این است که استان‌ها برخلاف کارایی کم، در زمینهٔ عامل توازن نمرهٔ بالایی کسب کنند؛ برای مثال، ایلام، بوشهر و لرستان برای گندم و استان‌های چهارمحال‌وبختیاری، خوزستان و لرستان در زمینهٔ جو علی‌رغم کارایی کم، از لحاظ عامل توازن نمرهٔ بالایی را به‌دست آوردند. این موضوع بیانگر درنظرگرفتن راهبردهای کلان توسعهٔ پایدار بخش کشاورزی (یعنی تلاش در راستای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و هم راستاشدن با اصول زیست‌محیطی در عملیات کشاورزی پایدار) است. بیشتر این استان‌ها از لحاظ شاخص‌های توسعهٔ زیربنایی و انسانی در سطح پایینی قرار دارند. هرچند استان‌های بوشهر و خوزستان به‌علت وجود منابع نفت و گاز سهم زیادی در تولید ناخالص کشور دارند، اما از نظر شاخص توسعهٔ انسانی و شاخص‌های خدماتی، مانند سایر استان‌های این گروه، در وضعیت مطلوبی نیستند. درواقع، برخلاف کارایی پایین در تولید دو محصول اصلی کشور، این استان‌ها در زمینهٔ کاهش مصرف دو نهادهٔ مخرب زیست‌محیطی، عملکرد مناسبی داشته‌اند. بدین ترتیب، می‌توان این موضوع را دلیل احتمالی کاهش کارایی در این استان‌ها به‌شمار آورد.

همچنین، براساس محاسبات صورت‌گرفته و برای ترسیم وضعیت کارایی براساس موقعیت جغرافیایی، منطقه‌بندی برمبنای همگنی به‌تفکیک دو محصول و برای سه مدل در محیط GIS انجام گرفت که این دسته‌بندی در شکل‌های ۳ تا ۸، به‌ترتیب در سه گروه کم، متوسط و زیاد نشان داده می‌شود. با توجه به شکل ۳، مشاهده می‌شود که فقط استان بوشهر از نظر تولید گندم در وضعیتی نامناسب است و بیشتر استان‌ها مطابق مدل CCR در وضعیت کارا هستند. برای محصول جو نیز مطابق مدل CCR، بیشتر استان‌ها در وضعیت کارا هستند، اما استان‌های خط ساحلی جنوب در وضعیتی نامناسب‌اند (شکل ۶). براساس نتایج شکل ۴ و برای محصول گندم، مطابق مدل BM بیشتر استان‌های واقع‌شده در مرکز ایران، در شرایط نامناسبی هستند. درواقع، این استان‌ها به‌همراه استان‌های شمالی، رویکردهای زیست‌محیطی را در تولید کشاورزی لحاظ نکرده‌اند، درحالی‌که استان‌های خط ساحلی جنوب، برای محصول جو چنین وضعیتی ندارند (شکل ۴).

شکل ۵ نشان می‌دهد استان‌های واقع در مرکز در زمینهٔ محصول گندم و استان‌های واقع در خط ساحل جنوب در زمینهٔ محصول جو، برخلاف کارایی پایین، درمورد عامل توازن نیز نمرهٔ بالایی کسب نکرده‌اند. درواقع، این‌ها هم مطابق مدل پایه‌ای، از کارایی به‌دورند و هم در زمینهٔ عمل به راهبردهای کلان زیست‌محیطی (کاربرد بهینهٔ نهاده‌های شیمیایی) در توسعهٔ بخش کشاورزی عملکرد ناموفقی داشته‌اند.

۱. در بیشتر مطالعات توسعهٔ منطقه‌ای مبتنی‌بر شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی، بر توسعه‌یافتگی استان‌های تهران، قم، اصفهان، مرکزی، سمنان و... و همچنین توسعه‌نیافتگی استان‌های سیستان‌وبلوچستان، خراسان جنوبی، لرستان، کهگیلویه‌وبویراحمد، کردستان، ایلام و... تأکید شده است. برای بررسی ادبیات این موضوع رجوع شود به عبدالله‌زاده و شریف‌زاده (۱۳۹۱). سطح‌بندی توسعهٔ منطقه‌ای در ایران (کاربرد رهیافت شاخص ترکیبی). مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال چهارم، شمارهٔ ۱۳، صص ۴۱- ۶۲.

