

نشریه علمی
اقتصاد و توسعه کشاورزی
(علوم و صنایع کشاورزی)



جلد ۳۳ شماره ۲
سال ۱۳۹۸

شاپا: ۴۷۲۲-۲۰۰۸

شماره پیاپی ۴۴

عنوان مقالات

اندازه‌گیری میزان تأثیر بارش‌های شدید بهاری، بر کارایی فنی تولید گوجه‌فرنگی در ارسنجان ۱۰۹
مرتضی حسن شاهی

تعیین مؤلفه‌های حکمرانی در حوزه‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و محیط‌زیست در بخش کشاورزی ایران ۱۲۵
مرضیه رونقی - محمدرضا کهنسال - محمد قربانی

راه کارهای دستیابی به کشاورزی کم‌کربن در ایران ۱۵۱
افسانه نیکوکار - آیلین تاج نیا

بررسی عوامل مؤثر بر واردات بذر سبزیجات به ایران و کشورهای منتخب ۱۶۵
امین نجفی - علیرضا کرباسی - سید حسین محمدزاده

ارزیابی کارایی تولید خرما به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای
(مطالعه موردی: استان خوزستان) ۱۷۷
دلال مدحج

ارزیابی کارایی نخلستان‌های شهرستان اهواز تحت شرایط عدم حتمیت: کاربرد رهیافت تحلیل پوششی
داده‌های استوار و شبیه‌سازی مونت کارلو ۱۹۱
مصطفی مردانی نجف‌آبادی - عباس عبدشاهی

ارزیابی هزینه-اثر بخشی سیاست اعطای کمک بلاعوض سامانه‌های آبیاری تحت فشار در حفاظت
از منابع آب زیرزمینی ۲۰۵
محمد علی روشن‌فر - حمید امیرنژاد - حامد نجفی علمدارلو - بیژن نظری

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه 21/2015 و درجه علمی - پژوهشی شماره 26524 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
68/4/11
جلد 33 شماره 2 تابستان 1398

صاحب امتیاز:	دانشگاه فردوسی مشهد
مدیر مسئول:	رضا ولی زاده
سر دبیر:	ناصر شاهنوشی
اعضای هیئت تحریریه:	
اکبری، احمد	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه سیستان و بلوچستان)
بخشوده، محمد	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)
دانشور کاخکی، محمود	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
رستگاری، شیدا	استاد - دانشگاه ایالتی اوکلاهما، آمریکا
زیبایی، منصور	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)
سلامی، حبیب اله	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه تهران)
سقاییان نژاد، سید حسین	دانشیار - دانشکده کشاورزی، دانشگاه کنتاکی، آمریکا
شاهنوشی، ناصر	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
صبوحی صابونی، محمود	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
صدر، سید کاظم	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شهید بهشتی تهران)
قربانی، محمد	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
کرباسی، علیرضا	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
مهدوی عادل، محمد حسین	استاد - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)
نجفی، بهاء الدین	استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)
همایونی فر، مسعود	دانشیار - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)
ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد	چاپ: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد - کد پستی 91775 صندوق پستی 1163

دانشکده کشاورزی _ دبیرخانه نشریات علمی _ نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی نمابر: 8787430

این نشریه در پایگاههای زیر نمایه شده است: پایگاه استنادی علوم ایران (ISC) پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)

بانک اطلاعات نشریات کشور (MAGIRAN)

پست الکترونیکی: Jead2@um.ac.ir

این نشریه در سایت Jead <http://jm.um.ac.ir/index.php/> به صورت مقاله کامل نمایه شده است.

این نشریه به صورت فصلنامه (4 شماره در سال) چاپ و منتشر می شود.



مندرجات

صفحه	نویسندگان	عنوان مقاله
109		اندازه‌گیری میزان تأثیر بارش‌های شدید بهاری، بر کارایی فنی تولید گوجه‌فرنگی در ارسنجان مرتضی حسن شاهی
125		تعیین مؤلفه‌های حکمرانی در حوزه‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و محیط‌زیست در بخش کشاورزی ایران مرضیه رونقی - محمدرضا کهنسال - محمد قربانی
151		راه کارهای دستیابی به کشاورزی کم‌کربن در ایران افسانه نیکوکار - آیلین تاج‌نیا
165		بررسی عوامل مؤثر بر واردات بذر سبزیجات به ایران و کشورهای منتخب امین نجفی - علیرضا کرباسی - سید حسین محمدزاده
177		ارزیابی کارایی تولید خرما به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای (مطالعه موردی: استان خوزستان) دلال مدحج
191		ارزیابی کارایی نخلستان‌های شهرستان اهواز تحت شرایط عدم حتمیت: کاربرد رهیافت تحلیل پوششی داده‌های استوار و شبیه‌سازی مونت کارلو مصطفی مردانی نجف‌آبادی - عباس عبدشاهی
205		ارزیابی هزینه - اثربخشی سیاست اعطای کمک بلاعوض سامانه‌های آبیاری تحت فشار در حفاظت از منابع آب زیرزمینی محمد علی روشن‌فر - حمید امیرنژاد - حامد نجفی علمدارلو - بیژن نظری

اندازه‌گیری میزان تأثیر بارش‌های شدید بهاری، بر کارایی فنی تولید گوجه‌فرنگی در ارسنجان

مرتضی حسن شاهی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۷

چکیده

این پژوهش با هدف ارائه راه‌حل، جهت جلوگیری از ورشکستگی و ضرر گوجه‌فرنگی‌کاران در سال‌های اخیر به علت بارش‌های شدید در مرحله رشد خصوصاً مرحله گلدهی محصول انجام شده است. در راستای نیل به این هدف، تأثیر بارش‌های شدید بر کارایی فنی در مراحل رشد گوجه‌فرنگی در ارسنجان برآورد شده است. در این راستا از داده‌های سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ و الگوی اصلاح‌شده تابع تولید مرزی تصادفی استفاده و نتایج آن با الگوی سنتی تابع تولید مرزی تصادفی مقایسه شده است. طبق نتایج بارش‌های شدید بر تولید و کارایی فنی مزرعه تأثیر منفی دارد به‌طوری‌که نادیده گرفتن آن‌ها باعث تورش دار شدن ضرایب نهاده‌های تولید و تعیین‌کننده‌های کارایی فنی می‌شود. طبق بخش دیگری از یافته‌ها، با استفاده مناسب از نهاده‌ها می‌توان کارایی فنی را ۱۴٪ افزایش داد که نتیجه آن افزایش ۱۹٪ در تولید و کاهش ۱۱/۶٪ در هزینه‌های تولید خواهد بود. از یافته‌های دیگر این پژوهش رابطه متقابل بین نهاده‌های تولید و متغیرهای بارندگی است، به‌طوری‌که بارش‌های شدید در مراحل رشد گیاه نه تنها باعث تخریب مزرعه می‌شود، بلکه باعث کاهش کارایی سایر نهاده‌ها نیز می‌گردد. جهت جلوگیری از این خسارات توصیه می‌شود این گونه محصولات به‌صورت گلخانه‌ای کشت شود تا بتوان متغیرهای جوی را کنترل کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی اصلاح‌شده تابع تولید مرزی تصادفی، بارش‌های شدید، کارایی فنی، گوجه‌فرنگی

مقدمه

عملکرد کشاورزی نه تنها به در دسترس بودن منابع فیزیکی و فن‌آوری‌های کشاورزی، بلکه به شرایط جوی، زیست‌محیطی حاکم بر مزرعه و تولید نیز وابسته است؛ به‌طوری‌که هم‌زمان با افزایش دمای کره زمین، بارندگی به یک متغیر غیرقابل پیش‌بینی با توزیع ناهموار تبدیل شده (۳۶) و وقوع پدیده‌هایی مانند سیل، خشک‌سالی و... را به دنبال داشته است. علاوه بر آن، این گونه پدیده‌ها با افزایش نااطمینانی در مورد پیش‌بینی آب‌وهوای آینده، حس جدیدی از نااطمینانی به کشاورزان وارد کرده و تولیدکنندگان را با انواع جدیدی از مشکلات جوی مواجه نموده است. طبق پیش‌بینی‌ها، فراوانی و شدت تغییرات جوی و اقلیمی، چالش‌های پیش‌روی مدیریت ریسک را افزایش خواهد داد، چون شرایط جوی (باران‌های ناگهانی و سیل‌آسا، طوفان، تغییرات شدید دمای هوا و باران‌های اسیدی) بر کارایی نهاده‌های تولید (کود، بذر، سموم و...) تأثیرگذار است، علاوه بر آن تأثیر متقابل شرایط جوی و نهاده‌های تولید باعث گسترش بیماری‌های گیاهی می‌شود (۴۰).

طبق یافته‌های پژوهشی، دمای هوا و بارش ۷۰٪ تغییرات در کارایی کشاورزی طی دوره زمانی ۱۹۸۱-۲۰۱۰ را توضیح می‌دهند.

کشاورزی در سه بعد؛ محیط، رفتار و سیاست قابل بررسی بوده و یک حرفه توأم با ریسک، شامل ریسک‌های طبیعی (شرایط جوی) و ریسک‌های اقتصادی (تغییرات قیمت‌ها) است، علاوه بر ریسک‌های معمول، عوامل زیست‌محیطی نیز به‌صورت مختلف بر رفتار کشاورزان تأثیر می‌گذارند (۲۱) این مسئله به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، یعنی جایی که زیرساخت‌های مزرعه، مانند آبیاری، زهکشی، مقررات یارانه‌های کشاورزی، قوانین حفاظت از کشاورزان و فناوری کنترل اثرات زیست‌محیطی، هنوز به‌خوبی توسعه نیافته و باعث کاهش کارایی می‌شوند، بیشتر نمایان است (۳۱). یادآوری می‌شود که کارایی انواع متعددی دارد و عوامل متعددی نیز آن را متأثر می‌کنند که برخی از آنها عبارت از میزان دسترسی به اعتبارات دولتی، دسترسی به آموزش، مکان مزارعه (۲۱)، اندازه مزرعه، فاصله مزرعه تا بازار (۲۷)، دستمزد، درآمد (۳۴)، هزینه‌ها، نقدینگی ناکافی، عدم کنترل بیماری‌ها خصوصاً در گاوداری‌ها و مرغداری‌ها (۲۹) و باروری خاک (۲۷ و ۳۸)،

۱- استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارسنجان، ایران

(Email: hasanshahi@iaua.ac.ir)

(*) - نویسنده مسئول:

پیشرفت فناوری اثرات تغییرات اقلیمی بر کارایی را بیشتر کرده است، به طوری که اگر این وضعیت ادامه یابد، تغییرات آب و هوایی باعث کاهش کارایی کل به میزان $2/84$ تا $4/34$ درصد در سال خواهد شد (۴۴).

تغییرات شدید آب و هوایی در طول دوره رشد می تواند باعث آسیب جدی به کشاورزی شده و بر تصمیمات کشاورزان جهت تخصیص نهاده های مزرعه اثر گذاشته و منجر به کاهش تولید و کارایی شود؛ بنابراین، در تجزیه و تحلیل کارایی و عملکرد مالی و فیزیکی مزرعه باید علاوه بر نهاده های تولید، به شرایط آب و هوایی کوتاه مدت، محدودیت های زیست محیطی و پیشرفت فناوری در علوم زراعی نیز توجه کرد. بیشتر مطالعات در این زمینه، یا حساسیت کارایی کشاورزی به شرایط آب و هوایی را کاملاً نادیده گرفته یا تنها به بررسی تأثیر آب و هوای محلی بر عملکرد محصول و بازده اقتصادی بسنده کرده اند که این کار منجر به تورش در تخمین پارامترها شده است (۱۲)، بنابراین اطلاع از چگونگی روابط بین کارایی و آب و هوا، برای درک اینکه آیا رشد اقتصادی فعلی کشاورزی در آینده ادامه خواهد یافت یا خیر، ضروری است.

محصول مورد بررسی در این پژوهش گوجه فرنگی است. گوجه فرنگی از محصولاتی است که علاوه بر بالا بودن تقاضای جهانی آن، چه به عنوان غذا و چه دارو، تولید آن تحت تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی، دما، کیفیت آب، شوری، میزان سمیت فلزات سنگین، میکروارگانیسم ها و حضور مواد ارگانیک بوده و باران های نامنظم و اسیدی (باران های غیر قابل پیش بینی)، طوفان، تگرگ و باد در مراحل مختلف رشد محصول، به ویژه در زمان گل دهی می تواند به گل های آن آسیب رسانده و باعث خنثی سازی گرده افشانی و حتی آلودگی محصول گردند (۶، ۱۳ و ۳۲). علاوه بر آن تغییرات نامطلوب و ناگهانی آب و هوا باعث آلودگی های جدی، بیماری و شکاف بین تولید واقعی و مورد انتظار می شود (حتی آسمان ابری نیز بر تولید اثر گذار است)؛ یادآوری می شود که حساسیت گوجه فرنگی به عوامل جوی، بسته به رشد گیاه و مراحل مختلف رشد گیاه مانند رویش، باروری، گل دهی و بلوغ متفاوت است (۳۸)؛ به طوری که هوای ابری و بارندگی در هنگام گل دهی و بارور شدن گیاه نه تنها سبب تخلیه دانه شده، بلکه باعث استفاده بیشتر از سموم شیمیایی برای مقابله با آفات و بیماری های گیاهی می شود (۳۵).

با توجه به مباحث فوق، برای افزایش کارایی گوجه فرنگی دو راه قابل تصور است. یکی معرفی فن آوری های جدید؛ که این کار هزینه بر و زمان بر است و دیگری افزایش کارایی فنی کشاورزان با توجه به تغییرات آب و هوایی به ویژه بارش های شدید، در فصل رشد محصول است.

هر چند پژوهش های زیادی برای برآورد کارایی فنی محصولات کشاورزی مانند برنج (۱۴ و ۱۸)، کجند (۱۹) و انبه (۲۲) صورت گرفته

ولی طبق اسناد در دسترس، به نظر می رسد که پژوهش روی اثرات بارش های شدید^۱ در طول دوره رشد محصولات جالیزی، به طور اعم و گوجه فرنگی به طور اخص، برای ارزیابی تأثیر آنها بر کارایی فنی صورت نگرفته است.

در پژوهش های مربوط به برآورد کارایی تولید، عدم توجه به شرایط جوی مانند بارندگی و... باعث برآوردهای تورش دار از پارامترهای تابع تولید خصوصاً کارایی فنی شده است (۷، ۱۱ و ۳۷)، طبق اسناد در دسترس، تاکنون تنها مطالعات شرلاند و همکاران (۳۷)، حاسان و همکاران (۱۱) و اوگادا و همکاران (۳۰) در تجزیه و تحلیل کارایی فنی، شرایط زیست محیطی، شامل بارندگی در فصل رشد را به الگو اضافه کرده اند. باین حال، این مطالعات تنها بر بارندگی های معمول در طول زمان گل دهی و هزینه ترمیم به عنوان نماینده، شرایط زیست محیطی متمرکز شده اند.

با توجه به مطالب پیشین و اینکه تغییرات آب و هوایی در قالب خشک سالی ها، سیلاب ها و طوفان ها، تولید مواد غذایی را متأثر کرده و از این طریق تهدیدی برای امنیت غذایی در جهان محسوب شده و خطرات سوء تغذیه را خصوصاً در مناطق فقیر افزایش می دهد (سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل، ۱۰)؛ بنابراین ارزیابی اثرات بارش های شدید در فصل رشد محصول برای اطمینان از پایداری اقتصاد کشاورزان و یافتن رویکرد مناسب که بتواند تأثیرات منفی و بالقوه تغییرات اقلیمی را بر کارایی محصول کاهش دهد، لازم به نظر می رسد.

در مطالعات قبلی برای برآورد کارایی فنی فقط خصوصیات اقتصادی-اجتماعی مزرعه، سواد مدیر مزرعه، میزان دسترسی به اعتبارات و تجربه، در الگو گنجانده شده اند و از آنجا که متغیرهای جوی تأثیر غیر قابل انکار بر کارایی دارند؛ در این پژوهش علاوه بر متغیرهای مذکور، متغیرهای جوی (بارش های شدید و خسارات مربوطه به آنها) نیز به الگو اضافه شده اند تا میزان تأثیر این بارش ها بر کارایی فنی گوجه فرنگی کاران در دوره رشد گیاه برآورد شود (بارندگی های شدید در دوره رشد گوجه فرنگی و خسارات مربوطه در تابع تولید و کارایی فنی گنجانیده شده است). انتظار می رود یک رابطه منفی بین میزان بارش های شدید و عملکرد گوجه فرنگی وجود داشته باشد.

هدف این پژوهش پاسخ به سه پرسش است: ۱- آیا بارش های شدید بر کارایی فنی تولید گوجه فرنگی اثر دارد؟ ۲- آیا بارش های شدید بر کارایی نهاده های تولید، مؤثر است؟ و ۳- عوامل مؤثر بر کارایی فنی تولید گوجه فرنگی کدامند؟ در ادامه به پاره ای از پژوهش های مشابه (علاوه بر موارد ذکر شده)، اشاره می شود.

۱- بارش هایی که در فصل در چند دقیقه با شدت زیاد می بارد و با باد و طوفان همراه است

کارایی فنی بالا هستند، باین‌حال، مزارع ناکارا نیز مشاهده می‌شوند که می‌توان با متنوع کردن محصولات و بهبود مدیریت آبیاری کارایی آنها را افزایش داد.

ویلسون (۴۲) با استفاده از روش تابع تولیدمرزی تصادفی و داده‌های دوره ۱۹۹۳-۱۹۹۷ کارایی فنی مزارع گندم در شرق انگلستان را برآورد و نشان داد علاوه بر ویژگی‌های مزرعه و مدیریتی، محیط‌زیست نیز بر کارایی فنی مؤثر است.

ارسلان بد (۴) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از داده‌های سال ۱۳۸۳ نشان داد، کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی گوجه‌فرنگی در آذربایجان غربی در شرایط تولید با بازده ثابت و افزایشی به مقیاس متفاوت است.

سادات مؤذنی و کرباسی (۳۴)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها، کارایی پسته کاران شهرستان زرنده را برای دوره ۱۳۸۳-۱۳۸۴، اندازه‌گیری کردند و نشان دادند، مکان مزرعه در کارایی فنی مؤثر است.

تهامی پور، صالح، نعمتی (۳۹) با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص بهره‌وری مالم کوئیست و داده‌های دوره ۱۳۷۹-۱۳۸۶، نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برنج در ایران را محاسبه و نشان دادند، رشد بهره‌وری کل مثبت است و بهبود کارایی فنی برنج کاران از طریق، ترویج و استفاده از فناوری‌های نوین امکان‌پذیر است.

عبداللهی، راحلی، تقی زاده، کسرانی و نجف‌لو (۱) با استفاده از تابع تولید ترانس‌لوگ و روش‌های حداقل مربعات اصلاح‌شده و حداکثر راست‌نمایی و داده‌های ۴۰ گلخانه تولید خیار استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۷، کارایی فنی را محاسبه کردند. طبق نتایج، ۳۶ درصد عدم کارایی وجود دارد و متغیرهای نوع کشت و تجربه مدیر به ترتیب اثر مثبت و منفی بر عدم کارایی مدیریتی گلخانه‌ها دارند.

خزایی، امرایی و اصفهانی (۱۶) با استفاده از روش مالم کوئیست، روند بهره‌وری عوامل تولید گوجه‌فرنگی در استان‌های بوشهر و کرمان را برآورد کردند و نشان دادند، روند بهره‌وری در دو استان مذکور برخلاف بقیه استان‌ها افزایشی است. پرداخت تسهیلات برای خرید ماشین‌آلات جدید از توصیه‌های افزایش بهره‌وری گوجه‌فرنگی است.

در پژوهش‌های فوق‌الذکر در راستای تحلیل عوامل تعیین‌کننده کارایی محصولات زراعی، عمدتاً از روش‌های، تابع تولیدمرزی تصادفی و تحلیل پوششی داده‌ها و متغیرهای: مکان مزرعه، فناوری‌های نوین، نوع کشت و تجربه مدیر مزرعه و نهاده‌های تولید، به‌عنوان تنها عوامل مؤثر بر تولید و ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی و مدیریتی مزرعه، به‌عنوان عوامل مؤثر بر کارایی فنی استفاده شده است. نقطه‌ضعف این پژوهش‌ها بی‌توجهی به تأثیر عوامل جوی خصوصاً بارش‌های شدید بر کارایی و تولید است، اما در این پژوهش با اضافه کردن، متغیر تصادفی بارش‌های شدید

لایک و همکاران (۲۰) با استفاده از تابع تولیدمرزی تصادفی^۱ (SPF) و الگوی توییست^۲ و داده‌های جمع‌آوری شده از ۱۷۹ گوجه‌فرنگی کار در شمال اتیوپی نشان دادند، کشاورزان گوجه‌فرنگی کار در استفاده از زمین، نیروی کار، بذر و کود، ناکارا هستند به‌طوری‌که متوسط کارایی فنی و اقتصادی آنها به ترتیب ۷۵ و ۶۷ درصد است. برای افزایش کارایی، گسترش کلاس‌های ترویج کشاورزی توصیه شده است.

کریشنا و همکاران (۱۷) با استفاده از روش تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها، تأثیر ریسک بر کارایی هزینه و درآمد تعاونی‌های کشاورزی امریکا را بررسی و نشان دادند، روش مذکور بدون منظور نمودن ریسک، توانایی سنجش دقیق کارایی را ندارد.

موکرجی و همکاران (۲۶) با بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد گوجه‌فرنگی نشان دادند، عملکرد محصول با بارندگی رابطه مثبت دارد.

محماد و همکاران (۲۵) با استفاده از الگوی کاپ-داگلاس و داده‌های ۱۱۵ مزرعه در منطقه مومند پاکستان، عوامل مؤثر بر کارایی مزارع گوجه‌فرنگی را بررسی و نشان دادند، ماشین‌آلات، بذر، نیروی کار، تعداد دفعات آبیاری، افشانه‌های شیمیایی و کود، تأثیر مثبت بر کارایی گوجه‌فرنگی دارند. برای افزایش کارایی، آموزش کشاورزان، ارائه اعتبارات کوتاه‌مدت و یارانه، توصیه شده است.

ملو و اورازکو (۲۴) با استفاده از الگوی تابع تولیدمرزی تصادفی متا و داده‌های ۱۵۶۵ خانوار، کارایی تولید محصولات کشاورزی و دامداری در کلمبیا را برآورد کردند و نشان دادند، مزارع واقع در مناطق با آب‌وهوای ملایم و مزارع بزرگ‌تر، کارا تر هستند. اجرای سیاست‌های افزایش کیفیت زندگی کشاورزان کوچک، از توصیه‌های نتایج پژوهش است.

کاهیل و همکاران (۱۵) با استفاده از روش برنامه‌ریزی تصادفی، نشان دادند، تغییرات اقلیمی در جنوب اروپا، تأثیر منفی بر آبیاری و اکوسیستم‌های وابسته به آب و کشاورزی دارد.

آلی و کسابا (۳) با استفاده از توابع تولید ریکاردویی و داده‌های سری زمانی دوره ۱۹۶۰-۲۰۱۳ رابطه بین دما، بارندگی و متغیرهای غیر اقلیمی مزارع ارزن و ذرت را در گامبیا برآورد کردند و نشان دادند، تغییرات آب و هوایی بر تولید ذرت و ارزن تأثیر دارد؛ به‌طوری‌که ۷۷٪ و ۴۴٪ از تغییرات تولید ذرت و ارزن به ترتیب با متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی توضیح داده می‌شود.

برادلی و همکاران (۹) با استفاده از الگوهای، تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها، تابع تولیدمرزی تصادفی و توییست، ضمن برآورد انواع کارایی در ناحیه برنج‌خیز امریکا، نشان دادند، بیشتر مزارع دارای

بهاری و خسارات مربوطه، از الگوی اصلاح شده تابع تولیدمرزی تصادفی (MSPF)^۱ استفاده شده است.

در ادامه به ترتیب، چارچوب تحلیلی، جامعه آماری و داده ها، الگوی پژوهش، نتایج تجربی، بحث، نتیجه گیری و توصیه های سیاست گذاری، ارائه شده است.

مواد و روش ها

در این پژوهش، رهیافت تابع تولیدمرزی تصادفی، ارائه شده توسط آیگنر و همکاران (۲) و میوسن و وان دن (۲۳)، با اعمال تغییراتی در آن، استفاده شده است به طوری که در آن علاوه بر نهاده های فیزیکی تولید، بارش های شدید در زمان رشد گوجه فرنگی و هزینه های ترمیم مزرعه (ترمیم برای کاشت مجدد، بخشی از مزرعه که تخریب شده به علت بارش های شدید)، به الگو اضافه شده اند تا تأثیر آنها بر کارایی فنی برآورد شود.

فرم ریاضی تابع تولیدمرزی تصادفی به صورت رابطه (۱) نوشته می شود (۲۱).

$$Y_i = g(X_i) - u'_i + v'_i \quad (1)$$

$$u'_i = -Z_i \delta' + \zeta'_i \quad (2)$$

که در آن Y_i : میزان محصول i امین مزرعه، X_i : بردار نهاده های فیزیکی، v'_i : دارای توزیع نرمال دوطرفه با $(0, \sigma_v'^2)$ و مستقل از u'_i است. u'_i : یک متغیر تصادفی غیر منفی است که عدم کارایی فنی (عوامل مؤثر بر کارایی فنی) در تولید را نشان می دهد و فرض می شود که به صورت مستقل توزیع شده با میانگین $-Z_i \delta'$ و واریانس $\sigma_u'^2$. Z_i : بیانگر مشخصات اجتماعی-اقتصادی کشاورزان، مهارت های مدیریتی و مشخصات جمعیت شناختی، δ' : پارامترهایی هستند که، باید برآورد شوند $(u'_i \geq 0 \geq -Z_i \delta')$ و ζ'_i : بخش خطا، طبق فرض، دارای میانگین صفر و واریانس σ^2 است.

در الگوهای (۱ و ۲) به علت عدم حضور متغیرهای جوی، پارامترهای برآوردی تورش دار شده و همبستگی بین کارایی فنی و تورش نادیده گرفته می شوند (۲۱) و نادیده گرفتن تورش باعث می شود تا مدیر مزرعه در تصمیم گیری های تخصیص منابع دچار اشتباه شده و استفاده بهینه از منابع به عمل نیآورد (۱۱ و ۱۲)، طبق مشاهدات و نظر کارشناسان کشاورزی نهاده های تولید همبستگی نسبتاً بالا با عوامل جوی دارند به عنوان مثال مصرف بذر، کود و نیروی کار و... رابطه مثبت با شرایط جوی (بارندگی، طوفان و...) دارند، درحالی که باران های شدید با سموم شیمیایی و تولید رابطه منفی دارد

چون بارش های شدید باعث شسته شدن سموم می شود که علاوه بر تخریب مزرعه، به گل ها، میوه ها و ... خسارت می زند و موجب بروز عفونت ها، بیماری ها و آفات گیاهی می شود و افزایش هزینه های تولید و کاهش کارایی فنی را در پی دارد لازم است، در بررسی کارایی فنی به عوامل جوی نیز توجه شود.

در این پژوهش، به دلایل فوق و با اقتباس از پژوهش های رحمت و حاسان (۳۱) و شرلاند و همکاران (۳۷) از تابع تولیدمرزی تصادفی اصلاح شده (MSPF) برای اضافه کردن متغیرهای، بارش های شدید بهاری و هزینه های ترمیم مزرعه به علت خسارات ناشی از بارش های شدید، استفاده شده است.

تابع تولیدمرزی تصادفی اصلاح شده (MSPF) برای i امین مزرعه به صورت رابطه (۳) است (۲۱)

$$Y_i = f(X_i, R_i) - u_i + v_i \quad (3)$$

$$u_i = Z_i \delta + D_i \tau + \zeta_i \geq 0 \quad (4)$$

که در آن R_i : بردار متغیرهای بارش و هزینه ترمیم مزرعه، D_i : متغیرهای مجازی که سطوح ضرر ناشی از بارش های شدید را نشان می دهند، τ : پارامترهایی هستند که بایستی برآورد شوند، سایر متغیرها مانند روابط (۱ و ۲) تعریف می شوند.

برای برآورد پارامترهای نامعلوم $(\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2}, \sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ از روش های حداکثر راست نمایی، تابع تولیدمرزی تصادفی و توابع اثر ناکارایی^۲ به طور همزمان استفاده شده است (۷).

اگر متغیرهای توضیحی در تابع تولید با متغیرهای مؤثر بر کارایی فنی همبسته باشند و در برآورد پارامترهای تابع تولید، این همبستگی نادیده گرفته شود، منجر به برآوردهایی تورش دار از پارامترها می شود (۴۱)، برای اجتناب از این نوع همبستگی، معمولاً از رهیافت تک مرحله ای پیشنهاد شده توسط بتیس و کوئلی (۷) برای تعیین عوامل مؤثر بر کارایی تولید، استفاده می شود که در آن، کارایی فنی مزارع با شرایط اجتماعی-اقتصادی کشاورزان، مهارت های مدیریتی و مشخصات جمعیت شناختی و... مرتبط است. در این شرایط تابع کارایی فنی مزرعه i ام به صورت رابطه (۵) نوشته می شود (۷).

$$TE_i = E\{e^{-(u_i/\xi_i)}\} = E\{e^{-(\delta_0 + \sum(Z_i \delta/\xi_i))}\} \quad (5)$$

که در آن TE : بیانگر کارایی، $\xi_i = v_i - u_i$ و نماد E : بیانگر عملگر انتظارات (امید ریاضی) است.

جدول ۱- توصیف آماری متغیرها
Table 1- Statistical description of variables

متغیر Variable	واحد سنجش Measurement unit	متغیر Variable	واحد سنجش Measurement unit
محصول Product	تن - هکتار Tons - Hectare	۰/۱۰۰ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید 100% Performance drops due to extreme precipitation	تن - هکتار Tons - Hectare
هزینه‌های ترمیم مزرعه*	ریال Rials	۰/۷۵ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید 75% Performance drops due to extreme precipitation	ریال Rials
بذر (دانه، نشاء) Seed, Seedlings	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare	۰/۵۰ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید 50% Performance drops due to extreme precipitation	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare
کود Fertilizer	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare	۰/۲۵ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید 25% Performance drops due to extreme precipitation	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare
سموم شیمیایی Chemical pesticides	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare	بدون افت عملکرد Without loss of performance	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare
نیروی کار Work force	روز-نفر-هکتار Day-Worker-Hectare	بارش‌های شدید در زمان رویش محصول Extreme rainfall during its growth	روز-نفر-هکتار Day-Worker-Hectare
هزینه آماده‌سازی زمین Cost of preparing land	ریال Rials	آب EC Water EC	ریال Rials
سن مدیر مزرعه Age of farm manager	سال Year	ناحیه Area	سال Year
دسترسی به اعتبارات Access to credits	بله=۱ و خیر=۰ Yes = 1, No = 0	تحصیلات مدیر مزرعه Farm Manager Education	بله=۱ و خیر=۰ Yes = 1, No = 0
مشارکت در اداره مزرعه Participation in farm management	بله=۱ و خیر=۰ Yes = 1, No = 0	آموزش کشت گوجه‌فرنگی Tomato planting training	بله=۱ و خیر=۰ Yes = 1, No = 0
تجربه Experience	بله=۱ و خیر=۰ Yes = 1, No = 0		

* - هزینه ترمیم: مبالغی است که برای ترمیم مزرعه پس از آسیب توسط بارش‌های شدید بهاری در مرحله رشد گیاه پرداخت می‌شود.

* - Cost of restoration: This is the amount paid for post-traumatic field repair by severe spring rainfall at the plant growth stage.

است.

الگوی پژوهش

$$MODEL : SPF \longrightarrow \ln Y_i = \alpha'_0 + \sum_{j=1}^k \alpha'_j \ln X_{ij} + v'_i - u'_i \quad (6)$$

$$u'_i = \delta'_0 + \sum_{d=1}^p \delta'_d Z_{id} + \zeta'_i \quad (7)$$

که در آن $\ln$: نماد لگاریتم طبیعی؛ Y_i : میزان تولید مزرعه i ام، X_{ij} : میزان نهاده j ام مورد نیاز برای تولید گوجه‌فرنگی در یک هکتار مزرعه i ام، (میزان بذر، کود، سموم شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی، نیروی کار و هزینه آماده‌سازی زمین)؛ v_i : خطای تصادفی که به‌طور نرمال توزیع شده؛ و u'_i : میزان عدم کارایی فنی. Z_{id} : نشان‌دهنده مشخصه‌های مدیریتی و جمعیت شناختی خانوار برای توضیح عدم کارایی فنی مزرعه، ζ'_i :

داده‌های پژوهش با استفاده از تابع تولیدمرزی تصادفی (SPF) و تابع تولیدمرزی تصادفی اصلاح‌شده (MSPF) با فرم تابعی کاب-داگلاس^۱ و روش حداکثر راست‌نمایی، تحلیل شدند، در این راستا نهاده‌های مؤثر بر کارایی فنی و عوامل جوی (بارش‌های شدید در مراحل رشد گیاه)، به الگو اضافه شد و ضرایب تابع تولیدمرزی تصادفی، یک‌بار بدون متغیرهای بارندگی و یک‌بار نیز با متغیرهای بارندگی، برآورد و نتایج مقایسه شدند.

مشخصات الگوی SPF مورد استفاده (بدون لحاظ کردن بارش‌های شدید و خسارات مربوطه) طی روابط (۶ و ۷) ارائه شده

۱- در اکثر پژوهش‌های مشابه از فرم تابعی کاب-داگلاس استفاده شده است.

$$\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2}, \quad \sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \quad (8)$$

با گنجاندن متغیرهای بارندگی و خسارات ناشی از آن در الگوی SPF، الگوی تابع تولیدمرزی تصادفی اصلاح شده (MSPF) طبق روابط (۹ و ۱۰) به وجود می‌آید.

$$MODEL : MSPF \longrightarrow \ln Y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^k \alpha_j \ln X_{ij} + \beta_1 \ln R_i + \beta_2 \ln C + v_i - u_i \quad (9)$$

$$u_i = \delta_0 + \sum_{d=1}^p \delta_d Z_{id} + \sum_{l=1}^{p_l} \tau_l D_{il} + \zeta_i$$

(۱۰)

منطقه مورد پژوهش شهرستان ارسنجان از توابع استان فارس است که بیش از ۳۶۰۰۰ هکتار از اراضی آن قابل کشت بوده و در حال حاضر به علت کم‌آبی حدود ۲۳٪ از آن به زیر کشت می‌رود. کشت غالب منطقه شامل گندم، جو، کلزا، ذرت و محصولات جالیزی به‌ویژه گوجه‌فرنگی است (جهاد کشاورزی ارسنجان).

گوجه‌فرنگی در فصل بهار و تابستان به‌صورت بذر مستقیم یا نشاء کشت می‌شود و ۳۰ تا ۵۰ روز بعد از کشت گل می‌دهد. در ارسنجان تا قبل از خرداد باران‌های شدید بهاری که به‌صورت تگرگ است و در مرداد و شهریور باران‌های معروف به خمینه که ناشی از ابرهای برخاسته از اقیانوس هند است، می‌بارد و ریزش گل‌ها، ریزش بار، ناقص کردن بوته و شستن سموم را در پی دارد، علاوه بر آن باران‌های اسیدی و تگرگ^۱ در فصل برداشت باعث تخریب مزرعه و فاسدشدن گوجه‌فرنگی می‌گردد (یادآوری می‌شود که باران‌های معمولی اثر مثبت بر تولید دارند). تغییرات آب‌وهوایی (شب‌های سرد و روزهای گرم) باعث گرما و سرمازدگی گیاه می‌شود، به‌طوری‌که گاه تا ۱۰۰٪ گیاه به‌این‌علت از بین می‌رود. گوجه‌فرنگی نسبت به EC آب و نوع خاک نیز بسیار حساس است، به‌طوری‌که کیفیت آب مناسب برای گوجه‌فرنگی، EC کمتر از ۱۷۰۰ است، EC بین ۱۷۰۰ تا ۳۲۰۰، باعث ۱۰ درصد کاهش تولید، EC بین ۳۲۰۰ تا ۴۳۰۰ باعث ۲۵ درصد و EC بین ۴۳۰۰ تا ۵۰۰۰ باعث ۵۰ درصد کاهش تولید می‌شود (۴۳). عملکرد محصول در منطقه بسته به نوع خاک و EC آب و... از ۵۰ تا ۱۸۰ تن در هکتار متغیر است.

جمع‌آوری اطلاعات از ۸۳ مزرعه از ۳۱۰ مزرعه فعال (با استفاده از جدول مورگان) در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ با روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای و با استفاده از پرسشنامه‌های محقق ساخته و صاحب‌های چهره به چهره انجام شده است.

علاوه بر، نهاده‌های تولید و میزان تولید، ویژگی‌های مدیریتی کشاورزان، مانند سن، جنس، آموزش، تجربه، عوامل سازمانی مانند

متغیر تصادفی δ' ، α' : پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند. نماد $(\cdot)$ نشانگر الگو بدون متغیرهای بارندگی (SPF) است. میزان تغییر در تولید به دلیل عدم کارایی فنی با رابطه (۸) برآورد شده‌اند.

که در آن R_i : نشان‌دهنده میزان بارش‌های شدید، C : هزینه‌های ترمیم مزرعه به علت خسارات ناشی از باران، D_{il} : متغیرهای مجازی برای سطوح مختلف کاهش کارایی فنی به علت بارش‌های شدید (۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪، ۲۵٪) که توسط کشاورزان نمونه اظهار شده است، β_1, β_2, τ_1 : پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند؛ بقیه متغیرها مانند روابط (۶ و ۷) تعریف می‌شوند. میزان تغییر در تولید به دلیل عدم کارایی فنی، با رابطه (۱۱) برآورد شدند.

$$\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2}, \quad \sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \quad (11)$$

در راستای برآورد ضرایب توابع تولید و کارایی فنی، بایستی آزمون‌های تشخیصی لازم روی داده‌ها انجام شود، در این پژوهش آزمون نسبت حداکثر راست‌نمایی، برای هر دو الگوی با و بدون متغیرهای بارندگی (SPF و MSPF) انجام و سپس مقادیر LR با استفاده از رابطه (۱۲) محاسبه گردید.

$$LR = -2(L^{MSPF} - L^{SPF}) \sim \chi^2(j) \quad (12)$$

که در آن L^{MSPF} : ارزش حداکثر راست‌نمایی در مدل MSPF و L^{SPF} : ارزش حداکثر راست‌نمایی در مدل SPF و j تعداد محدودیت‌ها است.

در تابع تولیدمرزی تصادفی اصلاح شده (MSPF)، مجموعاً شش نهاده و دو متغیر مربوط به تأثیر باران (بارش‌های شدید و هزینه‌های ترمیم مزرعه به علت خسارات بارش) مورد استفاده قرار گرفته است، در الگوی کارایی فنی نیز هفت متغیر که نشان‌دهنده ویژگی‌های مزرعه‌دار شامل، جمعیتی، خصوصیات اجتماعی-اقتصادی خانوار و چهار متغیر مجازی که نشان‌دهنده سطوح مختلف ضرر به علت عوامل جوی هستند، در نظر گرفته شده است (الف- ۱۰۰٪ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید، ب- ۷۵٪ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید، ج- ۵۰٪ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید و د- ۲۵٪ افت عملکرد ناشی از بارش‌های شدید).

منطقه پژوهش و اطلاعات داده‌ها

۱- بارش‌های شدید در این مقاله شامل: بارش‌های شدید توام با طوفان، تگرگ و باران‌های اسیدی یا نامنظم است.

به‌این‌ترتیب از تمام داده‌های جمع‌آوری شده استفاده گردید.

نتایج و بحث

یافته‌های توصیفی طی جداول (۲ و ۳) گزارش شده‌اند.

جدول ۳- نتایج محاسبات، خسارات وارده به محصول در مرحله گلدهی به دلیل بارش‌های شدید

Table 3- Results of calculations of damages to the product at flowering stage due to extreme rainfall

درصد خسارت Percentage of damage	درصد مزارع Percentage of farms
100%	8
73%	10
50%	11
25%	19
0	52

منبع: محاسبات محقق Source: Investigator calculations

همبستگی منفی دارد (چون بارندگی سموم شیمیایی را می‌شوید و بجای اینکه سموم جذب گیاه شود شسته شده و از بین می‌رود (سموم بر ساقه و برگ گیاه پاشیده می‌شود) پس کشاورز با آگاهی از این مسئله، در زمان بارش شدید از سموم کمتر استفاده می‌کند به همین علت در زمان بارش اثر منفی آفات بیشتر می‌شود). باران با کود طبق انتظار همبستگی مثبت دارد چون باران باعث جذب سریع‌تر کود به خاک و ریشه گیاه می‌شود. باران با بذر رابطه مثبت دارد چون باران‌های شدید (خصوصاً تگرگ) نشاء را از بین می‌برد و کشاورز باید دوباره نشاء کاری کند. رابطه هزینه‌های ترمیم با بارش هرچند مثبت اما معنی‌دار نشده است، شاید به‌این‌علت باشد که بخشی از هزینه‌های ترمیم (مصرف بیشتر کود، نیروی کار و بذر) در سه نهاده مذکور نهفته شده است.

دسترسی به اعتبار و آموزش، مشارکت در مدیریت مزرعه، داده‌های مربوط به بارش‌های شدید بهاری، هزینه‌ترمیم مزرعه و کاهش عملکرد محصول به علت خسارات ناشی از بارش‌های شدید در دوره رشد محصول نیز جمع‌آوری شد (داده‌های بارندگی از ایستگاه باران‌سنجی ارسنجان اخذ گردید). برای داده‌های مبهم از پاسخ‌دهندگان تلفنی یا حضوری خواسته شد تا ابهام را رفع کنند

جدول ۲- نتایج محاسبات، خسارات وارده به مزرعه در مرحله اولیه رشد به دلیل بارش‌های شدید

Table 2- Results of calculation of damages to the field at the initial stage of growth due to extreme precipitation

میزان خسارت The amount of damages	درصد مزارع Percentage of farms
خسارت کامل (تخریب کامل مزرعه) Full damage (complete destruction of the farm)	10
خسارت جزئی (کمتر از ۳۰٪) Partial damage (less than 30%)	20
خسارت ناشی از تأخیر در رشد گیاه Damage caused by delay in plant growth	14
بدون خسارت No damage	56

منبع: محاسبات محقق Source: Investigator calculations

طبق اطلاعات استخراج‌شده از پرسشنامه‌ها که طی جداول ۲ و ۳ ارائه شده، به دلیل بارش‌های شدید در مرحله اولیه کاشت، ۱۰ درصد از کشاورزان، به‌طور کامل آسیب‌دیده‌اند (مزرعه آنها به‌طور کامل تخریب شده است)، ۲۰ درصد متحمل خسارت جزئی و ۱۴ درصد تأخیر در رشد داشته‌اند و ۵۶ درصد آسیبی ندیده‌اند. علاوه بر این، با توجه به میزان آلودگی‌های ناشی از بارش‌های شدید، در مرحله گل‌دهی، حدود ۴۸ درصد از پاسخ‌دهندگان متحمل خسارت شده‌اند، به‌طوری‌که ۸٪ از مزارع ۱۰۰٪ تخریب‌شده‌اند، ۱۰٪ از مزارع ۷۳٪ خسارت‌دیده‌اند، ۱۱٪ از مزارع ۵۰٪ و ۱۹٪ از مزارع ۲۵٪ خسارت‌دیده‌اند و ۵۲٪ هیچ آسیبی ندیدند. در مجموع ۳۹ مزرعه (از ۸۳ مزرعه) مورد بررسی اظهار داشتند که به دلیل وقوع بارش‌های شدید، قادر به دستیابی به حداکثر توان تولیدی نشدند. همبستگی بین تولید، نهاده، بارش‌های شدید و هزینه‌های ترمیم مزرعه

نتایج برآورد ضرایب همبستگی بین نهاده‌های تولید و بارندگی و هزینه‌های ترمیم مزرعه در جدول ۴ گزارش شده است که بر اساس آن، همبستگی نسبتاً شدید بین بارش‌های شدید، میزان بذر و نیروی کار وجود دارد. بارش‌های شدید نیاز مزرعه به نیروی کار جهت جبران خسارات و ترمیم مزرعه را بیشتر می‌کند. بارندگی با سموم

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین نهاده‌ها و بارش‌های شدید

Table 4- Correlation coefficients between inputs and rainfall

	نیروی کار Labor force	هزینه ترمیم مزرعه Farm repair costs	سموم شیمیایی chemical pesticide	کود Fertilizer	بذر Seed
بارش‌های شدید در دوره رشد Heavy rains during flowering	0.32**	0.04	-0.41**	0.14*	0.46**

منبع: یافته‌های پژوهش، ** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطوح ۱ و ۵ درصد است.

Source: Research findings, **, and *, respectively, indicate a significant level of 1% and 5% respectively

نتایج برآورد پارامترها

تشخیصی لازم روی داده‌ها انجام و نتیجه در جدول ۵ گزارش شده است.

جهت برآورد ضرایب توابع تولید و کارایی فنی، ابتدا آزمون‌های

جدول ۵- نتایج آزمون فرضیه‌ها

Table 5- The results of testing hypothesis

فرضیه‌ها Hypothesis	با اثر باران (MSPF) With the rain (MSPF)		بدون اثر باران (SPF) Without the rain (SPF)		سطح بحرانی Critical level
	LR	تصمیم Decision	LR	تصمیم Decision	$\chi^2_{0.01(d.f)}$
الگو (بدون متغیرهای بارندگی) کامل است Model without rainfall variables is complete	25.34**	رد Reject	-	-	16.8 (6)
بارش‌های شدید بر تولید اثر ندارد ($H_0: \beta = 0$) Rain has no effect on the production	16.21**	رد Reject	-	-	9.2 (2)
ناکارایی فنی وجود ندارد ($H_0: \theta = 0$) There is no technical inefficiency	14.30**	رد Reject	20.30**	رد Reject	6.6 (1)
وجود بازده ثابت به مقیاس در تولید ($H_0: \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 = 1$) There are constant returns to scale in production	54.23**	رد Reject	37.63**	رد Reject	15.1 (5)
مدیریت بر کارایی بی‌اثرند ($H_0: \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{10} = 0$) Management do not effect on Efficiency	29.20**	رد Reject	22.40**	رد Reject	21.7 (9)

منبع: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

طبق یافته‌های پژوهش که در جدول (۵) گزارش شده:

فرضیه «الگو بدون متغیرهای بارندگی (SPF) کامل است» رد می‌شود (چون χ^2 حساب شده (۲۵/۳۴) از مقدار بحرانی جدول (۱۶/۸) بزرگ‌تر است). پس بارش‌های شدید و هزینه‌های ترمیم مزرعه بر تولید و کارایی فنی تأثیر گذارند^۱، چون اضافه شدن آنها به الگو باعث تغییر معنی‌دار در آماره راستنمایی شده است، بنابراین نتایج الگوی MSPF

به دلیل منظور کردن متغیرهای مذکور به واقعیت نزدیک‌تر است و تورش کمتر نسبت به الگوی SPF دارد.

فرضیه «بارش‌های شدید بر تولید اثر ندارد» رد می‌شود (چون χ^2 حساب شده (۱۶/۲) از مقدار بحرانی جدول (۹/۲) بزرگ‌تر است)، پس بارش‌های شدید بر تولید مؤثر است و عدم حضور آنها در الگو باعث تورش‌دار شدن ضرایب الگو می‌شود.

فرضیه «ناکارایی فنی در مزرعه وجود ندارد» در هر دو الگو رد می‌شود (چون χ^2 های حساب شده (۲۰/۳ و ۱۴/۳) از مقدار بحرانی جدول

۱- مقدار آماره فوق برابر با ۲۵/۳۴ شده است پس دومدل (بدون متغیرهای بارندگی) و با متغیرهای بارندگی با هم تفاوت دارند. به عبارت دیگر اضافه شده متغیر بارندگی باعث تغییر معنی‌دار در مدل شده است

در الگوی MSPF، طبق انتظار، بارش‌های شدید به مزرعه آسیب رسانده و تولید را کاهش می‌دهد. ضریب مثبت متغیر هزینه‌ترمیم مزرعه، نشان می‌دهد، افزایش هزینه‌های ترمیم مزرعه (پس از بارش‌های شدید) به افزایش تولید منجر می‌شود.

در الگوی SPF، سموم شیمیایی تأثیر مثبت بر تولید دارند درحالی‌که در الگوی MSPF ضریب متغیر سموم شیمیایی هرچند مثبت، اما معنی‌دار نیست؛ بدون توجه به معنی‌داری این ضریب، تأثیر سموم بر تولید در الگوی SPF (۰/۱۶) بیش از سه برابر الگوی MSPF (۰/۰۵) است. دلیل آن اضافه شدن متغیرهای بارندگی است که باعث برآورد اثر خالص سموم بر تولید شده است.