Archive of SID

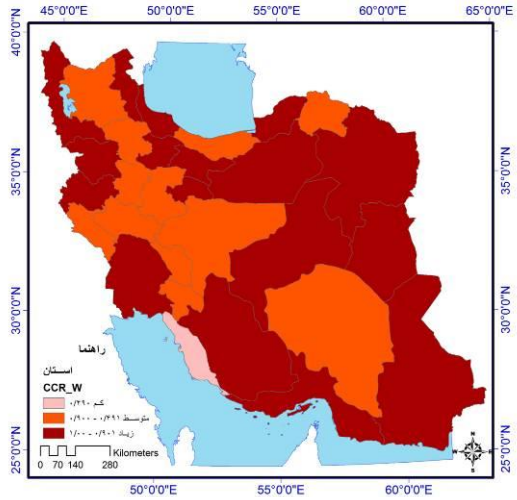
www.SID.ir

جدول ۲. نتایج اجرای مدل به‌تفکیک استان‌ها برای دو محصول گندم و جو

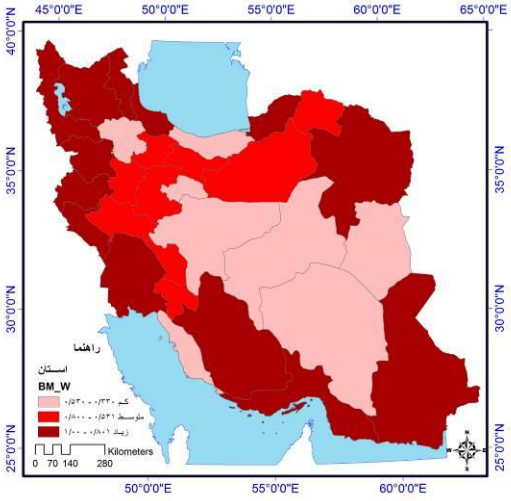
استان‌ها	گندم			جو		
	CCR	BM	BF	CCR	BM	BF
آذربایجان شرقی	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۹۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
آذربایجان غربی	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
اردبیل	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
اصفهان	۰/۸۲	۰/۳۷	۰/۴۶	۱/۰۰	۰/۹۲	۰/۹۲
ایلام	۰/۸۸	۰/۸۴	۰/۹۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
بوشهر	۰/۴۹	۰/۳۳	۰/۶۷			
تهران	۱/۰۰	۰/۷۷	۰/۷۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
چهارمحال‌وبختیاری	۰/۹۰	/۷۳	۰/۸۱	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۹۳
خراسان جنوبی	۰/۹۵	۰/۵۱	۰/۵۴	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
خراسان رضوی	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
خراسان شمالی	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۹۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
خوزستان	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۹۲
زنجان	۰/۷۸	۰/۵۳	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۵۱	۰/۷۶
سمنان	۱/۰۰	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۹۸
سیستان‌وبلوچستان	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰			
فارس	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
قزوین	۱/۰۰	۰/۷۴	۰/۷۴	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
قم	۰/۹۲	۰/۳۳	۰/۳۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
کردستان	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۷	۰/۴۴	۰/۵۸
کرمان	۰/۸۰	۰/۳۹	۰/۴۸	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
کرمانشاه	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
کهگیلویه و بویراحمد	۰/۸۰	۰/۶۱	۰/۷۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
گلستان	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۸	۰/۴۸	۰/۷۱
گیلان	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
لرستان	۰/۷۲	۰/۶۳	۰/۸۸	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۹۵
مازندران	۰/۸۱	۰/۳۵	۰/۴۳	۰/۸۰	۰/۴۳	۰/۵۴
مرکزی	۰/۸۸	۰/۶۱	۰/۶۹	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۸۶
هرمزگان	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰			
همدان	۰/۷۵	۰/۵۷	۰/۷۶	۰/۸۸	۰/۴۹	۰/۵۶
یزد	۱/۰۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

Archive of SID

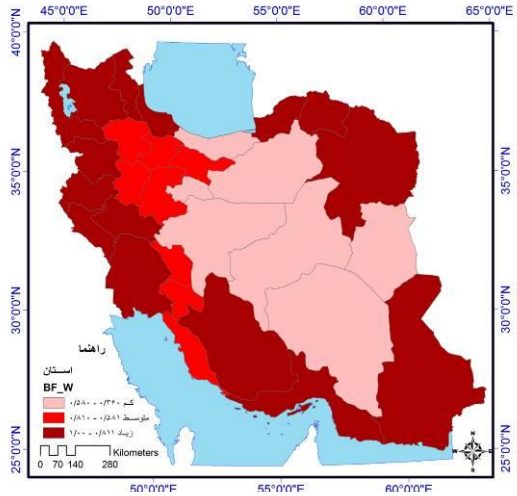
www.SID.ir



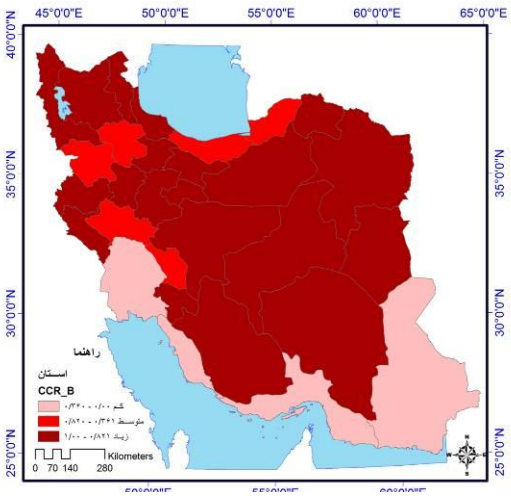
شکل ۳. مناطق همگن طبق مدل CCR برای محصول گندم



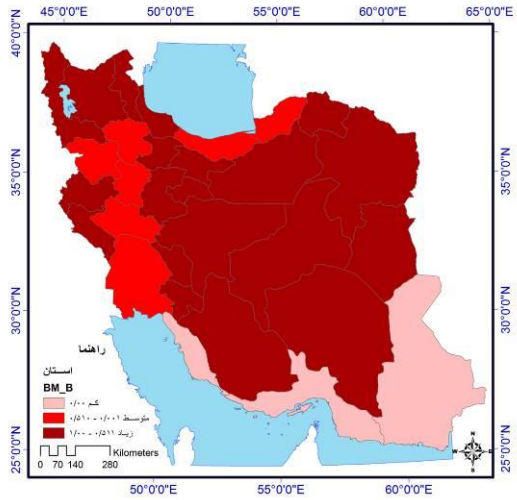
شکل ۴. مناطق همگن طبق مدل BM برای محصول گندم



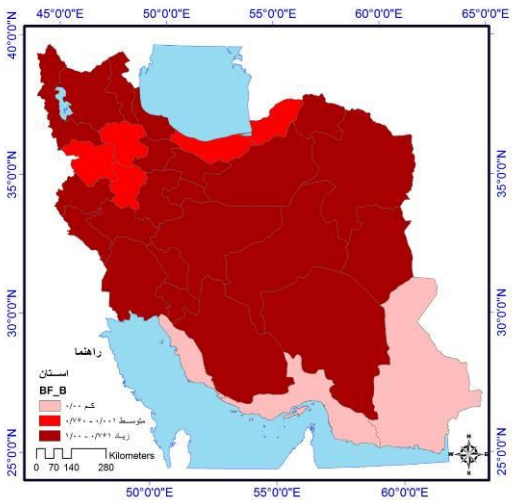
شکل ۵. مناطق همگن طبق شاخص BF برای محصول گندم



شکل ۶. مناطق همگن طبق مدل CCR برای محصول جو



شکل ۷. مناطق همگن طبق مدل BM برای محصول جو



شکل ۸. مناطق همگن طبق شاخص BF برای محصول جو

www.SID.ir

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به ارزیابی کارایی واحدهای تولید کشاورزی توجه زیادی شده است. در این پژوهش، با استفاده از مدل توازن و با درنظرگرفتن این عامل، با درنظرگرفتن سیاست‌های بخش کشاورزی در کاهش مصرف کودها (ازت، فسفات و سایر انواع کودها) و سموم شیمیایی (علف‌کش، حشره‌کش و بیماری) به تفکیک دو محصول اصلی گندم و جو، سطوح کارایی استان‌ها را مقایسه کردیم.