مقایسه ضرایب دو الگو، حاکی از تورش‌دار بودن ضرایب الگوی SPF به علت نادیده گرفتن متغیرهای بارندگی است. به‌عنوان مثال ضریب متغیر بذر در الگوی SPF برابر با ۰/۱۷۴ ولی در الگوی MSPF برابر با ۰/۳۱ است؛ یعنی اضافه شدن متغیرهای بارندگی به الگو باعث شده تا ضریب تأثیر بذر بر تولید از ۰/۱۷۴ به ۰/۳۱ تغییر کند، پس نتیجه می‌شود که ضریب ۰/۳۱ به واقعیت نزدیک‌تر است (در پژوهش‌های آینده، اگر سایر متغیرهای تأثیرگذار بر کارایی مانند بادهای شدید، دمای هوا و... به الگو اضافه می‌شدند این ضریب احتمالاً بازهم تغییر می‌کرد و به واقعیت نزدیک‌تر می‌شد).

عوامل مرتبط با منبع کارایی فنی

نتایج برآورد پارامترهای عدم کارایی فنی با هر دو الگوی SPF و MSPF در پانل پایینی جدول ۶ گزارش شده است.

در الگوی SPF فقط متغیرهای سن، تجربه، سطح سواد، دسترسی به اعتبارات، شرکت کشاورز در اداره مزرعه و آموزش کشت گوجه‌فرنگی وجود دارند، ضرایب متغیرهای تجربه، دسترسی به اعتبارات، شرکت در اداره مزرعه، ناحیه (شرایط اقلیمی) و آشنایی با کشت گوجه‌فرنگی معنی‌دار شده است، پس داشتن تجربه در کشت گوجه‌فرنگی به افزایش کارایی (کاهش ناکارایی) منجر می‌شود (شواهد نیز تأییدی بر این مدعا است؛ به‌طوری‌که اکثر افراد بی‌تجربه در این حرفه ضرر می‌کنند) دسترسی به اعتبارات دولتی نیز بر کارایی مؤثر است چون کشت گوجه‌فرنگی به سرمایه زیاد نیاز دارد و تأمین آن با بهره‌پایین برای افزایش تولید بسیار اثرگذار است؛ کسانی که خودشان مدیر یا مالک مزرعه هستند، کارایی بالاتری نسبت به مزدگیران دارند و افراد آشنا با نحوه پرورش گوجه‌فرنگی کارایی بالاتری (طبق انتظار) دارند.

(۶/۶) بزرگ‌تر است) یعنی θ در هر دو الگو غیر صفر است، پس ناکارایی وجود دارد.

مسئله قابل ذکر اینکه آماره LR در الگوی SPF برابر با ۲۰/۳ ولی در الگو MSPF برابر با ۱۴/۳ است، تفاوت به دلیل وجود متغیرهای بارندگی در الگوی اخیر است، اگر بارش‌های شدید بی‌اثر بود بایستی هردو آماره مذکور تقریباً مساوی می‌شدند. طبق جدول ۶ نیز معنی‌داری θ به این مفهوم است که ۷۹٪ از تغییرات در تولید در الگوی SPF و ۸۹٪ از تغییرات در تولید در الگوی MSPF به دلیل عدم کارایی فنی (تا تفاوت بین مزارع) است.

آزمون فرضیه «وجود بازده ثابت به مقیاس» برای هر دو الگوی SPF و MSPF رد می‌شود و چون جمع ضرایب نهاده‌ها در الگو کمتر از یک است پس مزارع تحت بازده کاهشی به مقیاس عمل می‌کنند. در اینجا، تفاوت مقادیر LR در الگوی SPF (۳۷/۶۳) و الگوی MSPF (۵۴/۳) بخشی به دلیل وجود متغیر بارش‌های شدید در الگوی MSPF است (مقایسه روابط ۶ و ۷ یا ۹ و ۱۰)؛ حضور این متغیرها، باعث شده تا اثرات واقعی متغیرهای مستقل بر تولید، دقیق‌تر برآورد گردد و تورش‌دار بودن ضرایب، الگوی SPF آشکار شود، پس این بخش از یافته‌ها نیز تأییدکننده تأثیر بارش‌های شدید بر تولید است.

فرضیه «متغیرهای مدیریتی بر کارایی فنی اثر ندارند» برای هر دو الگو رد می‌شود (چون χ^2 حساب‌شده ۲۹/۲ و ۲۲/۴ از مقدار بحرانی جدول (۲۱/۷) بزرگ‌تر است) یعنی کارایی فنی تولید وابسته به عوامل مدیریتی در مزرعه نیز است. تفاوت دو آماره (۲۲/۴ و ۲۹/۲) با

توجه به روابط (۷ و ۱۰) فقط به دلیل وجود عبارت $\sum_{l=1}^{D_l} \tau_l D_{il}$ یا خسارات ناشی از بارش‌های شدید در الگوی MSPF است.

به‌طور خلاصه طبق نتایج گزارش‌شده در جدول ۵ نه‌تنها بارش‌های شدید بر تولید و کارایی اثر دارند بلکه تفاوت‌های آماره χ^2 در الگوی SPF و MSPF نیز بیانگر وجود تفاوت بین دو الگو است و تفاوت دو الگو نیز فقط به علت اضافه شدن متغیرهای جوی در الگوی MSPF است به‌عبارت‌دیگر بارش‌های شدید تأثیر غیرقابل‌انکار بر تولید و کارایی فنی دارند.

بعد از انجام آزمون‌های فوق، پارامترهای توابع تولیدمرزی تصادفی و ناکارایی (MSPF, SPF) با روش حداکثر راست‌نمایی و با استفاده از نرم‌افزار Frontier 4.1 برآورد شدند که نتیجه در جدول (۶) گزارش شده است.

همه ضرایب (به جزء ضرایب متغیرهای سطح سواد، شرکت در اداره مزرعه و سن در دو الگو و ضریب متغیر سموم شیمیایی در الگوی MSPF)، معنی‌دار هستند.

جدول ۶- برآوردهای حداکثر راست‌نمایی برای پارامترهای تابع تولید کاب-داگلاس

Table 6- Mmaximum likelihood Estimates for the Parameters Cobb-Douglas Production Function

متغیرها Variables	الگوی بدون متغیرهای بارندگی (SPF) Model without rainfall variables (SPF)			الگوی با متغیرهای بارندگی (MSPF) Model with rainfall variables (MSPF)		
	ضرایب Coefficients	انحراف از معیار S.D	P-Value	ضرایب Coefficients	انحراف از معیار S.D	P-Value
ثابت Constant	1.32	0.87	0.128	0.870	0.680	0.20
بارش‌های شدید در دوره رشد Heavy rains during flowering	-	-	-	-0.082	0.026	0.0016
هزینه ترمیم خرابی‌های ناشی از بارش The cost of restoration Damage caused by precipitation	-	-	-	0.011	0.070	0.10
بذر Seed	0.174	0.076	0.022	0.31	0.11	0.005
کود Fertilizer	0.040	0.024	0.090	0.02	0.011	0.07
سموم شیمیایی Chemical Pesticides	0.16	0.04	0.000	0.05	0.040	0.20
نیروی کار Labor force	0.24	0.07	0.001	0.36	0.013	0.007
هزینه آماده‌سازی زمین The cost of preparing land	0.11	0.063	0.08	0.13	0.07	0.06
دی‌سی آب DC Water	-0.21	0.04	0.00	-0.22	0.06	0.003
وارianس پارامترها Parameter variance						
$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$		0.35			0.18	
$\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$		0.79			0.89	
لگاریتم تابع راست‌نمایی Log-likelihood function		-5.53			-	
تابع اثرات ناکارایی فنی The function of technical inefficiencies						
ثابت Constant	-0.12	1.10	0.90	0.567	0.98	0.60
ضرر ۱۰۰٪ محصول ناشی از بارش‌های شدید Loss of 100% of due to rain	-	-	-	0.85	0.37	0.02
ضرر ۷۵٪ محصول ناشی از بارش‌های شدید Loss of 75% of due to rain	-	-	-	0.971	0.41	0.018
ضرر ۵۰٪ محصول ناشی از بارش‌های شدید Loss of 50% of due to rain	-	-	-	0.48	0.29	0.10
ضرر ۲۵٪ محصول ناشی از بارش‌های شدید Loss of 25% of due to rain	-	-	-	0.632	0.231	0.006
سن Age	-0.31	0.22	0.16	-0.170	0.190	0.370
تجربه Experience	-0.42	0.17	0.014	-0.35	0.18	0.05
سطح سواد Literacy	-0.19	0.15	0.20	-0.11	0.08	0.18
دسترسی به اعتبارات Access to credits	-0.52	0.21	0.01	-0.41	0.17	0.016
شرکت در اداره مزرعه Participate in farm management	-0.72	0.40	0.07	-0.52	0.41	0.20
آموزش کشت گوجه‌فرنگی Tomato cultivation education	-0.67	0.31	0.028	-0.41	0.17	0.016
ناحیه Area	-0.58	0.13	0.00	-0.54	0.08	0.00

Source: Research findings

منبع: یافته‌های پژوهش

اضافه شدن متغیرهای بارندگی باعث شده، ضریب تأثیر متغیر "دسترسى به اعتبارات" بر کارایی فنی از ۰/۵۲- به ۰/۴۱- و ضرایب دو متغیر «شرکت در اداره مزرعه و آشنایی با روش علمی کشت گوجه‌فرنگی» به ترتیب از ۰/۷۲- و ۰/۶۷- به ۰/۴۱- و ۰/۱۷- تغییر کنند، پس عدم توجه به عوامل جوی؛ به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده کارایی فنی باعث تورش‌دار شدن نتایج می‌شود.

توزیع فراوانی کارایی فنی بین مزارع در نظر گرفتن تأثیر بارش‌های شدید بر کارایی باعث شده تا میانگین و حداکثر میزان کارایی فنی در الگوی MSPF در مقایسه با SPF، افزایش و حداقل کارایی فنی کاهش یابد، طبق نتایج علاوه بر ایجاد تغییرات گسترده در توزیع نمرات کارایی فنی بعد از اضافه شدن متغیرهای بارش، نادیده گرفتن این متغیر منجر به تورش در برآورد کارایی فنی مزرعه می‌شود. اضافه شدن این متغیر (کنترل عوامل جوی) به برآورد دقیق‌تر کارایی فنی منجر می‌شود که با یافته‌های رحمن و حاسان (۳۱)، شرلاند و همکاران (۳۶) و حاسان و همکاران (۱۱) همسو است.

طبق بخش دیگری از نتایج، در الگوی MSPF، ۸۳/۴٪ از مزارع گوجه‌فرنگی دارای کارایی فنی ۸۰٪ تا ۱۰۰٪ هستند، درحالی‌که در الگوی SPF ۸۱٪ مزارع در این دامنه هستند. در هر دو الگو، حدود ۳٪ از مزارع، کارایی فنی کمتر از ۵۰٪ دارند که نشان می‌دهد بیشتر مزارع در کارایی نسبتاً بالا عمل می‌کنند (جدول ۷).

متغیرهای سن و سطح سواد معنی‌دار نشده که علت آن پایین بودن واریانس سن گوجه‌فرنگی کاران منطقه و اینکه تخصص‌های کشاورزان تحصیل‌کرده، اکثراً در مورد کشاورزی و پرورش گوجه‌فرنگی نیست.

در الگوی MSPF، کارایی فنی (علاوه بر متغیرهای موجود الگوی SPF)، متغیرهای مجازی (ضرر صفر درصدی محصول ناشی از بارش‌های شدید، ضرر ۰/۲۵ محصول ناشی از بارش‌های شدید، ضرر ۰/۵۰ محصول ناشی از بارش‌های شدید، ضرر ۰/۷۵ محصول ناشی از بارش‌های شدید و ضرر ۰/۱۰۰ محصول ناشی از بارندگی) نیز اضافه شده است. ضرایب مثبت و معنی‌دار متغیرهای مذکور، نشان از رابطه مثبت بین بارش‌های شدید و ناکارایی فنی دارد؛ یعنی بارش‌های شدید بهاری به علت از بین بردن یا معیوب کردن گیاه، کارایی فنی را کاهش می‌دهند.

مقایسه ضرایب متغیرهای مؤثر بر کارایی فنی در دو الگو، بیانگر تورش‌دار بودن ضرایب الگوی SPF به علت نادیده گرفتن متغیرهای بارندگی است. به‌عنوان مثال ضریب متغیر تجربه در الگوی SPF برابر با ۰/۴۲- ولی در الگوی MSPF برابر با ۰/۳۵- است، یعنی با اضافه کردن متغیرهای بارندگی ضریب «تأثیر تجربه بر کارایی فنی» از ۰/۴۲- به ۰/۳۵- تغییر کرده است. هرچند نمی‌توان گفت، ۰/۳۵- مقدار واقعی است (چون شاید متغیرهای دیگری نیز بر کارایی مؤثر باشند که در مدل حضور ندارند) اما می‌توان گفت که ۰/۳۵- به واقعیت نزدیک‌تر است یا تورش کمتر نسبت به ۰/۴۲- دارد.

جدول ۷- نتایج برآورد کارایی فنی مزارع با الگوهای SPF و MSPF

Table 7- Estimates of technical efficiency of farms with SPF and MSPF Models		
دامنه کارایی فنی (درصد)	الگوی SPF	الگوی MSPF
Technical efficiency range (%)	SPF Model	MSPF Model
80-100	81	83.4
50-80	16	13.6
<50	1	3

Source: Research findings منبع: یافته‌های پژوهش

بحث

در پژوهش‌های قبلی انجام‌شده در زمینه کارایی فنی مزارع کشاورزی که با روش تابع تولید مرزی تصادفی با استفاده از نهاده‌های تولید (نیروی کار، سرمایه، سموم، بذر، کود و ...) به‌عنوان تعیین‌کننده‌های تولید و ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی (سن، تجربه، سواد، میزان دسترسی به اعتبارات) به‌عنوان تعیین‌کننده‌های کارایی فنی استفاده شده است، مشاهده شده که اکثر مواقع نتایج این پژوهش‌ها با واقعیات مزرعه انطباق ندارد (۳، ۲۵ و ۳۰). بررسی‌ها

طبق بخش دیگری از نتایج اگر کارایی فنی مزارع به ۱۰۰٪ برسد، مصرف نهاده‌ها ۱۴٪ و هزینه‌ها، ۱۱/۶٪ $\{1 - 0/084/95\} \times 100 = 11/6\%$ کاهش و تولید به میزان ۱۹٪ $\{[(1 - 0/084) / 0/084] \times 100\} = 19\%$ افزایش می‌یابد (۲۸)، این نتایج همسو با نتایج شرلاند و همکاران (۳۷) است که؛ همبستگی قوی بین نهاده‌های تولیدی و شرایط زیست‌محیطی از جمله بارش باران، یافتند و رحمن و حاسان (۱۱) که همبستگی ضعیف بین باران و کارایی یافتند.

تفاوت زیاد کارایی فنی برآورد شده در دو الگو به این معنا است که در الگوی بدون باران، برآوردهای کارایی فنی تورش دارتر هستند. سموم شیمیایی در الگوی SPF با تولید رابطه معنی دار دارد ولی در الگوی MSPF ضریب این متغیر معنی دار نشده است، دلیل آن احتمالاً این است که بارش‌های شدید سموم را شسته و اثرات آن را از بین می‌برد این بخش از نتایج با یافته‌های باتیس و همکاران (۸) همسو است.

از یافته‌های جالب این پژوهش رابطه متقابل بین نهاده‌ها و بارش‌های شدید است، به طوری که بارش‌های شدید نه تنها باعث تخریب مزرعه می‌شود، بلکه باعث کاهش کارایی سایر نهاده‌ها نیز می‌گردد؛ این مسئله با مقایسه ضرایب دو الگوی (SPF و MSPF) به وضوح پیداست.

کاربردها

بیشتر گوجه‌فرنگی کاران در سال‌های اخیر به علت بارندگی‌های شدید در فصل رشد و آسیب زراعی متحمل تلفات فراوان شده‌اند. پس این وضعیت نیاز به تحلیل تجربی کارایی فنی و رابطه آن با شرایط جوی خصوصاً بارندگی‌های ناگهانی داشت. نتیجه پژوهش می‌تواند به طراحی سیاست‌هایی که باعث بهبود بهره‌وری گوجه‌فرنگی شوند، کمک کند.

طبق یافته‌ها:

متغیرهای بارندگی بر تولید و کارایی فنی مؤثرند و نادیده گرفتن آن‌ها باعث تورش دار شدن ضرایب نهاده‌های تولید و تعیین‌کننده‌های کارایی فنی می‌شود.

می‌توان کارایی فنی را با استفاده مناسب از نهاده‌ها ۱۴٪ افزایش داد. می‌توان با بهبود کارایی فنی، تولید را به میزان ۱۹٪ افزایش و هزینه‌های تولید را به میزان ۱۱/۶٪ کاهش داد.

پیشنهادها

برای کنترل عوامل جوی، گوجه‌فرنگی به صورت گلخانه‌ای کشت شود.

پژوهش در زمینه توسعه انواع دانه‌های گوجه‌فرنگی سازگار با شرایط آب‌وهوایی این گونه مناطق.

پیش‌بینی عوامل جوی توسط سازمان هواشناسی و انعکاس آن به کشاورزان برای تصمیم‌گیری بهتر.

سپاسگزاری: در پایان از کلیه کسانی که در طراحی پرسشنامه‌ها انجام پژوهش‌های میدانی، همکاری داشته‌اند؛ تشکر می‌شود

نشان داد که یک علت آن نادیده گرفتن تأثیر شرایط جوی به عنوان عامل مهم و تأثیرگذار بر تولید و کارایی فنی است؛ بنابراین برای برآورد دقیق کارایی فنی باید شرایط جوی کنترل شوند؛ زیرا میزان مصرف بذر، کود و نیروی کار رابطه مثبت با شرایط جوی (بارش‌های شدید) دارند، درحالی که رابطه باران‌های شدید با سموم شیمیایی و تولید منفی است. بارندگی‌های سیل‌آسا و شدید علاوه بر تخریب مزرعه به گل‌ها، میوه‌ها، خسارت زده و باعث شسته شدن، سموم و کودها و بی‌اثر شدن آنها می‌شوند. وقوع بارش‌های شدید خصوصاً در دوره گل‌دهی محصول موجب بروز عفونت‌ها، بیماری‌ها و آفات گیاهی شده که برای جبران آنها باید از آفت‌کش‌های بیشتری استفاده کرد. همه این موارد باعث افزایش هزینه‌های تولید و کاهش کارایی فنی می‌شوند. پس لازم است، در بررسی کارایی فنی به عوامل جوی توجه شود، عدم توجه به این عوامل (طبق یافته‌های این پژوهش)، باعث ایجاد تورش در ضرایب تابع تولید و کارایی شده و این به نوبه خود باعث خواهد شد تا مدیر مزرعه در تصمیم‌گیری‌های تخصیص منابع دچار اشتباه شده و از منابع استفاده بهینه به عمل نیاورد.

برای آزمون تأثیر عوامل جوی بر تولید و کارایی فنی یک‌بار پارامترهای الگو بدون حضور این متغیرها و یک‌بار با اضافه شدن این متغیرها به الگو برآورد شده‌اند.

مقایسه یافته‌های حاصل از کاربرد دو الگوی تابع تولید مرزی تصادفی و اصلاح‌شده، تأییدکننده ادعاهای فوق است؛ به این معنا که نادیده گرفتن متغیرهای جوی در برآورد کارایی فنی، منجر به تورش در پارامترهای برآوردی می‌شود.

طبق بخش دیگری از نتایج، بارش‌های شدید باعث بروز خسارات به مزرعه تا میزان ۱۰۰٪ شده که کاهش کارایی فنی را در پی داشته است. این بخش از یافته‌ها نیز با یافته‌های رحمن و حسان (۳۱)، لات و همکاران (۱۹)، مار و همکاران (۲۲) و کی و همکاران (۱۸) همسو است (در مطالعات مذکور، کارایی فنی گندم، برنج، کنجد و انبه برآورد شده است).

به‌طور خلاصه طبق یافته‌ها، دلایل زیر برای اثبات ادعای تأثیرپذیری تولید و کارایی گوجه‌فرنگی از بارش‌های شدید وجود دارد.

رد فرضیه «الگو بدون متغیرهای جوی کامل است».

رد فرضیه «بارش‌های شدید بر تولید بی‌اثر است».

معنی‌دار شدن "ضریب متغیر بارش‌های شدید" در تابع تولید.

معنادار شدن ضرایب متغیرهای چهار سطح ضرر شامل: ۱۰۰٪،

۵۰٪، ۷۵٪ و ۲۵٪ بارش‌های شدید در معادله کارایی.

با اضافه شدن متغیرهای جوی به الگو (الگوی MSPF)، تمامی ضرایب نهاده‌ها و کارایی فنی تغییر می‌کنند که این بیانگر تأثیر متغیرهای جوی است که نادیده گرفته شده بودند.

- 1-Abdollahi B., Rahelei H., Taghizadeh M., Kasrani M., and Najaflu B. 2010. Measurement of Technical Efficiency and Its Effective Factors on Greenhouse Cucumber Production (Case Study of East Azarbaijan Province). *Journal of Crop Ecophysiology* 2(14): 81-90. (In Persian)
- 2-Aigner D., Lovell C.A., and Schmidt P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Economics* 6: 21-37.
- 3-Alieu L., and Csaba F. 2015. The Effects of Climate Change on Cereals yield of Production and food security in Gambia. *APSTRACT* 9(4): 83-92.
- 4-Arsalanbod M. R. 1384. Technical efficiency, allocative and economic tomato producers in Western Azerbaijan. Fifth Iranian Agricultural Economics Conference, Faculty of Agriculture, Urmia University. (In Persian)
- 5-Arega S., and Molla A. 2017. Effect of climate variability on crop income and indigenous adaptation strategies of households, *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, Available at <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-04-2016-0039>.
- 6-Banjaw D., Tadesse M., Habtamu G., and Lemma D.T. 2017. Effect of Water Quality and Deficit Irrigation on Tomatoes Yield and Quality: A Review. *Advances in Crop Science and Technology* 5(4): 1-4.
- 7-Battese G.E. and Coelli T. J. 1995. A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics* 20: 235-332.
- 8-Battese G.E., Nazli H., and Smale M. 2014. Productivity and Efficiency of Farmers Growing Four Popular Wheat Varieties in Punjab, Pakistan; *HarvestPlus Working Paper*, Available at www.harvestplus.org/sites/default/files/HarvestPlus_WorkingPaper15.pdf
- 9-Bradley W.K., Tatjana H., Ralph M., Charles E., Wilson J., and Lance S. 2014. Measurement of Technical, Allocative, Economic, and Scale Efficiency of Rice Production in Arkansas Using Data Envelopment Analysis. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 46(1): 89-106.
- 10-Food and Agriculture Organization. 2017. Pulses and Climate Change. Available at <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/454530/>
- 11-Hasan M.K., Miah M.A. and Rahman M.M. 2008. Influence of environmental and managerial of improved pulse production in Bangladesh. *Asia Pac. Journal of Rural Development* 18: 123-136.
- 12-Hoang V.N. 2013. Analysis of productive performance of crop production systems: An integrated analytical framework. *Agricultural Systems* 116: 16-24.
- 13-Justus O., Lilian K., and Mary M. 2016. Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 77: 71-78.
- 14-Khai H.V., and Yabe M. 2011. Technical efficiency analysis of rice production in Vietnam. *International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS)*, 17: 135-146.
- 15-Kahil M.T., Connor J.D., and Albiac J. 2015. Efficient water management policies for irrigation adaptation to climate change in Southern Europe. *Ecological Economics* 120: 226-233.
- 16-Khazaei J., Amani B., and Isfahani S.D.J. 2015. Study of Total Productivity Changes in Tomato Production Factors in Iran Using Malmquist Index. *Agricultural Economics Research* 4(28): 83-98. (In Persian)
- 17-Krishna P., Pokharel A.M., Featherstone D., and Archer W. 2018. Estimating Economic Efficiency under Risk for Agricultural Cooperatives. *Southern Agricultural Economics Association's 2018 Annual Meeting*, Jacksonville, Florida, February, 2-6: 1-24, Available at http://ageconsearch.umn.edu/record/266729/files/Pokharel_EfficiencySAEA2018.pdf
- 18-Kyi T., and VonOppen M. 1999. Stochastic frontier production function and technical efficiency estimation: A case study on irrigated rice in Myanmar. In *Proceedings of the Deutscher Tropentag 1999 in Berlin Session: Sustainable Technology Development in Crop Production*, Berlin, Germany, 14-15 October 1999: 1-20, Available at ftp://ftp.gwdg.de/pub/tropentag/proceedings/1999/.../STD_C6.pdf
- 19-Latt A.K., Hotta K., and Nanseki T. 2011. Analysis of technical efficiency of monsoon rain-fed sesame production in Myanmar: A Stochastic Frontier Approach. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* 56: 177-184.
- 20-Leake G., Weldegiorgis G., Kidu M., Hareg G.E., Gebremariam and Zenebe A.K. 2018. Resources use efficiency of irrigated tomato production of small-scale farmers. *International Journal of Vegetable Science*, Available at <https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1438552>.
- 21-Mar S., Nomura H., Takahashi Y., Ogata K., and Yabe M. 2018. Impact of Erratic Rainfall from Climate Change on Pulse Production Efficiency in Lower Myanmar. *Sustainability* 10(402): 1-16.
- 22-Mar S., Yabe M., and Ogata K. 2013. Technical Efficiency Analysis of Mango Production in Central Myanmar. *International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS)* 19: 49-62.
- 23-Meeusen W., and VanDen B.J. 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review (Philadelphia)* 18: 435-444.

- 24- Melo-Becerra L.A., and Orozco-Gallo A.J. 2017. Technical efficiency for Colombian small crop and livestock farmers: A stochastic metafrontier approach for different production systems. *Journal of Productivity Analysis* 47(1): 1–16.
- 25-Muhammad N., Shah A.U., Jan I., Ullah M.I., and Khan S. 2017. Allocative efficiency analysis of tomato growers in Mohmand Agency, Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture* 33(3): 366-370.
- 26-Mukherjee A., Sarkar. S., and Sarkar A. 2018. Productivity and Profitability of Tomato Due to Irrigation Frequency and Mulch. *International Journal of Vegetable Science* 24(1): 43-57.
- 27-Musa H., Ahmed L.Z., and Endrias G. 2015. Measuring technical, economic and allocative efficiency of maize production in subsistence farming: evidence from the Central Rift Valley of Ethiopia. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce* 9(3): 63-74.
- 28- Obare G., Nyagaka D., Nguyo W., and Mwakubo S.M. 2010. Are Kenyan smallholders allocatively efficient? Evidence from Irish potato producers in Nyandarua North district. *Journal of Development and Agricultural Economics* 2: 78–85.
- 29-Ocholi A., and Ayinla V. 2018. Determinants of technical efficiency of small-scale Broiler production enterprises in Benue state, Nigeria. *International Journal of Agricultural and Veterinary Sciences (ijavs)* 4(1): 4-17.
- 30-Ogada M.J., Muchai D., Mwabu G., and Mathenge M. 2014. Technical efficiency of Kenya's smallholder food crop farmers: Do environmental factors matter? *Environment, Development and Sustainability* 16: 1065–1076.
- 31-Rahman S., and Hasan M.K. 2008. Impact of environmental production conditions on productivity and efficiency: A case study of wheat farmers in Bangladesh. *Journal of Environmental Management* 88: 1495–1504.
- 32-Rosenzweig C. and Liverman D. 1992. Predicted Effects of Climate Change on Agriculture: A Comparison of Temperate and Tropical Regions. In *Global Climate Change: Implications, Challenges, and Mitigation Measures*, USA: 342–361, Available at <http://www.ciesin.columbia.edu/docs/004-145/004-145.html>.
- 33-SadatMoezeni S. and Karbasi R. 2008. Measurement of Types of Efficiency Using Data Envelopment Analysis Case Study of Pistachio producers in Zarand. *Agricultural Economics and Development* 16(61): 1-16. (In Persian)
- 34-Sahubar A., Bin M.N., Azizul B., and Razamin R. 2016. Technical, allocative, cost, profit and scale efficiencies in kedah, Malaysia rice production: a data envelopment analysis. *Journal of Agricultural and Biological Science* 11(8): 322-335.
- 35-Sardana V., Sharma P., and Sheoran P. 2010. Growth and production of pulses. In *Soils, Plant Growth and Crop Production*. Verheyne, W.H., Ed., Eolss Publishers Co., Ltd.: Oxford, UK, 3: 378–416, Available at <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/e1-05a-44-00.pdf>
- 36- Sarker M.A.R., Alam K., and Gow J. 2012. Exploring the relationship between climate change and rice yield in Bangladesh: An analysis of time series data. *Agricultural Systems* 112: 11–16.
- 37-Sherlund S.M., Barrett C.B., and Adesina A.A. 2002. Smallholder technical efficiency controlling for environmental production conditions. *Journal of Development Economics* 69: 85–101.
- 38-Silva J.V., Pytrik R., Alice G.L., and Van M. 2017. Explaining rice yields and yield gaps in Central Luzon, Philippines: an application of stochastic frontier analysis and crop modelling. *European Journal of Agronomy* 82: 223–241.
- 39-Tuhamipour M., Saleh E., and Nemati M. 2014. Measuring and analyzing the growth of total factor productivity of different varieties of rice in Iran. *Journal of Applied Crop Research* 27(103): 96-104. (In Persian)
- 40-USDA. Climate Change and Agriculture in the United States. 2013. Effects and Adaptation; United States Department of Agriculture Technical Bulletin 1935; USDA: Washington, DC, USA: 186, Available at https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=ge_at_reports
- 41-Wang H. 2002. One-Step and Two-Step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels. *Journal of Productivity Analysis* 18: 129–144.
- 42-Wilson P., Hadley D., and Asby C. 2001. The influence of management characteristics on the technical efficiency of wheat farmers in Eastern England. *Agricultural of Economics* 24: 329–338.
- 43- www.basakco.com
- 44-Xin-Zhong L., Yu W., Robert G., Chambers Daniel L., Schmoldt WeiGao C.L., Yan-An L., Chao S., and Jennifer A.K. 2017. Determining climate effects on US total agricultural productivity, Available at www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1615922114PNAS Published online March 6.



Measuring the Effect of Heavy Spring Rainfall on Technical Efficiency of Tomato Production in Arsanjan

M. Hasanshahi^{1*}

Received: 15-04-2018

Accepted: 29-07-2019

Introduction: Agricultural performance depends not only on the availability of physical resources and agricultural technologies, but also on the climate and environmental conditions prevailing on the farm. As the Earth's temperature rises, precipitation has become an unpredictable variable and has led to phenomena such as floods, droughts, etc. in addition, such phenomena have created a new sense of uncertainty for farmers with increasing uncertainty about the prediction of the future climate, and have faced producers with new types of climate problems. It is predicted that the frequency and severity of climate change will increase the challenges facing risk management, as atmospheric conditions (sudden and heavy rains, hurricanes, severe changes in air temperature and acid rain) affect the efficiency of production inputs (fertilizer, seed, pesticides, and so on). ... Influential. Severe climate change during the growing season can cause serious damage to agriculture and affect farmers' decisions to allocate farm inputs and lead to reduced production and efficiency; Therefore, in analyzing the efficiency and financial and physical performance of the farm, in addition to the production inputs, we should also consider the climatic conditions in which the effect of spring rains on the technical efficiency of tomatoes is investigated.

Materials and Methods: Data from the crop year of 1395-1396 and The model used is a Modified Stochastic Production Frontier Approach (MSPF), with changes in the model so that in addition to the physical inputs of production, heavy rainfall during tomato growth and farm restoration costs (partial re-planting, part of the farm damaged by rainfall) Have been added to the the traditional model of Stochastic Production Frontier Approach (SPF) to estimate their impact on technical performance (in conventional models due to the lack of atmospheric variables, the estimated parameters are biased and the correlation between efficiency and bias is neglected and the bias bias causes the farm manager to decide. Conflicts d Wrong resource attribute and failed to make optimal use of resources). In addition, if the explanatory variables in the production function are correlated with the variables affecting technical performance and this correlation is ignored in the estimation of the production function parameters, it leads to biased estimates of the parameters thus avoiding this kind of correlation, Betis and Coeli's one-step approach is used to determine the factors affecting production efficiency, in which the technical efficiency of the fields is related to the socio-economic conditions of the farmers, management skills and demographic characteristics, etc. Eventually the Modified Stochastic Production Frontier Approach have been compared and the results have been compared with the traditional model of Stochastic Production Frontier Approach.

Results: According to the results of the correlation coefficients estimated between production inputs and rainfall and farm repair costs, there is a relatively strong correlation between heavy rainfall, seed rate and labor force. Heavy rains increase the need for labor to compensate and repair the farm. Rainfall is also negatively correlated with pesticides, since it is washed off by rainfall and instead of being absorbed by pesticides, it is washed out and eliminated, and the farmer is aware of this problem and uses less pesticide during heavy rainfall. Precipitation has a negative effect on pests. Rain is positively correlated with fertilizer as expected, as rainfall can absorb fertilizer faster into the soil and root of the plant. Rain is positively associated with seed because heavy rains destroy the transplants and the farmer must re-transplant. Although the relationship between repair costs and rainfall was not positive but significant, it may be because some of the repair costs (more fertilizer, manpower and seed consumption) were in the three inputs. To test the effect of atmospheric factors on production and technical efficiency, the model parameters were estimated once without the presence of these variables and once added to the model. Comparison of the results from the application of these two models confirms that ignoring the atmospheric variables in the estimation of the technical efficiency leads to bias in the estimation parameters. According to another part of the results: 1- Heavy rainfall caused 100% damage to the farm resulting in technical efficiency reduction, 2- Adding atmospheric variables to the model (MSPF pattern), all input coefficients and technical efficiency change This reflects the impact of atmospheric variables on efficiency and production that were overlooked in previous studies. 3. The high technical efficiency difference estimated in the two models means that in the rainless model, the technical efficiency estimates are more biased,

1- Assistant Professor, Department of Economics, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran

(*- Corresponding Author Email: hasanshahi@iaua.ac.ir)

4. Toxins Chemical in the SPF pattern has a significant relationship with production but in the MSPF model, the coefficient of this variable is not significant because it is likely to wash away the heavy pesticide precipitation and eliminate its effects. 5 - Interesting findings of this study Interaction between inputs And there is heavy rainfall so that heavy rainfall not only damages the farm but also reduces the efficiency of other inputssignificant.6- Proper use of inputs can increase technical efficiency by 14%, resulting in a 19% increase in production and an 11.6% decrease in production costs

Conclusion: Atmospheric factors, especially severe and short-term rains, reduce the technical efficiency and tomato production.

Keywords: Erratic rains, Modified Stochastic Production Frontier Approach, Technical efficiency, Tomato, Torrential storms

تعیین مؤلفه‌های حکمرانی در حوزه‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و محیط‌زیست در بخش کشاورزی ایران

مرضیه رونقی^۱ - محمدرضا کهنسال^{۲*} - محمد قربانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

چکیده

حکمرانی خوب مجموعه‌ای از هنجارها و ارزش‌هاست و این یک عامل مهم برای توسعه کشور محسوب می‌شود. با توجه به آن که بخش کشاورزی نقش مهمی را در زندگی مردم دارد اما سهم آن در توسعه کاهش یافته است. در این تحقیق ابتدا از روش فرا ترکیب^۴ برای یافتن عوامل مهم حکمرانی کشاورزی در سطح جهانی استفاده شد. از کارشناسان متخصص کشاورزی برای رتبه‌بندی متغیرها در سطح جهانی با استفاده از روش آنتروپی‌شانون استفاده شد. همچنین برای یافتن مؤلفه‌های حکمرانی کشاورزی در ایران از تکنیک دلفی برای پر کردن پرسشنامه‌ها و ماتریس مقایسه دوجانبه در بین خبرگان ایرانی استفاده شد و در انتها روش فازی برای وزن‌دهی و مقایسه متغیرها در سطح جهانی و ایران بکار گرفته شد. مطابق با یافته‌های مدل فرا ترکیب متغیرهای (سیاست بین‌المللی، مشارکت گروهی و شرکت‌های تعاونی، رعایت استانداردها) بیشترین اهمیت و رتبه را دارند. در حالی که، با استفاده از تجزیه و تحلیل فازی متغیرهای (اشتغال کشاورزی، مشارکت گروهی و شرکت‌های تعاونی) بیشترین اهمیت را در حوزه اقتصادی در کشاورزی ایران دارند. متغیر (مشارکت گروهی و متغیرهای (افزایش تولید و بازارهای مالی و سرمایه) بیشترین اهمیت را در حوزه اقتصادی در کشاورزی ایران دارند. متغیر (مشارکت گروهی و شرکت‌های تعاونی) در هر دو روش مشترک می‌باشد. مهم‌ترین پیشنهاد این پژوهش آن است که اجرای حکمرانی کشاورزی باید در آینده ادامه یابد، و با رویکردی وسیع‌تر، با استفاده از روش‌ها و مدل‌های ویژه، کل بخش کشاورزی را در بر گیرد. همچنین مطابق با یافته‌های پژوهش، مشارکت گروهی در کل فرایند تخصیص، صرف هزینه و نظارت بر منابع عمومی می‌تواند به تولید نتایج قابل توجه عملیاتی (بهبود عملکرد، معرفی اقدامات اصلاحی) و نتایج فرآیندی (تغییرات سازمانی، رفتاری و ارتباطی) کمک کند.

JEL Classification: Q28, Q38, R58, O13, O20, Q16.

واژه‌های کلیدی: حکمرانی کشاورزی، فازی، فراترکیب، مشارکت گروهی

مقدمه

در داخل کشور است، اما مفهوم حکمرانی شامل بازیگران بیشتر از دولت است که شامل شرکت‌ها، احزاب سیاسی، سازمان‌های نظامی و غیر دولتی (داخلی و بین‌المللی) و حتی افراد با نفوذ می‌باشد. همه این ساختارها بر تصمیم‌گیری در یک کشور تأثیر می‌گذارند. دولت نقش قابل توجهی در حکمرانی خوب ایفا می‌کند، زیرا مراحل مشارکت گروه‌ها را تعیین می‌کند. دولت قوانین و هنجارهایی را ایجاد می‌کند که توانایی بخش‌های خصوصی و جامعه مدنی را برای ایجاد نقش معنی‌دار تقویت یا تضعیف می‌کند.

حکمرانی خوب دارای سه ویژگی است (۳۴):

۱- پشتیبانی از روابط خوب و همکاری بین دولت، جامعه مدنی و بخش خصوصی.

۲- حمایت از اصول مشارکت، شفافیت تصمیم‌گیری، پاسخگویی، عدالت، قابل پیش‌بینی بودن، دموکراسی، آزادی‌های مدنی و دسترسی

نقش حکمرانی در این روزها در ادبیات توسعه توجه زیادی را به خود جلب می‌کند و اغلب به عنوان دلیل اصلی برخی از کشورها در دستیابی به رشد اقتصادی سریع‌تری نسبت به سایر کشورها می‌باشد. یک تعریف رایج از حکمرانی، فرآیند تصمیم‌گیری و اجرای آن است که بر نهادهای اقتصادی، سیاسی و اجتماعی تأثیر می‌گذارد. بیشتر نظرات در مورد حکمرانی یا حکمرانی خوب مربوط به عملکرد دولت

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)- نویسنده مسئول: (Email: kohansal@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/jead2.v0i0.78364

4- Meta-synthesis

آزاد به اطلاعات.

۳- ایجاد مجموعه‌ای از هنجارها و ارزش‌ها که برای مؤسسات و سازمان‌های دولتی و بین‌المللی مطلوب است.

یکی از دلایل اهمیت حکمرانی خوب، تأثیر آن بر کیفیت زندگی و رفاه مردم است. بهبود هر یک از اجزای حکمرانی مانند افزایش آزادی‌های مدنی می‌تواند تفاوت‌های زیادی در رفاه مردم ایجاد کند (۶۲). مزایای حکمرانی خوب شامل: کاهش فساد (به علت شفافیت و پاسخگویی)، تحقق دموکراسی (با ارائه عناصری مانند مشارکت و حاکمیت قانون) و افزایش همکاری بین‌المللی (از طریق اعتماد و انطباق با قوانین بین‌المللی) می‌باشد (۶۵). اجرای حکمرانی خوب در سراسر کشور برای دستیابی به پیشرفت اقتصادی سریعتر از ملزومات است. دولت مانند یک سازمان سیاسی است که به بخش خصوصی و جامعه مدنی اجازه می‌دهد در تصمیم‌گیری نقش داشته باشند. بانک جهانی معتقد است که یکی از مهمترین بخش‌ها برای اجرای بهتر حکمرانی، جامعه مدنی است (شکل ۱). از آنجایی که حکمرانی خوب در زمینه اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست محیطی قابل اجرا است، در این مقاله نقش دولت، بخش خصوصی و جامعه مدنی در اجرای حکمرانی خوب بررسی می‌شود. دولت کارآمد نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی جامعه ایفا می‌کند. بدون حکمرانی خوب، رشد اقتصادی بین بخش‌های اجتماعی و اقتصادی در جامعه شکاف ایجاد می‌کند.

انگیزه و تحقیق در زمینه حکمرانی خوب امروزه به دلیل مواجهه بودن کشورهای مختلف با چالش‌های توسعه‌ای، رواج یافته است. کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه برای کاهش شکاف بین فقرا و ثروتمندان در داخل کشور و وضعیت اقتصادی کشور نسبت به دیگر کشورها به دنبال راه حل هستند (۳۵). محمدزاده و همکاران (۴۳) تأثیر اندازه دولت بر مدیریت خوب و عملکرد اقتصادی را مورد بررسی قرار داد. نتایج آن‌ها نشان داد که اندازه دولت تأثیر منفی و حکمرانی خوب (مؤلفه‌های حکمرانی جهانی) تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی دارد. با توجه به فساد و رانت‌خواری، اندازه دولت تأثیر منفی بر حکمرانی و عوامل اشتغال و آموزش تأثیر مثبت بر شاخص‌های حکمرانی دارند. بسیاری از تلاش‌های توسعه بین‌المللی شامل ارتقاء فن‌آوری و دسترسی به منابع برای بهبود بهره‌وری کشاورزی در کشورهای در حال توسعه است. با این حال، عنوان شده است که بسیاری از عملکرد ضعیف کشاورزی در این کشورها را می‌توان به فقدان حکمرانی خوب نسبت داد. سرمایه و تکنولوژی در دستیابی به تجهیزات جدید کشاورزی مؤثر هستند (و بر برنامه‌های کمک‌های بین‌المللی تمرکز دارند). این اقدامات تأکید زیادی بر آبیاری، کودهای شیمیایی، مدارس و تکنولوژی‌های کشاورزی مدرن دارد. با این حال محققان متوجه شدند که این دستاوردهای قابل توجه محدود هستند مگر اینکه توسط حکمرانی خوب پشتیبانی شوند (۴۰). بخش کشاورزی همیشه نقش

حیاتی در زندگی انسان دارد، اما سهم این بخش در توسعه اقتصادی ایران کاهش یافته است. با وجود پتانسیل کشاورزی بالا در ایران، رشد بخش کشاورزی در تولید ناخالص داخلی کمتر از سایر بخش‌ها است. اقتصاد ایران یک اقتصاد وابسته به نفت است. بخش کشاورزی بهبود یافته می‌تواند به استخدام کارگران بیشتر و کاهش وابستگی اقتصادی به نفت کمک کند. حکمرانی خوب در این بخش می‌تواند کلیدی برای توسعه آن باشد.

ایران با چالش‌هایی در زمینه حکمرانی مانند شفافیت و پاسخگویی، ثبات سیاسی، خشونت، اثربخشی دولت، کیفیت نظارتی، حاکمیت قانون و کنترل فساد مواجه است. بانک جهانی شاخص‌های حکمرانی را بر اساس کشورها محاسبه می‌کند که از ۲/۵- (ضعیف‌ترین) تا ۲/۵ (قوی‌ترین) متغیر است. تمام شاخص‌های حکمرانی برای ایران منفی است (شکل ۲). حکومتداری خوب مدیریت منابع داخلی را بهبود می‌بخشد و موانع داخلی و خارجی توسعه را با ایجاد یک ساختار نظارتی شفاف، حذف می‌کند. بهبود این شاخص‌ها می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشور داشته باشد.

این تحقیق نقش حکمرانی در بهبود عملکرد کشاورزی را مورد بررسی قرار می‌دهد. بر این اساس نهادها و سیاست‌های ضعیف در تولید بهره‌وری کشاورزی محدودیت دارند بدلیل آنکه در پذیرش تکنولوژی عقب هستند و نوآوری سازمانی کمی دارند. میزان بهبود شاخص‌های حکمرانی بر عملکرد اقتصادی در توسعه مهم است (۲۶). در این مقاله استدلال می‌کنیم که تأکید بیشتر بر زیرساخت‌های حکمرانی برای افزایش عملکرد کشاورزی و تأثیر بر بهره‌وری کشاورزی کشور ضروری است (۴۰).

مروری بر مطالعات گذشته

حکمرانی به عنوان یک پیش شرط مهم برای رشد اقتصادی در قالب توسعه سازمان‌های بین‌المللی ظاهر شده است (e.g., UNDP, IMF)¹ برخی ذینفعان دیگر مانند بخش خصوصی و سازمان‌های جامعه مدنی نیز در فرآیند توسعه همکاری می‌کنند. برای دستیابی به بهبود حکمرانی، هماهنگی و یکپارچگی در میان این شرکا ضروری است تا تضمین موفقیت شود. حکمرانی نه تنها هدف اصلی بلکه یک پیش شرط برای تخصیص کمک به کشورهای در حال توسعه است (۲۱). با توجه به اینکه بخش کشاورزی برای توسعه اقتصادی بسیار مهم است، مطالعات متعددی در زمینه حکمرانی کشاورزی انجام شده است.

لیو و همکاران (۴۰) دو روش برای تست فرضیه‌ای که حکمرانی خوب باعث بهبود بهره‌وری کشاورزی می‌شود، اتخاذ کردند. با استفاده از روش اول، تابع تولید کشاورزی، به طور گسترده‌ای برای کشف

1- International Monetary Fund

اجرایی نباشند، بعید است که سرمایه‌گذاری خصوصی در کشاورزی صورت گیرد. همچنین آنها نشان دادند که اگر قوانینی وجود نداشته باشد و دولت در مقابل اقدامات غیر قانونی افراد مجازاتی اتخاذ نکند، برخی افراد دزدی محصولات از دیگران را معقول تر از درگیر شدن در تولید خواهند دانست. مردم در چنین جامعه‌ای بطور "منطقی" قصد دارند سرقت را به عنوان ساده‌ترین مسیر خود در جهت فعالیت اقتصادی انتخاب کنند و درگیر شدن در فعالیت‌های تولیدی بهترین پاسخ برای آنها نیست. در نهایت کل جمعیت ممکن است گرسنه بماند زیرا هیچ کس انگیزه‌ای برای تولید غذا نداشته است.

یکی دیگر از جنبه‌های حکمرانی شامل "کیفیت عملکرد دولت" است که شامل دو بعد "اثربخشی دولت" و "کیفیت قوانین" می‌باشد (۶۰). فان و همکاران (۲۲) مطالعه کردند که چگونه بهره‌وری کشاورزی تحت تأثیر عرضه محصولات و خدمات عمومی مانند جاده‌ها، سیستم‌های آبیاری، زیربنای ارتباطات، مدارس و برنامه‌های پژوهش و توسعه کشاورزی قرار دارد. آنها دریافتند که تحویل مؤثر این کالاها و خدمات عمومی برای توسعه کشاورزی حیاتی است. علاوه بر این، دولت نیاز به ارائه سیاست‌های اقتصاد کلان مهمی مانند نرخ ارز در نزدیکی تعادل خود، نرخ بهره مثبت واقعی در نزدیکی هزینه فرصت سرمایه و سیاست‌های مالی دارد که برای ایجاد محیطی مناسب برای کشاورزی گسترده ضروری است (۶۶).

یکی از مهمترین حوزه‌های حکمرانی کشاورزی شامل منابع طبیعی (به ویژه آب) و محیط زیست می‌باشد. نیل و همکاران (۴۷) عدالت اجتماعی و محیطی را از طریق اجرای حکمرانی آب زیرزمینی در آفریقا مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند بدون حکمرانی آب، عدم وجود ساختار مناسب برای تصمیم‌گیری در مورد حقوق آب باعث ایجاد بی‌عدالتی‌های محیطی و استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی می‌شود.

علی‌رغم وجود مطالعات بسیار در مورد حکمرانی کشاورزی، هیچ مطالعه‌ی جامع‌ای وجود ندارد که میزان تأثیر حکمرانی بر حوزه‌های اقتصاد، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی کشاورزی را تعیین کند (۲۱، ۲۸ و ۴۰). با توجه به تحریم‌های اقتصادی و چالش‌های متعدد در زمینه سرمایه‌گذاری و اشتغال، شرایط کشاورزی ایران نیاز به تغییرات و بهبود حکمرانی دارد.