یافته‌ها، هم‌راستا با تحقیقات قبلی، مناسبت رویکردهای مبتنی‌بر کارایی واحدهای تصمیم را در اندازه‌گیری پایداری مبتنی‌بر کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی نشان داد (De Koeijer et al., 2002; Kim, 2001; Abay et al., 2004; Gomez et al., 2007; Gerdessen & Pascucci, 2013). به علاوه، رویکرد تلفیق سیاست‌های زیست‌محیطی در عملیات کشاورزی، مستلزم کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. این تحقیق با استفاده از عامل توازن و تخصیص وزن به شاخص‌های زیست‌محیطی، کارایی استان‌ها را در راستای سیاست‌های بالا نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج، می‌توان گروه‌بندی زیر را برای استان‌ها درنظر گرفت. یک گروه از استان‌ها، متوازن عمل کرده‌اند و در دو مدل کارا بوده‌اند. این‌ها شامل استان‌های آذربایجان غربی، اردبیل، خراسان رضوی، فارس، کرمانشاه و گیلان هستند که در هر دو حالت، برای محصولات گندم و جو کارایی داشتند. درواقع، این استان‌ها به‌علت عملکرد بهتر در زمینهٔ مصرف بهینهٔ نهاده‌ها (کارایی معمول) و به‌علت توجه به سیاست‌های زیست‌محیطی (کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی)، در مقایسه با سایر استان‌ها در وضعیت بهتری بوده‌اند. بعضی از این استان‌ها، بخش کشاورزی پیشرویی دارند (فارس و گیلان) و باید با تشویق دست‌اندرکاران بخش کشاورزی این استان‌ها، وضعیت آن‌ها را تقویت کرد. همچنین، باید آگاه‌سازی بیشتری در زمینهٔ کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی صورت گیرد.

حالت دوم برای استان‌هایی است که هرچند مطابق نتایج مدل پایه‌ای (CCR)، کارایی معمول را کسب کردند، اما در زمینهٔ عامل توازن امتیاز مطلوبی نداشتند. درواقع، نتوانستند در راستای سیاست‌های زیست‌محیطی (مصرف بهینهٔ نهاده‌های شیمیایی) گام بردارند. این گروه از استان‌ها (تهران، قم، اصفهان، مازندران و مرکزی) در زمینهٔ هر دو محصول، در اولویت سیاستگذاری توسعهٔ پایدار بخش کشاورزی قرار دارند. بیشتر آن‌ها استان‌های توسعه‌یافته‌اند که در زمینهٔ توسعهٔ صنعتی، زیربنایی و انسانی وضعیت مطلوبی دارند. به‌علاوه، از نظر موقعیت جغرافیایی نیز بیشتر در نواحی مرکزی (به‌جز استان مازندران) قرار گرفته‌اند که اغلب در آنجا شرایط تنش آبی وجود دارد. بعضی از تحقیقات پیشین نیز نشان دادند که استان‌های توسعه‌یافته‌تر از نظر بهره‌وری واحدهای بخش کشاورزی در مقایسه با استان‌های کم‌توسعه، عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند که هم‌راستا با نتایج این تحقیق است (Rajabi Tanha & Abdollahzadeh, 2010; Alirezaee et al., 2007). درواقع، این موضوع بیانگر آن است که هرچه یک منطقه از نظر شاخص‌های توسعه روبه‌پیشرفت بوده، از نظر زیست‌محیطی شرایط مطلوبی را طی نکرده است. ضمن اینکه تمرکز جمعیت در چنین استان‌هایی، فشار زیادی را بر تقاضا وارد کرده است و عرضه‌کنندگان با فشرده‌سازی بهره‌برداری از طریق استفادهٔ بیشتر از نهاده‌های بیرون مزرعه، سعی در پاسخ به این تقاضا داشته‌اند.

نتیجهٔ مهم و جالب این تحقیق درمورد استان‌هایی بود که با توجه به عامل توازن، امتیاز بالایی داشتند، اما در وضعیت کارا نبودند. می‌توان این‌طور استنباط کرد که این استان‌ها به‌علت توجه به سیاست‌های کلان بخش، یعنی حرکت در راستای کاهش مصرف یا مصرف بهینهٔ نهاده‌های خارج از مزرعه (نهاده‌های شیمیایی)، در نظام‌های بهره‌برداری خود متحمل چنین حدی از ناکارایی شده‌اند. این استان‌ها شامل ایلام، بوشهر، لرستان در زمینهٔ محصول گندم و چهارمحال‌وبختیاری، خوزستان و لرستان در زمینهٔ محصول جو است که علی‌رغم کارایی کم، از لحاظ عامل توازن نمرهٔ بالایی را به‌دست آورده‌اند. نکتهٔ مهم در این استان‌ها، سطح توسعه‌یافتگی پایین آن‌ها در زمینهٔ صنعتی، انسانی و خدماتی نسبت به بقیهٔ استان‌هاست. هرچند دو استان خوزستان و بوشهر سهم زیادی از تولید نفت و گاز را دارند، از نظر شاخص‌های زیربنایی توسعه، در مقایسه با استان‌های مرکزی وضعیت مناسبی ندارند. بعضی از این استان‌ها در نواحی پیرامونی یا در نواحی محروم و کوهستانی قرار گرفته‌اند. درواقع، شاید بتوان رابطهٔ معکوس بین افزایش سطح توسعه‌یافتگی استان‌ها و عملکرد زیست‌محیطی آن‌ها را استخراج کرد. در تحقیقات پیشین نیز گزارش شد که استان‌های محروم و توسعه‌نیافته مانند سیستان‌وبلوچستان، در مصرف نهاده‌های تولید کشاورزی نسبت به استان‌های پیشرفته‌تر عملکرد بهتری را نشان داده‌اند (Rajabi Tanha & Abdollahzadeh, 2010). به‌علاوه، نتایج منطقه‌بندی استان‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

نشان داد برای محصول گندم بیشتر استان‌های مرکزی و برای محصول جو بیشتر استان‌های ساحل جنوب، از نظر کارایی معمول و از نظر حرکت در راستای کاهش مصرف کود و سم، عملکرد ناموفقی داشته‌اند.

درنهایت، این تحقیق فراتر از رویکردهای مرسوم در محاسبهٔ کارایی، روشی را معرفی کرد که ضمن لحاظ قیود توازن، به راهبردهای کلان بخش یا اولویت‌های آن نیز توجه می‌کند، کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده را نسبت به این سیاست‌ها نشان می‌دهد و میزان هم‌راستابودن با آن‌ها را مشخص می‌کند.

پیشنهادهایی برای سیاستگذاری

- تأکید بیشتر بر رعایت سیاست‌های زیست‌محیطی برای استان‌های گروه اول (کارایی در هر دو حالت)؛
- تقویت خدمات مشاوره‌ای و فنی به استان‌های گروه دوم (نمرهٔ بالا در کارایی و نمرهٔ پایین در عامل توازن): تقویت و افزایش کمی و کیفی آموزش‌های ترویجی در زمینهٔ مدیریت تلفیقی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و کاربرد کودهای دوستدار محیط‌زیست (کود سبز، ریزمغذی‌ها، کمپوست و ورمی)، رعایت الگوی کشت، تنوع کشت، آیش و تناوب زراعی، آزمون خاک، عملیات خاک‌ورزی (شخم مناسب در ابعاد وضعیت شیب، عمق شخم و زمان شخم) و استفادهٔ بهینه و درست از بذرهای اصلاح‌شده؛
- ارائهٔ مشوق‌های حمایتی به استان‌های گروه سوم (تحمل میزان ناکارایی به‌علت هم‌راستایی با راهبردهای کلان توسعهٔ پایدار بخش): ارائهٔ تسهیلات، اعتبارات و آموزش‌های بیشتر، خدمات مکمل تولید کشاورزی، بیمه و... . بر استفادهٔ بیشتر از روش‌های مدیریت تلفیقی آفات، برای کنترل علف‌های هرز و بیماری‌ها در این گروه از استان‌ها تأکید بیشتری صورت گیرد تا ناکارایی ایجادشده جبران شود؛
- به‌کارگیری مدل پیشنهادی این تحقیق برای محاسبهٔ عملکرد اقتصادی بخش‌ها و شرکت‌ها در شرایط ویژهٔ کنونی کشور (شرایط اقتصاد مقاومتی، شرایط تحریم و...)؛ چنین مطالعاتی، نشانگر عملکرد بخش‌ها با توجه به سیاست‌های کلان کشور است.