همانطور که توسط علیزاده (۱) نشان داده شده است، بین تحریم‌های اقتصادی و اشتغال رابطه منفی و معناداری وجود دارد. علاوه بر این، مصدق (۴۵) نشان داد که تحریم‌ها باعث کاهش سرمایه‌گذاری خارجی و ایجاد خروجی اقتصادی در ایران می‌شود. از

عوامل تعیین کننده تفاوت در بهره‌وری کشاورزی در کشورهای مختلف، تخمین زده شد تا اثرات زیرساخت‌های حکمرانی بر بهره‌وری کشاورزی را بررسی کند (۲، ۲۴ و ۳۶). در روش دوم، مدل معادلات ساختاری برای بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم حکمرانی خوب بر افزایش بهره‌وری نیروی کار کشاورزی توسعه یافت. نتایج برآورد با استفاده از روش اول نشان داد که یک کشور با حکمرانی خوب با مقادیر مشابه از ورودی‌های کشاورزی، سطح تحصیلات و شرایط آب و هوایی می‌تواند تولیدات کشاورزی بیشتری را داشته باشد. همچنین نتایج تجربی با استفاده از روش دوم نشان داد که با توجه به مقادیر مشابه از سرمایه و سطح زمین‌های کشاورزی، یک کارگر کشاورزی در کشوری با حکمرانی خوب، میزان تولید بیشتری دارد. بنابراین حکمرانی خوب می‌تواند به طور غیرمستقیم با کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، بهره‌وری کشاورزی را بهبود بخشد.

مشارکت کشاورزان یکی از مهمترین عوامل حکمرانی کشاورزی است. بیتزر و همکاران (۱۰) در مورد حکمرانی سیستم‌های توسعه کشاورزی تحقیق کردند و نتیجه گرفتند که خدمات مبتنی بر تقاضا در بخش کشاورزی منجر به بهبود بهره‌وری کشاورزی با توجه به شرایط محیطی مختلف شده است. بدلیل آنکه توانمندسازی کشاورزی یک هدف مشخص از توسعه است، نقش مشارکت کشاورزان در بهبود کشاورزی از اهمیت بسزایی برخوردار است بانک جهانی (۷۴). از این رو، مهمترین بخش در اجرای حکمرانی کشاورزی، بخش دولتی محلی و نقش آن در ترویج مشارکت عمومی است.

موانع زیادی برای اجرای حکمرانی خوب کشاورزی در یک کشور وجود دارد. پولتن (۵۳) نشان داد عواملی مانند عدم ثبات مالی، عدم استفاده از افراد متخصص، فساد و اجرای سیاست‌های نامناسب باعث شکست در اجرای مناسب حکمرانی خوب کشاورزی در یک کشور می‌شود. آنها دریافتند که این مشکلات در سطح محلی به همان اندازه‌ی سطح ملی رایج هستند. علاوه بر این، اجرای حکمرانی خوب اغلب با عدم حمایت سیاسی از سوی دولت مرکزی مواجه است (۴ و ۸). از این رو، یکی از ابعاد سیاسی حکمرانی کشاورزی «ثبات سیاسی» است. دانکر و همکاران (۲۰) دریافتند زمانی که کشاورزان بدلیل مشکلات در بخش کشاورزی نتوانند در مزارع باقی بمانند و فعالیت‌های کشاورزی انجام دهند، آنها وابسته به کمک‌های غذایی از منابع خارجی خواهند شد. بی‌ثباتی سیاسی منجر به کاهش سرمایه‌گذاری خصوصی در کشاورزی می‌شود زیرا به طور مستقیم یا غیرمستقیم امنیت سرمایه‌گذاری را تهدید می‌کند.

"حاکمیت قانون" شاخصی مهمی در حکمرانی است. تریتل و همکاران (۶۵) اهمیت "حاکمیت قانون" را برای عملکرد کشاورزی مورد بررسی قرار دادند. بهره‌وری کشاورزی به سرمایه‌گذاری کشاورزی بستگی دارد، زیرا اگر حقوق مالکیت نباشند و قراردادهای

۱- حکمرانی خوب نیاز به چارچوب قانونی منصفانه دارد که بی‌طرفانه اجرا شود. همچنین نیاز به حمایت کامل از حقوق بشر، به ویژه اقلیت‌ها دارد. اعمال بی‌طرفانه قوانین مستلزم یک قوه قضاییه مستقل و یک نیروی پلیس بی‌طرف است.

کردند (که بعداً توضیح داده خواهد شد). متغیرهای بدست آمده از روش فرا ترکیب به یک گروه از ده کارشناس ایرانی منتخب (اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های کشاورزی که در زمینه حکمرانی تخصص لازم را داشتند عضو گروه کارشناسان متخصص هستند) ارائه شد. آنها متغیرهای مهم حکمرانی کشاورزی در ایران را با تغییر، اضافه کردن و حذف متغیرها از فرا ترکیب شناسایی کردند. این کارشناسان متغیرها را با یک ماتریس مقایسه دوجانبه (که بعداً توضیح داده می‌شود) وزن دهی کردند. کارشناسان با استفاده از تکنیک گلوله برفی^۱ انتخاب شده و پرسشنامه‌ها (و رتبه‌بندی) از طریق روش دلفی (به عنوان یک روش ساخت یافته برای اتفاق نظر در شکل ۶ توضیح داده شده است) تکمیل شد. در نهایت، متغیرهای حکمرانی جهانی کشاورزی حاصل از روش آنتروپی شانون با آنهایی که از ماتریس مقایسه دوجانبه بدست آمده، با استفاده از روش فازی مقایسه شدند.

روش فراترکیب

از آنجایی که مقالات بسیاری در زمینه حکمرانی کشاورزی با استفاده از روش‌های کیفی و کمی وجود دارد، فراترکیب یک روش خوب برای یافتن اطلاعات کامل در زمینه حکمرانی کشاورزی است. در این روش، پژوهشگر یک مطالعه کامل را انجام می‌دهد و یافته‌های مطالعات مربوطه را تجزیه و تحلیل می‌کند (۱۷). این بدان معنی است که به جای ارائه یک خلاصه جامع، این روش ترکیبی تفسیری از یافته‌ها را ایجاد می‌کند. روش هفت مرحله یحیی پور و همکاران (۷۱) در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است، که در شکل ۳ نشان داده شده است.

مرحله ۱: تهیه سؤالات تحقیق

سؤالات تحقیق مربوط به روش فراترکیب در جدول ۱ ارائه شده است.

آنجایی که ایران یک اقتصاد وابسته به نفت است و به دلیل تحریم‌های اقتصادی سیاسی، بخش کشاورزی پیشرفته می‌تواند به استخدام کارگران بیشتر و کاهش وابستگی اقتصادی به نفت کمک کند. با دستاوردهای مثبت در بخش‌های مختلف کشاورزی در سال گذشته، به نظر می‌رسد که توسعه روابط بین‌المللی می‌تواند منجر به توسعه بخش کشاورزی در زمینه تولید، تجارت، اشتغال و بهبود تجارت کشور شود (۴۲). بر اساس مطالعات قبلی، حکمرانی خوب با تأثیر بر افزایش بهره‌وری کشاورزی، کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، افزایش تولید، تصویب سیاست‌های مناسب در بخش کشاورزی، افزایش مشارکت مردم، اجرای قوانین و جلوگیری از فساد، نقش مهمی در بهبود بخش کشاورزی ایفا می‌کند. دستیابی به این پیشرفت مستلزم اجرای حکمرانی خوب کشاورزی است. بدین علت در این مقاله، اثرات حکمرانی کشاورزی بر جنبه‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی بخش کشاورزی در ایران مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از چهار روش فراترکیب، آنتروپی شانون، فازی و ماتریس مقایسه‌ای دوجانبه برای تعیین و وزن دهی مؤلفه‌های حکمرانی کشاورزی استفاده شد.

ابتدا از روش فرا ترکیب بعنوان یک نمونه مستقل از ادبیات علمی مربوط به حکمرانی کشاورزی استفاده شد. فرا ترکیب بررسی ادبی سیستماتیک و یک روش صریح و قابل تکرار برای شناسایی، ارزیابی و تلفیق کارهای تکمیل شده و ضبط شده توسط محققان و متخصصان است (۲۳). بر خلاف ادبیات سنتی و روایی، یک بررسی سیستماتیک مجموعه‌ای از اصول است که هدف آن محدود کردن اختلافات در نمونه‌های مطالعاتی است (۱۱، ۴۴ و ۵۰). مقالات علمی از هفت پایگاه داده‌های مختلف دانشگاهی جمع‌آوری شد: Web of Science، Scopus، Knowledge Direct، IEEE، Science، Rsc، Jstor و Acs. چهار پایگاه داده بزرگ علمی شامل مقالاتی در حوزه‌های کشاورزی، اقتصاد و مدیریت است. این مطالعات دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ را پوشش می‌دهند که در این پژوهش استفاده شده است. برای اطمینان از حساسیت و خصوصیات جستجوهای ادبیات، یک جستجوی دقیق بر مبنای سؤالات تحقیق (جدول ۱) مورد استفاده قرار گرفت (۵۰).

در مطالعه حاضر، ابتدا روش فرا ترکیب برای یافتن عوامل یا متغیرهای مهم برای بررسی حکمرانی کشاورزی در سطح جهانی استفاده شد. سپس این متغیرها را در اختیار کارشناسان (اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌های کشاورزی عضو گروه متخصص هستند) قرار داده و آنها متغیرها را با استفاده از روش آنتروپی شانون رتبه‌بندی

۱- تکنیک گلوله برفی: نمونه‌گیری گلوله برفی یک روش نمونه‌گیری غیر احتمالی برای مواقعی است که واحدهای مورد مطالعه بخش کوچکی از یک جامعه خیلی بزرگ را تشکیل می‌دهند. در این روش آمارگیر پس از شناسایی یا انتخاب اولین واحد نمونه‌گیری از آن برای شناسایی و انتخاب دومین واحد نمونه‌گیری استفاده یا کمک می‌گیرد. به همین ترتیب واحدهای دیگر نمونه شناسایی و انتخاب می‌شوند. این نمونه‌گیری می‌تواند به دو صورت خطی و غیر خطی (نمایی) اجرا گردد. در آمار و نمونه‌گیری "گلوله برفی" به تکنیکی اطلاق می‌شود که در آن افراد موجود در مطالعه افراد بعدی را معرفی می‌کنند. بنابراین گروه نمونه به نظر شبیه به یک گلوله برفی غلطان رشد می‌کند همچنان که نمونه ساخته می‌شود اطلاعات کافی برای استفاده در تحقیق جمع‌آوری می‌گردد.

جدول ۱- سوالات تحقیق

Table 1- Research questions

سوالات تحقیق	Research questions
چه متغیرهایی حکمرانی کشاورزی را توضیح می‌دهند؟	What are the variables which explain agricultural governance?
اهمیت و وزن هر متغیر در حکمرانی کشاورزی چیست؟	What importance and weight does each variable have in agricultural governance?
افراد متخصص برای تعیین متغیرهای حکمرانی کشاورزی چه کسانی هستند؟	Who are experts to determine the variables that explain agricultural governance?
حکمرانی کشاورزی چگونه باعث بهبود کشور می‌شود؟	How does agricultural governance improve the country?

مرحله ۲: انجام جستجوی ادبی سیستماتیک

تلاش‌های قابل توجهی برای تهیه یک لیست جامع از مطالعات در راستای موضوع پژوهش فرا ترکیب کیفی انجام شد. کلمات کلیدی شناسایی شده و در تمام پایگاه داده‌های موجود در طول دوره‌ی مطالعه مورد استفاده قرار گرفت که شامل پایگاه داده‌های مختلف براساس سرفصل‌های موضوعی و جمع‌آوری تحقیقات مشخص شده از جمله ادبیات منتشر نشده مانند پایان نامه‌ها، پژوهش‌ها و گزارش‌های تحقیقاتی است. در این مطالعه، پایگاه داده‌های مختلف، ژورنال‌ها، کلمات کلیدی و موتورهای جستجو برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این جستجو ۲۵۲ مقاله بود.

مرحله ۳: نمایش و انتخاب مقالات پژوهشی مناسب

یک وظیفه کلیدی در این مرحله این است که تعیین کنید چه مطالعاتی باید مورد نظر قرار گیرد و چه ویژگی‌هایی در ارزیابی وجود داشته باشد. این مرحله شامل ایجاد ابزار برای تعیین شباهت بین مطالعات با استفاده از پارامترهای مقایسه مانند عنوان، چکیده و محتوا است.

مرحله ۴: استخراج اطلاعات از مقالات

اطلاعات مقاله‌ها با عنوان، نویسنده، سال انتشار و سایر عوامل مهم در مقاله طبقه‌بندی شده است. این گام طیف وسیعی از عوامل متا سنتز را تعیین می‌کند. نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- کدبندی مطالعات پژوهش

Table 2- Coding of research studies

عوامل / متغیرها Factors/Variables	منابع
بهبود کیفیت تولید و محصولات کشاورزی Improving the quality of agricultural production	Corsi et al (2014) Herman et al (2015) Hughes et al (2013) Benson and Jafry (2013) Papadopoulos (2003) Keulartz (2007) Paulino (2014) Mandemaker et al (2014) Lio and Liu (2008) Thirtle et al (2007) Herman et al (2015) Wang et al (2016) von Braun et al (2016) Corsi et al (2012)
اندازه و مقیاس زمین کشاورزی The size and scale of agricultural land cultivation	Gehan et al (2014) Moguesand Owusu-Baah (2014) Paulino (2014) Biermann (2007) Cash et al (2006) Deininger et al (2014) Dryzek et al (2011) Paulino (2014) Hornidge et al (2015) Dinnie et al (2015) Mazzocchi et al (2014)

هزینه‌های عملیاتی و مالیات Operating expenses and taxes	Beckmann et al (2015) Yu (2015)
مشارکت گروهی Group participation	Gera (2016) Zhou (2016) Soma et al (2016) Lemos and Agrawal (2006) Ford (2003) Bitzer et al (2016)
مدیریت آب و عدالت اجتماعی Water management and social justice	Bijman et al (2014) Huo et al (2016) Neal et al (2016) Barnard (2007) Huitema et al (2009) Fish et al (2010) Conrad et al (2016) Thirtle et al (2013) Settre1and Wheeler (2016)
سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی Investing in agricultural research	Thirtle et al (2013) Saunier& Meganck (2009)
رعایت استانداردها Observance of standards	Schouten and Bitzer (2015) Hospes (2014) Glasbergen and Schouten (2015) Hatanaka (2014)
محیط زیست و منابع طبیعی Environment and natural resources	Pirani et al (2014) Stål et al (2015) Ay rikyan et al (2012) Bronen and Chapin (2013) Brunner and Lynch (2010) Paavola (2007) Primmer et al (2015) Zhou (2016) Gera (2016) Toddi (2014) Soma et al (2016)
تجارت Business	Av ram (2014) Biewald et al (2016) Birner et al (2016)
اشتغال کشاورزی Agricultural employment	Tomiasi Paulino (2014)
سهم کشاورزی در تولید ناخالص داخلی Agricultural share of GDP	Gallego-Álvarez et al (2016)
مکانیزاسیون و تکنولوژی Mechanization and technology	Greiber and Schiele (2011) Bernard and Rollin (2014) Hartley et al (2016)
عدالت اجتماعی و فقر Social justice and poverty	Ravnborg et al (2014) Fuchs and Glaab (2011) Elmenofi et al (2014)
پایداری کشاورزی Agricultural sustainability	Sanwal (2004) Fuchs and Glaab (2011) Hart at al (2016) Gaviglio et al (2014) Fielke and Wilson (2016)
سیاست‌های دولت‌ها Governments policies	Giessen et al (2016) Bitzer et al (2016) Keulartz (2007) Lawrence et al (2008) Hanisch et al (2014)

مرحله ۵: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی در این مرحله از فاکتورها برای تحلیل استفاده شد و آنها را به مفاهیم و سپس به مقوله‌ها طبقه‌بندی کرده تا اطلاعات خلاصه‌ای برای استفاده از روش آنتروپی شانون بدست آید. کارشناسان مشخص کردند که چهار دسته، یازده مفهوم و ۲۲ عامل از ۸۰ مقاله انتخاب شده در حکمرانی کشاورزی وجود دارد. جدول ۲ به وضوح نشان

می‌دهد که تا به حال مطالعه سیستماتیک حکمرانی کشاورزی انجام نشده است زیرا تمام مطالعات قبلی تنها بر یک جنبه از حکمرانی کشاورزی تمرکز کرده‌اند و ابعاد متعدد حکمرانی کشاورزی در چارچوب یکپارچه و سیستماتیک در نظر گرفته نشده است. عوامل با هر گروه و مفهوم در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- طبقه‌بندی یافته‌های متا سنتز
Table 3- Classification of Meta-Analysis findings

متغیرها Factors	متغیرها Factors	مفاهیم Concepts	مقوله Categories
Mechanization and technology Agricultural employment Operating expense Taxes Marketing efficiency systems Efficiency and production scale Agricultural land	مکانیزاسیون و تکنولوژی اشتغال کشاورزی هزینه عملیاتی مالیات کارایی سیستم‌های بازاریابی کارایی و مقیاس تولید	تولید و مدیریت Production and management بازاریابی Marketing	
Development of institutions, capital markets and financial markets Infrastructure Agricultural share of GDP	زمین کشاورزی توسعه نهادها، بازارهای سرمایه و بازارهای مالی زیر ساخت سهم کشاورزی در تولید ناخالص داخلی	منابع طبیعی Natural resources توسعه Development	اقتصادی Economic
Government policy The role of market players in policy making Monetary and credit system International policy	سیاست دولت نقش فعالان بازار در سیاست‌گذاری سیستم اعتباری و پولی سیاست بین‌المللی	داخلی Domestic بین‌المللی International	سیاسی Political
Reduce poverty and observance of justice Public participation Use of cooperative companies and groups in the agricultural sector Creation and expansion of consulting companies, public extension, education	کاهش فقر و رعایت عدالت مشارکت عمومی استفاده از تشکله‌ها و گروه‌های تعاونی در بخش کشاورزی ایجاد و گسترش شرکت‌های مشاوره‌ای، ترویج، آموزش	عمومی General دولتی Governmental	اجتماعی Social
Sustainability Water management Protection of environment and resources Observance of standards Determine the permits and	پایداری مدیریت آب حفاظت از محیط زیست و منابع رعایت استانداردها مجوزها	قوانین دولتی Governmental laws قوانین بین‌المللی International laws مدیریتی Managerial	محیط زیست Envirment

Reference: Research Findings

ماخذ: یافته‌های پژوهش

روش فرا ترکیب برای تعیین اهمیت متغیرها در ادبیات ذکر شده است. یکی از بهترین راه‌ها برای ارزیابی کمی اهمیت متغیرها، روش آنتروپی شانون است که بر اساس احتمال می‌باشد (۲۹، ۵۹ و ۴). یک سیستم با آنتروپی شانون بیشتر دارای اطلاعات انتقالی بیشتر و بنابراین عدم قطعیت بیشتر می‌باشد. رویدادهای با احتمال بیشتر

مرحله ششم: کنترل عوامل استخراج شده از کارشناسان برای طبقه‌بندی متغیرهای حکمرانی کشاورزی استفاده شد.

روش آنتروپی شانون

نسبت به وقایع با احتمال کمتر، اطلاعات کمتری را به سیستم انتقال می‌دهند (۵۴).

در روش آنتروپی شانون، میزان وجود متغیرها (در ادبیات) با میزان اهمیت آن محاسبه می‌شود. در این تحقیق، از روش آنتروپی شانون برای قدرت و سهولت محاسبات استفاده می‌شود. معادلات ۱ و ۲ به ترتیب برای محاسبه عدم قطعیت و ضریب اهمیت استفاده می‌شوند (۵۴).

$$E \approx S\{P_1, P_2, \dots, P_n\} = -k \sum_{i=1}^n [p_{ij} \ln p_{ij}] \quad (1)$$

(j=1,2,...,n)

E_j یک ضریب عدم اطمینان حاصل از محتوای یک پیام است که توسط توزیع احتمال برای هر عامل j بیان می‌شود و P_{ij} احتمال اینکه عامل j در مفهوم i استفاده شود. محتوای یک پیام در قالب m پاسخگو در n مقوله طبقه‌بندی شده است.

$$P_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{i=1}^m f_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n), \quad k = \frac{1}{\ln m}$$

m = تعداد مطالعات

$$\sum_{i=1}^m f_{ij} = \text{مفهوم}$$

$$W_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j} \quad (2)$$

W_j میزان اهمیت هر مطالعه در روش آنتروپی شانون است.

روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

ادبیات گسترده‌ای وجود دارد که در آن پاسخ به سوالات با مقادیر دقیق انجام نمی‌شود (۳۹). در مسائل دنیای واقعی، برخی از داده‌های تصمیم‌گیری می‌توانند دقیق ارزیابی شوند در حالی که داده‌های دیگر دقیق نیستند. هنگامی که محاسبات انسانی با عدم قطعیت همراه است، آنها در پیش‌بینی‌های کمی موفق نیستند، اما در پیش‌بینی‌های کیفی کارآمدتر عمل می‌کنند (۳۸). عدم قطعیت در قضاوت‌های ترجیحی سبب عدم اطمینان در رتبه‌بندی جایگزین‌ها و نیز دشواری در تعیین همسانی ترجیحات می‌شود (۳۹). در چنین مواقعی از روش‌های فازی استفاده می‌شود.

در این مرحله، از پاسخ دهندگان مورد مطالعه خواسته شد تا براساس اهمیت نسبی هر یک از عوامل حکمرانی کشاورزی با

استفاده از مقادیر فازی آنها را رتبه‌بندی کنند. در این رتبه‌بندی عدم قطعیت در پاسخ‌ها با روش کاربردی تحلیلی فازی در جدول ۶ (پیوست) نشان داده شده است.

با استفاده از روش فازی، یک ماتریس مقایسه دو جانبه برای ارزیابی‌ها ایجاد شد و نمره وزنی S_k ، برای هر پاسخ دهنده به صورت زیر محاسبه می‌شود (۵۱).

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} * [\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} \quad (1)$$

M_{kj} جمع اعداد فازی برای ردیف k و عامل j است. در روش تجزیه و تحلیل فازی، درجه بزرگی S_k برای دو عدد فازی M_1 و M_2 با حد بالای (u) و پایین (l) محاسبه می‌شود و به صورت $V(M_1 > M_2)$ در معادله (۲) نشان داده شده است.

(۲)

$$\begin{aligned} M_2 &= (l_2, m_2, u_2), M_1 = (l_1, m_1, u_1) \\ \begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & \text{if } m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = Hgt(M_1 \cap M_2) & \text{otherwise} \end{cases} \\ Hgt(M_1 \cap M_2) &= \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)} \end{aligned}$$

بردار وزنی عوامل (T) مشابه با بردار غیر نرمال در روش فازی است که با $W'(x)$ نشان داده شده است.

(۳)

$$W'(x_i) = \min\{V(S_i \geq S_k)\} \rightarrow W'(x_i) = [W'(c_1), W'(c_2), \dots, W'(c_n)]^T, k = 1, 2, \dots, n$$

$$k \neq i$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum w_i}$$

نتایج و بحث

در روش فراترکیب از شاخص کاپا کوهن برای بررسی توافق میان متخصصان در طبقه‌بندی عوامل مورد استفاده می‌شود (۷). ضریب شاخص کاپا کوهن ۰/۶۸ می‌باشد که در جدول ۴ نشان داده شده است. بنا بر نتیجه آزمون، فرضیه صفر (عدم تناسب طبقه‌بندی عوامل H_0) رد شده و نتیجه گرفته شد که عوامل و مفاهیم مناسب هستند.

جدول ۴- شاخص کاپا کوهن

Table 4- Cohen's Kappa Index

احتمال	خطای استاندارد	ضرایب	
Probability	Standard deviation	Coefficient	
0.001	0.12	0.68	میزان توافق (Measure of agreement)
		22	تعداد موارد معتبر (N of valid cases)

Reference: Research findings

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج روش آنتروپی شانون و رتبه نهایی در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس ضرایب جدول ۵، سیاست‌های بین‌المللی، مشارکت گروهی و رعایت استانداردها بیشترین اهمیت و ضریب رتبه را دارد. در این تحقیق، عوامل انتخاب شده را به عنوان متغیرهای

مهم حکمرانی در سطح جهانی در نظر می‌گیریم. در نهایت، عوامل حکمرانی کشاورزی را از روش آنتروپی شانون با روش سلسله مراتبی فازی مقایسه می‌کنیم.

جدول ۵- نتایج آنتروپی شانون و رتبه‌بندی عوامل حکمرانی کشاورزی

Table 5- Shannon Entropy Results and the Ranking Agricultural Governance Factors

مفاهیم Concepts	عوامل Factors	Frequently	$\sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$	Uncertainty E_j	Importance coefficient W_j	Total rank
تولید و مدیریت Production and Management	Mechanization and technology Agricultural employment Efficiency and production scale	3 1 14	-0.203 -0.105 -0.35	-0.044 -0.023 0.077	0.0323 0.0169 0.0566	9 11 3
منابع طبیعی Natural resources	Agricultural land Operating expense	11 1	-0.36 -0.105	-0.079 -0.023	0.0580 0.0169	2 11
بازاریابی Marketing	Taxes Market efficiency systems	1 3	-0.34 -0.21	-0.075 -0.046	0.0551 0.0338	4 8
توسعه Development	Institutional development, capital market and financial market, the infrastructures Agricultural share of GDP	2 2	-0.345 -0.345	-0.075 -0.075	0.0551 0.0551	4 4
سیاست‌های داخلی Domestic policy	Government policy and the role of market players in policy making Monetary and credit system	2 3	-0.364 -0.306	-0.079 -0.067	0.0580 0.0492	2 5
سیاست‌های بین‌المللی International policy	International organizations policy Climate policy	1 2	-0.36 -0.27	-0.080 -0.059	0.0588 0.0433	1 7
دولتی Government	Poverty reduction and observance of justice. Creation and expansion of consulting companies, public extention, education	3 2	-0.306 -0.364	-0.067 -0.080	0.0492 0.0558	5 2
عمومی General	Using group and cooperative companies in agricultural policies. Use group participation in agricultural sector and technology transfer.	1 2	-0.36 -0.27	-0.080 -0.059	0.0588 0.0198	1 10
قوانین دولتی Governmental laws	Sustainability Water management, permitstand	5 9	-0.364 -0.285	-0.079 -0.062	0.0580 0.0455	2 6
قوانین بین‌المللی International laws مدیریتی Managerial	Environmental protection and resources Observance of standards	15 7	-0.262 -0.363	-0.057 -0.080	0.0419 0.0588	7 1

Reference: Research findings

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از تعیین متغیرهای مهم حکمرانی کشاورزی در سطح جهانی از ماتریس مقایسه دوجانبه بر اساس پاسخ به پرسشنامه‌ها برای تعیین متغیرهای حکمرانی کشاورزی در ایران استفاده می‌شود. جدول

۷ یک نمونه از نتایج در حوزه اقتصادی و جدول ۸ یک نمونه از نتایج در حوزه سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی را نشان می‌دهد (جداول بدلیل حجم زیاد در پیوست آورده شده است). مجموع اعداد فازی در

ماتریس مقایسه دوجانبه بر اساس معادله ۱ محاسبه شد.

$$\left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} = (0.009, 0.01, 0.013)$$

نتایج ضرایب (Sk) و درجه بزرگی (V) برای هر ردیف ماتریس مقایسه دوجانبه در حوزه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و محیطی در جداول ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. بردار وزنی غیر نرمال (T) در حوزه اقتصادی (مطابق با معادله ۳) عبارت است از:

$$W'(X_i) = [0, 0.05, 0.2, 0.6, 0.1, 0.09, 0.09, 0.6, 0.7]^T$$

بردار وزنی نرمال شده (مطابق با معادله ۴) بصورت زیر

است:

$$W_i = (0, 0.17, 0.06, 0.20, 0.03, 0.31, 0.31, 0.20, 0.24)$$

همچنین وزن دهی غیر نرمال و نرمال عوامل در حوزه های

سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$W'(X_i) = [0.17, 0.02, 0.12, 0.20, 0.40, 0.08, 0.12, 0.13, 0.34]^T$$

$$W_i = (0.10, 0.12, 0.07, 0.12, 0.25, 0.05, 0.07, 0.08, 0.21)$$

نتایج حاصل از ماتریس مقایسات دوجانبه در ایران متفاوت از

نتایج حاصل از روش فرا ترکیب در سطح جهانی است. روش فرا ترکیب نشان می دهد که مؤلفه های (سیاست بین المللی، مشارکت گروهی و شرکت های تعاونی، رعایت استانداردها) بیشترین اهمیت و رتبه را دارند. در حالی که نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فازی نشان می دهد که عوامل (اشتغال کشاورزی، مشارکت گروهی و شرکت های تعاونی) بیشترین اهمیت را در حوزه سیاسی، اجتماعی و محیطی دارند و در حوزه اقتصادی عوامل (افزایش تولید، بازارهای مالی و سرمایه) بالاترین رتبه را دارند. مشارکت گروهی و شرکت های تعاونی در هر دو روش مشترک هستند. با توجه به تعریف حکمرانی خوب، حکمرانی بر مبنای اصول همکاری و شفافیت تصمیمات با شیوه های دموکراتیک، آزادی های مدنی و دسترسی آسان به اطلاعات استوار است. مشارکت گروهی و شرکت های تعاونی ارتباط بین مردم و حکومت را برقرار می سازد تا تقاضاهای مردم به راحتی به دولت انتقال داده شود. این عوامل در حکمرانی کشاورزی اهمیت دارند.

مشارکت گروهی به یک رویکرد در جهت ایجاد مسئولیت پذیری متکی است که در آن کشاورزان معمولی یا شرکت های تعاونی تقاضای پاسخگویی می کنند. نقش مشارکت گروهی نه جایگزینی بلکه مکمل سازی و افزایش مکانیسم پاسخگویی عمومی است. مشارکت گروهی شامل دو دسته است. مشارکت رسمی اجتماعی: یک مکانیسم مشارکت اجتماعی است که در قوانین رسمی نوشته شده است. به عنوان مثال، کشاورزان ممکن است فردی را به عنوان وزیر کشاورزی انتخاب کنند. وزیر کشاورزی نماینده کشاورزان در دولت است و می تواند نقش مهمی در منتقل کردن نیازها و نظرات

کشاورزان بازی کند. مشارکت اجتماعی غیر رسمی: یک مکانیسم مشارکت اجتماعی است که در قانون نوشته نشده است.

بسیاری از محققان توسعه روستایی تاکید کرده اند که طبقات مختلف کشاورزان در گروه های محلی برای امنیت غذایی و توسعه جوامع ضروری هستند. تعاونی یک انجمن مستقل متشکل از افراد داوطلب است تا نیازهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مشترک اعضا با مشارکت و مدیریت دموکراتیک را فراهم کنند. تعاونی های تولید روستایی به کشاورزان کوچک کمک می کنند تا ظرفیت های تولید و بازاریابی خود را افزایش دهند (۳۷).

دسترسی آسان به منابع مالی یکی از الزامات سرمایه گذاری و توسعه بخش کشاورزی است. با این حال، با توجه به ویژگی های بخش کشاورزی در ایران و عدم توسعه بازارهای مالی کشاورزی، این بخش با محدودیت های سرمایه گذاری مواجه است. این مقاله نشان می دهد که یکی از متغیرهای مهم در حکمرانی کشاورزی، افزایش بازدهی در بازارهای مالی کشاورزی است تا این محدودیت های اعتباری کاهش یابد. برای رسیدن به این هدف، دولت باید سیاست هایی را برای تقویت ساختارهای مالی و ایجاد سازوکار برای سهولت دسترسی کشاورزان به بازارهای مالی اتخاذ کند.

بخش کشاورزی یکی از بخش های مهم برای اشتغال زایی روستاییان می باشد. این تحقیق نشان می دهد که افزایش اشتغال کشاورزی از جمله مؤلفه های مهم در بهبود حکمرانی کشاورزی است. بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران، سهم اشتغال بخش کشاورزی از ۲۹ درصد (در سال ۱۹۸۶) تا ۱۷ درصد (در سال ۲۰۱۶) تغییر کرده است. با وجود داشتن چنین کاهش بزرگی در اشتغال، بخش کشاورزی هنوز سه برابر بیشتر از هر بخش دیگر ظرفیت اشتغال زایی دارد. بنابراین اگر ظرفیت موجود به درستی مورد استفاده قرار گیرد بخش کشاورزی هنوز توانایی توسعه فرصت های شغلی را دارد. این امر می تواند با بهبود حکمرانی کشاورزی حاصل شود.

اگر چه کشاورزی امروزه منبع اصلی معیشت برای ۲/۵ میلیارد نفر است، اما رشد بهره وری کشاورزی متوقف شده است. عملکرد دانه های اصلی در حدود ۱ درصد در سال رشد می کند که کمتر از نرخ رشد جمعیت است. با توجه به این که گسترش مناطق کشت شده برای برآوردن نیازهای آینده امکان پذیر نیست، به منظور تغذیه جمعیت رو به رشد (شهروندانی که تقاضای مواد غذایی بالاتری دارد) تنها راه، افزایش بهره وری کشاورزی است. استفاده از فن آوری ارتباطات در خدمات پس زمینه، می تواند کشت سودآور در میان کشاورزان را افزایش دهد. افزایش بهره وری در میان صاحبان زمین های کوچک در کشورهای در حال توسعه نیز یک ابزار برای تضمین امنیت غذایی در بلندمدت است (۱۶).

یکی از مهمترین متغیرهای حکمرانی کشاورزی در سراسر جهان، سیاست بین المللی است. جنبه های بین المللی سیاست کشاورزی نقش

اجازه استفاده از مواد افزودنی خاص در محصولات غذایی می‌باشد. در نهایت، این اقدامات باعث اطمینان از ایمن بودن کالاهای کشاورزی برای مصرف کنندگان و جلوگیری از گسترش آفات و بیماری در میان حیوانات و گیاهان کمک می‌کند.

پیشنهادهای

توسعه کشاورزی به عنوان یکی از وظایف مهم که کشورهای در حال توسعه با آن مواجه هستند، در نظر گرفته شده است و تلاش‌های زیادی برای توسعه از طریق بهبود فن آوری‌های کشاورزی، زیرساخت‌های فیزیکی و آموزش و پرورش اختصاص داده شده است. با این حال، محققان و سیاست‌گذاران اخیراً به تأثیر حکمرانی بر عملکرد کشاورزی اهمیت بیشتری داده‌اند. این نشان‌دهنده تحولات اخیر در تئوری توسعه اقتصادی است که در آن تأکید بر نقش حکمرانی در شکل‌گیری روند توسعه اقتصادی صورت گرفته است. در این تحقیق، از روش فرا ترکیب و فازی برای انتخاب متغیرهای مهم حکمرانی کشاورزی استفاده شده است. براساس یافته‌های تحقیق، متغیرهای (اشتغال کشاورزی، مشارکت گروهی و شرکت‌های تعاونی) در حوزه‌های سیاسی، اجتماعی و محیطی و متغیرهای (افزایش تولید و بازارهای مالی و سرمایه) در حوزه اقتصادی به عنوان مهم‌ترین متغیرهای حکمرانی کشاورزی محسوب می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که متغیر (مشارکت گروهی و شرکت‌های تعاونی) در هر دو روش فرا ترکیب در سطح جهانی و فازی در سطح ایران مشترک است. یکی از ابعاد مهم حکمرانی خوب، همکاری بین بخش‌های مختلف است. پیشنهادات برای هر بخش به شرح زیر خلاصه می‌شود (۱۹).

مشارکت گروهی نشان می‌دهد که معرفی مشارکت مدنی در کل فرایند تخصیص، صرف هزینه و نظارت بر منابع عمومی می‌تواند به تولید نتایج قابل توجه عملیاتی (بهبود عملکرد، معرفی اقدامات اصلاحی) و نتایج فرآیندی (تغییرات سازمانی، رفتاری و ارتباطی) کمک کند. این مشارکت می‌تواند به شکل مشارکت مستقیم کشاورزان در تشکیل سیاست و بودجه عمومی در بخش کشاورزی باشد. سیاست مشارکتی یک رویکرد مشترک با معرفی استراتژی‌های کاهش فقر در سطح ملی و جوامع است که به سمت توسعه محلی هدایت می‌شود. تشکیل بودجه مشارکتی معمولاً در سطح محلی رخ می‌دهد، اما در سطوح بالاتر، نمایندگان جامعه کشاورزی می‌توانند نقش مهمی در بیان ترجیحات کشاورزان در ایجاد و تأمین بودجه‌ها داشته باشند (Demand for Good Governance in the World Bank).

گروه‌ها یا جوامع کشاورزی می‌توانند نقش برجسته‌ای در نظارت، ارزیابی، اجرا و عملکرد خدمات کشاورزی براساس شاخص‌های منتخب خودشان، داشته باشند. این کار از طریق استفاده از ابزارهای

مهمی در پیگیری اهداف اساسی سیاست عمومی کشاورزی (CAP) دارد که بر بهره‌وری کشاورزی، سطح عادلانه زندگی برای کشاورزان، تأمین قیمت مناسب برای مصرف کنندگان، ترویج ثبات در بازار (به ویژه ثبات واردات و صادرات)، و همچنین امنیت غذایی تأثیرگذار است (۱۵).

علاوه بر این، برخی سیاست‌های کلیدی مستقیماً بر جنبه‌های بین‌المللی سیاست‌های کشاورزی تأثیر می‌گذارند، از جمله: سیاست تجاری شامل مذاکره و نتیجه‌گیری توافقنامه‌های تعرفه‌ای و تجاری،

سیاست‌های هماهنگ در رابطه با بهبود امنیت غذایی و رفاه روستایی در کشورهای در حال توسعه،

سیاست‌های در راستای پایداری جهانی بخش کشاورزی (که در آن چالش‌های تغییر آب و هوا و حفظ تنوع زیستی بالاتر است).

سیاست‌هایی که قوانین سیستم تجارت جهانی مبنی بر نقش اساسی کشاورزی در حصول اطمینان از امنیت غذایی را حمایت می‌کند.

تعادل بین تولیدات و قیمت محصولات کشاورزی در سطح جهانی بسیار دشوار است. براساس آمار سازمان ملل متحد، جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ ممکن است به ۹/۳ میلیارد نفر برسد. تقاضای جهانی تقریباً ۶۰ درصد افزایش تولید کشاورزی در جهان را در مقایسه با سال ۲۰۰۹ خواهد داشت. منابع طبیعی در سرتاسر جهان، بویژه خاک و آب که وابسته به کشاورزی است، تحت فشار بی‌سابقه‌ای از بهره‌وری و تغییرات اقلیمی قرار دارند. این رویدادها توجه به نقش اساسی سیاست‌های کشاورزی را به عنوان یک متغیر مهم در حکمرانی کشاورزی برای امنیت غذایی و رفاه روستایی متمرکز کردند. یکی دیگر از متغیرهای انتخاب شده در حوزه کشاورزی در سراسر جهان رعایت استانداردها است. توجه به استانداردها و مقررات فنی در گفت و گوی سیاست‌های بازرگانی منطقه‌ای و جهانی در حال افزایش است. به عبارت دیگر، با کاهش استفاده از موانع تعرفه، میزان پذیرش استانداردها به عنوان یک استراتژی محدود کننده تجاری به طور قابل توجهی افزایش یافته است. این افزایش تأکید بر موانع غیر تعرفه‌ای، در مواجهه با افزایش جهانی شدن و آزادسازی سریع تجارت کشاورزی، بحث‌های قابل توجه در مورد تأثیر استانداردهای کالاهای کشاورزی در دسترسی به بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی را به خود جلب کرده است. استانداردها علاوه بر جلوگیری از دسترسی کشاورزان خرده مالک به بازارهای کالاهای کشاورزی، هزینه صادرات کشاورزی را نیز افزایش می‌دهند و به عنوان مانع برای کشاورزان کوچک عمل می‌کنند (۴۸). در حقیقت اقدامات بهداشتی و دارویی که در مورد محصولات کشاورزی داخلی و تجاری انجام می‌شود، دارای اشکال مختلفی نظیر درخواست تولید محصولات از ناحیه بدون بیماری، بازرسی محصولات، درمان خاص یا پردازش محصولات، و یا

و ساخت و ساز می‌باشد. همچنین، تقویت مؤسسات مالی با ارائه کمک‌های فنی برای اصلاح و ایجاد ظرفیت مؤسسات مالی دولتی، خصوصی و ایجاد مبادلات کالا با سایر مؤسسات است. با توجه به اهمیت این اشخاص به عنوان ارائه‌دهندگان خدمات مالی برای کشاورزان کوچک و شرکت‌های کوچک و متوسط روستایی، یک برنامه ویژه برای تامین مالی تعاونی‌ها یک اولویت می‌باشد. چنین برنامه‌ای می‌تواند عملکرد تعاونی‌ها را تقویت کند و همچنین قوانین و مقررات نظارتی را به منظور بهبود آن در نظام مالی کشور افزایش دهد (۷۵).

کشاورزی همچنین می‌تواند به دلیل ارتباط با شهرهای کوچک و مناطق روستایی یک موتور رشد و ایجاد فرصت‌های اشتغال برای اقتصاد غیر کشاورزی روستایی باشد. در این راستا دولت باید نقش مهمی ایفا کند و بخش کشاورزی و فعالیت‌های وابسته به آن را از طریق نوآوری‌ها، سیاست‌ها، مقررات و سرمایه‌گذاری‌های عمومی رقابتی کند. این امر باعث می‌شود بخش روستایی برای افراد در هر سنی مناسب باشد. بخش خصوصی منبع اصلی صندوق‌های سرمایه‌گذاری و تامین کننده خدمات خواهد بود. اهدا کنندگان، سازمان‌های غیر دولتی و سازمان‌های جامعه مدنی (که از مزایای اجرای خصوصی پروژه‌های محلی و خارجی بهره‌مند می‌شوند) قادر به نقش مؤثرتری در توسعه کشاورزی خواهند بود.

نظارت و ارزیابی مشارکتی و در سطحی گسترده تر با استفاده از نظرسنجی‌های عمومی به دست می‌آید. یافته‌های فرایند ارزیابی می‌تواند در جلسات مربوطه (که در آن کاربران و ارائه دهندگان خدمات به بحث در مورد شواهد و جستجوی راه حل‌ها می‌پردازند) مطرح شود و جهت تقاضای پاسخگویی به مقامات دولتی ارائه شود.

تعاونی‌های تولید روستایی و گروه‌های کشاورزی بسیار مهم هستند. تعاونی‌های تولیدی روستایی قدرت چانه‌زنی کاربران را افزایش و هزینه حمل و نقل و بازاریابی را کاهش می‌دهند. تعاونی‌ها یک اهرم مناسب برای توسعه اقتصادی هستند که می‌توانند در بهبود شرایط اجتماعی و اقتصادی مردم و کاهش هزینه‌های دولت مؤثر باشند. با توجه به تعداد شهرها و روستاهای کشور و اهمیت آنها در زمینه تولید محصولات کشاورزی و پراکندگی زمین‌های کشاورزی، دولت‌ها می‌توانند اطلاعات و همچنین حمایت مالی و فنی را برای تشکیل و توسعه تعاونی‌های تولیدی در بخش‌های مختلف کشاورزی ارائه دهند.

سازمان‌های محلی و انجمن‌های تولید کننده می‌توانند تولید را در مناطق محلی با بهره‌وری بیشتر به بازارهای ملی و بین‌المللی در زمینه سودآوری و سرمایه‌گذاری پیوند دهند. توسعه کشاورزی نیازمند خدمات مالی است که بصورت وام‌های کوتاه مدت برای تولید، وام‌های متوسط برای تجهیزات و وام‌های بلند مدت برای خرید زمین

منابع

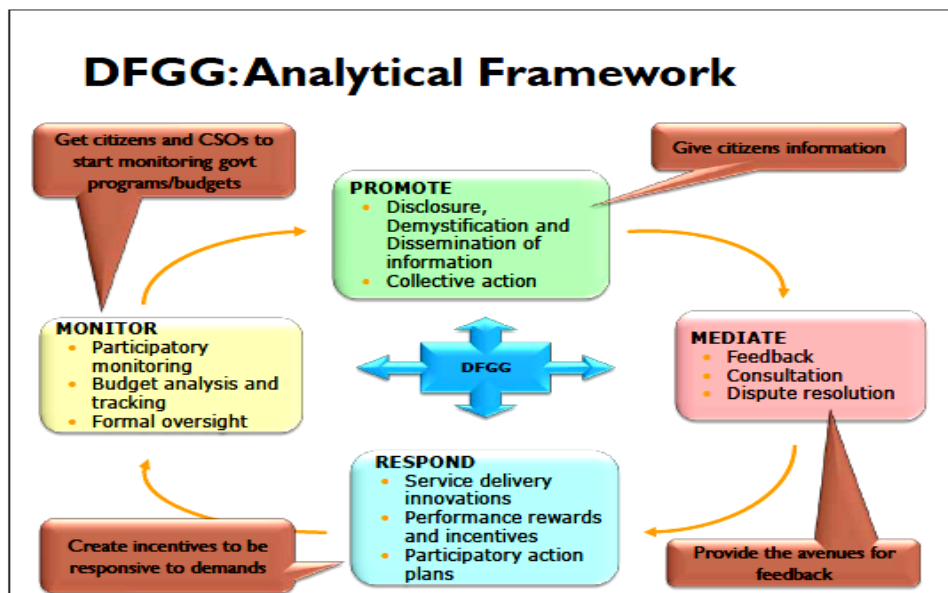
- 1- Alizadeh A., Amadeh A., and Baqaian M. 2014. Impact of Economic Sanctions on Employment Level in Iran. Ministry of Science, Research and Technology - Allameh Tabatabaie University, Department of Economics. (In Persian)
- 2- Antle J. 1983. Infrastructure and aggregate agricultural productivity: international evidence. *Economic Development and Cultural Change* 31: 609-619.
- 3- Asgharpur M. 2004. Multi-criteria decision making. Tehran, Tehran University Press. (In Persian)
- 4- Artstein S., Ball K.M., Barthe F., and Naor A. 2004. Solution of Shannon's Problem on the Monotonicity of Entropy. *Math. Soc.* 17: 975-982.
- 5- Atanassov K.T. 1999. *Intuitionistic fuzzy sets*. Springer.
- 6- Bard J.F., and Sousk S.F. 1990. A Trade Analysis for Rough Terrain Cargo Handlers Using the AHP: An Example of Group Decision Making. *IEEE Transactions on Engineering Management* 37: 222-228.
- 7- Barnett E., and Thomas J. 2009. Methods for the synthesis of qualitative research: a critical review. ESRC National Centre for Research Methods NCRM Working Paper Series. Homepage: www.ncrm.ac.uk.
- 8- Benson A., and Jafry T. 2013. The State of Agricultural Extension: An Overview and New Caveats for the Future. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 19: 381-393.
- 9- Bijman J., Sanjen G., and Hanisch M. 2014. Shifting control? The changes of internal governance agricultural cooperatives in the EU. *Annals of Public and Cooperative Economics* 85: 641-661.
- 10- Bitzar V., Bertus W., and de Steenhuijsen P. 2016. The governance of agricultural extension systems. Kit working papers.
- 11- Booth A., Papaoianno D., and Sutton A. 2012. *Systematic approaches to a successful literature review*. London: Sage.
- 12- CAPMAS. 2006. Final Results of the General Population Survey and Housing Conditions. Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMAS), Cairo, Egypt, 3-7.