REFERENCES

Abay, C., Miran, B., Gunden, B. 2004. An analysis of input use efficiency in tobacco production with respect to sustainability: The case study of Turkey, Journal of Sustainable Agriculture, 24: 123-143.

Ahn, H., Neumann, L., Vazquez Novoa, N. 2012. Measuring the relative balance of DMUs. European Journal of Operational Research, 221: 417–423 and (corrigendum) 222: 68.

Aldanondo-Ochoa, A. M., Casasnovas-Oliva, V. L., and Arandia-Miura, A. 2013. Environmental efficiency and the impact of regulation in dryland organic vine production. Land Use Policy, 36: 275- 284.

Alirezaee, M. R., Afsharian, M. 2010. Improving the discrimination of data envelopment analysis models in multiple time periods. International Transportations in Operational Research, 17: 667–679.

Alirezaee, M. R., Rajabi Tanha, M. 2013. Measuring productivity growth of the regional electricity companies with regard to sanctions and related policies, Iranian Electric Industry Journal of Quality and Productivity, 2 (3): 1-9.

Alirezaee, M. R., Rajabi Tanha, M., Abdollahzadeh, G. 2007. Analyzing regional differences in Agricultural Productivity with Data Envelopment Analysis. Journal of Agriculture & Economic, 1 (2): 241-254.

Antle, J.M., Pingali, P.L. 1994. Pesticides, productivity and farmer health: a Philippine case study. Am. J. Agric. Econ. 76: 418-430.

Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. Management Science, 31: 1078–1092.

Burja, C. 2012. Determinants of the Agricultural Productivity Growth among Romanian Regions. Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica, 14 (1): 217-225.

Callens, I. and Tyteca, D. 1999. Towards indicators of sustainable development for farms: A productive efficiency perspective. Ecological Economics, 28: 41-53.

Carpenter, R. A. (1993). Can sustainability be measured? Environmental Strategy, 5, 13–16.

Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of the decision making units. European Journal of Operational Research, 2: 429–444.

Coelli, T. Rao, P. 2003. Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000.

Archive of SID

www.SID.ir

Agricultural productivity Conference, August, 2003. Durban, South Africa.

Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A., Polychronaki, E. A. 2010. A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. Ecological Indicator, 10 (2): 256-263.

De Koeijer, T. J., Wossink, G. A. A., Struik, P. C., Renkema, J. A. 2002. Measuring agricultural sustainability in terms of efficiency: the case of Dutch sugar beet growers. Journal of Environmental Management, 66: 9-17.

Dimitrov, S., Warren S. 2010. Promoting symmetric weight selection in data envelopment analysis: A penalty function approach. European Journal of Operational Research, 181: 281-288.

Dyckhoff, H., Dirksen, A., Mbock, E. 2012. Measuring Balanced Efficiency with DEA: New Approach and Case Study of German Business Schools' Research Performance. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1990233 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1990233.

Dyson, R. G., Thanassoulis, E. 1988. Reducing weight flexibility in data envelopment analysis. Journal of the Operational Research Society, 39: 563–576.

EEA (European Environment Agency). 2005. Agriculture and Environment in EU-15: the IRENA Indicator Report, Preprint for Consultation. Joint Report by DG Agriculture and Rural Development, DG Environment, Eurostat, DG Joint Research Centre, European Environment Agency. http://webpubs.eea.eu.int/content/irena/Latest products.htm.

Eilat, H., Golany, B., Shtub, A. 2006. Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. European Journal of Operational Research, 172: 1018 - 1039.

Falavigna, G., Manello, A., Pavone, S. 2013. Environmental efficiency, productivity and public funds: The case of the Italian agricultural industry. Agricultural Systems, 121: 73-80.

Gerdessen, J. C., Pascucci, S. 2013. Data Envelopment Analysis of sustainability indicators of European agricultural systems at regional level. Agricultural Systems, 118: 78-90.

Gomes, E. G., de Mello, J. C. C. B S., da Silva e Souza, G., Meza, L A., de Carvalho Mangabeira, J. A. 2009. Efficiency and sustainability assessment for a group of farmers in the Brazilian Amazon. Ann Oper Res (2009) 169: 167-181.

Kim, J. M. 2001. Efficiency analysis of sustainable and conventional farms in the re public of Korea with special reference to the data envelopment analysis (DEA). Journal of Sustainable Agriculture, 18: 9-26.

Lissitsa A., Rungsuriyawiboom S., Parkhomenko S., 2007. How Far Are the Transition Countries from the Economic Standards of the European Union? Measuring Efficiency and Growth in Agriculture, Eastern European Economics, 45 (3), 51-75.

Lynam, J. H. Herdt, R. W. 1989. Sense and sustainability as an objective international agricultural research. Agricultural Economic, 3: 381-398.

Meul, M. Nevens. F. Reheul. D. 2009. Validating sustainability indicators: Focus on ecological aspects of Flemish dairy farms. Ecological indicators, 9: 284-295.

Nikolla, M., Meco, M., Bou Dib, J., Belegu, M., Qinami, I., Dulja, X., Kadiu, E. 2013. Increasing the efficiency of the Albanian agricultural farms using the DEA model. Journal of Food, Agriculture & Environment, 11 (3&4): 1286 - 1290.

OECD, 2001. Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results. vol. 3. OECD Publications, Paris, France, p. 409.

Piot-Lepetit, I., Vermersch, D. and Weaver, R. D. 1997. Agriculture's environmental externalities: DEA evidence for French agriculture. Applied Economics, 29: 331-338.

Pingali, P.L. 1995. Impact of pesticides on farmer health and the rice environment: an overview of results from a multidisciplinary study in the Philippines. In: Pingali, P.L., Roger, P. (Eds.), Impact of Pesticides on Farmer Health and the Rice Environment. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Pourzand, F., Bakhshodeh, M. 2012. Assessing agricultural sustainability in Fars province using compromise programming. Journal of agricultural economic research, 4 (1): 1-26.

Rajabi Tanha, M., Abdollahzadeh, G. 2010. Evaluating provincial inequalities in agricultural productivity of Iran: introducing a real reference for inefficient provinces using data envelopment analysis with non-convex frontier. Journal of economic research, 10 (1): 171-199.

Rasmunssen, S. 2010. Scale efficiency in Danish agriculture: an input distance–function

Archive of SID

www.SID.ir

approach, European Review of Agricultural Economics, 37 (3): 335-367.

Rigby, D. Caceres, D. 2001.Organic Farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural Systems, 68: 21-40.

Sauer, J., Abdallah, J. M. 2007. Forest diversity, tobacco production and resource management in Tanzania. Forest Policy and Economics, 9: 421-439.

Shokohi, M., Bakhshodeh, M. 2009. Regional inequality and cereal productivity convergence in Iranian province. Journal of agricultural economic and development, 23 (2): 103-116.

Thompson, R. G., Singleton, F. D., Thrall, R. M., Smith, B. A. 1986. Comparative site evaluations for locating a high-energy physics lab in Texas. Interfaces, 16: 35–49.

Van Passel, S., Nevens, F., Mathijs, E., Van Huylenbroeck, G. 2007. Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. Ecologicla Economics, 62: 149-161.

Von Wirén-Lehr, S. (2001). Sustainability in agriculture—an evaluation of principal goal oriented concepts to close the gap between theory and practice. Agriculture, Ecosystems and Environment, 84, 115-129.

Wong, Y. H. B., Beasley, J. E. 1990. Restricting weight flexibility in data envelopment analysis. Journal of the Operational Research Society, 41: 829–835.

Zhou, L., Hai-peng, H. 2013. Productivity Growth in China's Agriculture During 1985-2010. Journal of Integrative Agriculture, 12 (10): 1896-1904.

Archive of SID

www.SID.ir