- 13- Chakraborty S., Pal M., and Nayak P.K. 2013. Intuitionistic fuzzy optimization technique for Pareto optimal solution of manufacturing inventory models with shortages. *European Journal of Operational Research* 228: 381–387.
- 14- Chinsinga B., and Cabral L. 2010. The limits of decentralized governance: the case of agriculture in Malawi. Policy Brief 33, Future Agricultures.
- 15- Ciolos D. 2012. International aspects of agricultural policy.” BACKGROUND DOCUMENT FOR THE ADVISORY GROUP ON INTERNATIONAL ASPECTS OF AGRICULTURE.
- 16- Dethier J., and Effenberger A. 2011. Food and agriculture challenges are examined in Evaluative Lessons for Agriculture and Agribusiness by the Evaluation Cooperation Group. World Bank Policy Research Working Paper, 5553.
- 17- Dekker R., and Bekkers V. 2015. The contingency of governments' responsiveness to the virtual public sphere: A systematic literature review and meta-synthesis. *Government Information Quarterly* 32: 496–505.
- 18- DFID UNDP, EC and WB. 2009. Analyzing Governance and Political Economy in Sectors. Joint Donor Workshop, London, UK, 2–6.
- 19- Division for democratic governance. 2002. The Political Institutions Participation in Democratic Governanc, Good Governance.
- 20- Donkor S., and Ohiokpehai O. 1998. The relationship between food security and good governance. In: Africa HUGG International Symposium: Food Security and Governance in Africa. <<http://www.toda.org/Default.aspx?PageID=343>>.
- 21- Elmenofi G., Bilali H., and Sinisa B. 2014. Governance of rural development in Egypt. *Annals of Agricultural Science* 59: 285–296.
- 22- Fan S., Jitsuchon S., and Methakunnavut N. 2004. The importance of public investment for reducing rural poverty in middle-income countries: the case of Thailand. DSGD Discussion.
- 23- Fink A. 2010. Conducting research literature reviews. From the internet to paper (3rd Edition). London: Sage.
- 24- Fulginiti L., and Perrin R. 1993. Prices and productivity in agriculture. *Review of Economics and Statistics* 75: 471–482.
- 25- Glasbergen P., and Schouten G. 2015. Transformative capacities of global private sustainability standards: a reflection on scenarios in the field of agricultural commodities. *J. Corp. Citizsh* 58: 85–101.
- 26- Globerman S., and Shapiro D. 2002. Global foreign direct investment flows: the role of governance infrastructure. *World Development* 11: 1899–1919.
- 27- Hall R., and Jones C. 1997. Levels of economic activity across countries. *American Economic Review* 87: 173–177.
- 28- Hayami Y., Ruttan V. 1985. *Agricultural Development: An International Perspective*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- 29- Hillborn R.C. 1994. *Chaos and Nonlinear Dynamics*. Oxford University Press, New York.
- 30- Hospes O. 2014. Marking the success or end of global multi-stakeholder governance the rise of national sustainability standards in Indonesia and Brazil for palm oil and soy. *Agric. Hum. Values* 31: 425–437.
- 31- Hughes A., McEwan C., and Bek D. 2013. Retailers, supply networks and changing articulations of ethicality: lessons from Flower Valley in South Africa. *Econ. Geogr* 13: 211–230.
- 32- Huo A., Dang J., Song J., Hong Chen X., and Mao H. 2016. Simulation modeling for water governance in basins based on surfacewater and groundwater. *Agricultural Water Management*.
- 33- International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2015. Agriculture and achieving the Millennium development goals. IFPRI, Washington, D.C., USA, [online] URL: <http://www.ifpri.org/publication/agriculture-and-achieving-millenniumdevelopment-goals>.
- 34- Janssen M., and Van der Voort H. 2016. Adaptive governance: Towards a stable, accountable and responsive government. *Government Information Quarterly* 33: 1-5.
- 35- Jayachandran J. 2015. The Roots of Gender Inequality in Developing Countries. *Annu. Rev. Econ* 7: 63–88.
- 36- Kawagoe T., Hayami Y., and Ruttan V. 1985. The inter-country agricultural production function and productivity differences among countries. *Journal of Development Economics* 19: 113–132.
- 37- Khosravipour B., Baradaran M., Ravahinezhad M., and Ghichani O. 2014. Investigate the Importance and Role of Companies Cooperatives in the agricultural sector. *Social, Economic, Scientific and Cultural Monthly Work and Society*, 175. (In Persian)
- 38- Kulak O., and Kahraman C. 2005. Fuzzy Multi-Criterion Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process. *Information Sciences* 170: 191–210.
- 39- Leung L.C., and Chao D. 2000. On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research* 124: 102–113.

- 40- Liu M., and Lio M. 2008. Governance and agricultural productivity: A cross-national analysis. *Food Policy* 33: 504-512.
- 41- MALR. 2009. Sustainable Agricultural Development Strategy 'SADS', towards 2030. Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR), Cairo, Egypt, 20: 26, 32, 43.
- 42- Mizan news. 2017. The Impact of Negotiations with Developing Countries on Agricultural Development. <http://www.mizanonline.com/fa/news>
- 43- Mohammadzadeh Y., Hekmati S., and Sharifi A. 2016. The Effect of Government Size on Good Governance and Economic Performance in Selected Countries. *Research Papers on Economic Growth and Development* 7(26): 7-112. (In Persian)
- 44- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., and Altman D. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine* 6: 2642-69.
- 45- Mosaddegh F., Kazemi F., and Yelfani A. 2016. Investigating the effects and consequences of sanctions on foreign investment in Iran and the relationship between resistance economy and decreasing negative effects of sanctions. *Research Papers on Economic Growth and Development* 2: 1-10. (In Persian)
- 46- Nawar M.H. 2006. Rural development policies in Egypt: historical background and devolution of the institutional framework. In: Chassany, J.P., Pellissier, J.-P. (Eds.), *Politiques de développement rural durable en Me'diterrane'e dans le cadre de la politique de voisinage de l'Union Europe'enne*. Montpellier, CIHEAM, 45- 54. (Options mediterrane'ennes; Se'rie A. Se'minaires Me'diterrane'ens; n.71) <<http://om.ciheam.org/article.php?ID=PDF=6400056>, France.
- 47- Neal P., Marian J., Greco F., Connell D., and Conrad J. 2016. The social-environmental justice of groundwater governance. *Integrated Groundwater Management Journal* 25: 253-272.
- 48- Odularu G., and Tambi E. 2011. Establishment of standards for international agricultural trade: Promoting Africa's participation. *Trade Negotiations Insights*, 10.
- 49- OECD Work on Food, Agriculture and Fisheries, 2017. TOWARDS BETTER FOOD POLICIES.
- 50- Petticrew M., and Roberts H. 2006. *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden: Blackwell Publishing.
- 51- Ping Wan SH., Li Qin Y., and Ying Dong J. 2017. A hesitant fuzzy mathematical programming method for hybrid multi-criteria group decision making with hesitant fuzzy truth degrees. *Knowledge-Based Systems* 138: 232-248.
- 52- Pohekar S.D., and Ramachandran M. 2004. Application of Multi-Criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning. *A Review Renewable and Sustainable Energy Reviews* 8: 365-381.
- 53- Poulton C. 2010. *Agricultural Services and Decentralisation in Kenya*. Policy Brief 035, Future Agricultures.
- 54- Rongbao G. 2017. Multiscale Shannon entropy and its application in the stock market. *Contents lists available at ScienceDirect. Physica A*, 484: 215-224.
- Saaty T.L. 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytical Hierarchy Process*. RWS Publications, Pittsburgh.
- 55- Saaty T.L. 2001. *Decision Making with Dependence and Feedback: Analytic Network Process*. RWS Publications, Pittsburgh.
- 56- Sarkis J., and Talluri S. 2004. Evaluating and Selecting e-Commerce Software and Communication Systems for a Supply Chain. *European Journal of Operational Research* 159: 318-329.
- 57- Schouten G., and Bitzer V. 2015. The emergence of Southern standards in agricultural value chains: A new trend in sustainability governance. *Ecological Economics* 120: 175-184.
- 58- Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423.
- 59- Sheng Y. 2015. What is Good Governance?" United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.
- 60- Social Development Department Demand for Good Governance Team, August 2010.
- 61- Stead D. 2015. What does the quality of governance imply for urban prosperity? *Habitat International* 45: 64-69.
- 62- Taha H.A. 2003. *Operations Research*, Pearson Education Inc. Fayetteville. (In Persian)
- 63- Taylor B.W. 2004. *Introduction to Management Science*. Pearson Education Inc., New Jersey.
- 64- Thirtle C., and Piesse J. 2013. Governance, agricultural productivity and poverty reduction in Africa, Asia and Latin America." *Irrigation and Drainage* 56: 165-177.
- 65- Tomich T., Kilby P., and Johnston B. 1995. *Transforming Agrarian Economies: Opportunities Seized, Opportunities Missed*. Cornell University Press, Ithaca.
- 66- Triantaphyllou E., and Mann S.H. 1995. Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges. *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice* 2: 35-44.
- 67- US Agency for International Development (USAID). 2002. *Foreign Aid in the National Interest*.

- 68- US Agency for International Development (USAID). 2017. Investing in Agricultural Research and Development.
- 69- Vermont B., and De Cara S. 2010. How costly is mitigation of non-CO2 greenhouse gas emissions from agriculture? A meta-analysis. *Ecological Economics* 69: 1373–1386.
- 70- Yahyapour Sh., Shamizanjani M., and Mosakhani M. A. 2016. Conceptual breakdown structure for knowledge management benefits using meta-synthesis method. *Journal of Knowledge Management* 19: 1295–1309. Permanent link to this document: <http://dx.doi.org/10.1108/JKM-05-2015-0166>.
- 71- Wabalickis R.N. 1988. Justification of FMS with the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Manufacturing Systems* 17: 175-182.
- 72- World Bank. 2015. Africa development indicators. World Bank, Washington, D.C., USA. [online] URL:http://siteresources.worldbank.org/AFRICAEXT/Resources/english_essay_adi2010.pdf.
- 73- World Bank and IFPRI. 2010. Gender and governance in rural services: Insights from India, Ghana, and Ethiopia. Agriculture and Rural Development. Washington, DC, USA :The World Bank.
- 74- World Bank. 2018. Agriculture Finance & Agriculture Insurance.

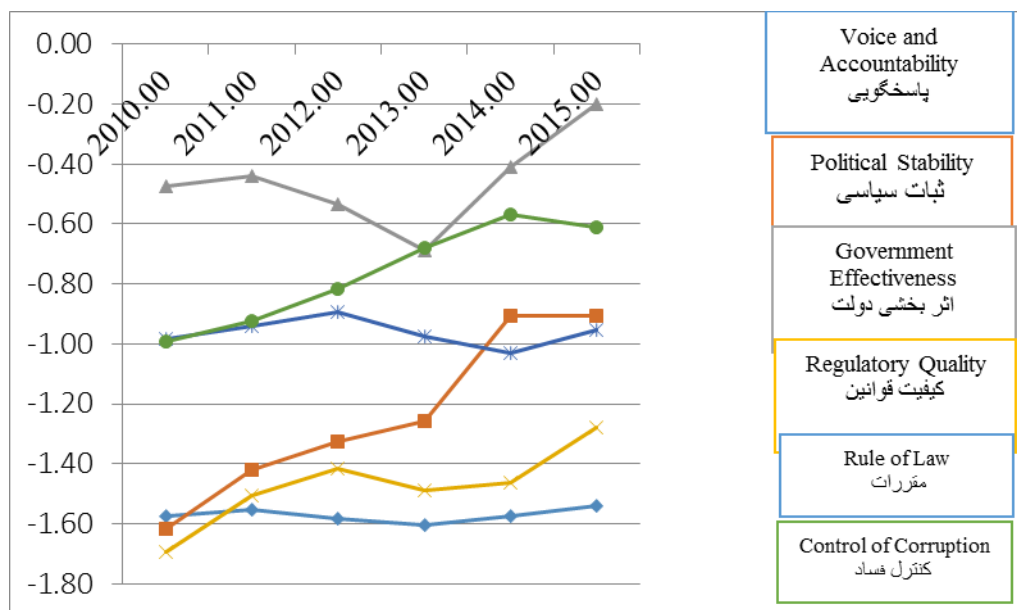
پیوست:



شکل ۱- تقاضا برای چارچوب حاکمیت خوب (DFGG Framework¹)

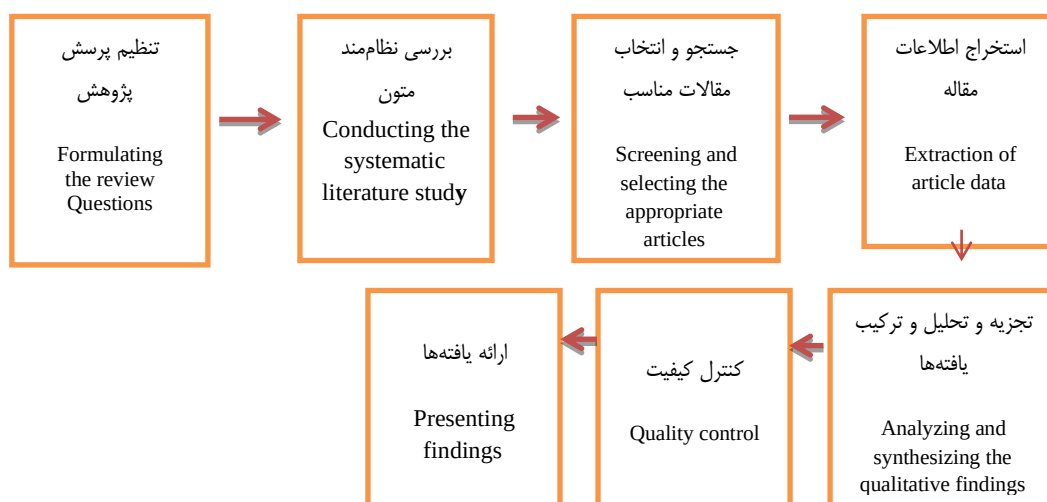
Figure 1- Demand for a good governance framework

- 1- بر اساس چارچوب تحلیلی DFGG، چهار عنصر مؤثر تقاضا برای مدیریت خوب وجود دارد.
 - Promotion of demand (ارتقاء تقاضا): توانایی شهروندان، جامعه مدنی و دیگر بازیگران غیر دولتی برای درخواست حکمرانی بهتر، بستگی به دسترسی آنها به اطلاعات و درجه‌ای است تا آنها بتوانند به طور مؤثر در این اطلاعات عمل کنند.
 - Mediation of demand (تقسیم تقاضا): از آن جا که هماهنگی تقاضا از طریق حمایت و انتشار اطلاعات مهم است، این عناصر تنها از طریق میانجیگری و بازخورد نهادینه شده، مؤثر هستند.
 - Response to demand (پاسخ به تقاضا): تقاضا به تنهایی می‌تواند به انتظارات ناخوشایند منجر شود، بسیار مهم است که آژانس‌ها و مؤسسات قادر به پاسخگویی به دامنه تقاضا باشند.
 - Monitoring to inform demand (نظارت به منظور اطلاع‌رسانی): در نهایت، نظارت منظم فعالیت‌های پروژه‌ای توسط بازیگران غیر اجرایی مانند رسانه‌ها، انجمن‌های تجاری و جامعه مدنی مورد نیاز است. اینها اطلاعات کلیدی را برای آژانس‌ها، جامعه مدنی و شهروندان عادی ایجاد می‌کنند که باعث تکمیل و همچنین ادامه دوره چرخه DFGG می‌شود.



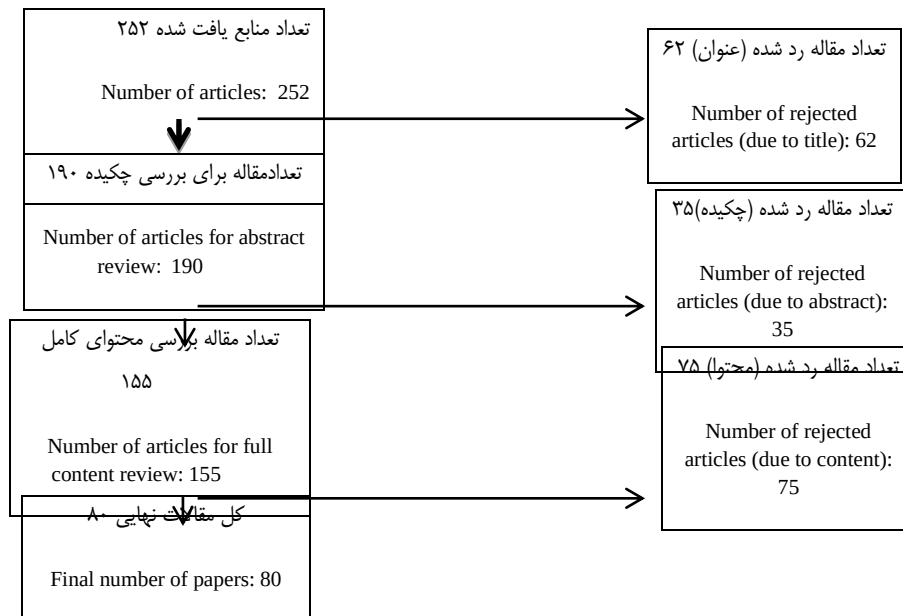
شکل ۲- شاخص‌های حکمرانی در ایران در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵

Figure 2- Indicators of governance in Iran 2010-2015

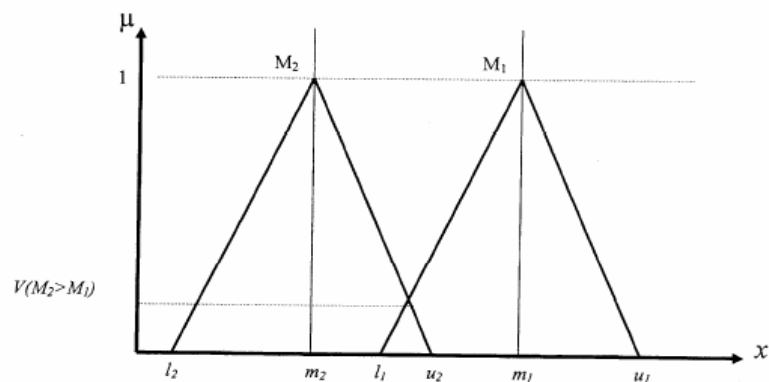


شکل ۳- مراحل روش متا سنتز (Manian, 2015)

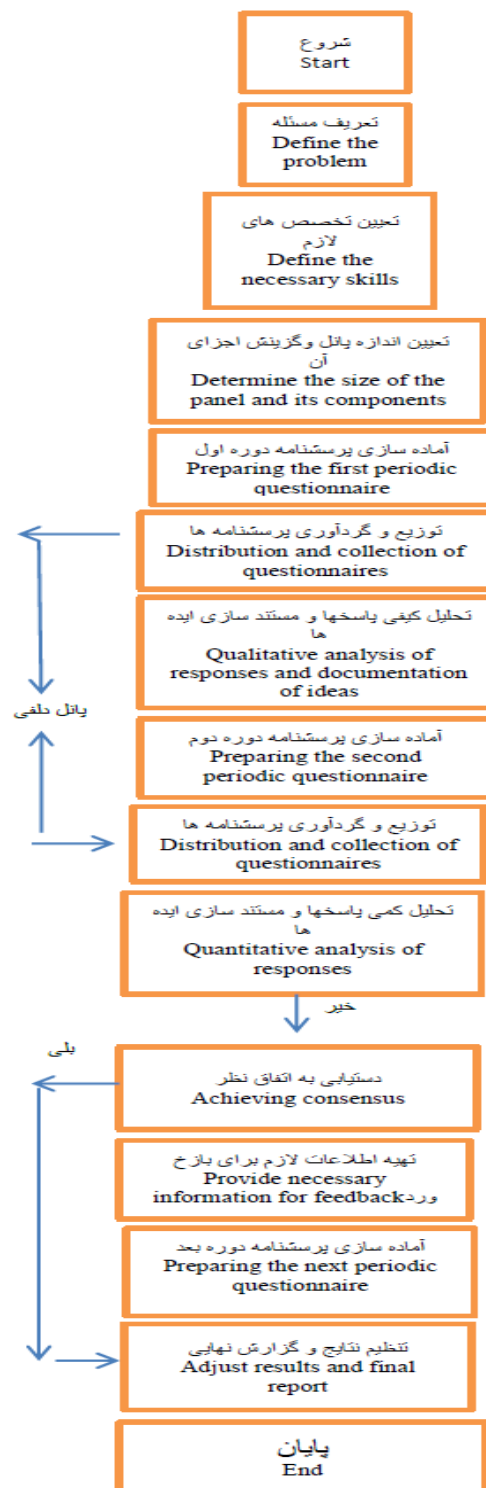
Figure 3- Meta-synthesis procedure steps



شکل ۴- روند بررسی تحقیقات انجام
Figure 4- The research process



شکل ۵- تقاطع بین M1 و M2 (Zhu et. al., 1999)
Figure 5- Intersection between M1 and M2



شکل ۶- روند نمای ساده‌ی روش دلفی
Figure 6- A Simple View of the Delphi Method

جداول پیوست شده:

جدول ۶- ارزش‌های فازی با مقادیر احتمالی

Table 6- Fuzzy Values by Possible Responses

درجه اهمیت Importance	دقیقا برابر Equally important	عدم ترجیح Weakly important	نسبتا مهم‌تر Fairly important	مهم‌تر Strongly important	خیلی مهم‌تر Absolutely important	کاملا مهم‌تر Extreme important
مقادیر فازی Fuzzy numbers	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(2,5/2, 3)	(5/2,3,7/2)

جدول ۷- نمونه‌ای از ماتریس مقایسه دوجانبه برای یک پاسخ دهنده در حوزه اقتصادی

Table 7- Example of a Pairwise Comparison Matrix for One Respondent in the Economic area

کشاورزی در سهم تولید ناخالص داخلی Agricultural Share of GDP	زیر ساخت‌ها Infrastructure	توسعه نهادهای بازارهای سرمایه و بازارهای مالی Development of institutions, capitalmarkets and financial markets	کارایی و تولید Efficiency and production	زمین کشاورزی Agricultural land	هزینه عملیاتی و مالیات Operating expense and taxes	کارایی سیستم‌های بازاریابی Marketing efficiency systems	کاهش فقر Poverty Reduction	مکانیزاسیون و تکنولوژی Mechanization and technology
(2/3,1/2,2/5)	(1,1,1)	(2/3,1/2,2/5)	(2,1,2/3)	(2,1,2/3)	(1,1,1)	(1,2/3,1/2)	(2/3,1/2,2/5)	(1,1,1)
(1,1,1)	(2/3,1/2,2/5)	(1,2/3,1/2)	(2,1,2/3)	(2,1,2/3)	(1,1,1)	(1/2,2/5,1/3)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
(1/2,2/5,1/3)	(1,2/3,1/2)	(1/2,2/5,1/3)	(2,1,2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,5/2,3)	(1,3/2,2)
(2/3,1/2,2/5)	(1,2/3,1/2)	(1/2,2/5,1/3)	(2,1,2/3)	(2,1,2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
(2/5,1/3,2/7)	(1/2,2/5,1/3)	(2/3,1/2,2/5)	(1,2/3,1/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)
(1/2,2/5,1/3)	(2/3,1/2,2/5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)
(2/5,1/3,2/7)	(2,1,2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2,5/2,3)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)
(2/5,1/3,2/7)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(2,5/2,3)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)
(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(5/2,3,7/2)	(2,5/2,3)	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)	(2,5/2,3)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)

Reference: Research findings

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۸- نمونه‌ای از ماتریس مقایسه دوجانبه برای یک پاسخ دهنده در حوزه سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی

Table 8- Example of a pairwise comparison matrix in the political, social, and environmental areas

سیاست دولت Government policy	نقش فعالان بازار در سیاست گذاری The role of market players in policy making	سیستم اعتباری و پولی Monetary and credit system	سیاست بین المللی International Policy	اشتغال کشاورزی Agricultural employment	رعایت استانداردها و مجوز رسمی Observance standards and permits	پایداری Sustainability	مدیریت آب Water management	مشارکت گروهی و شرکتهای مشاوره‌ای Group participation and consulting companies
سیاست دولت Government policy	(1,1,1)	(2/5,1/3,2/7)	(1,2/3,1/2)	(1,1,1)	(1,2/3,1/2)	(2/3,1/2,2/5)	(2,1,2/3)	(2/5,1/3,2/7)
نقش فعالان بازار در سیاست The role of market players in policy making	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(1/2,2/5,1/3)	(1,2/3,1/2)	(2,1,2/3)	(2,1,2/3)	(1,2/3,1/2)	(2/3,1/2,2/5)
سیستم اعتباری و پولی Monetary and credit system	(1,3/2,2)	(2,5/2,3)	(1,1,1)	(2,1,2/3)	(2/3,1/2,2/5)	(2,1,2/3)	(1/2,2/5,1/3)	(1,2/3,1/2)
سیاست بین المللی International Policy	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(2,1,2/3)	(2,1,2/3)	(1/2,2/5,1/3)	(2/3,1/2,2/5)
اشتغال کشاورزی Agricultural employment	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/3,2/7)	(2/3,1/2,2/5)	(1/2,2/5,1/3)
رعایت استانداردها و مجوز رسمی Observance standards and permits	(3/2,2,5/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3,1/2,2/5)
پایداری Sustainability	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(2,5/2,3)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,1,2/3)
مدیریت آب Water management	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(2,5/2,3)	(3/2,2,5/2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)
مشارکت گروهی و شرکتهای مشاوره‌ای Group participation and consulting companies	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)	(1,3/2,2)	(5/2,3,7/2)	(2,5/2,3)

Reference: Research findings

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۹- ضرایب و مقادیر بر حسب ردیف برای ماتریس مقایسه دوجانبه در حوزه اقتصادی

Table 9- Coefficients and magnitude by row for the pairwise comparison Matrix in the economic area

Min v ($S_i > S_{i-1}, S_{i-n}, S_{i+1}, \dots, S_{i+n}$)	$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} * [\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1}$
Min (2.5, 2.5, 1.6, 2.3, 1, 1.2, 1.5, 0)	S1=(6.14,11.52,8.72)*(0.009,0.1,.013)=(0.05,0.11,0.11)
Min (7.6, 1, 0.9, 1.5, 1, 1.1, 1.16,0.5)	S2=(6.98,8.76,11.7) * (0.009,0.1,.013)=(0.06,.08,0.15)
Min (0.25,1, 0.9, 1.1, 0.6, 0.8,0.7,0.3)	S3=(7.12,8.5,11.8) *(0.009,0.1,.013)=(0.06,.08,0.15)
Min (0.8,1.16,1.16,1.28,0.6,1.14,1.25,1.2)	S4=(7.3,9.3,10.7)*(0.009,0.1,.013)=(0.06,.09,0.13)
Min (0.6, 0.8, 0.8, 0.7, 0.5, 7, 4, 0.11)	S5=(5.3,7.03,9.3) *(0.009,0.1,.013)=(0.04,.07,0.12)
Min (1, 1.5, 1.5, 0.09, 1.5, 1.1, 1.2, 0.5)	S6=(10.8,11.1,11.9) *(0.009,0.1,.013)=(0.09,0.11,0.15)
Min (0.09, 0.64,0.64, 1.1, 1.3,0.8, 1,0.4)	S7=(6.6,10.8,11.8) *(0.009,0.1,.013)=(0.05,0.1,.15)
Min (1.06, 1.15, 1.15, 1.07, 1.2, 0.9,1, 0.6)	S8=(9.5,10.7,16.5) *(0.009,0.1,.013)=(0.08,0.1,0.21)
Min (1.2,0.7, 0.7, 1.5, 1.7, 1.4, 1.3, 1.5)	S9=(13.1,15.1,17.9) *(0.009,0.1,0.013)=(0.11,0.15,0.22)

Reference: Research findings

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰- ضرایب و مقادیر بر حسب ردیف برای ماتریس مقایسه دوجانبه در حوزه سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی

Table 10- Coefficients and magnitude by row of the pairwise comparison matrix in the political, social, and environmental Areas

Min V ($S_i > S_{i-1}, S_{i-n}, S_{i+1}, \dots, S_{i+n}$)	$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} * [\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1}$
Min (0.6, 0.17, -0.74, -0.88, -0.85,-0.75,-0.94,-0.84)	S1=(1.36,1.48,1.6)*(0.01, 0.013, 0.017)=(0.013,0.019,0.02)
Min (1.5, 0.35, -0.021, -0.25, 0.56,-0.6,-0.58,-0.53)	S2=(2.16,2.57,3.08) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.02,0.03,0.05)
Min (2.1, 1.6, 0.7, 0.42, 0.2, -0.65, -0.13, 0.12)	S3=(3.62,4.83,5.26) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.03,0.06,0.09)
Min (2.03, 1.7, 1.2, 0.77, 0.55, -0.58, 0.21, 0.2)	S4=(5.38,6.78,8.32) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.05,0.08,0.14)
Min (2.2, 1.92, 1.4, 1.25, 0.76, -0.55, 0.42,0.4)	S5=(6.67,7.87,10.2) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.06,0.12,0.17)
Min (2,1.76, 1.46, 1.33, 1.18, 0.41, 0.71, 0.08)	S6=(7.81,10.2,15.3) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.07,0.13,0.26)
Min (-0.19, -0.18, -0.17, 0.12, -0.15,-0.14,-0.12,0.12)	S7=(8.4,11.2,15.1) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.65,1.4,0.25)
Min (2.56, 2.45, 2, 1.8, .85, 1.37,0.13, 0.95)	S8=(11.3,14.7,17.7) *(0.01, 0.013,0.017)=(0.11,0.19,0.33)
Min (2.58,2.3,1.93,1.8,1.77,1.38,-0.34,1.04)	S9=(11.3,16.1,19.8) *(0.01, 0.013, 0.017)=(0.11,0.2,0.33)

Reference: Research findings

مأخذ: یافته‌های پژوهش



Determination of Dominant Factors of Governance on the Economic, Political, Social and Environmental Aspects of the Agricultural Sector in Iran

M. Ronaghi¹- M.R. Kohansal^{*2}- M. Ghorbani³

Received: 20-01-2019

Accepted: 02-06-2019

Introduction: The role of governance is attracting much attention these days and is often considered as a major reason why some countries have experienced faster economic growth than others. A typical definition of governance is the process of making and implementing decisions that affect economic, political and social institutions. Much of this idea of governance, or good governance, is related to the functioning of government within a country, but the concept of governance involves more actors than just government. It includes companies, political parties, the military, non-government organizations (both domestic and international) and even influential individuals. All of these structures have an influence on how decisions are made within a country.

Materials and Methods: The agricultural sector plays a major role in human life, but the share of this sector has decreased in the economic development of Iran. So due to economic sanctions and numerous challenges, attention should be paid to agriculture in Iran. In this study, we determine the factors of agricultural governance which can be used to improve Iran's agricultural sector. We first use the Meta-synthesis method to find the important factors/variables that have been used in the literature to investigate agricultural governance worldwide. Then we present these variables to two Iranian experts who rank the variables on a worldwide basis using the Shannon Entropy method (which is explained later). The variables from the Meta-synthesis analysis are also presented to a selected group of ten Iranian experts. They identify the important variables of agricultural governance in Iran by modifying, adding, and deleting variables from the meta-synthesis. These experts weigh the variables by a Binary Comparison Matrix (which is explained later). Experts are selected by Snowball sampling and they complete their list (and ranking) through Delphi method. Finally, we compare the global agricultural governance variables from the Shannon Entropy method with those from the pairwise comparison matrix using the Fuzzy method.

Results and Discussion: The results from the pairwise comparison matrix in Iran are different from the results of the Meta-synthesis method worldwide. The Meta-synthesis method shows that international policy, group participation, and cooperative companies, and observance standards have the highest importance and rank. However, for the fuzzy analysis the factors of agricultural employment, group participation and cooperative companies have the highest weight in the political, social and environmental areas and the factors of increase production, and financial and capital markets have the highest importance in the economic area.

The group participation and cooperative companies are common in both methods. Group participation and cooperative companies provide a connection between people and government so that popular demands are easily communicated to the government. Group participation refers to an approach toward building accountability that relies on civil engagement – in which ordinary farmers or cooperative companies demand accountability. The role of group participation is not to replace but to complement and enhance public accountability mechanisms. It includes two categories including Formal social participation, which are social participation mechanisms that are formally written in laws and Informal social participation, which are social participation mechanisms which are not written in law. Easy access to financial resources is one of the requirements for investment and development of the agricultural sector. However, due to the characteristics of the agricultural sector in Iran, and the lack of developed agricultural financial markets, this sector faces investment constraints.

The agricultural sector can be one of the sectors which provides meaningful employment for the rural population. This research suggests that increasing agricultural employment is important for improving agricultural governance. Despite having such a large reduction in employment, the agricultural sector still employs three times more than any other sector.

Agricultural production is vitally important to the world. Agriculture is the main source of livelihood for 2.5

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Professors, Department of Agricultural Economics, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(* - Corresponding Author Email: kohansal@um.ac.ir)

billion people in the world, yet the growth of agricultural productivity has stalled. Yields for major grains grow by about 1 percent per year, which is lower than the population growth rate. Given that, expanding the cultivated area is not possibility to meet future needs so increasing agricultural productivity is the only solution to feeding the growing (urbanized) population (who has higher food demand). The use of modern communications methods in extension services can foster adoption of new technologies and promote profitable cultivation among farmers. Increasing productivity among smallholders in developing countries is a crucial instrument to guarantee food security in the long-run (Dethier et al, 2011).

One of the most important worldwide variables of agricultural governance is international policy. The international aspects of agriculture policy have an important role in pursuing the fundamental objectives of governments. For instance, the Common Agricultural Policy of the European Union emphasizes agricultural productivity, as a fair standard of living for farmers, ensuring reasonable prices for consumers, and promoting stability in markets (in particular stabilizing imports and exports) as well as food security (Ciolos, 2012). Another significant variable in agricultural governance worldwide is observance standards. Standards and technical regulations have attracted increasing attention in ongoing regional and global trade policy dialogue as tariff and quota issues seem to assume a declining dimension. With the reduction in the applicability of tariff barriers, the adoption rate of standards as a trade restrictive strategy has increased significantly.

Conclusion: Group participation shows that the introduction of civic engagement into the entire process of allocating, spending and monitoring public resources can help produce significant operational results (improved performance, the introduction of corrective measures) and process outcomes (Institutional, behavioral and relational changes). This can take the form of direct farmer participation in formulating public policy and budgets in the agricultural sector. Participatory policy formulation has become an increasingly common trend, particularly with the introduction of the poverty reduction strategies at the national and community levels driven by development initiatives at the local level. Participatory budget formation usually occurs at the local level, but at higher levels, representatives of the farming community can play an important role in expressing farmers' preferences in setting up and financing budgets.

Keywords: Agricultural governance, Group participation, Fuzzy method, Meta synthesis

راه کارهای دستیابی به کشاورزی کم کربن در ایران

افسانه نیکوکار^{۱*} - آیلین تاج نیا^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱

چکیده

هدف از این پژوهش ارائه راه کارهایی برای دستیابی به کشاورزی کم کربن در ایران است. بدین منظور ابتدا عوامل اثرگذار بر انتشار کربن با استفاده از داده های سری زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۸ و الگوهای اتورگرسیو با وقفه توزیعی^۲ و تصحیح خطا^۱ شناسایی شده اند. سپس با توجه به نحوه اثرگذاری این عوامل بر انتشار کربن، راه کارهایی برای دستیابی به کشاورزی کم کربن در ایران ارائه شده است. نتایج نشان دهنده یک رابطه U وارون در بلندمدت بین انتشار کربن و مصرف انرژی در این بخش است. همچنین حداکثر مقدار آستانه مصرف انرژی، معادل ۴۶/۹۸ میلیون بشکه نفت خام است. در حال حاضر عملکرد بخش کشاورزی بیشتر از این سطح است و نشان می دهد که اثر تکنولوژی بر اثرات مقیاس و ترکیب غالب شده است. لذا انتظار می رود که با افزایش مصرف انرژی، انتشار کربن از طریق بهبود تکنولوژی به تدریج کاهش یابد. نتایج نشان می دهد که نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی در بلندمدت و کوتاه مدت تأثیری بر انتشار کربن ندارد. همچنین شاخص توسعه مالی بر انتشار کربن در بلندمدت تأثیر منفی دارد و در کوتاه مدت اثری ندارد. اما اثر شاخص باز بودن تجارت بر انتشار کربن در بلندمدت و کوتاه مدت مثبت است و فرضیه پناهگاه آلودگی را تأیید می کند. با توجه به نتایج پژوهش، افزایش حجم اعتبارات بخش خصوصی، تغییر الگوی تجارت با در نظر گرفتن مزیت های زیست محیطی و استفاده از برنامه های انرژی سبز، به عنوان راه کارهایی برای دستیابی به کشاورزی کم کربن در ایران پیشنهاد می شوند.

واژه های کلیدی: الگوی خودرگرسیونی با وقفه های توزیعی، ایران، دی اکسید کربن، کشاورزی کم کربن، مصرف انرژی
Jel. Classification: Q51, Q54, Q58

مقدمه

جهت مقابله با مسائل تغییرات اقلیمی و غلبه بر بحران مالی جهان تبدیل شده است، به طوری که پس از پانزدهمین کنفرانس سازمان ملل متحد درباره تغییرات آب و هوا^۵ در سال ۲۰۰۹، به تدریج به صورت یک الگوی جدید توسعه گسترش یافت (۱۱). عموم مردم ارتباط بین اقتصاد کم کربن و کشاورزی به عنوان عامل انتشار گازهای گلخانه ای را نفی می کنند. به اعتقاد آن ها کاشت و پرورش محصولات کشاورزی به انتشار گازهای گلخانه ای ارتباطی ندارد؛ اما با تجزیه و تحلیل دقیق تولید و مدیریت محصولات کشاورزی، درمی یابیم که این موضوع از چهار دیدگاه با واقعیت سازگاری ندارد. نخست؛ نهاده های کشاورزی که بخشی از آنها شامل نهاده ها و محصولات فعالیت های کشاورزی مانند بذر و کود آلی هستند و بخش دیگر آنها شامل محصولات تولید صنعتی مانند کودهای شیمیایی، آفت کش ها و کشاورزی گلخانه ای هستند. دوم؛ تولید و استفاده از ماشین آلات کشاورزی (که نفت و سایر انرژی ها بخش جدانشدنی آن هستند)، سوم؛ فرایندهای لازم برای فراوری، بسته بندی، نگهداری، حمل و نقل و توزیع محصولات کشاورزی که همگی انرژی مصرف می کنند و در انتشار آلاینده های

اقتصاد کم کربن یک الگوی رشد اقتصادی به منظور کاهش مصرف انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه ای، از طریق نوآوری های فنی، نوآوری سیستم، تحول صنعتی و توسعه انرژی های جدید است. مفهوم اقتصاد کم کربن، مصرف کمتر منابع طبیعی و آلودگی کمتر محیط زیست، برای به دست آوردن بازده اقتصادی بیشتر است. اقتصاد کم کربن یک رویکرد و فرصت، جهت ایجاد یک استاندارد و کیفیت بهتر برای زندگی است و به دنبال ایجاد فرصت هایی برای توسعه، کاربرد و تولید فناوری های پیشرفته و نیز فرصت های کسب و کار جدید است (۳۱). اقتصاد کم کربن در حال حاضر به یکی از موضوعات مهم

۱ و ۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی و فارغ التحصیل کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(*)- نویسنده مسئول: (Email: anikoukar57@gmail.com)

DOI: 10.22067/jead2.v0i0.70778

1- Autoregressive distributed lag model (ARDL)

2- Error correction model (ECM)

نقش دارند و چهارم؛ زباله‌های کشاورزی که محتوای کربن دارند. به این ترتیب، فرایندهای تولید و مصرف محصولات کشاورزی منجر به تولید مقدار زیادی ضایعات کشاورزی می‌شوند و این ضایعات، دی‌اکسیدکربن آزاد می‌کنند و سبب تشدید گرمایش جهانی می‌شوند (۳۰). لذا با توجه به مفهوم اقتصاد کم‌کربن، می‌توان گفت کشاورزی کم‌کربن الگوی خاصی از عملیات تجارت و تولید کشاورزی، با کمترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و حداکثر مزیت اقتصادی با سه ویژگی مصرف کمتر انرژی، انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه آلودگی کمتر است (۸).

در حال حاضر برای تولید مواد غذایی مورد نیاز جمعیت در حال رشد، به شدت از اشکال مختلف انرژی در بخش کشاورزی استفاده می‌شود و در تمام مراحل تولید مواد غذایی، مستقیم یا غیرمستقیم، مقدار قابل توجهی از سوخت‌های فسیلی به کار گرفته می‌شود. بخش کشاورزی حدود ۱۴ درصد گازهای گلخانه‌ای جهان را تولید می‌کند که این میزان در سال ۲۰۰۵، در حدود ۶/۲ گیگا تن دی‌اکسیدکربن بوده است. کشورهای درحال توسعه (آسیا، آمریکای لاتین و آفریقا) با سهم تقریبی ۸۰ درصد، بزرگ‌ترین سهم را در این آلاینده‌ها دارند. حدود ۷۰ درصد از کل تولید گازهای گلخانه‌ای در این بخش، ناشی از فعالیت‌های مربوط به خاک در کشاورزی و تخمیر در سیستم گوارش دام‌هاست. در نبود اقدامات لازم برای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، انتشار گازهای ناشی از بخش کشاورزی در سراسر جهان به دلیل افزایش جمعیت و مصرف گوشت، سالانه حدود یک درصد رشد دارد (۱۷). ایران نیز از این قاعده مستثنا نیست، افزایش عملکرد از طریق مکانیزه کردن تجهیزات کشاورزی و استفاده از سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی منجر به اثرات منفی زیست‌محیطی در بخش کشاورزی شده است، به طوری که بخش کشاورزی حدود ۳۶/۵ درصد گاز نیتروکسید و ۲ درصد گاز متان و دی‌اکسیدکربن تولید شده توسط ایران را منتشر می‌کند. اکثر این آلودگی‌ها از طریق ماشین‌آلات کشاورزی، بنزین، سوخت دیزل، کود شیمیایی، آفت‌کش‌ها و کودهای دامی است (۱۸). دیزل عمدتاً یک منبع متداول انرژی است که به طور مستقیم توسط موتورهای دیزل در پمپاژ آب، آماده‌سازی زمین، کاشت و برداشت استفاده می‌شود. همچنین انرژی به طور غیرمستقیم در تولید، ذخیره‌سازی و توزیع نهاده‌های مزرعه از قبیل کودها و مواد شیمیایی مصرف می‌شود. بنابراین، کشاورزی به طور مستقیم و غیرمستقیم میزان قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای را منتشر می‌کند. استفاده از سوخت در عملیات اولیه و ثانویه مزرعه، منبع متداول و مستقیم انتشار گازهای گلخانه‌ای به حساب می‌آید. بیش‌ترین و مهم‌ترین میزان انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای ناشی از کودهای ازت است که حدود ۲۰ و ۳۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای را به ترتیب در مزارع بزرگ و کوچک شامل می‌شود. همچنین سیستم‌های کشاورزی مکانیزه، انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و استفاده

غیرمستقیم از انرژی، منجر به بالا رفتن هزینه‌های اقتصادی و در نتیجه آن، افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود که این امر به نوبه خود، موجب گرم‌تر شدن زمین و تغییرات آب و هوایی غیرقابل برگشت و ناخواسته می‌شود (۷).

برای بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کل اقتصاد و یا بخش‌هایی از اقتصاد، پژوهش‌های متعددی انجام شده است. از جمله: لطفعلی پور و همکاران (۱۵) در پژوهشی به بررسی اثر رشد اقتصادی، تجارت و توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست در ایران با استفاده از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی پرداخته‌اند. در این مطالعه، از داده‌های آماری دوره ۱۳۹۰-۱۳۴۹ استفاده شده است. نتایج نشان داد که توسعه مالی و رشد اقتصادی سبب افزایش تخریب محیط‌زیست شده است. افزون بر این، افزایش درجه باز بودن تجارت در ایران سبب کاهش تخریب محیط‌زیست شده است. جلیل و فریدون (۱۰) به بررسی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در چین در دوره ۲۰۰۶-۱۹۵۳ و ۱۹۷۸-۲۰۰۶ با استفاده از الگوی خود توضیح با وقفه‌های توزیعی پرداختند. در این تحقیق، سهم بدهی‌های نقدی از تولید ناخالص داخلی^۱، GDP، سهم دارایی‌های بانک‌های مرکزی تجارتی از کل دارایی‌های سیستم بانکی و سهم دارایی‌ها و بدهی‌های خارجی از GDP به عنوان شاخص‌های توسعه مالی استفاده شد. نتایج نشان داد که توسعه مالی منجر به کاهش آلودگی محیط‌زیست در چین شده است و رشد اقتصادی و مصرف انرژی موجب افزایش تخریب محیط‌زیست شده است. شهیار و همکاران (۲۵) به بررسی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، توسعه مالی و باز بودن تجارت بر انتشار دی‌اکسیدکربن در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۷۵ در کشور مالزی پرداختند. در این مطالعه از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی و علیت گرنجر استفاده شده است. نتایج نشان داد که رشد اقتصادی و مصرف انرژی باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن شده اند در حالی که توسعه مالی و تجارت سبب کاهش آن شده‌اند. همچنین رابطه U وارون بین توسعه مالی و انتشار دی‌اکسیدکربن نیز تأیید شده است. شهزاد و همکاران (۲۶) به بررسی تجربی رابطه همجمعی بین انتشار کربن، مصرف انرژی، درجه باز بودن تجارت و توسعه مالی در پاکستان با استفاده از الگوی اقتصادسنجی خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه ۲۰۱۱-۱۹۷۱ پرداختند. نتایج نشان داد یک رابطه معکوس U شکل بین انتشار کربن و مصرف انرژی با حداکثر مقدار آستانه مصرف سرانه انرژی معادل ۶۴۰ کیلوگرم نفت برقرار بوده است. در زمان مطالعه، عملکرد اقتصاد پاکستان، کمتر از این سطح بوده و محققین انتظار داشته‌اند که انتشار کربن به تدریج تا زمان رسیدن به سطح آستانه افزایش یابد. نتایج

استفاده می شود. این الگو نخستین بار توسط پسران و شین^۴ (۱۹۹۵)، به منظور بررسی رابطه همجمعی و بلندمدت بین متغیرها ارائه شد. از آنجا که این روش برتری زیادی نسبت به دیگر روش های همسان دارد، لذا به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد. مهم ترین مزیت های الگوی خودرگرسیون با وقفه های توزیعی عبارت است از:

- قابل استفاده برای بررسی روابط بین متغیرها، صرف نظر از مانا یا نامانا بودن آنهاست.

- افزون بر امکان محاسبه روابط بلندمدت بین متغیرها، امکان محاسبه روابط پویا و کوتاه مدت نیز وجود دارد، ضمن آن که سرعت تعدیل تعادل کوتاه مدت در هر دوره، برای رسیدن به تعادل بلندمدت نیز قابل محاسبه است (۲۰).

- این الگو زمانی که حتی تمامی متغیرها درون زا هستند، نتایج نسبتاً قوی فراهم می کند.

- در نهایت این الگو برای نمونه های کوچک نیز مناسب است (۲۶).

با توجه به مزایای برشمرده شده، در این مطالعه از الگوی خودرگرسیون با وقفه های توزیعی برای بررسی رابطه هم انباشتگی بین انتشار دی اکسید کربن (CO_2)، نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی (Y)، مقدار مصرف انرژی (ENG)، شاخص باز بودن تجارت (TRD) و شاخص توسعه مالی (FIN) استفاده می شود.

پیش از برآورد رابطه بلندمدت در روش ARDL، باید وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو بررسی شود. در واقع، هدف این مرحله از آزمون، این است که آیا رابطه پویای کوتاه مدت برآورد شده، به سمت رابطه تعادلی بلندمدت گرایش دارد یا خیر؟ در مرحله اول، وجود ارتباط بلندمدت بین متغیرهای تحت بررسی، آزمون می شود. وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحت بررسی به وسیله محاسبه آماره F برای آزمون معناداری سطوح باوقفه متغیرها در شکل تصحیح خطا مورد آزمایش قرار می گیرد. نکته مهم آن است که توزیع F مذکور غیراستاندارد است. پسران و همکاران (۲۰)، مقادیر بحرانی مناسب را متناظر با تعداد رگرورها و این که مدل شامل عرض از مبدأ و روند است یا خیر محاسبه کردند. آن ها دو گروه از مقادیر بحرانی را ارائه کردند، یکی بر این اساس که تمام متغیرها مانا هستند و دیگری بر این اساس که همگی نامانا (با یک بار تفاضل گیری مانا می شوند) هستند. اگر F محاسباتی در خارج این مرز قرار گیرد، یک تصمیم قطعی بدون نیاز به دانستن این که متغیرها $I(0)$ یا $I(1)$ باشند، گرفته می شود. اگر F محاسباتی فراتر از محدوده بالایی قرار گیرد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت پذیرفته نمی شود و اگر پایین تر از محدوده پایینی قرار گیرد، فرضیه صفر مذکور رد نمی شود و اگر هم F محاسباتی در بین دو محدوده قرار گیرد، نتایج استنباط،

بلندمدت نشان داد که یک درصد افزایش درجه باز بودن تجارت و توسعه مالی به ترتیب انتشار کربن را ۰/۲۴۷ درصد و ۰/۱۶۵ درصد افزایش داده است. کشش های کوتاه مدت متغیرهای باز بودن تجارت و توسعه مالی به ترتیب ۰/۱۲۲ درصد و ۰/۰۸۷ درصد بوده است. همچنین نتایج علیت گرنجر نشان دهنده علیت یک طرفه از مصرف انرژی، درجه باز بودن تجارت و توسعه مالی به سمت انتشار کربن و علیت دو طرفه بین مصرف انرژی و توسعه مالی بوده است.

بررسی ها بیانگر این است که در پژوهش های مربوط به انتشار کربن در کشورهای مختلف، بررسی اثر عوامل مختلف بر انتشار کربن و تخریب محیط زیست به تفکیک بخش های اقتصادی، همچنان موضوعی جدید است و در بیشتر مطالعات انجام شده، عملکرد زیست محیطی کل اقتصاد مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین تمرکز عمده مطالعات پیشین، بر آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس بوده و تنها در مطالعه شهزاد و همکاران (۲۶) به برآورد نقطه آستانه مصرف انرژی برای کشور پاکستان پرداخته شده است. بنابراین در مطالعه حاضر، اثر مصرف انرژی بخش کشاورزی، نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی، درجه باز بودن تجارت و توسعه مالی در کل اقتصاد ایران، بر انتشار دی اکسید کربن با استفاده از الگوهای ARDL و ECM بررسی می شود. افزون بر این، تعیین نقطه آستانه مصرف انرژی در بخش کشاورزی نیز مورد توجه قرار می گیرد.

مواد و روش ها

برای بررسی رابطه بلندمدت همجمعی بین متغیرها، تکنیک های اقتصادسنجی گوناگونی وجود دارد که بسته به اهداف و ویژگی های داده ها در مطالعات مختلف، مورد استفاده قرار می گیرد. به عنوان مثال، برای هم انباشتگی تک متغیره، از تکنیک های انگل و گرنجر^۱، روش های حداقل مربعات تعدیل شده و فیلپس و هانسن^۲ و برای هم انباشتگی چندمتغیره از تکنیک های جوهانسن^۳ و جوهانسن-جوسیلیوس به طور گسترده ای در تحقیقات تجربی استفاده می شود. روش هم انباشتگی جوهانسن به روش های دیگر ترجیح داده می شود زیرا، نه تنها یک روش چندمتغیره است بلکه بیش از یک رابطه همجمعی از آن حاصل می شود و بر تأثیر نمونه کوچک غلبه می کند. با این حال، یکی از مشکلات مشترک تکنیک های هم انباشتگی این است که متغیرها باید همگرا از یک مرتبه باشند (۲۶). لذا در این مطالعه، برای برآورد الگو و بررسی روابط کوتاه مدت و بلندمدت بین متغیرهای مورد نظر از الگوی خودرگرسیون با وقفه های توزیعی

1- Engle and Granger

2- Phillips and Hansen

3- Johansen

4- Pesaran and Shin

بر مصرف انرژی و رشد اقتصادی که انتظار می‌رود در انتشار کربن نقش داشته باشند، از دیگر متغیرهای کلان اقتصادی مانند شاخص‌های باز بودن تجارت و توسعه مالی استفاده می‌شود. الگوی برآوردی در این تحقیق با بهره‌گیری از مقاله شهزاد و همکاران (۲۶)، به صورت لگاریتم-خطی و در قالب رابطه (۱) است:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln ENG_t + \alpha_2 (\ln ENG_t)^2 + \alpha_3 Y_t + \alpha_4 FIN_t + \alpha_5 TRD_t + \alpha_6 T + \alpha_7 TBX + \varepsilon_t \quad (1)$$

می‌شود که ضرایب برآورد غیرخطی برای متغیری که با مجذور آن مرتبط است، نباید به عنوان ضرایب کشش تفسیر شود و تنها باید برای محاسبه مقادیر آستانه استفاده شوند (۲۱). در مجموع هدف از این مشتق‌گیری و پیدا کردن نقطه آستانه مصرف انرژی، نتیجه‌گیری درباره این مسأله است که بین اثرات تکنولوژی، و اثرات مقیاس و ترکیب، کدام غالب بوده‌اند (۲۶). α_4 ، α_5 و α_6 به ترتیب ضرایب متغیرهای نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی، شاخص توسعه مالی و شاخص باز بودن تجارت است.

به اعتقاد کوزنتس، رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست از یک منحنی U معکوس پیروی می‌کند. این رابطه U معکوس به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس مربوط است. بر این اساس در مراحل اولیه فرایند صنعتی شدن، با توجه به اولویت بالای تولید و اشتغال نسبت به محیط‌زیست پاک و همچنین به دلیل به کارگیری فناوری‌های سطح پایین، استفاده از منابع طبیعی و انرژی برای رسیدن به رشد اقتصادی بالا افزایش می‌یابد و موجب گسترش انتشار آلودگی می‌شود. در این مرحله با توجه به درآمد سرانه پایین، بنگاه‌های اقتصادی نمی‌توانند هزینه‌های کاهش آلودگی را تأمین کنند و در نتیجه رشد اقتصادی موجب تخریب محیط‌زیست می‌شود (۲۲، ۲ و ۱۲). اما در مرحله بعدی فرایند صنعتی شدن، پس از رسیدن به سطح مشخصی از درآمد سرانه، افزایش درآمد موجب بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود به طوری که در چنین وضعیتی با توجه به اهمیت بالای محیط‌زیست، تکنولوژی پاک و قوانین و مقررات زیست‌محیطی مناسب، شاخص‌های آلودگی محیط‌زیست کاهش می‌یابد و در نتیجه رشد اقتصادی موجب بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود (۶، ۲۳، ۱، ۲۷ و ۹). بنابراین بر اساس فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، اثر رشد اقتصادی بر تخریب محیط‌زیست بسته به این که کشور در کدام مرحله صنعتی شدن قرار داشته باشد، متفاوت است. در این پژوهش برای بررسی اثر رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن، رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی به قیمت ثابت ۱۳۸۳ به عنوان شاخصی برای رشد اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شاخص درجه باز بودن اقتصاد یا باز بودن تجارت، یک متغیر مهم و تأثیرگذار بر انتشار کربن و محیط‌زیست است. تأثیر درجه باز بودن تجارت بر محیط‌زیست شامل سه اثر فن‌آوری، مقیاس و ترکیب است.

غیرقطعی و وابسته به این است که متغیرها $I(0)$ یا $I(1)$ باشند. تحت این شرایط مجبور به انجام آزمون‌های ریشه واحد روی متغیرها هستیم (۲۸). آخرین مرحله در برآورد یک الگوی ARDL بررسی رابطه کوتاه‌مدت بین متغیرها و محاسبه سرعت تعدیل تعادل‌های کوتاه‌مدت در هر دوره برای رسیدن به تعادل بلندمدت است.

در این پژوهش با تکیه بر ادبیات تحقیق در زمینه انرژی، علاوه

در این رابطه، $\ln CO_{2t}$ نشان‌دهنده لگاریتم دی‌اکسید کربن تولید شده در بخش کشاورزی بر حسب تن، $\ln ENG_t$ لگاریتم مصرف انرژی در بخش کشاورزی است و معادل میلیون بشکه نفت خام در نظر گرفته شده است و $(\ln ENG_t)^2$ توان دوم لگاریتم مصرف انرژی است. Y_t نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی، FIN_t شاخص توسعه مالی و TRD_t شاخص درجه باز بودن تجارت در اقتصاد ایران هستند. همچنین T روند زمانی TBX (مقطع شکست ساختاری در سری X) است و در صورت وجود، کمیت آن برای سال‌های شکست برابر یک و برای بقیه سال‌ها صفر است و ε_t نشان دهنده جمله خطا است. در این الگو α_1 و α_2 به ترتیب ضرایب $\ln ENG_t$ و $(\ln ENG_t)^2$ هستند. انتظار می‌رود با افزایش مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن افزایش یابد اما آنچه در این مطالعه اهمیت دارد، پیدا کردن نقطه آستانه مصرف انرژی است لذا α_1 را نمی‌توان به طور مستقیم به عنوان سهم مربوط به مصرف انرژی تفسیر کرد بلکه، ابتدا باید مشتق جزئی مرتبه اول معادله (۱) را نسبت به مصرف انرژی به دست آورد که برابر است با $\alpha_1 + 2\alpha_2(\ln ENG)$. سپس مشتق اول معادله نسبت به متغیر انرژی برابر صفر قرار داده می‌شود تا مقدار بهینه مصرف انرژی به دست آید، $\alpha_1 + 2\alpha_2(\ln ENG) = 0$ ، بنابراین $2\alpha_2(\ln ENG) = -\alpha_1$

در نتیجه $\ln eng = \frac{-\alpha_1}{2\alpha_2}$ است و می‌توان نتیجه گرفت که

$$eng^* = e^{\frac{-\alpha_1}{2\alpha_2}}$$

می‌شود. اگر مشتق جزئی مرتبه دوم بزرگ‌تر از صفر باشد $(2\alpha_2 > 0)$ ، به این معناست که eng^* حاصل شده، نقطه کمینه است و اشاره به این دارد که رابطه U شکل بین دی‌اکسید کربن و انرژی بیانگر میزان آستانه است. به همین ترتیب، اگر مقدار مشتق دوم منفی شد، بیانگر رابطه U وارون و بیشینه است و اگر این مقدار برابر صفر شد، بیانگر رابطه یکنواخت است و مقدار انرژی بهینه نشان دهنده نقطه زینی است. از لحاظ مفهوم آماری، زمانی که میزان α_2 در سطح متعارف آماری معنی‌دار نباشد، رابطه غیرخطی پذیرفته نمی‌شود و رابطه خطی بین مصرف انرژی و انتشار کربن رد نمی‌شود (۲۶). بنابراین با نشان دادن مشتقات ریاضی، تأکید

پور و همکاران (۱۴)، لطفعلی پور و همکاران (۱۵)، از تورک و اکروسی (۱۹)، شهباز و همکاران (۲۵)، فراهانی و همکاران (۵) و شهزاد و همکاران (۲۶) استفاده می شود.

توسعه مالی، دسترسی خانوار و بنگاه های اقتصادی به سرمایه های مالی را بیشتر می کند. این امر موجب افزایش تقاضا برای ماشین آلات و خودروها می شود و باعث افزایش فعالیت های تولیدی و حمل و نقل می شود. مصرف روزافزون انرژی، به نوبه خود افزایش انتشار کربن به هوا و آلاینده های آلی به آب را در بر دارد. از سوی دیگر، بازارهای مالی توسعه یافته، سرمایه بخش انرژی های تجدیدپذیر را فراهم می آورد و اعتبار لازم برای پروژه های سازگار با محیط زیست با هزینه های تأمین مالی پایین (که از طریق پیشرفت های فن آوری در بخش انرژی، باعث کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن می شوند) را ارائه می کند. همچنین، توسعه مالی، فعالیت های تحقیق و توسعه را ترویج می دهد و از این رو باعث بهبود کیفیت محیط زیست می شود؛ بنابراین، اثر کل توسعه مالی، دو پهلو و دارای ابهام است (۲۶). در مجموع برای کشورهای رو به توسعه، انتظار می رود اثر توسعه مالی بر آلودگی محیط زیست، همانند متغیر باز بودن تجارت، مثبت باشد. برای توسعه مالی نیز شاخص های متفاوتی وجود دارد:

- شاخص ژرفای توسعه مالی: نسبت نقدینگی به تولید ناخالص داخلی به قیمت های جاری
- شاخص بنیانی توسعه مالی: نسبت دارایی های داخلی بانک های تجاری به کل دارایی های بانکی و بانک مرکزی
- شاخص کارایی توسعه مالی: نسبت بدهی بخش خصوصی به سیستم بانکی به تولید ناخالص داخلی
- شاخص ایزاری توسعه مالی: نسبت اسکناس و مسکوک در دست مردم به حجم پول
- شاخص ساختاری توسعه مالی: نسبت مطالبات سیستم بانکی از بخش خصوصی به کل اعتبارات سیستم بانکی (۱۵).

جریانان نقدی خالص بورس اوراق بهادار در اکثر کشورهای در حال توسعه نسبتاً کم است، بنابراین بازارهای سرمایه در بهترین حالت نقش کوچکی ایفا می کند. رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه را کند می کنند، بنابراین بازار سهام بازتابی از قدرت بخش مالی نیست. بعضی از مطالعات، برای انعکاس عمق مالی از نسبت پول گسترده (M_2) یا حجم نقدینگی (M_2) که برابر است با مجموع حجم پول (M_1) و شبه پول (T) به تولید ناخالص داخلی اسمی استفاده می کنند. افزایش نسبت به معنای افزایش عمق مالی است؛ اما در کشورهای در حال توسعه، M_2 بخش بزرگی از نقدینگی را شامل می شود. در نتیجه افزایش M_2 ممکن است به جای عمق مالی، انتشار پول را نشان دهد (۱۰). در نتیجه در این پژوهش همانند پژوهش مهدوی و امیر بابایی (۱۶)، شهباز و همکاران (۲۵)، شهزاد و همکاران (۲۶)، برای سنجش توسعه مالی از شاخص کارایی توسعه

در اثر بهبود تکنولوژی، افزایش تجارت باعث کاهش انتشار کربن می شود. اثر مقیاس باعث افزایش حجم تجارت و تولید می شود که باعث تخریب محیط زیست می شود. از طرفی، در اثر ترکیب، کشورهای در حال توسعه، صنایع با آلودگی شدید را جذب می کنند که این امر به زوال محیط زیست منجر می شود؛ بنابراین اثر تکنولوژی باعث بهبود، در حالی که اثرات مقیاس و ترکیب باعث تخریب محیط زیست می شوند. در نتیجه اثر خالص باز بودن تجارت بر محیط زیست مبهم است و بستگی به اثر غالب دارد، اما به طور کلی، در کشورهای در حال توسعه، اثر مقیاس و ترکیب غالب هستند و هر دو دارای اثرات سوء بر محیط زیست هستند. کوپلند و تیلور^۱ برای توضیح رابطه بین درجه باز بودن تجارت و محیط زیست دو نوع فرضیه را تصریح می کنند: فرضیه پناهگاه آلودگی^۲ و فرضیه بخشش عامل^۳. با توجه به فرضیه پناهگاه آلودگی، کشورهای کم درآمد با مقررات زیست محیطی ضعیف، در تولید کالاهای آلوده تخصص پیدا می کنند و شرکت های چندملیتی، با استفاده از جابجایی صنایع آلاینده خود به این کشورها نفع می برند. در نتیجه، کشورهای کم درآمد به پناهگاهی برای آلوده کنندگان تبدیل می شوند، بنابراین باز بودن تجارت، وضعیت محیط زیست را در این کشورها به زوال می کشاند، در حالی که کشورهای ثروتمند، از تجارت آزاد منفعت کسب می کنند. فرضیه بخشش عامل، اشاره به این دارد که کشورهای ثروتمند در تولید کالاهای وابسته به سرمایه، بدون در نظر گرفتن سیاست های زیست محیطی، متخصص می شوند و در نتیجه، کشورهای ثروتمند با صادرات کالاهای آلوده تر می شوند و کشورهایی که دارای منابع نسبتاً فراوانی در تولید کالاهای پاک هستند، از طریق تجارت آزاد، به کشور پاک تری تبدیل می شوند؛ بنابراین رابطه بین تجارت آزاد و محیط زیست مبهم است و به توزیع مزایای نسبی در میان کشورهای بستگی دارد (۲۶). برای ارزیابی درجه باز بودن اقتصاد سه شاخص عمده وجود دارد:

$$TRD_t = \frac{X_t}{GDP_t} \quad (۱)$$

$$TRD_t = \frac{X_t + M_t}{GDP_t}$$

در روابط فوق، X_t ، M_t و GDP_t به ترتیب بیانگر ارزش صادرات، ارزش واردات کالاها و خدمات و تولید ناخالص ملی هستند (۲۹). در این پژوهش به منظور تعیین درجه باز بودن اقتصاد از رابطه سوم که مرسوم تر است، همانند پژوهش لطفعلی پور و همکاران (۱۳)، لطفعلی

- 1- Copeland and Taylor
- 2- Pollution haven hypothesis
- 3- Factor endowment hypothesis

مالی، نسبت اعتبارات بانکی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی استفاده می‌شود.

داده‌های مربوط به مقادیر انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی از ترازنامه انرژی وزارت نیرو، توسعه مالی از بانک جهانی، نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی و باز بودن تجارت از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران جمع‌آوری شد. از آنجا که برخی از داده‌ها در پایگاه‌های اطلاع‌رسانی الکترونیکی نهادهای ملی و بین‌المللی با فواصل زمانی زیاد بروزرسانی می‌شوند و در زمان انجام پژوهش، آخرین داده‌های موجود مربوط به سال ۱۳۹۳ بود، دوره زمانی مطالعه، سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۹۳ انتخاب شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم‌افزار Eviews9 استفاده شد.

نتایج و بحث

پیش از برآورد الگوی مطالعه، به منظور جلوگیری از به وجود آمدن رگرسیون کاذب، مانایی متغیرهای تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته استفاده شد.

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحد

Table 1- Results of unit root test

متغیر	آماره دیکی - فولر	ارزش احتمال	نتیجه
Variable	Dickey and Fuller statistic	Probability value	Result
Ln CO2	-1.355863ns	0.5870	I(1)
D(Ln CO2)	-4.716462***	0.0010	I(0)
Ln ENG	0.559538ns	0.9853	I(1)
D(Ln ENG)	-6.553370***	0.0000	I(0)
(Ln ENG)2	0.678336ns	0.9889	I(1)
D(Ln ENG)2	-6.465516***	0.0000	I(0)
FIN	0.254415ns	0.9707	I(1)
D(FIN)	-3.837686***	0.0080	I(0)
TRD	-1.984771ns	0.2910	I(1)
D(TRD)	-3.508726**	0.0167	I(0)
Y	-5.968048***	0.0000	I(0)

منبع: یافته‌های تحقیق، (***معنی‌داری در سطح ۱٪، **معنی‌داری در سطح ۵٪، *معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ns بی‌معنی)

Source: Research findings (***)level of significance at 1%, ** level of significance at 5%, * level of significance at 10%, ns for not significant)

(افزایش سهم مصرف برق از ۲۷ درصد به ۳۷ درصد)، بهبود مکانیزاسیون در این بخش و کاهش میزان مصرف انرژی بوده است. پس از تعیین وقفه مناسب بر اساس معیار شوارتز- بیزین و بررسی زاید نبودن متغیرهای الگو، برای حصول اطمینان از رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو، با توجه به اینکه متغیرها از نوع $I(0)$ و $I(1)$ بودند، از آزمون همجمعی باند استفاده شد. پس از آزمون، مقدار F محاسبه شده، با مقادیر بحرانی حد بالا و حد پایین جدول بنرجی، دولاو و مستر مقایسه شد. نتایج آزمون همجمعی باند در جدول ۳ ارائه شده است.

برآورد الگوی ARDL مبتنی بر سه بخش رابطه پویا، بلندمدت و کوتاه‌مدت است که با استفاده از نرم‌افزار Eviews9 برآورد شد و بهترین الگو، براساس معیار شوارتز- بیزین، الگوی $ARDL(1.1.1.2.2.0)$ بوده است. در جدول ۲ نتایج حاصل از تخمین الگوی پویا ارائه شده است.

مقدار ضریب تعیین R^2 در جدول ۳ برابر با ۰/۹۷ است که نشان‌دهنده قدرت بالای توضیح‌دهندگی متغیرهای توضیحی الگو است. متغیر مجازی ناشی از شکست در دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۸، به علت افزایش کارایی انرژی ناشی از بهره‌گیری برق به جای سایر سوخت‌ها

جدول ۲- نتایج الگوی پویا

Table 2- Results of dynamic model

متغیر	ضریب	آماره t	ارزش احتمال
Variable	Coefficient	t statistic	Probablity value
Ln CO ₂ (-1)	0.341542	5.939525	0.0001
Ln ENG	-11.53337	-4.604702	0.0010
Ln ENG(-1)	16.99549	6.478729	0.0001
(Ln ENG) ²	1.719402	4.786041	0.0007
(Ln ENG) ² (-1)	-2.430188	-6.504335	0.0001
TRD	0.005581	2.832868	0.0178
TRD(-1)	-0.005437	-2.347909	0.0408
TRD(-2)	0.006733	5.035976	0.0005
FIN	0.003506	1.423585	0.1850
FIN(-1)	-0.008669	-4.174461	0.0019
FIN(-2)	-0.004166	-1.331249	0.2127
Y	0.000641	1.464368	0.1738
T	0.018772	2.152560	0.0568
D7885	-0.117404	-7.763044	0.0000
0.97	R-square		

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۳- نتیجه آزمون همجمعی باند

Table 3- Results of Bounds Test

مقادیر حدود بحرانی آماره F

Critical bounds of F statistic

سطح معنی داری	%10		%5		%1	
Level of significance						
حدود بحرانی	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا
Critical bounds	Lower bound	Upper bound	Lower bound	Upper bound	Lower bound	Upper bound
	1.81	2.93	2.14	3.34	2.82	4.21
تعداد متغیرها	5		5		5	
Number of variables						
آماره F محاسبه شده	8.862396					
Computed F statistic						

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

شکل وارون بین مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن است و نقطه آستانه مصرف انرژی در بخش کشاورزی ۴۶/۹۸ میلیون بشکه نفت خام است. مطالعه شهزاد و همکاران (۲۷) نیز وجود رابطه U شکل وارون را بین مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن تأیید می‌کند. ضریب متغیر توسعه مالی ۰/۰۱۴۱۶۹- و از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی دار است. یعنی با یک واحد افزایش در شاخص توسعه مالی، انتشار دی اکسید کربن به میزان ۰/۰۱۴۱۶۹ درصد کاهش می‌یابد. از آنجا که شاخص کارایی توسعه مالی به عنوان متغیر توسعه مالی در نظر گرفته شده است، هر یک درصد افزایش در نسبت اعتبارات بانکی بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی، حدود ۰/۰۱۴ واحد لگاریتم

مقدار آماره F در جدول ۳، در سطح معنی داری ۵٪ از حد بالا بزرگ تر است، بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای تحقیق پذیرفته نمی‌شود و وجود رابطه بلندمدت بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل اثبات می‌گردد. با اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو، ضرایب بلندمدت الگو برآورد می‌گردد. جدول ۴ نتایج تخمین الگوی بلندمدت را نشان می‌دهد. نتایج برآورد الگوی بلندمدت مطالعه نشان می‌دهد که ضرایب لگاریتم مصرف انرژی و توان دوم لگاریتم مصرف انرژی از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی دار هستند. به ترتیب مثبت بودن مصرف انرژی و منفی بودن توان دوم مصرف انرژی گویای یک رابطه U

دی اکسیدکربن و یا ۱/۰۲ تن دی اکسیدکربن منتشر شده را کاهش می دهد. نتایج مطالعه جلیل و فریدون (۱۰) در چین و شهباز و همکاران (۲۵) در مالزی نیز نشان می دهد که توسعه مالی منجر به کاهش آلودگی محیط زیست می شود. البته نتایج مطالعات لطفعلی پور

و همکاران (۱۵) و شهزاد و همکاران (۲۶) اثر منفی توسعه مالی بر آلودگی زیست محیطی را تأیید نمی کنند. اثر منفی شاخص توسعه مالی بر آلودگی زیست محیطی نشان می دهد که توسعه مالی، امکان سرمایه گذاری روی فناوری های کمتر آلاینده را فراهم آورده است.

جدول ۴- نتایج تخمین الگوی بلندمدت

Table 4- Estimation results of long-run model

متغیر	ضریب	آماره t	ارزش احتمال
Variable	Coefficient	t statistic	Probability value
Ln ENG	8.295328	25.151837***	0.0000
(Ln ENG) ²	-1.079471	-13.799882***	0.0000
FIN	-0.014169	-2.281167**	0.0457
TRD	0.010443	2.304105**	0.0439
Y	0.000973	1.434298 ^{ns}	0.1820
T	0.028509	2.375481**	0.0389
D7885	-0.0178302	-7.387554***	0.0000

منبع: یافته های تحقیق، (*** معنی داری در سطح ۱٪، ** معنی داری در سطح ۵٪، * معنی داری در سطح ۱۰٪، ns بی معنی)

Source: Research findings (*** level of significance at 1%, ** level of significance at 5%, * level of significance at 10%, ns for not significant)

ضریب متغیر باز بودن تجارت ۰/۱۰۴۴۳ و از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی دار است. به بیان دیگر افزایش یک واحدی درجه باز بودن تجارت منجر به افزایش ۰/۱۰۴۴۳ درصدی در انتشار دی اکسیدکربن می شود. با توجه به اینکه شاخص باز بودن تجارت، نسبت مجموع ارزش صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شده است، هر یک درصد افزایش در حجم مبادلات نسبت به تولید ناخالص داخلی منجر به ۰/۱ درصد و یا حدود ۱/۰۱ تن افزایش در انتشار دی اکسیدکربن منتشر شده می شود. بنابراین در دوره مورد بررسی، تجارت بین الملل منجر به افزایش آلودگی زیست محیطی شده است. این نتیجه با مطالعه ترابی و همکاران (۲۹)، شهزاد و همکاران (۲۶) تطابق دارد اما نتایج مطالعه لطفعلی پور و همکاران (۱۵) را تأیید نمی کند. افزایش آلودگی محیط زیست همراه با افزایش حجم تجارت، فرضیه پناهگاه آلودگی را برای ایران در دوره مورد بررسی تأیید می کند و می توان نتیجه گرفت که برآیند فعالیت های تجارت بین الملل ایران (مجموع واردات و صادرات) به نفع محیط زیست نبوده است و اثر منفی افزایش آلودگی از طریق تجارت (واردات یا صادرات) بر اثر مثبت کاهش آلودگی غلبه کرده است. به بیان دیگر ایران در تولید و صادرات محصولات آلودگی که آلودگی زیست محیطی بیشتری ایجاد می کنند متخصص شده است و کالاهایی را وارد می کند که در فرآیند تولید خود، آلاینده های کمتری ایجاد می کنند.

نتایج نشان می دهد که نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی، در بلندمدت ارتباطی با انتشار دی اکسیدکربن ندارد. در حالی که مطالعات

لطفعلی پور و همکاران (۱۵)، ترابی و همکاران (۲۹)، شهباز و همکاران (۲۵) و شهزاد و همکاران (۲۶) اثر مثبت و معنی دار رشد اقتصادی بر آلودگی زیست محیطی را تأیید می کنند. این تفاوت نتایج در مطالعات مختلف، به دلیل تفاوت در ساختارهای اقتصادی کشورهای مورد مطالعه، دوره زمانی مورد بررسی، متغیرهای وارد شده در الگوها، الگوهای اقتصادسنجی مورد استفاده و روش های برآورد است.

جدول (۴) نشان می دهد که متغیر روند زمانی، اثر مثبت و معنی داری بر میزان انتشار دی اکسید کربن داشته است. با توجه به افزایش تقاضای محصولات کشاورزی ناشی از بهبود سطح درآمدها و رشد جمعیت در سال های مورد مطالعه، به نظر می رسد پاسخ گویی به این تقاضا از طریق گسترش فعالیت های کشاورزی در داخل و یا از طریق واردات محصولات کشاورزی و مواد غذایی، منجر به توسعه فرآیندهای تولید، توزیع و مصرف محصولات کشاورزی شده و آلودگی محیط زیست را افزایش داده است.

ضریب متغیر مجازی با ۰/۱۷۸۳۰۲- نشان می دهد که کاهش میزان مصرف انرژی در اثر افزایش کارایی و بهره وری نهاده انرژی، منجر به ۱/۰۲ تن کاهش در انتشار دی اکسیدکربن شده است.

پس از تشخیص رابطه بلندمدت نیاز است که روابط کوتاه مدت میان متغیرها نیز مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور، از الگوی تصحیح خطا (ECM) برای برآورد ضرایب کوتاه مدت و ضریب تعدیل طبق روش ARDL استفاده می شود. نتایج تخمین الگوی تصحیح خطا در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- نتایج تخمین الگوی تصحیح خطا

Table 5- Results of ECM estimation

متغیر	ضریب	آماره t	ارزش احتمال
Variable	Coefficient	t statistic	Probability value
D(Ln ENG)	-11.533367	-4.604702***	0.0010
D(LnENG) ²	1.719402	4.786041***	0.0007
D(TRD)	0.005581	2.832868**	0.0178
D(TRD(-1))	-0.006733	-5.035976***	0.0005
D(FIN)	0.003506	1.423585 ^{ns}	0.1850
D(FIN(-1))	0.004166	1.331249 ^{ns}	0.2127
D(Y)	0.000641	1.464368 ^{ns}	0.1738
D(T)	0.018772	2.152560*	0.0568
D(D7885)	-0.117404	-7.763044***	0.0000
ECM	-0.658458	-11.450775	0.0000

منبع: یافته‌های تحقیق، (***معنی‌داری در سطح ۱٪، **معنی‌داری در سطح ۵٪، *معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ns بی‌معنی)

Source: Research findings (***)level of significance at 1%, ** level of significance at 5%, * level of significance at 10%, ns for not significant)

به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود. به عبارت دیگر، برای تعدیل کامل نتایج حاصل از هرگونه تغییر و یا اتخاذ سیاست، تقریباً یک سال و چهار ماه زمان لازم است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج مطالعه نشان داد در حال حاضر عملکرد بخش کشاورزی در نیمه نزولی منحنی U وارون و بیشتر از سطح آستانه مصرف انرژی است. به گونه‌ای که محاسبات بر اساس ضرایب الگوی برآورد شده نشان می‌دهد نقطه آستانه مصرف انرژی در بخش کشاورزی ۴۶/۹۸ میلیون بشکه نفت خام است، این در حالی است که میزان مصرف انرژی در سال ۱۳۹۳ معادل ۵۰/۲۶ میلیون بشکه نفت خام بوده است. بنابراین در پایان دوره مورد بررسی، عملکرد بخش کشاورزی در نیمه نزولی منحنی U وارون و بیشتر از سطح آستانه مصرف انرژی بوده است. به بیان دیگر، اثر تکنولوژی بر اثرات مقیاس و ترکیب غالب است. به بیان دیگر، بهبود و تغییر تکنولوژی، سبب کاهش انتشار دی اکسید کربن می‌شود و قادر است اثرات مقیاس و ترکیب را که به ترتیب با افزایش حجم فعالیت‌های تولیدی و با جذب صنایع آلاینده سبب تخریب محیط‌زیست می‌شوند، خنثی کند. بنابراین انتظار می‌رود با پیشرفت و تغییر فن‌آوری در فعالیت‌های مصرف‌کننده انرژی در بخش کشاورزی، انتشار دی اکسید کربن کاهش یابد. لذا پیشنهاد می‌شود سرمایه‌گذاری در جهت ایجاد و ترویج روش‌های افزایش راندمان مصرف انرژی در ماشین‌های کشاورزی و همچنین توسعه و ترویج فناوری‌های نوین کشاورزی، به‌ویژه فناوری‌های مبتنی بر نهاده‌های جدید از قبیل بذره‌های اصلاح‌شده که با کاهش مصرف انرژی به ازای هر واحد محصول همراه است، مورد توجه قرار گیرد. منفی و معنی‌دار بودن ضریب متغیر توسعه مالی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، نشان می‌دهد که توسعه مالی، اثربخشی لازم را برای

یافته‌ها نشان می‌دهد تغییرات لگاریتم مصرف انرژی و تغییرات توان دوم لگاریتم مصرف انرژی در سطح ۱٪ از لحاظ آماری معنی‌دار است. همچنین به ترتیب منفی بودن ضریب تغییرات لگاریتم مصرف انرژی و مثبت بودن ضریب تغییرات توان دوم لگاریتم مصرف انرژی نشان دهنده رابطه U شکل بین انتشار کربن و مصرف انرژی است. ضریب تغییرات متغیر باز بودن تجارت، ۰/۰۵۵۸۱ و از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار است. یعنی یک درصد تغییر در درجه باز بودن تجارت، لگاریتم دی اکسیدکربن را به میزان ۰/۰۵۵۸۱ درصد در همان جهت تغییر می‌دهد. به بیان دیگر یک درصد افزایش در نسبت تجارت بین‌الملل به تولید ناخالص داخلی، در کوتاه‌مدت حدود یک تن انتشار دی اکسیدکربن را افزایش می‌دهد. وقفه اول تغییرات درجه باز بودن تجارت از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار و دارای اثر مخالف است و نشان می‌دهد تجارت آزادتر در زمان حال با یک وقفه منجر به آلودگی کمتر محیط زیست می‌شود. البته همانگونه که ضرایب الگوی بلندمدت (جدول (۴)) نشان می‌دهد، در بلندمدت آزادسازی تجاری در ایران، در دوره مورد بررسی آلودگی زیست‌محیطی را افزایش داده است.

ضرایب متغیرهای تغییر در نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی، توسعه مالی و وقفه اول توسعه مالی از لحاظ آماری بی‌معنی است و در کوتاه‌مدت اثری بر تغییرات انتشار دی اکسیدکربن ندارد. اما همانند الگوی بلندمدت، در الگوی کوتاه‌مدت نیز متغیر روند زمانی، اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی اکسیدکربن دارد. ضریب معنی‌دار و منفی متغیر مجازی کاهش مصرف انرژی ناشی از افزایش بهره‌وری، نشان دهنده ماندگاری اثر تغییرات ساختاری ایجاد شده در الگو تا یک دوره بعد است. ضریب تصحیح خطای برآورد شده برای مدل در سطح ۱٪ معنی‌دار و برابر ۰/۶۵۸۴۴۵۸- است. بدین مفهوم که در هر دوره ۶۵/۸۴ درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت برای دستیابی

نتایج مطالعه نشان داد که باز بودن تجارت باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن می شود. این امر ممکن است به دلیل تولید و صادر کردن کالاهای آلاینده و یا جذب صنایع، فناوری ها و یا روش های آلاینده اتفاق افتاده باشد و فرضیه پناهگاه آلودگی را تأیید می کند. بنابراین با محدود کردن تجارت به واردات کالاهایی که فرآیند تولیدشان بیشتر آلاینده است و صادرات کالاهایی که در فرآیند تولید خود، آلودگی کمتری ایجاد می کنند، می توان از آلودگی محیط زیست کاست. هم چنین در فرآیند تولید، با بهره گیری از فناوری های کم کربن و برنامه های تولید انرژی سبز می توان انتشار دی اکسید کربن را به میزان قابل توجهی کاهش داد.

کاهش آلودگی محیط زیست در بخش کشاورزی ایران دارد و با توجه به تعریف این شاخص که به صورت نسبت اعتبارات بانکی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی تعریف شده است، به نظر می رسد که بخش خصوصی توانسته است از تسهیلات دریافتی در به کارگیری فن آوری های کمتر آلاینده و در جهت حفظ محیط زیست استفاده کند و اعتبارات دریافتی بخش خصوصی از بانک ها در طرح سرمایه گذاری برای پروژه های دوستدار محیط زیست موفق بوده است. بنابراین افزایش تخصیص اعتبارات بانکی به بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در بخش انرژی های تجدیدپذیر و پروژه های سازگار با محیط زیست در بخش کشاورزی پیشنهاد می شود.

منابع

- 1- Aldy J.E. 2005. An environmental Kuznets curve analysis of U.S. state level carbon dioxide emission. *Journal of Environment & Development* 14: 48-72.
- 2- Cole M.A., Rayner A.J., and Bates J.M. 1997. The environmental Kuznets curve: an empirical analysis. *Journal of Environment and Development Economics* 2(4): 401-416.
- 3- Economic Time series database. Central bank of Islamic Republic of Iran. Available at <https://tsd.cbi.ir/Display/Content.aspx>.
- 4- Energy Balance Sheets, Different Years. Electricity and Energy Dept. Office of Planning for Electricity and Energy. Available at <http://pep.moe.gov.ir>.
- 5- Farhani S., Chaibi A., and Rault C. 2014. CO₂ emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Econ Model* 38: 426-434.
- 6- Grossman G., and Krueger A.B. 1991. Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. Cambridge, National Bureau of Economic Research Working Paper.
- 7- Houshyar E., Dalgaard T., Tarazkar M.H., and Jorgensen U. 2015. Energy input for tomato production what economy says, and what is good for the environment. *Journal of Cleaner Production* 89: 99-109.
- 8- Hui Y., Cui-Xia L., Yao C., and Rao F. 2012. Developing potential of low-carbon agriculture in Heilongjiang province. *Journal of Northeast Agricultural University (English edition)* 19(1): 91-96.
- 9- Iwata H., Okada K., and Samreth S. 2009. Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO₂ in France: The role of nuclear energy. *Journal of Energy Policy* 38(8): 4057-4063.
- 10- Jalil A., and Feridun M. 2011. The impact of growth, energy and financial development on the environment in China: a cointegration analysis. *Journal of Energy Economics* 33(2): 284-291.
- 11- Jinjun X. 2013. Low-Carbon Economics: Theory and application, Nagoya University, Japan. P. 1-17. (ed.) Part 1. Theories and Methodologies for the Low-Carbon Economy.
- 12- Lieb C.M. 2004. The environmental Kuznets curve and flow versus stock pollution: the neglect of future damages. *Journal of Environmental and Resource Economics* 29: 483-506.
- 13- Lotfalipour M.R., Falahi M.H., and Ashena M. 2011. Investigating the relationship between carbon dioxide emissions and economic growth, energy and trade in Iran. *Journal of Economic Researches* 46(1): 151-173. (In Persian)
- 14- Lotfalipour M.R., Fallahi M.A., and Bastam M. 2012. Evaluating environmental issues and forecasting carbon dioxide emissions in the Iran economy. *Journal of Applied Economic Studies* 3: 81-109. (In Persian)
- 15- Lotfalipour M.H., Falahati M.A., and Ismail Poor Moghadam H. 2014. The effect of economic growth, trade and financial development on the quality of environment in Iran (based on the composition index). *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research* 4(15): 61-76. (In Persian with English abstract)
- 16- Mahdavi A., and Amir Babaei S. 2015. The effect of financial development on the quality of environment in Iran. *Quarterly Journal of Economic Research (Sustainable Growth and Development)* 4: 1-23. (In Persian)
- 17- Naucér T., and Enkvist P.A. 2009. Pathways to a Low-Carbon Economy, Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve, McKinsey & Company.
- 18- Nikkhah A., Emadi B., and Firouzi S. 2015. Greenhouse gas emissions footprint of agricultural production in Guilan province of Iran. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 12: 10-14.
- 19- Ozturk I., and Acaravci A. 2013. The long run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Journal of Energy Economics* 36: 262-267.

- 20- Pesaran M.H., Shin Y., and Smith R.J. 1997. An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. Department of Applied Economics, University of Cambridge, England.
- 21- Rafindadi A.A. 2016. Revisiting the concept of environmental Kuznets curve in period of. energy disaster and deteriorating income: empirical evidenc from Japan. *Energy Policy* 94: 274-84.
- 22- Selden T.M., and Song D. 1994. Environmental quality and development is there a Kuznets curve for air pollution: emissions? *Journal of Environmental Economics and Management* 27(2): 147-162.
- 23- Shafik N .1994. Economic development and environmental quality: an econometric analysis. *Journal of Oxford Economic Papers* 46: 757-773.
- 24- Shahbaz M., Tiwari A.K., and Nasir M. 2013a. The effect of financial development, economic growth, coal consumption and trade othpenness on co₂ emissions in South Africa. *Energy Policy* 61: 1452-1459.
- 25- Shahbaz M., Solarin S. A., Mahmood H. and Arouri M. 2013b. Does financial development reduce co₂ emissions in Malaysian economy? A time series analysis. *Journal of Economic Modelling* 35: 145-152.
- 26- Shahzad S.J.H., Kumar R.R., Zakaria M., and Hurr M. 2017. Carbon emission, energy consumption, trade openness and financial development in Pakistan: a revisit. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70: 185-192.
- 27- Song T., Zheng T., and Tong L. 2008. An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: a panel cointegration approach. *Journal of Economic Review* 19(3): 381-392.
- 28- Tashkini A. 2006. Microfit Application Econometrics, Dibagaran Art & Cultural Institute, Tehran.
- 29- Torabi T., Khajuipour A., Tariqi S., and Pakravan M.R. 2015. The effect of energy consumption, economic growth and foreign trade on greenhouse gas emission in Iran. *Quarterly Journal of Economic Modeling*, Year 9, 1(29): 63-84. (In Persian)
- 30- Wang A., and Zhang X.Q. 2014. Discussion on Low Carbon Economy. *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publ.
- 31- Xin X., Yuding W., and Jianzhong W. 2011. The problems and strategies of the low carbon economy development. *Energy Procedia* 5: 1831-1836.



Approaches to Low-Carbon Agriculture in Iran

A. Nikoukar^{1*} - I. Tajnia²

Received: 20-01-2019

Accepted: 22-07-2019

Introduction: The concept of low-carbon economy postulates the consumption of less natural resources and causing less environmental pollution, while gaining more economic efficiency. According to the concept of low-carbon economy, low carbon agriculture is a specific model of agricultural production operations with both the lowest greenhouse gas emissions and maximum economic benefits having which has three characteristics including lower energy consumption, lower greenhouse gas emissions and lower pollution. Therefore, this research studies the approaches to low-carbon agriculture in Iran

Materials and Methods: In this research, energy consumption and consequently economic growth, which is expected to play a role in carbon emissions, other macroeconomic variables such as trade openness and financial development have been used. The estimated model of the research is linear-logarithmic based on Shahzad et al (2017). For this purpose, the ARDL and ECM patterns and the time series data of 1989-2014 have been used in current study. The data related to carbon dioxide emissions and energy consumption have been collected from the energy balance sheet of the Ministry of Energy, The data related to financial development have been collected from World Bank, Value Added of agriculture section Growth Ratio and Trade Openness data have been gathered from Central Bank of the Islamic Republic of Iran. Eviews9 software has been used to analyze the results.

Results and Discussion: Statistically significant impact of energy consumption logarithm and energy consumption logarithm square on carbon dioxide emissions at the level of 1% in the long run has been revealed by the results. The positive amount of energy consumption and negative amount of the square of energy consumption indicates a U-shaped inverted relationship between energy consumption and carbon dioxide emissions. The energy consumption threshold in the agricultural sector is 46.98 million barrels of crude oil, while the actual maximum energy consumption is 50.26 million barrels of crude oil. So the agricultural sector's performance is now above the mentioned level, then it is expected to reduce carbon emissions by technological improvements while increasing energy consumption. The coefficient of financial development variable in the long run is -0.014169. The financial development efficiency index is considered as national development variable which means each one percent of increase in bank credits allocated to the private sector will reduce about 1.02 ton of carbon dioxide. The coefficient of trade openness variable is 0.010443 in long run. Whereas the trade openness index is considered as the ratio of the total value of exports and imports to gross domestic product, so every one percent increase in the volume of exchanges to gross domestic product leads to a 1.01 ton increase in carbon dioxide and pollution which confirms the hypothesis. The growth rate of value added of agriculture section in the long run does not have any effect on carbon dioxide emissions. In the short run, the coefficient of trade openness is 0.00581. In other words, one percent increase in the ratio of international trade to GDP will increase about one ton of carbon dioxide emissions. The growth rate of value added of agriculture section, financial development, and the first lag of financial development in short run have no effect on carbon dioxide emissions.

Conclusion: The results indicated a long-term U-shaped inverted relationship between carbon emissions and energy consumption in this sector. The maximum energy consumption threshold was also equivalent to 46.98 billion barrels of crude oil. At present, performance of the sector is on downward, and carbon emissions are expected to gradually decrease by the technological improvement as energy consumption increases. Higher level of the energy consumption than the threshold level indicates that technology effect dominates the scale and composition effects. The results shows that the growth rate of value added of agriculture section in long and short run did not affect carbon emissions. Moreover, in the long run, financial development has negative effect on carbon emissions while in the short run financial development has no effect on carbon emissions. But the effect of trade openness index on carbon emissions in the long and short run is positive. According to the results

1 and 2- Associate Professor and M.Sc. Graduate of Agricultural Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran .P.O.Box:19395-4697

(* - Corresponding Author Email: anikoukar57@gmail.com)

of the study, increasing the volume of credits to the private sector will help reduce carbon emissions. It is also proposed to change the pattern of trade considering the environmental advantages and the use of green energy programs to reduce carbon emissions.

Keywords: ARDL model, Carbon dioxide, Energy consumption, Iran, Low carbon agriculture

بررسی عوامل مؤثر بر واردات بذر سبزیجات به ایران و کشورهای منتخب

امین نجفی^۱ - علیرضا کرباسی^{۲*} - سید حسین محمدزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱

چکیده

با افزایش سرمایه‌گذاری در بخش خصوصی و تحقیقات اصلاح نباتات در کشورهای توسعه‌یافته، حقوق مالکیت معنوی اهمیت ویژه‌ای در بخش بذر بدست آورده است. در رابطه با ایران بعنوان یک کشور بزرگ در واردات بذر به ویژه واردات بذر سبزیجات، بررسی عوامل مؤثر بر واردات بذر ضروری به نظر می‌رسد. جهت تعیین عوامل مؤثر بر واردات بذر ایران از داده‌های پانلی طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ مربوط به متغیرهای میزان واردات، فاصله بین کشورها، سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت کشورهای منتخب، سطح زیر کشت و متغیرهای مجازی عضویت یا عدم عضویت در هر یک از معاهدات حقوق مالکیت فکری در تجارت و حفاظت از ارقام جدید گیاهی استفاده شده است. نتایج نشان داد که متغیر فاصله اثر منفی و معنی‌داری بر واردات دارد. متغیرهای تولید ناخالص داخلی و جمعیت کشورها دارای تأثیر مثبت و معنی‌داری بر واردات بذر می‌باشند. همچنین عضویت ایران در هر کدام از معاهدات بین‌المللی اثر مثبت و معنی‌داری بر واردات بذر به ایران دارد.

طبقه‌بندی JEL: F10، Q17

واژه‌های کلیدی: الگوی جاذبه، بذر، تجارت، حقوق مالکیت فکری

مقدمه

آزادسازی تجارت و لغو قوانین ذرت در بریتانیا و همچنین توافقنامه‌های تجاری مهمی همانند WTO^۴ اشاره کرد. اما چه چیزی عامل تجارت بذر بین کشورها می‌باشد؟

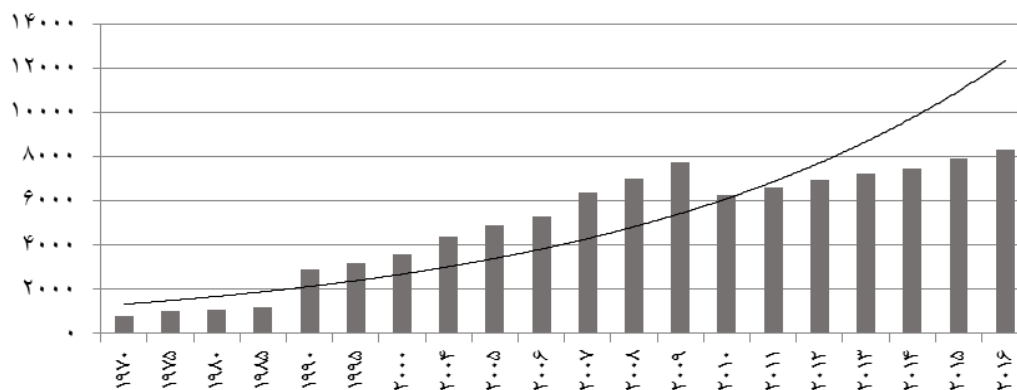
می‌توان در پاسخ به این سوال، اولاً؛ ضرورت پاسخ به نیازهای غذایی و جمعیت در حال رشد که استفاده از بذری با بازدهی بیشتری را می‌طلبد. ثانیاً؛ تخصصی شدن هر کشور یا منطقه بسته به نوع اقلیم خودش در تولید یک نوع خاص بذر جهت کاشت، که در مناطق دیگر امکان تولید بذرهای با کیفیت و بازدهی مشابه وجود ندارد را بیان کرد (۶). از نظر انجمن بین‌المللی بذر (ایستا)، بذر پرچمدار نسل بعدی در گیاهان است (۳۲). فن‌آوری، توسعه ارتباطات از راه دور و حمل و نقل به طور چشمگیری پیشرفت کرده است و با شکستن موانع ملی، یک بازار جهانی واقعی را شکل می‌دهد (۱۰). از طرفی بومی‌سازی تولید بذر در یک منطقه وابسته به شرایط آب و هوایی، بازده اقتصادی در محصول بذر و همچنین به محصولات رقیب، و سیاست‌های کشاورزی و زیست‌محیطی می‌باشد (۷). اولین تلاش‌ها برای دستیابی به دانه‌های پربازده در فیلیپین در سال ۱۹۶۲ در جهت دستیابی به دانه‌های پربازده برنج صورت گرفت (۲۲). استفاده از بذور اصلاح شده (گندم) میزان عملکرد را در مجموع ۳۵ درصد افزایش می‌دهد (۳۵). نمودار زیر روند گسترش تجارت بین‌المللی بذر را در خلال سال‌های

در کشورهای در حال توسعه توجه به تجارت محصولات کشاورزی نقش اساسی در توسعه اقتصادی ایفا می‌کند (۲۶). بخش اعظمی از نیاز کشورها از طریق واردات تأمین می‌شود که توجه به مؤلفه‌های اثرگذار بر آن می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های تجاری و اقتصادی در راستای رونق بازارهای داخلی کمک کند. آمار گمرک ایران نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۷ نزدیک به ۱۰/۵ میلیارد دلار به واردات بخش کشاورزی اختصاص یافته است. از این رو بررسی عوامل مؤثر بر واردات در زیربخش‌های کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. تجارت بین‌المللی بذر از اواخر قرن نوزدهم میلادی به طور گسترده‌ای آغاز شد، و به طور کلی در ۳۰ سال گذشته تجارت بذر در جهان چهار برابر شده است و گردش مالی ناشی از آن به چهار میلیارد دلار افزایش یافته است (۲۲). در نمودار ۱ به طور واضح روند گسترش ارزش تجارت بین‌المللی بذر قابل مشاهده است. از دلایل گسترش تجارت بذر و جهانی شدن صنعت بذر می‌توان به شروع

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(Email: Arkarbas2002@yahoo.com * - نویسنده مسئول)

گردش مالی حاصل از تجارت بذر در سال ۲۰۰۹ نزدیک به ۸ میلیارد دلار بوده است (۲۹).

۱۹۷۰-۲۰۱۶ را نشان می‌دهد. نمودار نشان می‌دهد بیشترین آمار تجارت بذر در جهان مربوط به سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۶ بوده است.



شکل ۱- روند گسترش تجارت بین‌المللی بذر

Figure 1- The expansion of international trade of seeds

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید^۳ (upov) اشاره کرد. معاهده جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری از سوی سازمان جهانی تجارت در جهت رعایت هرچه بیشتر حقوق مالکیت فکری در بین کشورهای عضو طی دور اروگوئه (۱۹۹۴-۱۹۸۶) مورد توافق اعضا قرار گرفت. طبق قوانین سازمان جهانی تجارت هر کشور در مرحله پیوستن به سازمان جهانی تجارت باید مصوبات این موافقتنامه را نیز بپذیرد. این موافقتنامه، بیان می‌دارد که در زمینه حقوق مالکیت فکری، اهداف و مبانی متعارضی مطرح است که برای کارکرد مؤثر و مناسب نظام جهانی مالکیت فکری، باید میان آنها تعادل برقرار نمود (۴). همچنین سازمان جهانی مالکیت فکری^۴ (WIPO) اداره یک سری از این معاهدات را بر عهده دارد. از سال ۱۹۹۰ پوشش جغرافیایی این پیمان، به ویژه از طریق افزایش تعداد مصوبات افزایش یافته است (۲۳). در خصوص موافقتنامه جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری، کشورهای عضو متعهد هستند تا حداقل حمایت را از اختراعات صرفنظر از شرایط اقتصادی، اجتماعی و سطح توسعه علمی و فنی خود فراهم آورند. این نگرش جدید نسبت به حق اختراع در تعارض با منافع عامه و نیز در تعارض با انتشار دانش و ترویج نوآوری و ابتکار است. این موافقت نامه عمدتاً به عنوان ابزاری برای حفظ برتری کشورهای توسعه یافته تلقی می‌شود (۱). همچنین موافقتنامه جنبه‌های تجاری حقوق مالکیت فکری سازمان تجارت جهانی، در

نقش حقوق مالکیت معنوی^۱ (IPRS) به تازگی یک موضوع کلیدی در اقتصاد کشاورزی است. دامنه و قدرت حقوق مالکیت فکری در بیوتکنولوژی رشد داشته و نفوذ بین‌المللی خود را گسترش داده است (۱۱). براساس تعریف سازمان جهانی مالکیت فکری، مالکیت فکری شامل حقوق قانونی ناشی از فعالیت فکری در زمینه‌های صنعتی، علمی، ادبی و هنری است (۲۸). در رابطه با تجارت بذر منظور از رعایت حقوق مالکیت فکری، میزان تعهد کشورهای هدف واردات بذر، در رعایت حقوق مالکیت بذر از طریق خوداری کردن از تکثیر بذر اصلاح شده وارداتی در داخل کشور خود می‌باشد. بعنوان مثال در چین بذر تقلبی شایع شده است و کشاورزان قادر به تشخیص بذر اصل نمی‌باشند. برخی شرکت‌ها، بذر تقلبی می‌فروشند و برخی شرکت‌ها بذرهای با کیفیت بالا ولی با قیمت کم می‌فروشند. این بذرهای معمولاً حاصل تکثیر بذر اصل بوده‌اند و در کوتاه مدت کشاورزان به بذر با کیفیت بالا و هزینه کم دست پیدا می‌کنند (۲۰). مسلماً عدم رعایت حقوق مالکیت فکری باعث کاهش سودآوری کشور تولیدکننده بذر اصلاح شده خواهد شد. با افزایش سرمایه‌گذاری در بخش خصوصی و تحقیقات اصلاح نباتات در کشورهای توسعه یافته، حقوق مالکیت معنوی اهمیت ویژه‌ای در بخش بذر به دست آورده است (۱۴). از معاهدات مهم در رابطه با حقوق مالکیت فکری می‌توان به دو معاهده جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری^۲ (trips) و

3- Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)

4- World Intellectual Property Organization (WIPO)

1- Intellectual Property Rights (IPR)

2- Agreement on Trade-Related Intellectual Property Rights (TRIPs)

کشورهای منتخب در مطالعه کدامند؟ و اینکه عضویت در معاهدات حقوق مالکیت فکری چه پیامدهایی برای واردات بذر خواهد داشت؟ و اینکه آیا پیوستن به معاهدات بین‌المللی حقوق مالکیت فکری همانند معاهده جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری که یکی از شروط پیوستن به سازمان جهانی تجارت می‌باشد و یا پذیرش معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید باعث افزایش واردات بذر به کشورهای منتخب از جمله ایران خواهد شد یا خیر؟ در راستای پاسخ به این سوالات از داده‌های مربوط به ۱۰ کشور طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ که کشورهای منتخب شامل ایران و ۹ کشور دیگر که از لحاظ سطح توسعه‌یافتگی نزدیک به ایران بودند و امکان دسترسی به داده‌های مورد نیاز برای آنها وجود داشت، استفاده شد. این کشورها شامل جمهوری آذربایجان، کلمبیا، مصر، چین، اندونزی، پرو، آفریقای جنوبی، مالزی، برزیل و ایران هستند.

پیشینه پژوهش

گوالیوشکو^۲ (۱۴) در مطالعه‌ای تأثیر حقوق مالکیت معنوی بر صادرات دانه و بذر ایالات متحده را با الگوی هکمن مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که حق عضویت در معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید، زمانی می‌تواند در گسترش تبادل بذر و دانه مؤثر واقع گردد که مکانیسم‌های مناسب در محل برای اجرای این معاهدات قرار داده شود. یانگ^۳ و جایه ووب (۹) در مطالعه‌ای در رابطه با اثر حقوق مالکیت معنوی بر صادرات آمریکا نشان دادند که اثر حقوق مالکیت فکری بر صادرات بذر به درجه‌ای از اجرای قوانین حقوق مالکیت فکری در کشورهای هدف صادراتی آمریکا بستگی دارد. ایاتون^۴ (۱۲) به بررسی رابطه حقوق مالکیت معنوی و تجارت بذر با الگوی جاذبه پرداخت، نتایج نشان داد عضویت در معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید اثری بر میزان واردات بذر ندارد. هووا^۵ (۱۶) در مطالعه خود با عنوان آیا حقوق مالکیت فکری قوی‌تر باعث ترویج نوآوری خواهد شد؟ به بررسی اثرات حقوق مالکیت فکری قوی‌تر بر نوآوری و تغییرات تکنولوژیک پرداخت. نتایج نشان داد که نه حقوق مالکیت فکری قوی و نه حقوق مالکیت فکری ضعیف هیچ‌کدام نمی‌تواند منجر به نوآوری شود، بلکه این به سطح اولیه حقوق مالکیت فکری در کشورها بستگی دارد. از طرفی رعایت حقوق مالکیت فکری قوی در کشورهای توسعه‌یافته بیشتر از کشورهای درحال توسعه است. این تفاوت نشان می‌دهد که ممکن است برای کشورهای درحال توسعه پذیرش حقوق مالکیت فکری ناکارآمد باشد (۱۳).

تمام کشورهای عضو تعهد حفاظت از گونه‌های گیاهی را یا با ثبت اختراع و یا توسط یک نظام منحصر بفرد و یا از طریق ترکیبی از هر دو تحمیل می‌کند (۲۵). آدهیکاری^۱ (۲) بیان می‌دارد که این موافقتنامه موجی از ادغام و تصاحب در بخش بذر را باعث شده که در نتیجه منجر به رشد گسترده صنعت بذر شده است. معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید ارائه‌دهنده و مروج یک سیستم مؤثر حفاظت از ارقام جدید گیاهی می‌باشد، که هدف آن تشویق به توسعه انواع جدید گیاهان سودمند برای جامعه است (۸). با توجه به ویژگی‌های دنیای کنونی و گستردگی عضویت سازمان جهانی تجارت دیگر گریزی از الحاق به این سازمان و در نتیجه پذیرش موافقتنامه آن درباره حقوق مالکیت فکری نیست (۵) در ایران به دلایل مختلف از جمله دسترسی آسان به منابع ارزی حاصل از صدور نفت خام، انحصار صدور نفت از سوی دولت و انجام بخش عمده تجارت خارجی به وسیله دولت و نیز انحصارهای وابسته به آن، بخش تجارت خارجی متناسب با نیازهای زمان توسعه‌نیافته در نتیجه مشکلات گوناگون پدید آمده است (۳۳). در جدول ۱ میزان واردات بذر ایران از لحاظ مقداری و ارزشی از تمام جهان بیان شده است.

جدول ۱- کل واردات بذر ایران از جهان

Table 1- Total imports of Iranian seeds from all over the world

سال	ارزشی (میلیارد ریال)	مقداری (تن)
Year	Value	Ton
1390	1261	39
1391	12050	1614
1392	8701	689
1393	17323	1913
1394	11	1
1395	127228	1339

مأخذ: گمرک ایران

Source: Iranian Customs

ایران در حال حاضر یکی از واردکنندگان بذر بشمار می‌رود که کمتر از ۲۰ درصد از بذر مورد نیاز کشور در داخل کشور تولید می‌شود و مابقی از طریق واردات تأمین می‌شود (۳۲). از میان واردات بذر سهم عمده‌ای از واردات بذر مربوط به بذر سبزیجات می‌باشد که طبق منابع آماری بیشترین واردات بذر سبزیجات ایران از کشورهای توسعه‌یافته مانند هلند می‌باشد. در جدول ۲ میزان واردات بذر سبزیجات ایران نشان داده شده است که تا سال ۱۳۹۵ ارائه شده است.

از آنجا که بخش اعظمی از نیاز بذر ایران و کشورهای مورد مطالعه از طریق واردات تأمین می‌شود، مطالعه حاضر در پی پاسخی برای این سوال‌ها است که عوامل مؤثر بر واردات بذر به ایران و سایر

2- Galushko

3- Yanga and JiehWoob

4- Eaton

5- Hua

1-Adhikari, R.Adhikari, K

جدول ۲- عمده واردات بذر سبزیجات ایران از جهان (برحسب کیلوگرم)
Table 2- Major imports of Iranian vegetables from all over the world (in kilograms)

کشورها Countries	1390	1391	1392	1393	1394	1395
هلند Netherlands	285	244	188	129	223	311
فرانسه France	47	87	14	22	21	12
سوئیس Switzerland	208	196	180	156	87	79
ایتالیا Italy	20	221	103	131	82	54
آمریکا USA	122	53	90	65	21	30
دانمارک Denmark	31	19	14	17	65	13
آلمان Germany	36	43	43	16	1616	110
هند India	373	274	204	570	648	260
لبنان Lebanon	114	53	141	136	135	95
امارات UAE	231	102	149	74	111	100
مجموع واردات Total Import	1804	1389	1235	1359	1452	1064

مأخذ: اتاق بازرگانی صنایع معادن و کشاورزی ایران و گمرک ایران

Source: Iran Chamber of Commerce and Mines and Iranian Customs

در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر حقوق مالکیت فکری بر کشورهای عضو گروه ۱۵ پرداختند. نتایج آنها نشان داد که حمایت گسترده‌تر از حقوق مالکیت فکری در حوزه‌های نیازمندی‌های متقابل اعضای گروه ۱۵، زمینه مناسبی برای افزایش سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه و جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، افزایش قدرت رقابت‌پذیری و در نتیجه افزایش صادرات به ویژه صادرات با فناوری بالا را فراهم خواهد نمود.

مبانی نظری و روش تحقیق

در این مطالعه جهت تعیین اثر عضویت در حقوق مالکیت فکری بر میزان واردات بذر کشورهای منتخب برای سالهای ۲۰۱۶-۲۰۰۵ از مدل جاذبه استفاده شد. با توجه به این که در الگوهای جاذبه هدف بررسی تجارت دوجانبه کشورها در سال‌های مختلف است با استفاده از داده‌های ترکیبی امکان تعیین آثار مشخص تجارت هر زوج کشورها وجود دارد. در حالی که در داده‌های مقطعی چنین امکانی وجود ندارد. با این روش ارتباط بین سایر متغیرها در هر لحظه از زمان را می‌توان به طور مشخص اندازه‌گیری کرد. پس قدرت توضیح‌دهندگی

اسچنیدر^۱ (۲۷) در مطالعه‌ای به بررسی تجارت بین‌الملل حقوق مالکیت فکری و رشد اقتصادی پرداخت. نتایج نشان داد که واردات با تکنولوژی بالا و نوآوری داخلی در هر دو گروه کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تأثیرگذار است. همچنین نتایج نشان داد که تقویت حقوق مالکیت فکری، واردات چین را به ویژه برای محصولات دانش محور تحت تأثیر قرار می‌دهد. جایاسونگ^۲ و همکاران (۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل تعیین‌کننده تقاضای جهانی برای بذر ذرت آمریکا با تأکید بر هزینه‌های تجارت پرداختند. نتایج نشان داد که تمامی هزینه‌های تجاری اثر منفی بر صادرات بذر آمریکا دارد که در این بین تعرفه مهمترین عامل و پس از آن فاصله و اقدامات بهداشت نباتی قرار دارد. واکاسوگی^۳ و همکاران (۳۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات حقوق مالکیت قوی‌تر بر میزان انتقال فن‌آوری در ژاپن، با استفاده از داده‌های پنل پرداختند. نتایج نشان داد که حقوق مالکیت قوی‌تر اثری مثبت بر انتقال فن‌آوری دارد. شاه‌آبادی و رحیمی (۲۸)

1- Schneider

2- Jayasinghe

3- Wakasugi, et al

منظور از آماره F استفاده شد. آماره F این آزمون به قرار زیر است:

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{(RUR^2 - RR^2)/(N-1)}{(1-RUR^2)/(NT-N-K)}$$

که در آن N تعداد کشورها، K تعداد متغیرهای توضیحی و T تعداد مشاهدات در طول زمان است. روش اثرات ثابت به عنوان مدل غیرمقید (UR) و مدل تجمیع شده به عنوان مدل مقید (R) می‌باشد. رد فرضیه صفر بیانگر معنی‌داری اثرات ثابت و استفاده از روش اثرات ثابت می‌باشد (۲۴). پس از آزمون ترکیب در صورت رد فرض صفر مبنی بر تجانس و همگنی مقاطع، از آزمون هاسمن جهت تعیین روش برآورد استفاده می‌شود. فرض صفر در این آزمون سازگاری روش اثرات تصادفی می‌باشد. مدل اثرات تصادفی آن است که فرض کنیم جزء ثابت مشخص‌کننده مقاطع مختلف به صورت تصادفی بین واحدها توزیع شده است. به عبارت دیگر، در مدل اثرات تصادفی متغیرها به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند و باید بین متغیرهای توضیحی و خطاها همبستگی وجود نداشته باشد (۲۱). جدول ۳ منابع داده‌های مورد استفاده در این مطالعه و نحوه تعریف متغیرها را بیان کرده است.

تحلیل داده‌ها و نتایج

نمودارهای زیر جهت بررسی اثر الحاق به معاهدات حقوق مالکیت فکری در قالب چهار نمودار میزان واردات کشورها قبل و بعد از فرایند الحاق نشان داده شده است. همانطور که نمودارها نشان می‌دهد در کشور برزیل، پس از پیوستن به معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید، میزان واردات تغییرات چندانی نداشته و روند نزولی خود را حفظ کرده است. کشور پرو پس از پیوستن به معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید، تا یک دوره کوتاه افزایش قابل توجهی را تجربه کرده است. در رابطه با پذیرش معاهده جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری برای دو کشور مصر و اندونزی به عنوان نمونه مشاهده می‌شود که در مصر واردات بذر سبزیجات افزایش کوتاه و موقتی بسیار کمی داشته است. برای کشور اندونزی نیز به همین شکل تغییرات چشم‌گیری در میزان واردات بذر سبزیجات مشاهده نمی‌شود.

جدول ۴ میزان واردات بذر سبزیجات کشورهای منتخب از هلند طی سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر اساس آمار جدول همان‌طور که در کشورهای مالزی، چین و ایران مشاهده می‌شود میزان واردات در طول ده سال گذشته افزایش چشم‌گیری داشته است. همانطور که ملاحظه می‌شود کشور مالزی کمترین واردات بذر سبزیجات را از هلند داشته است. با

الگوهایی که شامل داده‌های ترکیبی می‌باشد، بیش‌تر از دیگر الگوها است (۲۷). در این مطالعه با توجه به میزان واردات بذر سبزیجات، ایران یک واردکننده بزرگ در واردات بذر می‌باشد. از طرفی کشور هلند یک کشور صادرکننده بزرگ از لحاظ صادرات بذر سبزیجات می‌باشد. بنابراین میزان واردات کشورهای منتخب (جمهوری آذربایجان، کلمبیا، مصر، چین، اندونزی، پرو، آفریقای جنوبی، مالزی و برزیل) و همچنین ایران از کشور هلند، بعنوان متغیر وابسته، و میزان فاصله کشورهای منتخب و ایران از هلند، میزان سرانه تولید ناخالص داخلی و جمعیت کشورهای منتخب و ایران و همچنین سطح زیر کشت بذر در این گروه کشورها، بعنوان متغیرهای مستقل در این مطالعه استفاده شده‌اند. همچنین جهت وارد کردن عضویت کشورها در هر یک از معاهدات حفاظت از ارقام گیاهی جدید و جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری، از دو متغیر مجازی استفاده شده است. مدل کلی این مطالعه بصورت زیر است (۲۶).

$$\ln IMP_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRGDP + \beta_2 \ln POP + \beta_3 \ln DIS + \beta_4 \ln AGLAND + \beta_5 UPOV + \beta_7 TRIPS + \beta_8 \ln ER + \ln GDP + \epsilon_{it}$$

$\ln IMP_{ij}$: لگاریتم میزان واردات بذر کشورهای منتخب از هلند

$\ln GDP$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی کشورها

$\ln POP$: لگاریتم میزان جمعیت کشورها

$\ln DIS$: لگاریتم میزان فاصله کشورهای منتخب از هلند

$\ln AGLAND$: لگاریتم میزان سطح زیر کشت کشورها

$UPOV$: متغیر مجازی عضویت در معاهده حفاظت از ارقام

گیاهی جدید

$TRIPS$: متغیر مجازی عضویت در معاهده حقوق مالکیت فکری

$\ln GDP$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی کشور هلند

$\ln ER$: لگاریتم نرخ واقعی ارز

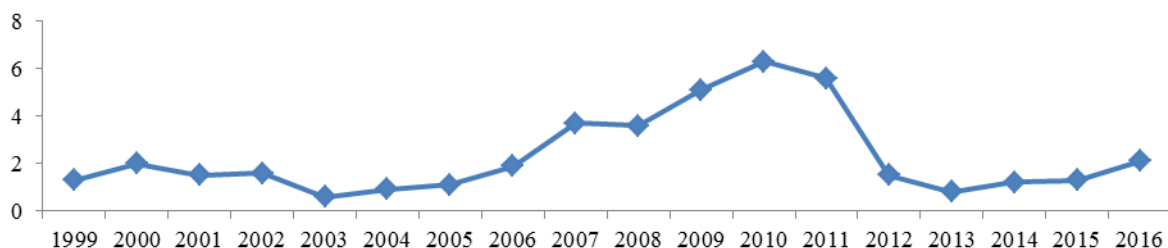
پس از تعیین مدل تحقیق در مدل داده‌های پانل باید ابتدا ایستایی سری‌های زمانی بررسی شود. از آنجا که عدم ایستایی متغیرها باعث بروز رگرسیون کاذب می‌شود، ضروری است حداقل یکی از پنج آزمون، لوین‌لین و چو، آزمون ایم، پسران و شین، آزمون فیشر، دیکی فولر تعمیم‌یافته، آزمون فیلیس پرون یا آزمون هادری برای ریشه واحد مورد استفاده قرار گیرد (۱۵). در صورت تایید فرض نایستایی باید از آزمون‌های هم‌جمعی جهت آزمون وجود روابط بلند مدت بین سری‌ها استفاده کرد. از آزمون‌های هم‌جمعی در داده‌های پانل می‌توان به آزمون پدرونی، آزمون کائو، آزمون لارسون و دیگران اشاره کرد (۱۵).

پس از بررسی ایستایی و هم‌جمعی لازم است مشخص شود که آیا الگوی پانل جهت برآورد تابع مورد نظر کارآمد است یا خیر. بدین

جدول ۳- منابع داده‌ها و نحوه تعریف متغیرها
Table 3- Data sources and how to define variables

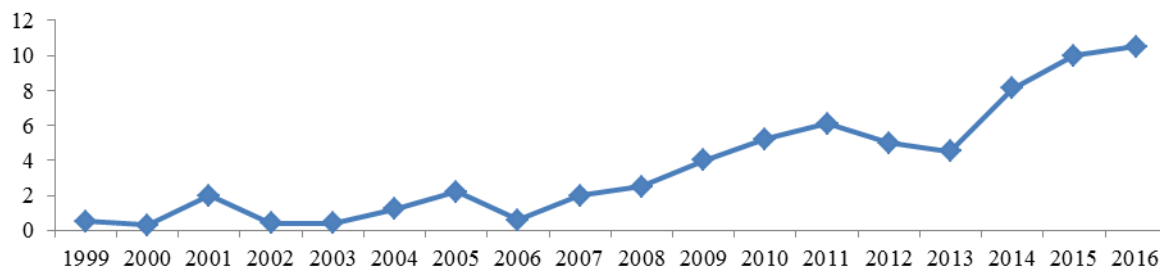
متغیرها Variables	تعریف و واحد متغیرها Definition and unit of variables	منابع داده‌ها Data sources
واردات Import	میلیون دلار Million USD	https://comtrade.un.org/
جمعیت Population	نفر Person	World Development Indicators (WDI)
فاصله Distance	کیلومتر Kilometer	https://www.timeanddate.com/worldclock/distance.html
سطح زیر کشت Cultivation	هکتار Hectare	Food and Agricultural Organization
عضویت کشورها در UPOV Membership in UPOV countries	متغیر مجازی: عدد ۱ یعنی عضویت در معاهده عدد صفر یعنی عدم عضویت Dummy variable: 1 for the membership treaty Zero means no membership	World Intellectual Property Organization
عضویت کشورها در Trips Join countries in Trips	متغیر مجازی: عدد ۱ یعنی عضویت در معاهده عدد صفر یعنی عدم عضویت Dummy variable: 1 for the membership treaty Zero means no membership	http://tariffdata.wto.org
نرخ ارز exchange rate	نرخ واقعی ارز Real exchange rate	https://www.cbi.ir
تولید ناخالص داخلی GDP	تولید ناخالص داخلی GDP	World Development Indicators (WDI)

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research finding



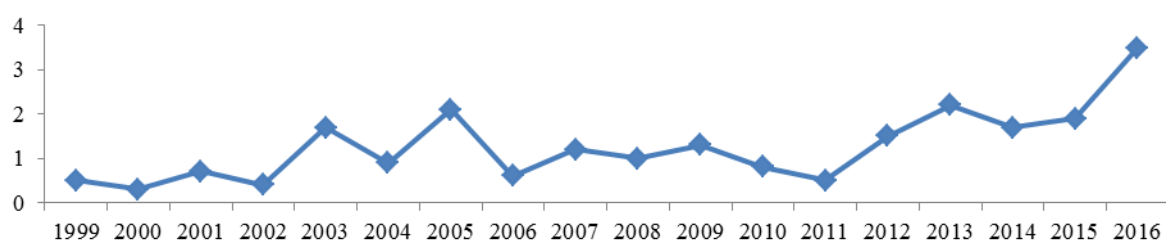
شکل ۲- واردات بذر سبزیجات برزیل از هلند پس از پیوستن به UPOV (میلیون دلار)
Figure 2- Import of Brazilian vegetable seeds from the Netherlands after joining UPOV (Million USD)

مأخذ: پایگاه آماری تجارت بین الملل، ۲۰۱۷
Source: International Trade Statistical Database, 2017



شکل ۳- واردات بذر سبزیجات مصر از هلند پس از پذیرش Trips (میلیون دلار)
Figure 3- Egyptian Vegetable Seed Imports from the Netherlands after Trips Acceptance (Million USD)

مأخذ: پایگاه آماری تجارت بین الملل، ۲۰۱۷
Source: International Trade Statistical Database, 2017

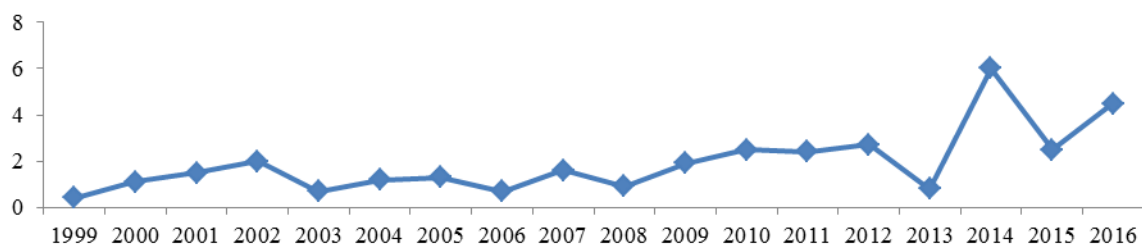


شکل ۴- واردات بذر سبزیجات پرو از هلند پس از پیوستن به UPOV (میلیون دلار)

Figure 4- Import of Peruvian vegetable seeds from the Netherlands after joining UPOV (Million USD)

مأخذ: پایگاه آماری تجارت بین‌الملل، ۲۰۱۷

Source: International Trade Statistical Database, 2017



شکل ۵- واردات بذر سبزیجات اندونزی از هلند پس از پذیرش Trips (میلیون دلار)

Figure 5- Indonesian vegetable seed export from the Netherlands after accepting Trips (Million USD)

مأخذ: پایگاه آماری تجارت بین‌الملل، ۲۰۱۷

Source: International Trade Statistical Database, 2017

رابطه واردات نیز نقش مهمی در ایجاد فرصت‌ها و رشد اقتصادی ایفا می‌کند. بعنوان نمونه در کشور آمریکا حداقل ده میلیون شغل از طریق واردات حمایت می‌شوند (۱۸).

توجه به جدول ۴ بیشترین میزان واردات بذر سبزیجات از هلند نیز متعلق به ایران است. در عین حال تجربه کشورهای مختلف اعم از توسعه یافته یا در حال توسعه مبین این موضوع است که در عمل، منافع تجارت آزاد بیش از مشکلات و سختی‌های آن است. در این

جدول ۴- میزان واردات بذر سبزیجات کشورهای منتخب از هلند (تن)

Table 4- The amount of vegetables seed imported from selected countries from the Netherlands (ton)

سال	ایران	مصر	برزیل	چین	کلمبیا	مالزی	اندونزی	پرو	آذربایجان	آفریقای جنوبی
Year	Iran	Egypt	Brazil	China	Columbia	Malaysia	Indonesia	Peru	Azerbaijan	South Africa
2005	124.1	124.5	25.4	43.2	2	0.5	1.25	0.03	5	43
2006	132.3	7.1	9.33	120.5	8.4	1.3	3.2	10.4	2.6	20
2007	211.2	19.1	36.8	45.9	6.1	3.8	4	7	8.1	54.4
2008	225.2	1350.13	33.4	90.1	11.1	0.6	7.5	1.3	5.4	46.7
2009	239.2	1279.4	52.2	95	5.6	1.4	10.3	6.8	4	86.9
2010	160.4	1050.3	30.6	147.6	7.7	1.1	2.2	3.3	5.7	46.5
2011	268.5	514.4	20.4	117.6	0.2	8.2	3	0.2	7.9	70
2012	259.4	364.4	15.4	88.8	1.5	11.5	0.9	0.7	2.8	95.9
2013	271	8.26	16.7	84.5	0.08	16.8	7.4	1.1	1.1	48
2014	283	15.63	13.7	110.8	0.1	29.8	1.2	1.8	1.5	59.4
2015	289.6	16.52	13.6	115.6	1.5	28.3	4.5	2.8	2.5	65.2
2016	295.1	16.8	13	122.3	3.8	26.6	6.3	3.1	2.2	63.4

مأخذ: پایگاه آماری تجارت بین‌الملل، ۲۰۱۷

Source: International Trade Statistical Database, 2017

آماره آزمون برابر ۱۴/۸۵- بوده و در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. بنابراین سری زمانی مورد بررسی ایستا می‌باشد. و نگرانی بابت کاذب

به منظور برآورد مدل پانل ابتدا آزمون ریشه واحد برای سری‌های زمانی انجام شد. نتایج آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو بیان می‌کند

بودن رگرسیون برآوردی وجود ندارد.

در مرحله بعد آزمون F لیمر برای هر دو گروه کشورها انجام شد. نتایج آزمون F لیمر در جدول ۵ گزارش شده است. طبق نتایج این آزمون فرض صفر رد شده که دلیل بر عدم وجود تجانس در بین مقاطع می باشد و انتخاب الگوی پانل مشکلی برای برآورد نخواهد داشت.

جدول ۵- آزمون F لیمر

Table 5- F Test Limer

آماره آزمون	معنی داری	آزمون F لیمر
Test statistics	Significant	F Limer
11.05	0.01	CRROS_SECTION F
78.11	0.05	CRROS_SECTION Chi_square

مأخذ: یافته های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۶- نتایج حاصل از برآورد الگوی اثرات تصادفی

Table 6- The results of estimating the random effects pattern

متغیر	ضریب	آماره t	معنی داری
Variable	Coefficient	T statistics	Significant
لگاریتم تولید ناخالص داخلی Ln GDP	0.25	2.19	0.05
لگاریتم جمعیت کشورها Ln population	0.98	2.55	0.02
لگاریتم فاصله کشورها از هلند Ln Countries distance from Netherlands	-1.11	-2.85	0.01
لگاریتم سطح زیر کشت بذر Ln seed cultivation	-0.22	-1.11	0.28
متغیر مجازی عضویت در معاهده حفاظت از ارقام گیاهی Dummy variable (UPOV)	0.88	2.61	0.04
متغیر مجازی عضویت در معاهده حقوق مالکیت فکری در تجارت (TRIPS) Dummy variable (TRIPS)	0.96	2.50	0.03
لگاریتم نرخ واقعی ارز Ln Exchange rate	-0.48	-1.08	0.39
لگاریتم تولید ناخالص داخلی هلند Ln gdp(Netherlands)	0.69	2.44	0.03
عرض از مبدا Intercept	-2.18	-0.78	0.72

مأخذ: یافته های تحقیق

Source: Research finding

پس از آزمون f لیمر، باید به این سوال پاسخ داده شود که کدام روش برآورد الگوی پانل نتایج کارتری به همراه دارد. جهت پاسخ این سوال از آزمون هاسمن استفاده می شود. نتایج این آزمون نشان می دهد که آماره آزمون برابر ۱۰/۹۴ بوده و در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون هاسمن، فرض صفر پذیرفته شده لذا جهت برآورد مدل از روش اثرات تصادفی استفاده می شود. نتایج حاصل از برآورد آزمون اثرات تصادفی در جدول ۶ برای کشورهای منتخب بیان شده است. نتایج حاصل از آزمون رمزی برای تصریح مدل نشان داد که بهترین فرم تابعی جهت برآورد الگوی پانل به شکل لگاریتمی می باشد.

با توجه به نتایج برآورد در کشورهای منتخب طبق انتظار متغیر فاصله دارای ضریب منفی و معنادار است. این یعنی با افزایش فاصله میزان واردات بذر کاهش می یابد. متغیر جمعیت با ضریب مثبت و معنادار می باشد. این مساله بیانگر این است که با افزایش جمعیت میزان واردات بذر افزایش می یابد. با توجه به اینکه توان داخلی این کشورها برای تولید بذر مورد نیاز محدود است، افزایش جمعیت به افزایش واردات منجر می شود. متغیر سطح زیر کشت هر چند به لحاظ

آماري معنادار نشد اما دارای تأثیر منفی بر واردات بذر می باشد. به این ترتیب که با افزایش سطح زیر کشت، میزان واردات بذر کاهش می یابد. از آنجا که عملکرد تولید بذر در سال های مورد مطالعه در کشورهای منتخب ثابت بوده است لذا افزایش سطح زیر کشت به افزایش تولید و کاهش نیاز به واردات منجر شده است. هر چند این مساله به لحاظ آماری خیلی معنی دار نیست. معنی دار نبودن این متغیر با نتایج مطالعات جایاسونگ و همکاران (۱۸) و گوالیوشکو (۱۴)

همخوانی دارد. این مطالعات تغییرات شرایط آب و هوایی را مؤثرتر از نوسانات سطح زیر کشت بر واردات معرفی کردند. متغیر نرخ ارز هر چند به لحاظ آماری معنی‌دار نیست، اما دارای تأثیر منفی بر واردات می‌باشد. بر این اساس که افزایش آن میزان واردات را با کاهش مواجه کرده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که دلیل عدم معنی‌داری متغیر نرخ ارز بر واردات در برخی زیربخش‌های کشاورزی، ضرورت ورود این محصولات به کشور فارغ از نوسانات نرخ ارز می‌باشد. با توجه به سهم اندک تولید داخل از نیاز بذر، واردات آن در طول سال‌های مورد مطالعه چندان تحت تأثیر نرخ ارز قرار نگرفته است. افزایش متغیر تولید ناخالص داخلی کشورهای منتخب دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار است. به این صورت که با افزایش این متغیر، توان داخلی کشورها برای واردات بذر از هلند افزایش یافته و میزان واردات روند صعودی به خود می‌گیرد. به عبارت دیگر افزایش متغیر تولید ناخالص داخلی کشورها یعنی بهبود در قدرت خرید کشورها. که این مساله به گسترش تجارت‌های دوجانبه می‌انجامد. در رابطه با متغیرهای عضویت در هر یک از معاهدات حفاظت از ارقام گیاهی جدید و جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری، طبق نتایج بدست آمده این متغیرها به لحاظ آماری معنی‌دار و با ضریب مثبت به دست آمده‌اند. این مساله نشان می‌دهد که عضویت در هر کدام این معاهده‌ها میزان واردات بذر را افزایش می‌دهد. عضویت در این معاهده‌ها امکانات و تسهیلاتی را فراهم می‌آورد که کشورها بهتر بتوانند از مزایای تجارت آزاد بهره‌مند شوند. این مساله به رونق تجارت و واردات کمک می‌کند. دلیل دیگر آن را باید در میزان اجرای قوانین، و پایبندی به اصول معاهدات حفاظت از ارقام گیاهی جدید و جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری در کشورهای منتخب جستجو کرد. این نتیجه مطابق با نتایج مطالعه ایاتون (۱۲) می‌باشد. ضریب تعیین مدل پائل برآوردی (R^2) عدد ۰/۶۶ به دست آمده است. این مساله برازش مناسب الگوی اثرات تصادفی جهت بررسی عوامل مؤثر بر واردات بذر را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر واردات بذر توسط ایران و کشورهای منتخب پرداخته است. نتایج نشان دادند که طبق انتظار متغیر فاصله با ضریب منفی، و معنادار است، یعنی با افزایش فاصله میزان واردات بذر کاهش می‌یابد. متغیر جمعیت با ضریب مثبت و معنادار بدست آمد. یعنی با افزایش جمعیت ایران میزان واردات بذر به ایران افزایش می‌یابد. متغیر سطح زیر کشت به لحاظ آماری معنادار نشد که این نتیجه‌گیری مطابق با نتایج، یانگ و جایه ووب (۹)، جاپاسونگ و همکاران (۱۸) و گوالیوشکو (۱۴) می‌باشد. متغیر نرخ ارز در این مطالعه هر چند به لحاظ آماری معنی‌دار نیست، اما دارای تأثیر

منفی بر واردات می‌باشد. این مساله به دلیل نیاز داخل به بذر بوده و نوسانات نرخ ارز در طول سال‌های مورد مطالعه تأثیر چندان بر میزان واردات آن نداشته است. افزایش متغیر تولید ناخالص داخلی کشورهای منتخب دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار است. به این صورت که با افزایش این متغیر، توان داخلی کشورها برای واردات بذر از هلند افزایش یافته و میزان واردات روند صعودی به خود می‌گیرد. متغیرهای عضویت در هر یک از معاهدات، معاهده حفاظت از ارقام گیاهی جدید و جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری، طبق نتایج به لحاظ آماری معنی‌دار و با ضریب مثبت بدست آمد. یعنی عضویت در معاهدات حقوق مالکیت فکری اثر مثبت بر میزان واردات بذر دارد، که دلیل آن را باید در میزان اجرای قوانین، و پایبندی به اصول معاهدات حفاظت از ارقام گیاهی جدید و جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری، در کشورهای منتخب جستجو کرد. بنابراین، می‌توان بیان داشت که عضویت ایران در هر یک از معاهدات حقوق مالکیت فکری باعث افزایش واردات به ایران خواهد شد. از طرفی این افزایش واردات به درجه‌ای از اجرای تعهدات و پایبندی به قوانین این معاهدات بستگی دارد. بنابراین با توجه به اثر مثبت پیوستن به معاهدات بین‌المللی بر واردات بذر، پیشنهاد می‌شود قبل از پیوستن به معاهدات بین‌المللی به تقویت زیرساخت‌ها در صنعت تولید و اصلاح بذر در جهت بالا بردن توان رقابتی این صنعت در مقابل واردات بذر پرداخته شود. این نتایج با مطالعه ایاتون (۱۲) و نتایج مطالعه گوالیوشکو (۱۴) و همچنین نتایج بدست آمده توسط یانگ و جیهووب (۹) مطابقت دارد. اما سوالی که مطرح است این است که دلیل عدم اجرای قوانین حقوق مالکیت فکری که غالباً در کشورهای درحال توسعه شایع است، چیست؟ در پاسخ به این سوال می‌توان به مطالعه جوگین (۲۰) اشاره کرد. وی در مطالعه خود نشان داد که دو عامل مانع در رسیدن به یک صنعت بذر مدرن می‌باشد. اول سود و زیان سیاسی و دوم سود و زیان اقتصادی. جوگین نشان داد که هرچند برنامه‌های خوبی همچون برنامه‌ریزی برای نوسازی کشاورزی در اوگاندا می‌توانست با حمایت‌ها در بلندمدت به نتایج سودمندی برسد ولی بدلیل اینکه مناسبات سیاسی در کوتاه مدت بر آن غالب شد بی‌نتیجه ماند. بنابراین می‌توان گفت که سود و زیان اقتصادی یکی از عوامل تعیین‌کننده میزان توجه و حمایت از سوی ائتلاف حاکم می‌باشد. از طرفی سود و زیان‌های اقتصادی، همچون منافع اقتصادی که از وضع موجود برای برخی افراد حاصل می‌شود، همانند امکان فروش بذر تقلبی و سودجویی برخی شرکت‌های خصوصی باعث ناکارآمدی این صنعت می‌شود. لازم به ذکر است تأثیرگذاری هر کدام از این متغیرها در کنار سیاست‌های دولت در بخش کشاورزی می‌باشد. از این رو پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی در این حوزه به سیاست‌های دولت در این حوزه نیز توجه شود.

منابع

- 1- Abasi M., Moin Eslam M., and Akrami F. 200). Status and Challenges of Iran in International Protection of Rights of Ownership of Works Literary and artistic. Quarterly Journal of Medical Law 11-46. (In Persian)
- 2- Adhikari R., and Adhikari K. 2004. UPOV: Faulty agreement and coercive practices. Evolving Sui Generis Options for the Hindu-Kush Himalayas, xi+ 231, 71.
- 3- Ahmadi M., and Kosha A. 2011. "Investigating Intellectual Property Rights of Medicinal Plants and Robbery in the Light of Intellectual Property Intellectual Property Contracts Agreement" (TRIPS). Quarterly Journal of Plant Medicines 2(2): 164-157. (In Persian)
- 4- Awokuse T.O., and Yin H. 2010. "Does stronger intellectual property rights protection induce more bilateral trade? Evidence from China's imports". World Development 38(8): 1094-1104.
- 5- Bozorgi V. 2003. Economic effect of Iran's accession to the World Trade Organization in the field of intellectual property rights. 543-577. (In Persian)
- 6- Bondesen O.B. 2007. Seed production and seed trade in a globalised world. Seed production in the northern light, 9-12.
- 7- Buanec Le. 2015. "The Rules for International Seed Trade", Journal of New Seeds 4: 1-2, 143-153.
- 8- Chih.Hai Yanga. Rhung, JiehWoob. 2006. "Do stronger intellectual property rights induce more agricultural trade?: a dynamic panel data model applied to seed trade" Agricultural Economics 35: 91-101.
- 9- Choi K.J., Park, C.W., and Kim, H.Y. 2008. Current situation of enforcement of plant breeder's right under the upov convention 275-275.
- 10- Contreras S. 2002. The international seed industry. In Proceedings International Seed Seminar: Trade, Production and Technology. Edts. M. McDonald and S. Contreras. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales) pp 1-9.
- 11- Das S. 2011. Seeds and trees: An insight into agriculture, biotechnology and intellectual property rights. International Journal of Business and Social Science 2(3): 205-211.
- 12- Eaton D.J. 2013. Trade and intellectual property rights in the agricultural seed sector.
- 13- Emami A. 2016. International protection of intellectual property rights and the benefits of the Berne Convention for developing countries. Quarterly Journal of Medical Law 211-229.
- 14- Galushko V. 2012. Do stronger intellectual property rights promote seed exchange: evidence from US seed exports? Agricultural Economics 43(s1): 59-71.
- 15- Herati J., Bahrad Amin M., and Kahrazeh S. 2013. "Investigating the Factors Affecting Iran's Exports (Application of Gravity Pattern)" Journal of Economic Growth and Development Research 6(21). (In Persian)
- 16- Hua W. 2011. "Do Stronger Intellectual Property Rights Promote Innovation?" Economic Research Journal, S2.
- 17- Jalal Abadi A., Aziznashad P., and Direct M. 2007. "The effect of macroeconomic variables on import of intermediate-capital goods of Iran's industry." 77-101. (In Persian)
- 18- Jayasinghe S., Beghin J.C., and Moschini G. 2010. Determinants of world demand for US corn seeds: the role of trade costs. American Journal of Agricultural Economics 92(4): 999-1010.
- 19- Johnson T. 2016. "Chinese Seed Trade". Indiana Crop Improvement Association.
- 20- Joughin J. 2014. The political economy of seed reform in Uganda: promoting a regional seed trade market.
- 21- Khodaparast Mashhadi M., Samadi S., Hoshmand M., and Salimifer M. 2009. "The Impact of Protecting Intellectual Property Rights on Economic Growth." Quantitative Economics 4(6): 101-123. (In Persian)
- 22- Norafshan M., Jabbari Navaghani E., and Martial arts M. 2011. "Maneuverability review in panel data". Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Mathematics, Thesis. Mashhadi goddess, m. (In Persian)
- 23- Park W.G., and Lippoldt D.C. 2008. Technology transfer and the economic implications of the strengthening of intellectual property rights in developing countries.
- 24- Parthasarathi S. 2013. Food Security in Knowledge-Based Economy: Role of Trans-national Seed Corporations. In Sustainable Food Security in the Era of Local and Global Environmental Change (pp. 245-267). Springer Netherlands.
- 25- Ranjan P. 2009. Recent Developments in India's Plant Variety Protection, Seed Regulation and Linkages with UPOV's Proposed Membership. The Journal of World Intellectual Property 12(3): 219-243.
- 26- Rastegar pour and F., Moghimi Z. 2015. "Factors Affecting Exporting Saffron Using Panel Data Approach." Second International Conference on Future Studies in Management and Economic Development. (In Persian)
- 27- Schneider P.H. 2005. "International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries". Journal of Development Economics 78(2): 529-547.
- 28- Shahabadi A., and Rahimi. 2005. "Investigating the Impact of Intellectual Property Rights on Export". Specialized Journal of Parks and Growth Centers, Eighth, (23). (In Persian)
- 29- Shahabadi A., Mohammad Kazem N., and Morteza N. 2011. "Impact of income inequality on imports of goods

- and services of selected and developing countries". *Economic Modeling Research* 51-72. (In Persian)
- 30- Shamsedini A., Moghadasi R., and Sadr al-Sharifi SA. 2010. "Investigating factors affecting trade flows between Iran and the European Union (case study: agricultural sector)". *Agriculture Economics* (3): 17-40. (In Persian)
- 31- Shapanloo H., and Ghanbari A. 2008. "Investigating Factors Affecting Iran's Demand for Intermediate Goods, Capital and Consumption" 209-233. (In Persian)
- 32- Sharafizadeh M., Azizkarimi F., Khezrzadeh F. 2013. Cereal seed production (Wheat and barley). Ministry of Jihad-e-Agriculture Department of Education and Promotion. p4. (In Persian)
- 33- Tofighi H., and Azadeh Alumni A. 2013. "Investigating Factors Affecting the Demand for the Importation of Consumer Goods, Capital and Intermediary". *Quarterly Journal of Iranian Economic Research* 57-54. (In Persian)
- 34- Wakasugi R., and Ito B. 2009. The effects of stronger intellectual property rights on technology transfer: evidence from Japanese firm-level data. *The Journal of Technology Transfer* 34(2): 145-158.
- 35- Zare Mehrjerdi M., and Akbari A. 2001. The effect of new inputs on wheat production. *Agricultural Economics and Development* 9(36): 137-150. (In Persian)



Factors Affecting Vegetable Seeds Imports to Iran and Selected Countries

A. Najafi¹- A.R. Karbasi^{2*} - S.H. Mohammadzadeh³

Received: 30-01-2019

Accepted: 22-06--2019

Introduction: In today's world, there is not a country that can provide all the needs of its society without the products and services of other countries. As a result, exchanging goods and services between countries is based on the relative and absolute advantage. By increasing private sector investment and research on plants breeding in developed countries, intellectual property rights have gained special importance in the seed sector. Regarding Iran as a major country in importing seeds, especially the import of vegetable seeds, it is necessary to study the Factors affecting Seed Import to Iran. The present study seeks to answer the following questions: What are the factors affecting seed import to Iran? What is the implication of intellectual property treaties for Seed Import to Iran? And whether joining to international intellectual property treaties, the aspects related to intellectual property rights which is one of the conditions for joining to World Trade Organization or the acceptance of a new plant protection treaty will increase the seed import to selected countries, including Iran? Data from 10 countries in the period from 2005 to 2016 have been used to answer this question. Selected countries, including Iran and nine other countries with developmental level close to Iran, were able to access the data they needed. These include Azerbaijan, Colombia, Egypt, China, Indonesia, Peru, South Africa, Malaysia, Brazil and Iran.

Materials and Methods: This study used the gravity regression model to investigate the effects of membership in the law of intellectual and commercial law on the seeds of vegetables in Iran. Given the goal of studying the bilateral trade of countries in different years in gravity pattern, using combined data, it is possible to determine the specific trade effects of each pair of countries. But there is no such information about cross-sectional data. In this way, the relationship between other variables at any given time can be measured in a concrete way. In order to determine these factors, panel data including import variables, distance between countries, GDP per capita, population of selected countries, cultivated area, and virtual variables of membership or non-membership in any intellectual property treaties in Trade and conservation of new plant varieties from 2005 to 2016 have been used.

Results and Discussion: According to the results of the Hausman test, random effects method has been used to estimate the model. In Brazil, after joining the new plant protection treaty, imports did not vary much and kept their downward trend. Peru has experienced a significant increase over a short period after joining the new plant protection treaty. Concerning the acceptance of the treaty, the aspects related to intellectual property rights for both Egyptian and Indonesian countries were regarded as an example. In Egypt, the import of vegetable seeds has been very short and temporary. Similarly, there is no significant change in the import of vegetable seeds for Indonesia. The results showed that the distance has a negative and significant effect on seed imports. Gross domestic product and population variables have a positive and significant effect on seed imports. Iran membership in each of the international treaties has a positive and significant effect on the seed imports.

Conclusion: This study examined the factors affecting seed import by Iran and selected countries. The results showed that, as expected, the distance variable with the negative coefficient was significant, which means that by increasing in distance, the amount of seed imports will decrease. Population variable obtained positive and significant coefficients. That denotes that by increase in population of Iran, the amount of seed imports into Iran will increase. The other variables in this study are not significant. The membership variables in each of the treaties, the new plant cultivar conservation treaty, and the aspects related to intellectual property rights treaty are statistically significant with positive coefficient. That means membership in intellectual property treaties has a positive effect on the amount of seed imports and the amount of increase in imports depends on the degree of implementation of the commitments and adherence to the rules of these treaties. Therefore, with regard to the positive effect of joining to international treaties on seed imports, it is suggested that before joining to international treaties strengthening the infrastructure in seed industry and improving the competitiveness of this industry against seed imports should have happened.

Keywords: Intellectual property rights, Pattern of Gravity, Seed, Trade

1, 2 and 3– Master Graduate, Professor and Ph.D. Student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Arkarbasi2002@yahoo.com)



ارزیابی کارایی تولید خرما به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای (مطالعه موردی: استان خوزستان)

دلال مدحج^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۹

چکیده

استان خوزستان یکی از قطب‌های اصلی تولید خرما در ایران است. تغییرات اقلیمی، افزایش دما، کاهش بارندگی، شور شدن تدریجی آب و خاک، تأثیرات منفی بسیاری بر روی عملکرد و کیفیت این محصول داشته است. به همین منظور، پژوهش حاضر به ارزیابی کارایی محصول خرما در استان خوزستان می‌پردازد. از روش‌های ارزیابی متداول، روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. یکی از اشکالات روش تحلیل پوششی داده‌ها در نظر نگرفتن عامل زمان در ارزیابی عملکرد است. در این راستا، روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای روشی است که امکان محاسبه کارایی در طول زمان را فراهم می‌آورد. پژوهش حاضر، کارایی ۸ تولیدکننده خرما در استان خوزستان طی دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۶ را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بدین منظور، داده‌های مورد نیاز از دفتر طرح و برنامه جهاد کشاورزی تهیه شد که در برگرفته اطلاعات مربوط به سطح اراضی، آب مصرفی، کود حیوانی، نیروی انسانی، کود شیمیایی، سموم آفات به عنوان متغیرهای ورودی و عملکرد و سود ناخالص به عنوان متغیرهای خروجی می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد هیچ کدام از تولیدکننده‌ها طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۱ و ۱۳۹۳-۱۳۹۶ دارای کارایی فنی کامل نبودند. در فاصله زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۱ کارایی تولیدکننده‌ها کم نوسان بوده و میانگین کارایی هر سال تولیدکننده‌ها در مقایسه با دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۶، در سطح بسیار بالاتری قرار داشته است. بطوری که در فاصله زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۱، کمترین و بیشترین مقدار میانگین کارایی هر سال به ترتیب ۰.۸۲۰ و ۰.۹۷۳ می‌باشند. حال اینکه این مقادیر برای دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۶ به ترتیب ۰.۶۱۰ و ۰.۹۳۶ هستند. در سال ۱۳۹۲ دو تولیدکننده در سطح کارایی فنی کامل قرار داشته اند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پنجره‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، خرما، خوزستان، کارایی

مقدمه

نهادها بدست آورد و یا با نهاده‌ها و هزینه‌های کمتری، سطح تولید را حفظ کرد، لذا بررسی کارایی تولیدکنندگان محصولات کشاورزی می‌تواند به این امر کمک شایانی نماید. خرما به عنوان یکی از محصولات باغی کشور، به لحاظ ویژگی‌های تغذیه‌ای، پتانسیل ارزآوری، ایجاد اشتغال (مستقیم و غیرمستقیم)، حفظ و پایداری محیط زیست دارای جایگاه خاصی در کشاورزی ایران است. قدمت کشت خرما در ایران به ویژه در مناطق جنوب غربی کشور (آبادان، خرمشهر، شادگان) به بیش از ۶۰۰۰ سال پیش می‌رسد (۱۵). بر اساس آمارهای رسمی سال ۲۰۱۶ سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)^۲، ایران با دارا بودن شرایط مناسب برای کشت خرما از نظر سطح زیر کشت دارای مقام اول جهان است. نکته مهم در این میان شرایط عملکرد این محصول در

کشاورزی مهمترین بخش اقتصاد یک کشور و عامل توسعه‌ی بخش‌های دیگر است و توجه به آن، پیش شرط توسعه اقتصادی کشور است. بخش کشاورزی همواره نقش مهمی در عرضه عوامل اساسی زندگی و تامین رفاه بشر داشته است که بهره‌گیری از ظرفیت و توانمندی‌های آن در راستای تحقق اهداف توسعه‌ای دولت‌ها ضروری است (۱۳). به علت افزایش جمعیت، تأمین غذای مورد نیاز رو به افزایش بوده و با توجه محدودیت منابع از جمله آب، خاک و دیگر عوامل تولید، بایستی از منابع و نهاده‌های موجود به طور کارا و بهینه استفاده کرد تا حداکثر تولید ممکن را با سطح فعلی کاربرد

۱- استادیار گروه ریاضی، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران

(Email: modhej83@gmail.com)

(*) نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jead2.v0i0.78829

2- Food And Agriculture Organization Of the United Nations

مقایسه با کشورهای هم تراز، همچون مصر است. مصر از نظر ظرفیت‌های اقتصادی و همچنین دانش فنی، تفاوت چندانی با ایران ندارد، حال آنکه عملکرد نخلستان‌های این کشور، تفاوت فاحشی با کشور ما دارد. میزان تولید خرما در مصر با یک چهارم سطح زیر کشت خرما در ایران، بیش از کشور ماست. ایران از نظر تولید و صادرات با دارا بودن ۱۶.۵ درصد صادرات جهان بعد از مصر در مقام دوم قرار دارد (۲). استان خوزستان با سطح زیر کشت ۳۷۴۹۲ هکتار یکی از مهم‌ترین مناطق پرورش خرما در کشور است. بر اساس آمارهای رسمی موجود، استان خوزستان با تولید ۱۵.۲ درصد از یک میلیون تن خرمای کشور بالاترین میزان تولید این محصول در میان استان‌های کشور را دارد (۱۵). متأسفانه در سال‌های اخیر شوری آب و گرد و خاک بر میزان تولید و کیفیت خرما در استان خوزستان تأثیر منفی گذاشته است. بررسی کارایی محصول یاد شده در استان خوزستان به دلیل اهمیت این محصول از نظر سطح زیر کشت، تولید و اشتغال‌زائی نقش مهمی در شکوفایی اقتصاد کشاورزی کشور و این منطقه ایفا می‌کند. در حقیقت تجزیه و تحلیل کارایی محصول خرما این استان سبب مدیریت بهینه منابع و عوامل تولید، بهبود زیر ساخت‌های ضعیف اقتصادی و بالا بردن قدرت رقابت پذیری صنعت خرما در بازارهای جهانی می‌گردد. در ادامه شرح مختصری از مطالعات خارجی و داخلی در زمینه کارایی در بخش کشاورزی به منظور معرفی روش‌های مورد استفاده ارائه می‌شود.

علی شهنوازی (۱۴) با استفاده از الگوهای تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)^۱ به رتبه‌بندی ۲۷ محصول زراعی آبی در بخش کشاورزی پرداخت. یافته‌های پژوهش نشان داد که با توجه به هدف، اولویت‌بندی محصولات زراعی می‌تواند متفاوت باشد. به طوری که اگر هدف، اقتصادی نمودن تولید و افزایش سودآوری در زیر بخش زراعت آبی است در آن صورت به ترتیب کشت سبزیجات، محصولات صنعتی، محصولات جالیزی، حبوبات، نباتات علوفه‌ای و غلات توصیه شده ولی چنانچه هدف افزایش میزان کل تولیدات باشد در آن صورت اولویت به ترتیب باید به نباتات علوفه‌ای، سبزیجات، محصولات صنعتی، محصولات جالیزی، غلات و حبوبات داده شود. سپهر دوست و دستجردی (۱۳) به ارزیابی و مقایسه کارایی فنی چهار زیر بخش عمده کشاورزی شامل زیر بخش‌های زراعت و باغبانی، دامپروری، جنگل و مرتع و همچنین شیلات طی دوره زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸ پرداختند. بدین منظور، آن‌ها از داده‌های ترکیبی و مدل تحلیل پوششی پنجره‌ای^۲ برای محاسبه و ارزیابی کارایی فنی زیر بخش‌های کشاورزی تحت شرایط بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و ماهیت ورودی استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که از نظر کارایی فنی، زیر

بخش فعالیتی زراعت و باغبانی با میزان کارایی فنی ۰.۹۷ و زیر بخش فعالیتی شیلات با میزان کارایی فنی ۰.۷۰ به ترتیب کاراترین و ناکاراترین زیر بخش‌های فعالیتی طی دوره مورد بررسی هستند. همچنین مشخص گردید که طی این دوره، اگر چه روند کارایی فنی زیر بخش‌های دامپروری و شیلات افزایشی است ولی هنوز از توانمندی موجود برای استفاده بهینه از ورودی‌ها و کسب ارزش افزوده بیشتر استفاده نمی‌شود. روند کارایی فنی زیر بخش جنگل و مرتع نیز کاهشی بدست آمد و نشان می‌دهد که به توجه بیشتر و اجرای سیاست‌های کنترلی دولت جهت جلوگیری از بروز پیامدهای خارجی زیانبار در این بخش نیاز دارد. گنجی و همکاران (۷) کارایی آب مصرفی تولید کنندگان گندم استان البرز را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و تکمیل ۲۰۰ پرسشنامه در سال زراعی ۱۳۹۴، بررسی کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی فنی در واحدهای مورد مطالعه در حالت بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر به ترتیب ۰.۷۴ و ۰.۷۸ و میانگین کارایی آب مصرفی نیز در این حالت به ترتیب ۰.۸۸ و ۰.۹۰ است. توما^۳ و همکاران (۱۶) تحلیل پوششی داده‌ها را برای تجزیه و تحلیل عملکرد کشاورزی در مناطقی از رومانی شامل دشت، تپه و کوه با ورودی و خروجی‌ها متفاوت بکار بردند. آنها نشان دادند که تفاوت‌های واضحی بین عملکرد مناطق با ویژگی‌های جغرافیایی مشابه از لحاظ عوامل تولید وجود دارد. بر اساس نتایج این تحقیق تجربی، از بین ۳۶ منطقه تحت مطالعه تنها ۱۴ منطقه بطور کامل کارا بودند و بقیه مناطق نیاز به کاهش سطح ورودی (به ویژه ساعات کاری) و افزایش سطح تولید (از طریق استفاده بهتر از سرمایه ثابت) دارند. مهرابی بشر آبادی و پاکروان (۱۰) بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل وضعیت انواع کارایی برای بهره‌برداران آفتابگردان شهرستان خوی را بدست آوردند. نتایج حاکی از آن بود که عدم کارایی اقتصادی در این منطقه در درجه اول مربوط به عدم کارایی تخصیصی و در درجه دوم به علت کیفیت متفاوت ورودی‌ها از قبیل آب و زمین است. همچنین بر حسب نتایج بدست آمده همه ورودی‌های تولیدی بیشتر از مقدار بهینه استفاده شده‌اند. عبدپور و همکاران (۱) کارایی فنی، مقیاس، تخصیصی و اقتصادی در واحدهای کشاورزی تولید کننده خرما در شهرستان بم را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بدست آوردند. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین این کارایی‌ها به ترتیب ۶۱/۵، ۶۶/۲، ۴۶/۱۴ و ۲۸/۲ درصد می‌باشد. از سوی دیگر، بررسی کثرت مصرف ورودی‌ها بیانگر این امر بود که همه ورودی‌های تولید بیشتر از مقدار بهینه استفاده شده‌اند. کریمی و همکاران (۹) کارایی ۸ استان بزرگ در تولید محصول گندم (آبی) را بررسی کردند. آنها روش تحلیل پوششی داده‌های بازدهی را با در نظر گرفتن شرایط ریسک، و روش تحلیل پوششی پنجره‌ای را برای

1- Data Envelopment Analysis

2- DEA window analysis

3- Tomaa

ورودی و یک خروجی بود. چارنژ^۳، کوپر^۴ و رودز^۵ (۵) دیدگاه فارل را توسعه دادند و بر پایه کار قبلی، روش خلاقانه را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. شکل خطی مدل مذکور، تحلیل پوششی داده‌ها، نام گرفت و مدل ارائه شده به وسیله آنان بر اساس حرف اول نام‌شان به مدل CCR معروف شد. این الگو برای اول بار در سال ۱۹۷۶، در رساله دکترای ادوارد رودز، به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا، مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۸۴ بنکر^۶، چارنژ و کوپر (۳) با اعمال تغییراتی در مدل CCR، مدل جدیدی تحت عنوان مدل BCC، معرفی نمودند. تفاوت اساسی بین این دو مدل، در نوع بازده به مقیاس آنهاست (۳).

به علت استفاده‌های موفق و کاربردهای بسیار زیادی تحلیل پوششی داده‌ها در سنجش و مقایسه کارایی واحدهای سازمانی مانند بیمارستان‌ها، مدرسه‌ها، فروشگاه‌های زنجیره‌ای، شعب بانکی و موارد مشابه، این تکنیک به یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه‌گیری کارایی تبدیل شده است. در ادامه رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها شرح داده می‌شود.

روش تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر بهینه‌سازی با استفاده از برنامه ریزی خطی است که برای ارزیابی کارایی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده^۷ (DMU) به کار می‌رود. در این روش واحدهای تصمیم‌گیری به واحدهای کارا و ناکارا دسته‌بندی می‌شوند و منبع و مقدار ناکارایی برای هر واحد مشخص می‌گردد. تحلیل پوششی داده‌ها از جمله تکنیک‌هایی است که علاوه بر سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده، نحوه افزایش آن را نیز ارائه می‌دهد. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها ماهیت ورودی و خروجی را در برمی‌گیرند. مدل با ماهیت ورودی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی‌ها، ورودی‌ها را تا حد امکان کاهش می‌دهد. حال آنکه در مدل با ماهیت خروجی، بدون تغییر در میزان ورودی‌ها، خروجی‌ها به حداکثر مقدار ممکن می‌رسند. انتخاب ماهیت ورودی و خروجی بر اساس میزان کنترل بر هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین می‌گردد. یکی از توانایی‌های تحلیل پوششی داده‌ها، به کارگیری مدل‌های مختلف متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت است. در این مدل‌ها بازده به مقیاس می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. بازده به مقیاس ثابت به این معناست که افزایش در مقدار ورودی‌ها، سبب افزایش

محاسبه کارایی در طول زمان بکار بردند. نتایج تحقیق نشان داد که هیچ یک از استان‌های منتخب در بازه‌های مشخص شده برای ورودی و خروجی‌ها به طور کامل کارا نیستند. اونیل^۱ و همکاران (۱۱) میانگین مقادیر کارایی ۲۶۰۳ مزرعه کشاورزی در کشور ایرلند در دوره ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸، را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها بین ۶۵ تا ۷۰ درصد با روند صعودی در طول این دوره بدست آوردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که مقدار کارایی در مزارع شرقی کشور نسبت به مزارع غربی، و همچنین در مزارع بزرگتر نسبت به مزارع کوچک‌تر و سرانجام در مزارع کشاورزی نسبت به مزارع دامداری دارای روند پیشرفت و افزایش در طول دوره مطالعه می‌باشد.

هدف از انجام مطالعه حاضر، تعیین کارایی ۸ تولیدکننده محصول خرما در استان خوزستان با توجه به عامل زمان در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای می‌باشد. در این روش هر تولیدکننده در هر دوره زمانی به عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده مستقل در نظر گرفته می‌شود و عملکرد یک تولیدکننده در یک دوره خاص با عملکرد خود آن تولیدکننده در سایر دوره‌ها و عملکرد تولیدکننده‌های دیگر در دوره زمانی معین، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در ادامه ابتدا روش مورد استفاده و سپس نتایج ارائه می‌شوند.

مواد و روش‌ها

به منظور اندازه‌گیری درجه کارایی از دو روش پارامتریک و غیر پارامتریک استفاده می‌شود. روش پارامتریک بیشتر بر پایه اصول اقتصادسنجی است و در اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش یک تابع ریاضی برای تولید(هزینه) در نظر گرفته می‌شود که بر اساس آن با بکارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. جهت تخمین پارامترهای تابع تولید از مشاهدات تجربی یا روش‌های برآورد توابع در آمار و اقتصادسنجی استفاده می‌شود. در نهایت، با توجه به تابع مذکور کارایی محاسبه می‌گردد. در روش غیر پارامتریک، بهترین عملکرد در یک نمونه با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی شناسایی می‌شود و کارایی بر اساس تفاوت‌های میان مقادیر مشاهده شده و بهترین عملکرد اندازه‌گیری می‌گردد. روش غیر پارامتریک را می‌توان ساده‌ترین روش تخمین کارایی تلقی نمود زیرا در این روش نیاز به تصریح تابع نبوده و اندازه‌گیری کارایی با اطلاعات اندک امکان‌پذیر است. روش غیر پارامتریک برای تخمین کارایی اولین بار در سال ۱۹۵۷ توسط فارل^۲ (۶) مطرح شد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی در نظر گرفته بود شامل یک

3- Charnes

4- Cooper

5- Rhodes

6- Banker

7- Decision Making Unit

1- O'Neill

2- Farell

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها میزان کارایی در شرایط ایستا اندازه‌گیری می‌شوند و لذا یک واحد تصمیم گیرنده با همه واحدهای دیگر در یک دوره زمانی یکسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل روش تحلیل پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک، عملکرد و روند تغییرات یک واحد تصمیم گیرنده را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. روش تحلیل پنجره‌ای برای اولین بار توسط چارنز، کلارک^۱، کوپر و گلانی^۲ در سال ۱۹۸۵ (۴) مطرح شد. در این روش هر واحد تصمیم گیرنده در یک دوره زمانی متفاوت به عنوان یک واحد تصمیم‌گیری مستقل با هویتی متفاوت در نظر گرفته می‌شود و عملکرد یک واحد در یک دوره زمانی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌ها علاوه بر عملکرد واحدهای دیگر در دوره‌های زمانی معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۴). این امر سبب افزایش داده‌های مورد بررسی در تجزیه و تحلیل می‌شود و لذا این وضعیت در هنگام مطالعه نمونه‌های با اندازه کوچک مفید است. تغییر عرض پنجره (یعنی تعداد دوره‌های زمانی) نشان دهنده طیفی از تحلیل‌های همزمان (شامل مشاهدات یک دوره زمانی) به تحلیل‌های مقطعی (شامل مشاهدات تمام دوره‌های مورد مطالعه) می‌باشد (۱۲). تحلیل پنجره‌ای می‌تواند حالت خاصی از یک تحلیل متوالی باشد. با این حال در تحلیل متوالی فرض می‌شود آنچه در گذشته عملی بوده است، عملی باقی می‌ماند و بنابراین تمام مشاهدات قبلی را شامل می‌شود. باید توجه کرد در این روش عملکرد تمام واحدها در یک پنجره نسبت به همدیگر ارزیابی می‌شوند و لذا به طور ضمنی فرض می‌شود که هیچ تغییر فنی در هیچ کدام از پنجره‌ها وجود ندارد. این مطلب یک مسئله کلی در روش تحلیل پنجره‌ای است. با کاهش عرض پنجره این مشکل تا حدی حل می‌شود و جهت اعتبار بخشیدن به تحلیل پنجره‌ای، عرض پنجره باید طوری انتخاب شود که چشم پوشی از تغییرات فنی منطقی باشد. هر چند که در مورد تعریف و اندازه عرض پنجره هیچ نوع نظریه و پشتوانه اساسی وجود ندارد.

برای شرح فرمولی این روش، فرض کنید که N واحد تصمیم گیرنده $(n=1, 2, \dots, N)$ در دوره زمانی T $(t=1, 2, \dots, T)$ وجود دارند و همه آنها از m ورودی برای تولید s خروجی استفاده می‌کنند. بنابراین، نمونه شامل $T \times N$ مشاهده خواهد بود، و واحد تصمیم گیرنده n در دوره t ، یعنی DMU_t^n دارای m ورودی $X_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, \dots, x_{mt}^n)^T$ و همچنین یک بردار s بعدی از خروجی‌ها $Y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, \dots, y_{st}^n)^T$

خروجی‌ها به همان نسبت می‌شود. مدل CCR بازده به مقیاس واحدهای تصمیم گیرنده را ثابت فرض می‌کند. در بازده به مقیاس متغیر افزایش در ورودی‌ها به افزایش نامتناسب در خروجی‌ها منجر می‌شود. مدل BCC بازده به مقیاس‌های واحدهای تصمیم گیرنده را متغیر فرض می‌کند. در عمل فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به علت خاص بودن در بسیاری از واحدهای تصمیم‌گیری قابل اتکاء نمی‌باشد، لذا در پژوهش حاضر از مدل BCC جهت ارائه تحلیل دقیق استفاده می‌گردد.

فرض کنید سیستم تحت ارزیابی شامل n واحد تصمیم گیرنده به صورت $\{DMU_j = (x_j, y_j) : j=1, 2, \dots, n\}$ باشد که هر

DMU_j ، m ورودی $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$ را برای تولید s خروجی $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$ مصرف می‌نماید. ورودی و خروجی‌های هر DMU همگی نامنفی و هر DMU حداقل یک ورودی مثبت و یک خروجی مثبت دارد. یعنی $x_j \geq 0, x_j \neq 0$ و $y_j \geq 0, y_j \neq 0$.

مدل BCC با ماهیت ورودی، کارایی واحد تصمیم گیرنده تحت بررسی، DMU_0 ، را با حل مدل زیر ارزیابی می‌کند (۳).

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min \theta \\ \text{s.t.} \quad &\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad i=1, \dots, m \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r=1, \dots, s \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ &\lambda_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (1)$$

کارایی واحد DMU_0 تحت مدل BCC با ماهیت خروجی از حل مدل زیر بدست می‌آید (۳).

$$\begin{aligned} \phi^* &= \max \phi \\ \text{s.t.} \quad &\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0}, \quad i=1, \dots, m \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \phi y_{r0}, \quad r=1, \dots, s \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ &\lambda_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

در این مدل‌ها $\theta^* = 1$ ($\phi^* = 1$) بدین مفهوم است که DMU_0 کارا است و در صورتی که $\theta^* < 1$ ($\phi^* > 1$) DMU_0 ناکارا است.

روش تحلیل پوششی داده‌های پویا (تحلیل پنجره‌ای)

- کود حیوانی (تن)
- نیروی انسانی (نفر-روز)
- ماشین آلات (ساعت)
- کود شیمیایی (کیلوگرم)
- سموم آفات (لیتر)

و خروجی‌های مورد نیاز عبارتند از:

- عملکرد (کیلوگرم)
- سود ناخالص (ریال)

اطلاعات آماری متغیرهای ورودی و خروجی ۸ تولید کننده خرما استان خوزستان طی سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۶ در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.

نتایج و بحث

همانطور که ذکر شد برای ارزیابی کارایی به روش تحلیل پوششی پنجره‌ای، هیچ نظریه و منطق اساسی در مورد تعریف و اندازه پنجره وجود ندارد. در این تحقیق با عنایت به اینکه کشاورزان اغلب در مقابل پذیرش ایده‌های نو، مقاومت می‌کنند و حصول نتایج ملموس ناشی از بکارگیری تکنولوژی‌های نوین در دراز مدت انجام می‌گیرد و با توجه به این که سرعت انتقال تکنولوژی در بخش کشاورزی در مقایسه با دیگر بخش‌های اقتصادی پایین است، عرض هر پنجره ۳ در نظر گرفته شده است و لذا تجزیه و تحلیل پنجره‌ای شامل ۶ پنجره خواهد بود. از آن‌جا که بهره‌برداران کنترل بیشتری بر روی ورودی‌ها نسبت به خروجی‌ها دارند، مدل تحلیل پنجره‌ای با ماهیت ورودی برای ارزیابی بکار می‌رود.

پس از حل ۱۴۴ مدل، مقادیر حاصل از میانگین کارایی هر پنجره و میانگین سالانه، مبنایی برای سنجش و مقایسه کارایی محصول خرما طی سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۶ به دست می‌دهد. نتایج حاصل را می‌توان در جداول ۲ تا ۹ مشاهده کرد.

مقدار اختلاف بین حداقل و حداکثر کارایی تولید کننده‌ها، توانمندی افزایش میزان کارایی را نشان می‌دهد. طبق نتایج جداول ۲-۹، بیشترین مقدار توانمندی برای افزایش کارایی در تولید کننده پدیده اعتماد صنعت (۰.۳۹) است، بطوریکه حداقل و حداکثر کارایی این تولید کننده به ترتیب ۰.۶۱ و ۱.۰۰ می‌باشد.

مقادیر توانمندی سایر تولید کننده‌ها بسیار نزدیک به هم بوده، بطوریکه تولید کننده‌های هدیه بهبهان، گل‌بانگ مهر جنوب و کاظمیان در رتبه دوم (۰.۳۵) قرار گرفته‌اند.

می‌باشد. پنجره‌ای که از زمان k ($1 \leq k \leq t$) شروع می‌شود و دارای عرض w ($1 \leq w \leq T-k$) باشد با $k \times w$ مشخص می‌شود و دارای $w \times N$ مشاهده است. بنابراین ماتریس ورودی و خروجی برای تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای را می‌توان به ترتیب بصورت زیر مشاهده نمود

$$X_{kw} = \begin{bmatrix} x_k^1, x_k^2, \dots, x_k^N \\ x_{k+1}^1, x_{k+1}^2, \dots, x_{k+1}^N \\ \vdots \\ x_{k+w}^1, x_{k+w}^2, \dots, x_{k+w}^N \end{bmatrix} \quad Y_{kw} = \begin{bmatrix} y_k^1, y_k^2, \dots, y_k^N \\ y_{k+1}^1, y_{k+1}^2, \dots, y_{k+1}^N \\ \vdots \\ y_{k+w}^1, y_{k+w}^2, \dots, y_{k+w}^N \end{bmatrix}$$

روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با ماهیت ورودی محور برای DMU_t^k تحت فرض بازده به مقیاس متغیر به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min \theta \\ \text{s.t. } X_{kw} \lambda &\leq \theta x_t^n, \quad t=1, \dots, T \\ Y_{kw} \lambda &\geq y_t^n, \quad t=1, \dots, T \\ e \lambda &= 1 \end{aligned} \quad (3)$$

که در آن $e = (1, 1, \dots, 1), \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{N \times w})$ است

و بر این اساس روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با ماهیت خروجی محور برای DMU_t^n با فرض بازده به مقیاس متغیر به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} \phi^* &= \max \phi \\ \text{s.t. } X_{kw} \lambda &\leq x_t^n, \quad t=1, \dots, T \\ Y_{kw} \lambda &\geq \phi y_t^n, \quad t=1, \dots, T \\ e \lambda &= 1 \end{aligned} \quad (4)$$

در این پژوهش جهت استفاده عملی از مدل‌های پژوهش، ۸ تولید کننده خرما در استان خوزستان طی سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. از آنجا که شناخت متغیرهای ورودی و خروجی در پژوهش‌های کاربردی مربوط به تحلیل کارایی، لازمه پژوهش می‌باشد با مطالعه و بررسی پیشینه پژوهش (۱، ۹ و ۱۴)، ورودی‌های مورد استفاده در تحقیق پیش رو به شرح زیر تعیین شدند:

- سطح اراضی (هکتار)
- آب مصرفی (متر مکعب)

جدول ۱- اطلاعات آماری متغیرهای ورودی و خروجی

Table 1- Statistical information of input and output variables

	میانگین Average	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	انحراف معیار Standard deviation
سطح اراضی Land surface	19.821	4.812	10303.5	7.521
آب مصرفی Consuming water	140004.49	10532.43	10739588.59	201462.12
کود حیوانی Manure	136.46	0.36	541.57	112.86
نیروی انسانی Manpower	118.03	29.13	778.55	96.77
ماشین آلات Machinery	45.28	11.00	94.5	47.06
کود شیمیایی Fertilizer	325.34	125.77	4339.38	340.52
سموم آفات Pesticides	4.98	50.03	48.13	4.39
عملکرد Evaluation	5576.147	1141	36253.6	4931.60
سود ناخالص Gross profit	940196802	557301318	3945731818	721630712

جدول ۲- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده ثمر نخل خوزستان در طی سالهای ۱۳۹۶-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 2- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Samar Nakhil Khozestan Producer

تولید کننده ثمر نخل خوزستان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.88	0.92	0.89						0.896
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.95	1.00					0.946
پنجره ۳ Window 3			0.81	1.00	0.91				0.906
پنجره ۴ Window 4				1.00	0.90	0.82			0.906
پنجره ۵ Window 5					0.92	0.84	0.78		0.846
پنجره ۶ Window 6						0.89	0.79	0.75	0.810
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.880	0.905	0.883	1.000	0.910	0.850	0.785	0.750	0.885

جدول ۳- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده پدیده اعتماد صنعت در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 3- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Padideh Eatemad Sanat Producer

تولید کننده پدیده اعتماد صنعت	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.83	0.89	0.97						0.896
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.95	0.86					0.900
پنجره ۳ Window 3			1.00	0.89	0.91				0.933
پنجره ۴ Window 4				0.88	1.00	0.72			0.866
پنجره ۵ Window 5					0.90	0.70	0.68		0.760
پنجره ۶ Window 6						0.72	0.68	0.61	0.670
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.830	0.890	0.973	0.876	0.936	0.713	0.680	0.610	0.837

جدول ۴- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده هدیه بهبهان در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 4- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Samar Hedieh Behbahan Producer

تولید کننده هدیه بهبهان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.94	0.92	1.00						0.953
پنجره ۲ Window 2		0.92	0.95	0.88					0.916
پنجره ۳ Window 3			1.00	0.89	0.90				0.930
پنجره ۴ Window 4				0.96	0.87	0.86			0.896
پنجره ۵ Window 5					0.96	0.84	0.68		0.826
پنجره ۶ Window 6						0.80	0.68	0.65	0.710
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.940	0.920	0.983	0.910	0.910	0.833	0.680	0.650	0.871

جدول ۵- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده ساقه زرین ارون در طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 5- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Sagheh Zarin Arvand Producer

تولید کننده ساقه زرین ارون	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.93	0.82	0.89						0.880
پنجره ۲ Window 2		0.940	0.88	0.92					0.913
پنجره ۳ Window 3			0.81	0.95	0.80				0.853
پنجره ۴ Window 4				0.96	0.86	0.82			0.890
پنجره ۵ Window 5					0.92	0.84	0.72		0.826
پنجره ۶ Window 6						0.80	0.77	0.73	0.766
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.930	0.880	0.860	0.943	0.870	0.820	0.745	0.730	0.854

جدول ۶- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده داردان در طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 6- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Dardan Producer

تولید کننده داردان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.92	0.90	0.95						0.923
پنجره ۲ Window 2		0.99	1.00	0.89					0.960
پنجره ۳ Window 3			0.97	0.89	0.88				0.913
پنجره ۴ Window 4				0.93	0.85	0.81			0.863
پنجره ۵ Window 5					0.88	0.81	0.70		0.796
پنجره ۶ Window 6						0.79	0.79	0.74	0.773
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.920	0.945	0.973	0.903	0.870	0.803	0.745	0.740	0.871

جدول ۷- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده خرمایی پارسیان در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 7- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Parsian Nakhil Producer									
میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window	1396	1395	1394	1393	1392	1391	1390	1389	شرکت خرمایی پارسیان
پنجره ۱ Window 1						0.90	0.91	0.86	
پنجره ۲ Window 2				0.84	0.99		0.89		
پنجره ۳ Window 3			0.90	0.81	1.00				
پنجره ۴ Window 4			0.86	1.00	0.81				
پنجره ۵ Window 5		0.74	0.82	0.90					
پنجره ۶ Window 6	0.74	0.76	0.89						
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.740	0.750	0.856	0.933	0.820	0.963	0.900	0.860	

جدول ۸- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده گلبنگ مهر جنوب در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 8- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window Golbang Mehr Producer									
میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window	1396	1395	1394	1393	1392	1391	1390	1389	تولید کننده گلبنگ مهر جنوب
پنجره ۱ Window 1						0.92	0.86	0.86	
پنجره ۲ Window 2					0.84	0.97	0.88		
پنجره ۳ Window 3			0.80	0.80	0.80	0.97			
پنجره ۴ Window 4			0.74	0.86	0.83				
پنجره ۵ Window 5		0.68	0.71	0.82					
پنجره ۶ Window 6	0.62	0.69	0.79						
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.620	0.685	0.746	0.826	0.823	0.953	0.870	0.860	

جدول ۹- میانگین کارایی محصول خرما شرکت کاظمیان در طی سالهای ۱۳۹۶-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 9- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window Kazemian Producer

شرکت کاظمیان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.82	0.90	0.97						0.896
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.95	1.00					0.946
پنجره ۳ Window 3			1.00	1.00	0.99				0.996
پنجره ۴ Window 4				1.00	0.95	0.86			0.936
پنجره ۵ Window 5					0.92	0.81	0.77		0.833
پنجره ۶ Window 6						0.82	0.68	0.65	0.716
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.820	0.895	0.973	1.00	0.953	0.830	0.725	0.650	0.887

داده و مانع جوانه‌زنی دانه‌گرده می‌شود و در نتیجه سبب کاهش میزان برداشت و کاهش کیفیت محصول می‌شود. عامل دیگر، خشکسالی دو سال اخیر استان است. به دنبال کاهش محسوس بارندگی در این مدت و در نتیجه کاهش آب رودخانه اروند، توأم شدن آن با کاهش خروجی آب پشت سدهای کارون و همچنین شور و کم آب شدن آب رودخانه‌ها است که ضربات جبران ناپذیر بر کشاورزی منطقه و از جمله نخلستان‌ها وارد کرده است.

نخل خرما برای تولید یک کیلوگرم خرما به حدود دو متر مکعب آب نیاز دارد. این امر بیانگر آن است که نخل خرما با وجود سازگاری ظاهری به شرایط گرم و خشک، میانگین مصرف آبی بالاتری - برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک - نسبت به سایر گیاهان دارد (۸).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مطالعه با هدف برآورد و تحلیل کارایی محصول خرما در استان خوزستان انجام شده است. در این راستا کارایی ۸ تولید کننده خرما با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها میزان کارایی در شرایط ایستای اندازه‌گیری می‌شوند و لذا یک واحد تصمیم‌گیرنده با همه واحدهای دیگر در یک دوره زمانی یکسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل روش تحلیل پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک، عملکرد و روند تغییرات یک واحد تصمیم‌گیرنده را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. کارایی تولید کننده‌ها تحت

مقادیر حاصل از میانگین کارایی پنجره‌ای هر تولید کننده طی دوره مورد ارزیابی، مبنایی است که بر اساس آن، سنجش و ارزیابی عملکرد تولید کننده‌ها، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

با توجه به نتایج بدست آمده، هیچ کدام از تولید کننده‌ها طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۱، در شرایط کارایی فنی کامل، قرار نگرفته، میانگین کارایی تمامی آن‌ها، کمتر از یک بوده است. از سویی دیگر، تولید کننده‌های ثمر نخل خوزستان و شرکت کاظمیان در سال ۹۲، از سطح کارایی فنی کامل، برخوردار بوده‌اند.

بر مبنای نتایج بدست آمده، میانگین کارایی هر سال تولید کننده‌ها در دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۳ در مقایسه با سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۹، روند کاهشی داشته، بطوری که کمترین مقدار آن در دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۱، مربوط به تولید کننده کاظمیان با مقدار میانگین کارایی ۰.۸۲۰ در سال ۸۹ بوده، این مقدار در دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۳ برای تولید کننده پدیده اعتماد صنعت به مقدار ۰.۶۱۰ و در سال ۹۶، ثبت شده است.

از طرفی دیگر، بیشترین مقدار میانگین کارایی هر سال طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۱ با مقدار ۰.۹۷۳ در اختیار تولید کننده‌های پدیده اعتماد صنعت، دارندگان و کاظمیان در سال ۹۱ بوده است. این مقدار برای دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۳، با مقدار ۰.۹۳۶ مربوط به تولید کننده پدیده اعتماد در سال ۹۳ است.

عوامل متعددی سبب تفاوت بسیار زیاد کارایی در طی این دو دوره هستند. از جمله این عوامل می‌توان به گرد و خاک در استان خوزستان اشاره کرد، ذرات گرد و غبار با نفوذ به روزنه‌های برگ خرما و انسداد آن لایه عایقی بر سطح گل و کلاله نخل تشکیل

- اصلاح روش‌های تولید بر مبنای توانمند سازی نخل‌داران.
 - حداکثر نمودن عوامل تولید با توجه به نتایج بدست آمده از مدل.
 - استفاده بهینه از منابع آب با بکارگیری روش‌های نوین از قبیل کم آبیاری.
 - حداقل نمودن هزینه‌های غیر ضروری.
 - بهره‌گیری از خدمات حمایتی دولت از قبیل یارانه‌ها و سایر منابع مالی
 - ترویج ایده‌های نوین در عملیات نخل‌داری و تأمین نیازهای آموزشی
 - توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کاهش تلفات منابع آب

فرض بازده به مقیاس متغیر و با نگرش ماهیت ورودی در دوره‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۶ بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد هیچ کدام از تولید کنندگان طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۱ و ۱۳۹۶-۱۳۹۳ دارای کارایی فنی کامل نبودند و دو تولید کننده در سال ۹۲ در سطح کارایی فنی کامل قرار داشته‌اند. میانگین کارایی هر سال همه تولید کنندگان طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۶ در سطح بسیار کمتری در مقایسه با سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۱ بدست آمده است. وضعیت نامطلوب کارایی تولید کنندگان در سال‌های اخیر به دلیل ضعف امکانات کشاورزان، نبود آموزش برای نخل‌داران، پدیده گرد و خاک، خشکسالی و شوری آب رودخانه‌های منطقه می‌باشد.
 با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر در این زمینه ارائه می‌شود.

منابع

- 1- Abedpoor A.R., Asadabadi E., and Sha'banali Fami H. 2017. Analysis factors affecting Date production efficiency in Bam country: with DEA approach. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 48(3): 507-518. (In Persian with English abstract)
- 2- Azizi J., and Yazdani S. 2007. Evaluating the earning sustainability of Iranian date export. Journal of Agricultural Science 13(1): 1-19. (In Persian)
- 3- Banker R.D., Charnes A., and Cooper W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science 30: 1078-1092.
- 4- Charnes A., Clark C.T., Cooper W.W., and Golany B. 1985. A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. Air Forces. Annals of Operations Research 2(1): 95-112.
- 5- Charnes A., Cooper W.W., and Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research 2: 429-444.
- 6- Farrell M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General 120(3): 253-281.
- 7- Ganji N., Yazdani S., and Saleh I. 2018. Identifying factor affecting efficiency of water use in wheat production, Alborz province (Data Envelopment Analysis Approach). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 49(1): 13-22. (In Persian with English abstract)
- 8- Hosseini Y., Mohebi A., Pozesh Nezhad Shirazi M., Rejali F., Tehrani M.M., and Basirt M. 2016. Introduction to conditions of date cultivation, Agricultural education publication, Tehran. (In Persian)
- 9- Karimi F., Pirasteh H., and Mehdi Zahedi K. 2008. Determination of Wheat Agriculture Efficiency Based on Two Factors Time and Risk by Using Interval Data Envelopment Analysis and Window Data Envelopment Analysis. Agricultural Economic and Development 64: 139-159. (In Persian)
- 10- Mehrabi Boshrahadi H., and Pakravan M. 2009. Calculation efficiency and returns to scale of sunflower producers Khoy County. Journal of Economics and Agricultural Development 23(2): 95-102. (In Persian)
- 11- O'Neill S., and Matthews A. 2001. Technical change and efficiency in Irish agriculture, The Economic and Social Review, Economic and Social Studies 32(3): 263-284.
- 12- Sengupta J.K. 1995. Dynamics of data envelopment analysis: Theory of systems efficiency. Boston: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London.
- 13- Sepehroust H., and Hamzeali Dastjerdi H. 2014. Efficiency Measurement of Agricultural Sub-Sector's Activities; Using Window Analysis Method. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 23(4.1): 131-141. (In Persian with English abstract)
- 14- Shahnavaizi A. 2017. Determination the efficiency of arable crops in Iranian agriculture. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 48(2): 227-240. (In Persian)
- 15- Shafieyan A. 2017. Date palm. Ministry of Agriculture Jihad, Department of Horticulture. (In Persian)
- 16- Tomaa E., Dobrea C., Donaa I., and Cofasa E. 2015. DEA Applicability in Assessment of Agriculture Efficiency on Areas with Similar Geographically Patterns. Agriculture and Agricultural Science Procedia 6: 704-711.



Measuring the Efficiency of Date Crop by DEA (Data Envelopment Analysis) Window (Case Study: Khuzestan Province)

D. Modhej^{1*}

Received: 18-03-2019

Accepted: 20-07-2019

Introduction: Agriculture is the most important part of Iran economy. The agricultural sector always has an important role in supplying the essential elements of life and human well-being, so utilizing its capabilities is necessary to fulfill the development goals. Because of the growth population, the food supply is increasing and due to resource constraints, existing resources should be used efficiently to maximize possible production. Therefore, checking the efficiency of agricultural producers can be useful. Dates as one of the horticultural products due to its nutritional properties, and preservation of the environment have a special status in Iranian agriculture. Cultivating dates in Iran, especially in the southwestern regions (Abadan, Khoramshahr, Shadegan), date back to 6,000 years ago. According to the official statistics of the Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, Iran has the world's first position in terms of date's cultivation. Iran is ranked in the second place after Egypt in terms of production and exports with 16.5% of the world's exports. Khuzestan province with 37492 hectares of cultivation is one of the most important areas of production dates in the country. According to the official statistics, Khuzestan province by producing 15.2% of one million ton of country's date has the highest production in the country. Unfortunately, in recent years, salinity of water and dust adversely affected the production and quality of dates in Khuzestan province. Evaluating the performance of this product in Khuzestan province due to its importance in terms of cultivation, production and employment is so significant for the economy of the country. The aim of this study is to determine the efficiency of 8 date's producers in Khuzestan province during the agricultural period 2010-2017.

Materials and Methods: Data Envelopment Analysis (DEA) is a management tool employed to estimate the efficiency of number of decision making units (DMU's). DEA can be used to calculate the efficiency measures, and has a wide applicability in various service and industry sectors. The first model in DEA was presented in the CCR paper (after Charnes, Cooper and Rhodes 1978) to produce the efficiency of DMUs under constant returns to scale (CRS) assumption. Subsequently, Banker et al. (1984) proposed a variable returns to scale version of the CCR model which was named BCC model. Since in real situations, variable returns to scale is more flexible so in this study BCC model is used. Suppose there is a set of n peer DMUs, $\{DMU_j = (x_j, y_j) : j = 1, 2, \dots, n\}$

each using m inputs to produce s outputs and also assume $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$, $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$ be the input and output vectors for DMU_j , respectively, such that $x_j \geq 0$, $x_j \neq 0$ and $y_j \geq 0$, $y_j \neq 0$. The input-oriented and output-oriented BCC models evaluate the efficiency of DMU_0 by solving the following linear programs respectively:

1- Assistant Professor, Departments of Mathematics, Sosangerd Branch, Islamic Azad University, Sosangerd, Iran
(*- Corresponding Author Email: modhej83@gmail.com)

$$\theta^* = \min \theta$$

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$\phi^* = \max \phi$$

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \phi y_{ro}, \quad r = 1, \dots, s \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

The choice of input- or output-oriented models depends upon the production process characterizing the firm (i.e. minimize the use of inputs to produce a given level of output or maximize the level of output given levels of the inputs). DEA window analysis is based on a dynamic perspective, regarding the same DMU in different period of time as entirely different DMUs. The benefit of this method is to describe the dynamic change of the efficiency of each DMU comprehensively, both horizontally and vertically. More importantly, the number of DMU is increased in this method; hence, it enhances the discriminating power by increasing the number of DMUs when a limited number of DMUs is available. Consider a set of N ($n=1, 2, \dots, N$) DMUs in T ($t=1, 2, \dots, T$) period of time. Every DMU has m kinds of input and s kinds of output. Let DMU_t^n denotes the level of input or output for DMU n in t period of time, then input vector X_t^n and output vector Y_t^n will be presented as: $X_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, \dots, x_{mt}^n)^T$, $Y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, \dots, y_{st}^n)^T$. Consider the window starts at the time point of k ($1 \leq k \leq t$), and the window width is w ($1 \leq w \leq T - k$), then input X_{kw} and output Y_{kw} matrix of each window k w will be presented as

$$X_{kw} = \begin{bmatrix} x_k^1 & x_k^2 & \dots & x_k^N \\ x_{k+1}^1 & x_{k+1}^2 & \dots & x_{k+1}^N \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{k+w}^1 & x_{k+w}^2 & \dots & x_{k+w}^N \end{bmatrix} \quad Y_{kw} = \begin{bmatrix} y_k^1 & y_k^2 & \dots & y_k^N \\ y_{k+1}^1 & y_{k+1}^2 & \dots & y_{k+1}^N \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{k+w}^1 & y_{k+w}^2 & \dots & y_{k+w}^N \end{bmatrix}$$

The input-oriented BCC model of DEA window problem for DMU_t^k is given by solving the following linear program:

$$\theta^* = \min \theta$$

$$\text{s.t. } X_{kw} \lambda \leq \theta x_t^n, \quad t = 1, \dots, T$$

$$Y_{kw} \lambda \geq y_t^n, \quad t = 1, \dots, T$$

$$e\lambda = 1$$

Where $e = (1, 1, \dots, 1), \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{N \times w})$. And the output-oriented BCC model is as follows:

$$\phi^* = \max \phi$$

$$\text{s.t. } X_{kw} \lambda \leq x_t^n, \quad t = 1, \dots, T$$

$$Y_{kw} \lambda \geq \phi y_t^n, \quad t = 1, \dots, T$$

$$e\lambda = 1$$

Discussion of Results and Conclusion: Land area (ha); Water consumption (cubic meters); Animal manure (tons); Labor (person-days); Machinery (Hours); Fertilizer (kg) as well as pesticides (L) are used as indicators of inputs. Meanwhile, Performance (kg) and Gross profit (Rials) are regarded as two output indicators. Since beneficiaries have more control over the inputs than the outputs, the input-oriented DEA windows model is applied to evaluate the efficiencies of 8 date producers in Khozestan province during 2010-2017. By solving 144 models, the average performance of each window and the average annual provide a basis for measuring and comparing the performance of producers. Results showed that two producers were at full technical efficiency level in 2013, moreover none of the producers during 2010-2012 and 2014-2017 were full technically efficient. In period 2010-2012, efficiency of producers had small variation and the average annual efficiency of producers was much higher in comparison with period 2014-2017. Several factors cause the huge difference in performance over these two periods. Among these factors, one can mention dust in Khuzestan province, Dust particles reduce the harvest and the quality of the product. Another reason is the drought of the last two years. Reducing rivers water has made irreparable impacts on the agriculture of the region.

Keywords: Date, Data envelopment analysis, Efficiency, Khozestan, Window analysis

ارزیابی کارایی نخلستان‌های شهرستان اهواز تحت شرایط عدم حتمیت: کاربرد رهیافت تحلیل پوششی داده‌های استوار و شبیه‌سازی مونت کارلو

مصطفی مردانی نجف‌آبادی^{۱*} - عباس عبدشاهی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۳۱

چکیده

خرما به دلیل نقش به‌سزایی که در تولید ناخالص ملی، اشتغال‌زایی و صادرات دارد، یکی از درختان باغی استراتژیک و اقتصادی ایران است. لذا بررسی کارایی تولیدکنندگان خرما و تلاش جهت بهبود کارایی و استفاده‌ی بهینه از منابع، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مطالعه‌ی حاضر، جهت در نظر گرفتن شرایط عدم حتمیت در برآورد کارایی نخلستان‌های شهرستان اهواز، از مدل تحلیل پوششی داده‌های استوار (RDEA) استفاده شده است. برای این منظور ۸۵ نفر از نخل کاران این شهرستان با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و داده‌ها مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه در سال ۱۳۹۷ گردآوری شدند. میانگین کارایی فنی برای این دسته از کشاورزان ۹۰ درصد برآورد شده و این نتیجه نشان دهنده سطح نسبتاً بالای دانش فنی کشاورزان در استفاده از فناوری‌های نه چندان پیشرفته کنونی با توجه به منابع موجود می‌باشد. مهمترین نهاده‌ای که باعث عدم کارایی در نخلستان‌های ناکارا شده شامل ماشین‌آلات، کود، آفت‌کش و آب آبیاری بوده که با استفاده بهینه از این عوامل تولید به ترتیب ۵۶، ۳۴، ۳۳ و ۲۳ درصد کاهش در مصرف این نهاده‌ها ایجاد خواهد شد. نتایج حاصل از ارزیابی توانایی مدل RDEA در مقابل داده‌های نامطمئن که با استفاده از مدل شبیه‌سازی مونت‌کارلو انجام پذیرفت نشان داد که این مدل انعطاف‌پذیری قابل توجهی در محافظت از مدل برای این نوع از داده‌ها دارد. بنابراین، استفاده از نتایج قابل اعتماد این مدل برای مدیران تصمیم‌گیر در سازمان‌های متبوع توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌های استوار، شبیه‌سازی مونت کارلو، عدم قطعیت، محصول خرما

مقدمه

داده‌ها برای بخش کشاورزی به علت وجود خطاهای نمونه‌گیری و یا استفاده از شاخص‌های گرایش به مرکز، امری اجتناب‌ناپذیر بوده و ضرورت استفاده از الگوهایی که توانایی کنترل تغییرات ناشی از داده‌های نامطمئن را دارا باشند، به شدت احساس می‌شود (۲۳). اخیراً روش‌های گوناگونی برای غلبه بر مسئله‌ی داده‌های نامطمئن در الگوی تحلیل پوششی داده‌ها به وجود آمده است (۱۰ و ۲۵). از جمله می‌توان به مطالعه دیسپوتیس و همکاران (۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های نامعین" اشاره نمود. در این مطالعه به ارائه روشی ساده برای حل مسائل تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های نامشخص پرداخته و از روش برنامه‌ریزی بازه‌ای بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که روش ارائه شده (IDEA) ^۴ مقادیر دقیق‌تری نسبت به الگوی متداول DEA به دست می‌دهد. با این وجود یکی از عمده‌ترین معایب استفاده از روش IDEA، خروجی بازه‌ای برای امتیاز کارایی واحدها بوده که این امر منجر به دشواری ارزیابی و تفسیر

ارزیابی کارایی در تولیدات کشاورزی موضوعی مهم در اجرای فرایند توسعه‌ی کشاورزی کشورهای در حال توسعه است؛ زیرا از این رهگذر، اطلاعات سودمند در زمینه‌ی تصمیم‌گیری‌های مناسب برای مدیریت دقیق در راستای تخصیص منابع و تنظیم سیاست‌های کشاورزی در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌گیرد (۲). تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) ^۳، روشی غیرپارامتریک و مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری که وظایف یکسانی انجام می‌دهند، ابداع شده است (۷). وجود عدم حتمیت در برآورد داده‌های الگوی تحلیل پوششی

1 و 2- استادیار و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
(*)- نویسنده مسئول: (Email: M.mardani@asnrukh.ac.ir)

میلیارد ریال در سال)، اشتغال‌زایی (بیش از ۵۰۰ هزار نفر در مناطق خرماخیز)، صادرات (بیش از ۱۰۰ هزار تن در سال) و ایجاد صنایع مختلف بسته‌بندی و جانبی دارد. همچنین این محصول به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای و پتانسیل ارزآوری، دارای جایگاهی خاص در کشاورزی ایران است. به طوری که ایران در سال ۲۰۱۴ با تولید سالانه بیش از یک میلیون تن به ارزش تقریبی ۵۶۴۴۱۰ هزار دلار نزدیک به ۱۴ درصد خرما را جهان را تولید کرده و از لحاظ تولید، رتبه دوم را در جهان پس از مصر به خود اختصاص داده است (۱).

خوزستان دومین استان کشور از نظر تولید خرما بوده و سطح زیر کشت آن در این استان حدود ۴۲ هزار هکتار است. در این میان، شهرستان اهواز با تولید ۳۰۹۶۷ تن انواع محصول خرما، مقام سوم را بین شهرستان‌های واقع در استان خوزستان از منظر تولید دارا می‌باشد (۱۴). با توجه به اهمیت تولید خرما و پتانسیل‌ها و استعدادهای موجود در شهرستان اهواز در خصوص کشت و تولید آن، روش‌های موجود برای افزایش تولید خرما از جمله افزایش منابع اساسی تولید (مانند زمین، آب و سرمایه) و توسعه فناوری‌های نوین به دلیل وجود مشکلات طبیعی و شرایط نامناسب اقتصادی کشاورزان، راهکار سودمندی در کوتاه مدت به نظر نمی‌رسد. با این حال، امکان افزایش تولید و درآمد تولیدکنندگان خرما با سطح فعلی منابع و فناوری‌ها وجود دارد (۱۳). بنابراین، ایجاد یک ابزار توانمند برای تصمیمات مدیریتی در مورد عملکرد نخلستان‌های اهواز، بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

هدف اصلی از انجام این پژوهش، برآورد کارایی تولیدکنندگان خرما شهرستان اهواز با استفاده از دو الگوی DEA و RDEA به منظور برنامه‌ریزی منطقی جهت مدیریت تولید این محصول می‌باشد. این هدف شامل اهداف فرعی از قبیل: (۱) بررسی کارایی فنی، مقیاس و خالص نخلستان‌ها در شهرستان اهواز، (۲) تشخیص مهمترین نهادهایی که منجر به ناکارایی نخلستان‌ها شده است، (۳) تعیین میزان مصرف بهینه از نهادهای تولید در نخلستان‌های ناکارا و (۴) حصول اطمینان از نتایج مدل RDEA با ارزیابی آن توسط روش شبیه‌سازی مونت کارلو، نیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در حالت کلی، روش تحلیل پوششی داده‌ها را می‌توان به چهار صورت بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)^۵، بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)^۶، بازده افزایشی نسبت به مقیاس (IRS)^۷ و بازده

حدود بالا و پایین کارایی می‌شود (۱۵). جهت غلبه بر این مشکل، استفاده از روش‌های دیگر چون تحلیل پوششی داده‌های فازی (FDEA)^۱ و تصادفی (SDEA)^۲ نیز مورد توجه محققین قرار گرفت (۹ و ۲۴).

از دیگر روش‌های مقابله به داده‌های نامطمئن که در اواخر دهه ۱۹۹۰ در مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مطرح شد، راهکار ایجاد محافظه‌کاری در آن مدل‌ها هستند. همین امر موجب ابداع روش بهینه‌سازی استوار شد (۵). از جمله محاسن استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های استوار (RDEA)^۳ می‌توان به ارائه پاسخ‌های بهینه نقطه‌ای، عدم التزام به آگاهی از توزیع داده‌ها و عدم چشم پوشی از اطلاعات روی ضرایب عدم اطمینان اشاره کرد که به ترتیب مشکلات موجود در روش‌های IDEA، SDEA و FDEA را مرتفع می‌نماید (۲۲).

مطالعات متعددی در زمینه محاسبه کارایی محصولات کشاورزی با کاربردهای متنوع و استفاده از رویکردهای متفاوت DEA وجود دارد. از جمله می‌توان به مطالعه عبدپور و همکاران (۱) که به تحلیل نقش عوامل مؤثر بر کارایی تولید خرما در شهرستان بزم با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند، اشاره کرد. نتایج نشان دادند که میانگین کارایی‌های فنی، مقیاس، تخصیصی و اقتصادی به ترتیب برابر با ۶۶/۱۵، ۶۶/۲، ۴۶/۱۴ و ۲۸/۲۲ درصد می‌باشد. مردانی و همکاران (۱۶) که به بررسی کارایی مزارع گندم سیستان با تلفیق مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری و تحلیل پوششی داده‌ها، به این نتیجه رسیدند که کارایی مزارع نمونه در مدل پیشنهادی، در سطوح ثابت عدم اطمینان معین و با افزایش احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود، کاهش می‌یابد. مردانی و صبوخی (۲۱) از روش بهینه‌سازی استوار خطی جهت اندازه‌گیری کارایی مقیاس و فنی سیب‌زمینی‌کاران ۲۳ استان کشور ایران بهره بردند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد با افزایش احتمال انحراف محدودیت کارایی کاهش می‌یابد. بوبکر و همکاران^۴ (۶) به بررسی کارایی فنی مزارع برنج و عوامل مؤثر بر آن در جنوب غربی نیجریه پرداختند. نتایج حاصله نشان داد که تولیدکنندگان برنج در جنوب غرب نیجریه می‌توانند میزان ورودی خود را بدون کاهش میزان خروجی به میزان ۵۲ درصد کاهش دهند.

درخت خرما یکی از درختان باغی مهم و استراتژیک ایران است که کشت آن از گذشته مورد توجه بوده و از جمله محصولات مهم و با ارزش کشور است که نقش به‌سزایی در تولید ناخالص ملی (۵۰۰

5- Variable Return to Scale
6- Constant Return to Scale
7- Increasing Return to Scale

1- Fuzzy Data Envelopment Analysis
2- Stochastic Data Envelopment Analysis
3- Robust Data Envelopment Analysis
4 - Boubacar

تصمیم‌گیرنده که J_j^y و J_j^x به ترتیب مجموعه‌های مربوط به ارزش نهاده‌ها و ستاده‌های مبهم برای این واحدها است، می‌توان به تعریف پارامترهای γ_j^y و γ_j^x که ارزشی بین فواصل محدود $[0, J_j^x]$ و $[0, J_j^y]$ دارند، پرداخت. نقش این پارامترها، استوارسازی مدل DEA در برابر تغییرات ناشی از شرایط عدم حتمیت در داده‌های ورودی و خروجی است، می‌باشد. فرم عمومی مدل RDEA به صورت رابطه ۳ نگاشته می‌شود (۲۲).

$$\begin{aligned} \max \quad & \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^U - \beta_p^y, \\ \text{s.t} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^L + \beta_p^x = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U + \beta_j^y + \beta_j^x \leq 0, \quad \forall j \neq p, \\ & \theta_p \leq 1, \end{aligned} \quad (3)$$

در رابطه ۳ دو متغیر $\beta_j^y(y, \gamma_j^y)$ و $\beta_j^x(x, \gamma_j^x)$ جهت اعمال شرایط عدم اطمینان در مدل DEA متداول تعریف شده‌اند. عبارت دیگر این دو متغیر از محدودیت‌ها در مقابل عدم حتمیت محافظت کرده و به آن‌ها کمک می‌کنند که به صورت امکانپذیر باقی بمانند. اکنون اگر متغیر C_j^x و C_j^y به ترتیب به صورت روابط ۵ و ۶ تعریف شوند.

$$\begin{aligned} C_j^y &= \{S_j^y \cup \{t_j^y\} \mid S_j^y \subseteq J_j^y, |S_j^y| = |\gamma_j^y|, t_j^y \in J_j^y / S_j^y\} \\ C_j^x &= \{S_j^x \cup \{t_j^x\} \mid S_j^x \subseteq J_j^x, |S_j^x| = |\gamma_j^x|, t_j^x \in J_j^x / S_j^x\} \end{aligned} \quad (4)$$

از طرف دیگر اگر مقادیر ورودی و خروجی را به صورت بازه‌ای، $x_{ij} \in [x_{ij}^L, x_{ij}^U]$ و $y_{ij} \in [y_{ij}^L, y_{ij}^U]$ تعریف نمود، می‌توان دو متغیر β_j^x و β_j^y را به ترتیب به صورت روابط ۶ و ۷ نوشت.

$$\begin{aligned} \beta_j^y(\gamma, \gamma_j^y) &= \max_{C_j^y} \left\{ \sum_{r \in S_j^y} u_r (y_{rj}^U - y_{rj}^L) + (\gamma_j^y - |\gamma_j^y|) u_{t_j^y} (y_{t_j^y}^U - y_{t_j^y}^L) \right\} \\ \beta_j^x(\gamma, \gamma_j^x) &= \max_{C_j^x} \left\{ \sum_{i \in S_j^x} v_i (x_{ij}^U - x_{ij}^L) + (\gamma_j^x - |\gamma_j^x|) v_{t_j^x} (x_{t_j^x}^U - x_{t_j^x}^L) \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

بنابراین، رابطه ۳ ممکن است که با تأثیرات غیر خطی مواجه شود.

نکته قابل توجهی که از روابط فوق بدست می‌آید این است که اگر $J_j^y = 0$ و $J_j^x = 0$ در نتیجه دو متغیر $\beta_j^y(y, \gamma_j^y)$ و $\beta_j^x(x, \gamma_j^x)$ مساوی صفر قرار گرفته و خاصیت خود را از دست می‌دهند. نتیجه این امر تساوی توابع هدف و محدودیت‌های روابط ۳

کاهشی نسبت به مقیاس (DRS)^۱، با دو رویکرد کلی نهاده‌گرا و ستاده‌گرا تقسیم کرد. در این مطالعه، از دو روش CRS و VRS که رویکرد نهاده‌گرا دارند، استفاده شده است. فرم کلی روش CRS به صورت رابطه (۱) است.

$$\begin{aligned} \max \quad & \theta_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}, \\ \text{subject to} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1, \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad \forall j, \\ & u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i. \end{aligned} \quad (1)$$

الگوی ۱ الگوی نهاده‌گرا است. متغیرهای این الگو $u \in R^{s \times 1}$ و $v \in R^{m \times 1}$ هستند. u_r و v_i به ترتیب به وزن‌های ورودی i و خروجی r هستند. θ_o کارایی حاصل از برتری ورودی‌ها و خروجی‌های واحد تصمیم‌گیرنده ۰ با استفاده از حداکثر نمودن تابع هدف در الگوی ۱ و با توجه به متغیرهای وزنی است. با استفاده از دو محدودیت اول در این الگو، کارایی واحد تصمیم‌گیرنده ۰ در فاصله $[0, 1]$ قرار خواهد گرفت. بر این اساس، واحدی دارای کارایی کامل است، اگر و تنها اگر، امکان بهبودی استفاده از نهاده‌ها و یا افزایش ستاده‌ها بدون خسارت به دیگر نهاده‌ها یا ستاده‌ها وجود نداشته باشد (۳). با توجه به الگوی ۱، مقادیر هدف جهت کارا شدن واحدهای ناکارا به صورت رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

$$\begin{aligned} x_{io}^* &= x_{io} \theta_o - s_i^- \quad \forall i \\ y_{ro}^* &= y_{ro} \theta_o + s_r^+ \quad \forall r \end{aligned} \quad (2)$$

همانطور که قبلاً ذکر شد، CRS الگوی مناسب برای مواقعی است که فرض شود کشاورز در مقیاس بهینه عمل می‌کند. این فرض در مسائل کاربردی به دلیل عواملی از قبیل رقابت ناقص و تغییرات ناگهانی آب و هوا، یک فرض دور از ذهن است. برای مقابله با این مشکل، الگوی بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) معرفی شد. بنابراین، اگر نتایج حاصل از هر دو الگوی بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس برابر باشد، به این معنی است یک رابطه خطی میان داده‌ها و ستاده‌ها وجود دارد. برای کارایی مقیاس، کافی است که متغیر (w) به سمت چپ محدودیت دوم و تابع هدف الگوی ۱ اضافه گردد. برای بررسی مهارت کشاورزان در امور تولیدی، از کارایی فنی خالص استفاده می‌شود. برای محاسبه این نوع کارایی، می‌توان از تقسیم کارایی فنی به کارایی مقیاس استفاده نمود.

با توجه به ابهام و عدم حتمیت در مقادیر ورودی (x_{ij}) و خروجی (y_{rj}) و با فرض در نظر گرفتن مجموعه‌ای از واحدهای

و ۱ بوده و مفهوم آن تساوی مدل‌های RDEA و حالت خوشبینانه IDEA می‌باشد. بطور مشابه، اگر $J_j^x = |J_j^x|$ و $J_j^y = |J_j^y|$ آنگاه $\beta_j^y(y, \gamma_j^y) = \sum_{r=1}^s u_r (y_{rj}^U - y_{rj}^L)$ و $\beta_j^x(y, \gamma_j^x) = \sum_{r=1}^m v_r (x_{rj}^U - x_{rj}^L)$ بدینانه‌ترین حالت برای نتایج مدل متصور خواهد شد.

بنابراین، با سطوح متفاوت γ_j^y و γ_j^x می‌توان یک رنج منعطف از استواری مدل RDEA را در مقابل سطوح متفاوت حفاظت از پاسخ‌های بهینه تجربه کرد. در نهایت، مدل RDEA را می‌توان بصورت مدل برنامه‌ریزی غیرخطی زیر ارائه کرد:

$$\begin{aligned} \max \quad & \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^U - z_p \gamma_p^y - \sum_{r=1}^s p_{rp}, \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^L + z_p \gamma_p^x - \sum_{r=1}^m q_{ip} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U + z_j \gamma_j + \sum_{r=1}^s p_{rj} + \sum_{r=1}^m q_{rj} \leq 0 \quad \forall j \neq p, \\ & z_j + p_{rj} \geq u_r (y_{rj}^U - y_{rj}^L), \quad \forall r, j \\ & z_j + q_{ij} \geq v_i (x_{ij}^U - x_{ij}^L), \quad \forall i, j \\ & \theta_p \leq 1, \\ & v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad \forall i, r \\ & z_j, q_{ij}, p_{rj} \geq 0, \quad \forall i, j, r \end{aligned} \quad (8)$$

برای پارامترهای Γ_j مقادیر متفاوتی وجود دارد و به این صورت محاسبه می‌شود که برای حداکثر احتمال انحراف محدودیت زام از کران خود (p_j) کافی است که این پارامتر حداقل مساوی با معادله ۹ باشد (۵).

$$\Gamma_j = 1 + \Phi^{-1}(1 - p_j) \sqrt{n} \quad (9)$$

که Φ توزیع تجمعی متغیر گاوسی استاندارد و n منابع عدم حتمیت در هر محدودیت است. برای مثال، اگر $n=50$ و $p_j = 0.05$ باشد، مقدار این پارامتر ۱۲/۵۹ خواهد بود.

داده‌های ورودی و خروجی مدل RDEA برای هر یک از نخلستان‌های نمونه منطقه اهواز شامل موارد زیر می‌باشد: ورودی‌ها (نهادها):

نیروی کار: به دلیل عدم وجود روش مکانیزه کاملی که تمام نیاز نخل‌داران را برآورده کند، اکثر عملیات زراعی نخل خرما در سراسر دنیا به صورت دستی انجام می‌گیرد و این مهم، اهمیت وجود نیروی کار را در آن نمایان می‌کند.

کود شیمیایی: یکی از عوامل مهم در عملکرد و کیفیت خرما تحت تأثیر نوع و مقدار مصرف کودهای آلی و شیمیایی قرار دارد که این کودها باید طبق برنامه‌ریزی و میزان مصرف مشخص در اختیار نخل قرار گیرد. با توجه به پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده از

نخل‌کاران این منطقه مشخص شد که عمده‌ترین کودهای مورد استفاده در مناطق مورد مطالعه شامل کود اوره، کود سفید (ازت) و کود سیاه (فسفات) می‌باشد. شایان ذکر است که کلاس خاک موجود در منطقه مورد مطالعه کلاس ۲ بوده که دارای محدودیت‌های مختصر در عملیات آبیاری و کشاورزی می‌باشد و برای بهره‌برداری از اراضی مشکلات چشمگیر ایجاد نمی‌نماید (۱۸). بنابراین، مقدار مجموع وزنی انواع کود شیمیایی مشکلی در بهینه‌سازی وزن‌های مورد استفاده در تکنیک DEA ایجاد نخواهد کرد. از سوی دیگر، کلیه کشاورزانی که مورد مصاحبه قرار گرفتند از نسبتی ثابت از کود شیمیایی استفاده می‌کردند. بعنوان مثال ذکر می‌شد که به ازای هر کیسه کود اوره و سفید، یک پنجم کود سیاه (فسفات) هم استفاده می‌شود. چون نسبت میزان کود دهی در میان کشاورزان این منطقه یکسان است، نیازی به جداسازی انواع کود دیده نشد.

آفت‌کش: با توجه به پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده از نخل‌کاران این منطقه مشخص شد که عمده سم مورد استفاده در منطقه نئورون و دیازینون (انواع حشره‌کش) می‌باشد. ماشین‌آلات: رعایت اصول فنی و عملی در نحوه تهیه بستر، کشت و آبیاری نخل خرما یکی از مهمترین عوامل مؤثر در عملکرد محصول در واحد سطح می‌باشد (۱۲). تعداد درختان نخل: میانگین مجموع تعداد درختان نر و ماده در یک هکتار برای هر بهره‌بردار می‌باشد.

سطح زیر کشت: یکی از نهاده‌های بسیار با اهمیت که موجب تفاوت در کارایی فنی و مقیاس می‌گردد، نهاده زمین (سطح زیر کشت) می‌باشد.

تعداد شاخه نر جهت تلقیح: درختان نخل دارای دو جنس ماده و نر هستند. در مزارع نخل، تعداد درختان ماده بسیار بیشتر از درختان نر است؛ بنابراین برای بارور ساختن درختان ماده باید گرده‌های درخت نر را به آن رساند. البته باید توجه داشت که در اکثر نخلستان‌های مورد مطالعه، غالب درختان ماده بوده و شاخه‌های نر مناسب تلقیح توسط نخل‌کاران خریداری می‌شود؛ از این رو، با توجه به هزینه‌ای که در بر دارد انتخاب آن به عنوان یک ورودی منطقی می‌باشد. کارگران گرده نر را بصورت دستی به بالای درخت ماده می‌برند و آن را بارور می‌سازند (عمل تلقیح).

آب آبیاری: با توجه به نیاز آبی بسیار بالای نخل، یکی از نهاده‌های بسیار مهم در امر بررسی کارایی نخلستان‌ها آب آبیاری می‌باشد.

خروجی (ستاده)

عملکرد: خرما میوه‌ای است با ارزش غذایی بالا که به دلیل داشتن مواد قندی قابل توجه (حدوداً ۷۰٪)، علاوه بر مصرف غذایی، در صنعت نیز موارد استفاده فراوان دارد. رقم غالب خرما در منطقه

و پس از آن با استفاده از رابطه ۱۱ این حجم نمونه اصلاح می‌گردد.

$$n_0 = \frac{\frac{Z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{Z^2 pq}{d^2} - 1 \right)} \quad (10)$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{n_0 - 1}{N} \right)} \quad (11)$$

که در آن n_0 حجم نمونه اولیه، n حجم نمونه تعدیل شده، N حجم نمونه آماری، d اشتباه مجاز (معمولاً ۰/۰۵)، Z مقدار متغیر نرمال با سطح اطمینان $1-\alpha$ ، p نسبت برخورداری از صفت مورد نظر و q نسبت عدم برخورداری از صفت مورد نظر می‌باشند. با توجه به حجم جامعه آماری (در حدود ۳۰۰ بهره‌بردار)، یک نمونه‌ی ۸۵ تایی جهت بررسی انتخاب گردید.

نتایج و بحث

شاخص‌های آماری مربوط به ستاده و نهاده‌های مورد استفاده در تولید خرما در جدول ۱ آمده است. ملاحظه می‌گردد که میانگین عملکرد خرما در حدود ۸/۵ تن بوده که از حداقل حدود ۲/۵ تا حداکثر ۱۷/۵ تن در نوسان می‌باشد. میانگین استفاده از نیروی کار در هر هکتار ۳۹/۲ نفر-روز بوده و در دامنه‌ی ۱۰ تا ۷۸ نفر-روز متغیر است. میانگین استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی در هر هکتار ۱۴ ساعت بوده و نشان‌دهنده‌ی آن است که بسیاری از فعالیت‌های تولید خرما توسط نیروی کار صورت می‌گیرد. وجود اختلاف زیاد در میزان عملکرد و همچنین میزان استفاده از نهاده‌های تولید این نکته را نمایان می‌سازد که استفاده از تکنیک DEA متداول با توجه به ضعف این روش در مقابل تغییر داده‌های ورودی و خروجی مناسب نبوده و استفاده از روش‌های اعمال شرایط عدم حتمیت اجتناب‌ناپذیر است.

البته استفاده از معیار ضریب تغییرات برای مقایسه‌ی نهاده‌ها و ستاده‌ها مناسب‌تر است. ملاحظه‌ی ضریب تغییرات نشان می‌دهد که بیشترین درصد ضریب تغییرات مربوط به نهاده‌ی ماشین‌آلات با ۱۰۹/۷ و پس از آن، به ترتیب نهاده‌های سطح زیرکشت با ۸۵/۴، آفت‌کش با ۸۲/۳ و آب آبیاری با ۸۰/۳ قرار دارند. در مطالعه‌ی مردانی و ضیایی (۱۳۹۵)، نهاده‌های آفت‌کش و سطح زیرکشت بیشترین درصد ضریب تغییرات به ترتیب با ۱۳۵ و ۱۹۵ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. بررسی ضریب نشان‌دهنده‌ی آن است که نهاده ماشین‌آلات کشاورزی نسبت به نهاده‌های نیروی کار، کود، آفت‌کش، سطح زیرکشت، تعداد درخت، تعداد شاخه‌ی نر جهت تلقیح و مقدار آب آبیاری به ترتیب ۲/۱، ۱/۶، ۱/۳، ۱/۳، ۳/۷، ۲ و ۱/۴ برابر پراکندگی بیشتری دارد.

اهواز استعمارن بوده که عملکرد آن در نخلستان‌ها به عنوان تنها خروجی مدل در نظر گرفته شد.

مدل شبیه‌سازی مونت کارلو

ارزیابی توانایی روش RDEA در مقابل داده‌های نامطمئن و بررسی میزان مقاومت این روش در مقابل تغییرات احتمالی در داده‌های ورودی و خروجی، از ضروریات اعتماد به این مدل می‌باشد. در این راستا، از مدل شبیه‌سازی مونت کارلو برای تولید اعداد تصادفی و ارزیابی مدل RDEA، استفاده شده است. این شبیه‌سازی یک الگوریتم محاسباتی است که از نمونه‌گیری تصادفی برای محاسبه نتایج استفاده نموده و دارای ۴ فاز اصلی است. در فاز اول که شامل ۳ گام است، مدل RDEA به ازای مقادیر مختلف ε و p حل شده و با توجه به مقادیر کارایی حاصله، کلیه واحدهای تصمیم‌گیری رتبه‌بندی شده و وزن‌های بهینه برای داده‌های ورودی و خروجی (u_i و v_i) استخراج می‌گردد. انجام این فاز به طور کامل در نرم افزار بهینه‌ساز GAMS کدنویسی و حل شد. روش بهینه‌سازی انتخاب شده برای حل این مدل عبارت از CONOPT4 بود که یک بهینه‌ساز برای حل مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی بزرگ مقیاس است. CONOPT4 بر اساس روش گرادین کاهش یافته عمومی (GRG) عمل نموده و در نرم‌افزار GAMS توسط شرکت مشاوره و توسعه ARKI در کشور دانمارک راه‌اندازی و توسعه داده شده است.

در فاز ۲، ابتدا بهترین توزیع احتمال برای هر یک از مجموعه داده‌های ورودی و خروجی با استفاده از نرم‌افزار Easyfit که یک افزونه در نرم‌افزار Excel است، برآزش می‌شود. پس از آن، اعداد تصادفی با توزیع از قبل تعیین شده برای هر یک از نهاده‌ها و ستاده‌ها تولید می‌شود.

در فاز ۳ با کمک اعداد تصادفی تولید شده و همچنین وزن‌های بهینه به دست آمده از حل مدل RDEA در فاز ۱، مقادیر کارایی مجدداً محاسبه شده و واحدهای تصمیم‌گیر مجدداً رتبه‌بندی می‌شوند. در آخرین فاز، میانگین درصد انطباق بین رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر در الگوی با داده‌های اصلی و شبیه‌سازی شده، محاسبه می‌شود.

جامعه‌ی آماری این مطالعه، کشاورزان نخل کار منطقه اهواز می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از کشاورزان با در نظر گرفتن جامعه آماری و استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده در سال ۱۳۹۷ حاصل شد. جهت تعیین حجم نمونه از مطالعه جیمز و همکاران (۴) برای داده‌های پیوسته (داده‌های قابل اندازه‌گیری) استفاده شد. در مطالعه‌ی آنان فرمول کوکران تعدیل شده و برای متغیرهای پیوسته و طبقه‌بندی شده به طور مجزا تعدیل شده است؛ بطوری که ابتدا با استفاده از رابطه ۱۰ حجم نمونه اولیه محاسبه شده

جدول ۱- خلاصه آماری مربوط به ستاده و نهاده‌های مورد استفاده در هر هکتار محصول خرما

Table 1 - Statistical summary of inputs and outputs per hectare of date products

	ستاده (Output)		نهاده (Input)						
	عملکرد Yield	نیروی کار Labor	کود شیمیایی Fertilizer	آفت‌کش Pesticide	ماشین‌آلات Machinery	سطح زیر کشت Area under cultivation	تعداد درخت The number of trees	تعداد شاخه نر جهت تلقیح The number of male plugs for insemination	آب‌آبیاری Irrigation water
واحد Unit	کیلوگرم Kg	(نفر-روز کار) Man-day	کیلوگرم Kg	لیتر Liter	ساعت Hour	هکتار Hectare	نفر Person	عدد Number	مترمکعب Cubic meter
میانگین Average	8424	39.2	312	8	14	3.7	106	118	52443
حداکثر Maximum	17500	78	800	24	48	11	182	250	136172
حداقل Minimum	2400	10	0	0	0	0.5	53	0	1401
انحراف معیار Standard deviation	3364	20.1	215	6.6	15.4	3.1	31.5	64	42129
درصد ضریب تغییرات Percentage coefficient of variation	39.9	51.2	69	82	110	85	29.7	54	80

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

به ۲۲/۶ درصد افزایش یافته که این امر به دلیل افزایش حفاظت الگو در مقابل داده‌های غیردقیق رخ داده است. بررسی کارایی فنی واحدهای تولیدکننده خرما نشان‌دهنده این است که در سطح احتمال ۱۰۰ درصد، ۸۵٪ بهره‌برداران دارای کارایی بالاتر از ۷۰٪ بوده، در حالی که در سطح احتمال ۱۰ درصد، ۷۶٪ بهره‌برداران کارایی بالاتر از ۷۰٪ دارند. احتمالاً یکی از مهمترین دلایل بالا بودن کارایی فنی واحدهای کشاورزی، دانش فنی کشاورزان در استفاده از فناوری‌های نه چندان پیشرفته کنونی با توجه به منابع موجود باشد. در مطالعه عبدپور و همکاران (۱) نیز ۴۴/۳ درصد کشاورزان کارایی فنی بالاتر از ۷۰٪ داشته‌اند.

جدول ۲ نتایج حاصل از برآورد کارایی فنی بهره‌برداران خرما در شهرستان اهواز در دو الگوی DEA و RDEA را نشان می‌دهد. این نتایج در سطح عدم اطمینان معین ۱۰ (E) درصد و سطوح احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود (p) به میزان ۱۰٪ و ۱۰۰٪ ارائه گردیده است. جهت سهولت ارائه نتایج، کارایی نخلستان‌های مورد بررسی بر اساس امتیاز کارایی آنها به ۶ طبقه در دامنه‌های کمتر از ۰/۶، ۰/۷-۰/۶، ۰/۸-۰/۷، ۰/۹-۰/۸، ۱-۰/۹ و تقسیم‌بندی شده و تعداد واحدهای موجود در هر طبقه به همراه شاخص‌های آماری آن در جدول ۳ آمده است. کارایی فنی واحدها در مدل RDEA در سطح احتمال یک درصد ($P=0.1$) از ۰/۲۹ تا ۱ در نوسان بوده و این اختلاف حاکی از عدم وجود برنامه‌ی مشخص توسط کشاورزان منطقه برای استفاده‌ی بهینه از نهاده‌های تولید و همچنین نشان‌دهنده این است که پتانسیل بالایی برای بهبود کارایی نخل کاران با تکنولوژی موجود وجود دارد. به طوری که، غیرکارترین کشاورزان می‌تواند کارایی فنی خود را به میزان ۷۱ درصد افزایش دهد. با توجه به جدول ۲ همچنین ملاحظه می‌گردد که با کاهش سطح احتمال از ۱۰۰ درصد به ۱۰ درصد، تعداد واحدهای دارای کارایی کامل، از ۵۱ به ۳۶ کاهش و ضریب تغییرات، از ۱۶/۷ درصد

جدول ۲- نتایج حاصل از برآورد کارایی فنی بهره‌برداران در سطح عدم اطمینان ۱۰ درصد و سطوح احتمال ۱۰ و ۱۰۰ درصد

Table 2- Results of estimation of technical efficiency of the farmers at the level of uncertainty of 10% and probability levels of 100 and 10%

طبقات	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	فراوانی	درصد ضریب تغییرات
Category	Average	Maximum	Minimum	Standard deviation	Frequency	Percentage coefficient of variation
	DEA(P=1)					
و کمتر 0.6	0.5	0.6	0.4	0.1	7	14.8
0.6-0.7	0.6	0.7	0.6	0.03	5	4.9
0.7-0.8	0.8	0.8	0.7	0.03	5	4.1
0.8-0.9	0.9	0.9	0.8	0.02	9	2.7
0.9-1	1	1	0.9	0.02	8	2.9
1	1	1	1	0	51	0
مجموع	0.9	1	0.4	0.2	85	16.7
(Sum)						
	RDEA (P=0.1)					
و کمتر 0.6	0.5	0.6	0.3	0.1	12	14.7
0.6-0.7	0.7	0.7	0.6	0.03	8	4.9
0.7-0.8	0.7	0.8	0.7	0.02	10	3.5
0.8-0.9	0.8	0.9	0.8	0.03	6	4.1
0.9-1	1	1	0.9	0.02	13	2.5
1	1	1	1	0	36	0
مجموع	0.9	1	0.3	0.2	85	22.6
(Sum)						

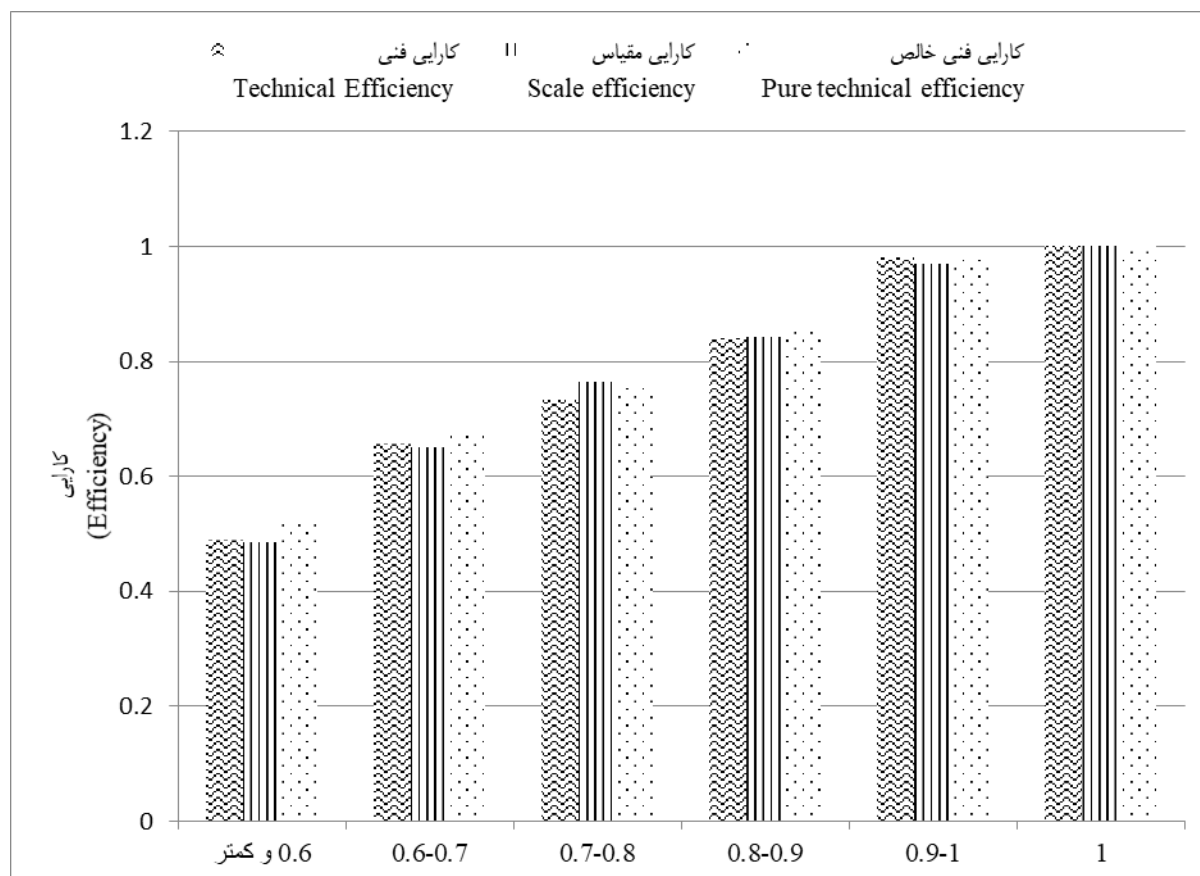
منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

معتقدند که مهمترین علت ناکارایی فنی، بهینه نبودن مقیاس واحدهای تولیدی است. واحدهای دارای کارایی فنی کامل (۱۰۰ درصد)، هم از نظر مدیریتی (کارایی فنی خالص) و هم از نظر مقیاس، در سطح بهینه بوده و لذا نیاز به استفاده بیشتر از نهاده‌های تولید ندارند.

میانگین مقدار مصرف واقعی و بهینه‌ی نهاده‌ها و همچنین درصد تغییرات مصرف آن‌ها در سه سطح احتمال انحراف محدودیت ۱۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد در جدول ۳ آمده است. ملاحظه می‌گردد که با افزایش احتمال انحراف محدودیت، میانگین مصرف بهینه‌ی نهاده‌ها افزایش یافته و لذا درصد تغییر مصرف نهاده‌ها در حالت بهینه نسبت به حالت واقعی کاهش و از میزان ناکارایی کاسته شده است. بیشترین میزان تغییر مصرف نهاده در حالت بهینه نسبت به حالت واقعی مربوط به نهاده‌ی ماشین آلات بوده و حاکی از ناکارایی بالای استفاده از این نهاده است. هرچند این نهاده نسبت به سایر نهاده‌ها در تولید محصول خرما به مقدار کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما چون شخم به موقع نقش مهمی در عملکرد خرما دارد (۱۱)، می‌توان با مدیریت استفاده‌ی بهینه از ماشین آلات، کارایی را افزایش داد.

نمودار کارایی فنی، کارایی مقیاس و کارایی فنی خالص بهره‌برداران خرما در شکل ۱ آمده است. ملاحظه می‌گردد که میانگین کارایی فنی خالص تقریباً در تمامی طبقات، بالاتر از میانگین کارایی فنی و کارایی مقیاس است. این امر نشان‌دهنده‌ی قابلیت و مهارت بالای خرماکاران شهرستان اهواز در تولید خرما بوده که با افزایش دانش فنی بهره‌برداران و مدیریت بهتر استفاده از نهاده‌ها برای رسیدن به حداکثر میزان تولید، کارایی را تا رسیدن به مرز کارایی تولید ارتقا می‌دهد. پایین بودن کارایی مقیاس و کارایی فنی به معنی یکسان نبودن تلاش بهره‌برداران برای تولید یک مقدار مشخص محصول با کمترین میزان مصرف نهاده بوده و مهمترین دلیل ناکارایی فنی، مقیاس غیر بهینه‌ی واحدهای تولیدی است. بنابراین، نیاز به تغییرات کوچک و برنامه‌ریزی دقیق برای کارا نمودن واحدهای تولیدی از طریق حرکت به سمت مقیاس بهینه احساس می‌شود. مردانی و ضیائی (۱۷) نیز نشان دادند که میانگین کارایی فنی خالص در تمام سطوح احتمال P و عدم اطمینان معین، از میانگین کارایی فنی بیشتر است. محبان و همکاران (۱۹) نیز در مطالعه‌ی خود به این نتیجه رسیدند که کارایی فنی خالص از کارایی مقیاس بیشتر بوده و محققین



شکل ۱- میانگین کارایی‌های فنی، کارایی مقیاس و کارایی فنی خالص در سطح عدم اطمینان ۱۰ درصد و سطح احتمال ۱۰ درصد در الگوی RDEA

Figure 2- Average technical efficiency, scale efficiency and pure technical efficiency at 10% uncertainty level and 10% probability level in RDEA model

برخوردار است.

در شکل ۲ درصد کاهش مصرف نهاده‌ها نسبت به مقدار واقعی، در سطح احتمال انحراف از محدودیت ۸۰ درصد و در سطوح اطمینان معین مختلف از ۵ تا ۳۰ درصد آمده است. مشاهده می‌شود که با افزایش سطح اطمینان معین از ۵ به ۳۰ درصد، درصد کاهش مصرف بهینه‌ی تمامی نهاده‌ها نسبت به مقدار واقعی، کاهش یافته و نهاده‌ها به طور کارتری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

همچنین دیده می‌شود که نهاده‌های ساعات کار ماشین‌آلات، آفت‌کش و کود دارای کمترین کارایی بوده و بنابراین جهت نیل به کارایی این نهاده‌ها، بایستی به استفاده مناسب از این نهاده‌ها مبادرت نمود. لذا پیشنهاد می‌گردد متولیان امر، به ارائه‌ی یک برنامه اساسی برای افزایش کارایی مصرف این نهاده‌ها بپردازند. با توجه به جدول، کمترین درصد کاهش استفاده از نهاده‌ها نسبت به مقدار واقعی، مربوط به تعداد درخت و زمین بوده و در نتیجه، این دو نهاده دارای بالاترین کارایی در استفاده می‌باشد.

در همین رابطه در محصول گندم، مردانی و ضیایی (۱۷) نشان دادند که نهاده‌های زمین و آفت‌کش ناکاراترین نهاده‌های تولید هستند. بهره برداران خرما در منطقه‌ی مورد مطالعه در سطح احتمال انحراف ۸۰ و ۱۰۰ درصد، دارای بیشترین درصد عدم کارایی به ترتیب در بکارگیری ماشین‌آلات به میزان ۰/۲۲ و ۰/۳۳ و مصرف آفت‌کش با ۰/۱ و ۰/۲ می‌باشند. بنابراین می‌توان با کاهش ۲۲ و ۳۳ درصد در ساعات بکارگیری ماشین‌آلات و ۱۰ و ۲۰ درصد کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها، بدون کاهش تولید، هزینه‌ها را کاهش داده و به مرز تولید در مقایسه با بهره برداران کارا رسید. کمترین مقدار عدم کارایی مربوط به تعداد درخت در هر هکتار بوده و نشان می‌دهد که تولیدکنندگان خرما منطقه‌ی مورد مطالعه در این زمینه کارا عمل نموده و این امر ناشی از مهارت بالای آن‌ها در احداث نخلستان است. از آن جا که درخت نخل دارای عمر طولانی بوده و امکان جا به جایی آن بعد از شروع دوران بازده اقتصادی میسر نبوده و به دلیل ارتفاع زیاد درختان توصیه می‌گردد که درختان باغ همسن باشند، لذا کارایی بالای بهره برداران در انتخاب فاصله‌ی درختان از اهمیت فوق‌العاده‌ای

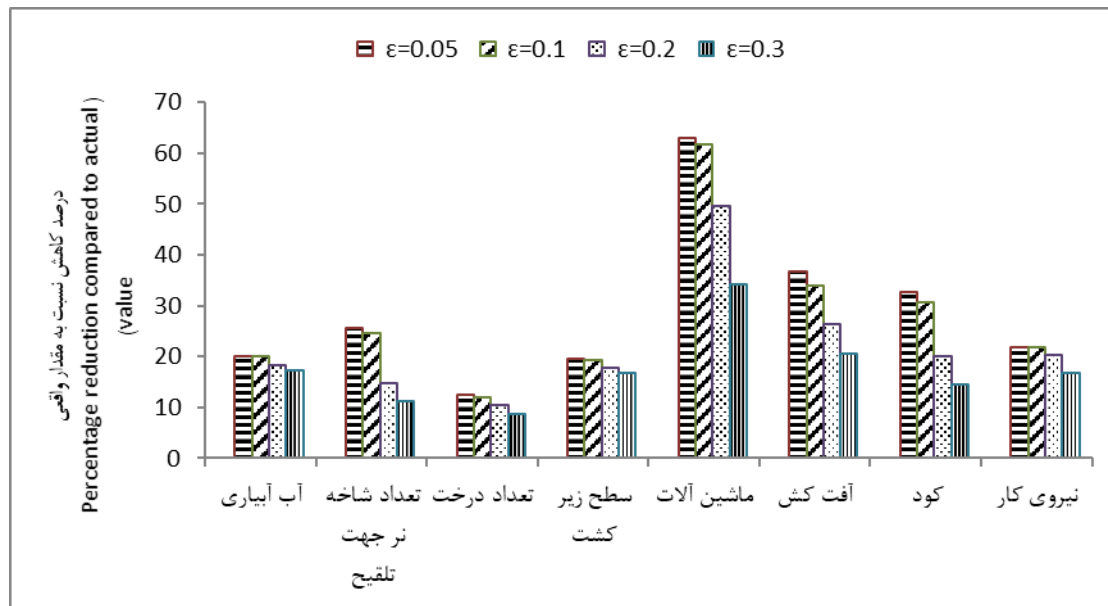
جدول ۳- میانگین مقادیر واقعی و بهینه و درصد تغییر نسبت به مقدار واقعی در سطوح احتمال انحراف از محدودیت‌های متفاوت و در سطح اطمینان $\varepsilon=0.2$

Table 3- The average of actual and optimal values and percent change over the actual value at the probability level of constraints deviation and at the confidence level $\varepsilon=0.2$

	سطح احتمال Probab ility level	نیروی کار Labor	کود شیمیایی Fertili zer	آفت‌ک ش Pestic ide	ماشین‌آ لات Machi nery	سطح زیر کشت Area under cultivation	تعداد درخت The number of trees	تعداد شاخه نر جهت تلقیح The number of male plugs for insemination	آب‌آبیاری Irrigation water
میانگین مقادیر واقعی Actual value averag e of	P=1	39.1	314	8	13.9	3.7	106	117	52429
میانگین مقادیر بهینه Optima l value averag e of		35.2	289	7.2	10.8	3.3	101	110	47782
درصد تغییرات Percent age of variati on		-11.1	-8.4	-11.5	-29.4	-11.1	-5.6	-6.4	-9.7
میانگین مقادیر بهینه Optima l value averag e of	P=0.8	32.5	261	6.4	9.3	3.1	96	102	44296
درصد تغییرات Percent age of variati on		-20.3	-20	-26.3	-49.5	-17.9	-10.4	-14.8	-18.4
میانگین مقادیر بهینه Optima l value averag e of	P=0.1	31.1	234	6	8.9	3	93	90	42723
درصد تغییرات Percent age of variati on		-25.5	-34.3	-33.4	-56.1	-25.1	-14.7	-30.3	-22.7

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings



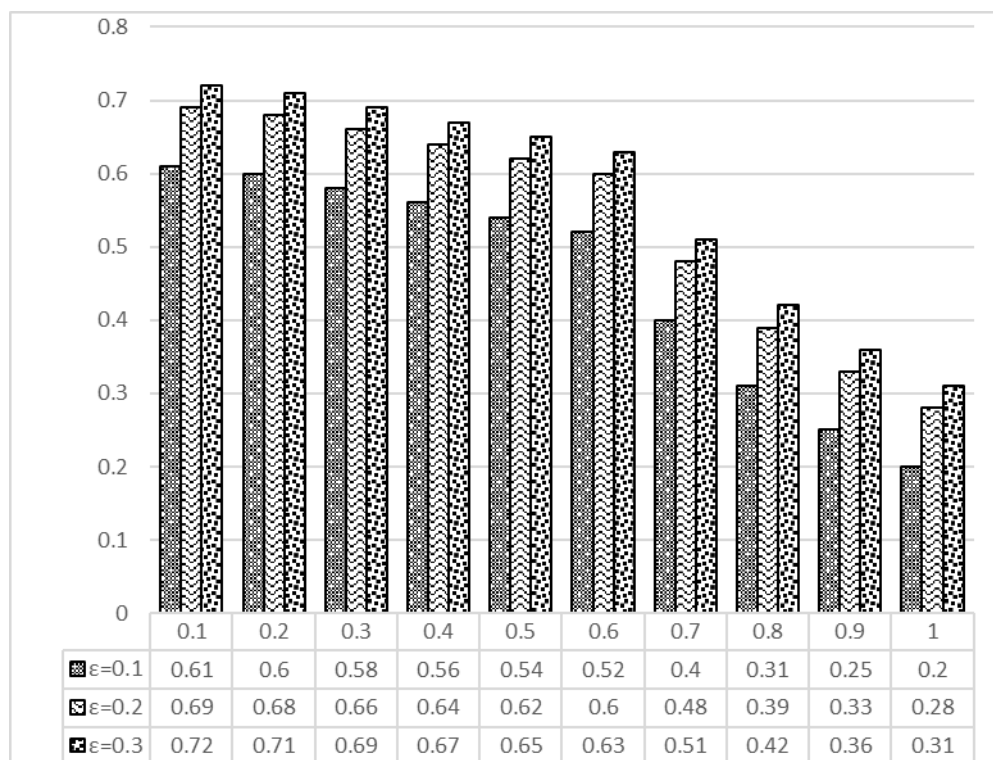
شکل ۲- درصد کاهش نهاده‌ها نسبت به مقدار واقعی در $P=0.8$ و سطوح اطمینان مختلف

Figure 2- The percent reduction in inputs relative to the actual value at $P = 0.8$ and various confidence levels

اعداد تصادفی، حدود هفت هزار رتبه‌بندی (۷۰ درصد) دقیقاً با رتبه‌بندی اولیه مطابقت دارد. ملاحظه می‌گردد که با افزایش سطح احتمال، درصد انطباق در حال کاهش است؛ به طوری که در سطح عدم اطمینان معین ۱۰ درصد، درصد انطباق از حدود ۶۰ درصد در سطح احتمال ۱۰ درصد به حدود ۲۰ درصد در سطح احتمال ۱۰۰ درصد (مدل DEA معمولی) کاهش یافته است. همچنین، مشخص گردید که با افزایش میزان سطح عدم اطمینان معین، میانگین درصد انطباق، افزایش خواهد یافت. وجود ۶۰ تا ۷۰ درصد انطباق در سطوح بالای محافظه‌کاری (سطوح پایین احتمال p)، حکایت از توانمندی بالای مدل RDEA در مواجهه با مسئله عدم حتمیت در ارزیابی کارایی تولیدکنندگان خرما شهرستان اهواز دارد. این نتیجه با مطالعات مردانی و ضیایی (۱۷) و مردانی و صبوچی (۲۱) هم‌خوانی دارد. البته تفاوت اصلی این مطالعه با مطالعات مذکور در نحوه تولید اعداد تصادفی است. به طوری که در مطالعه حاضر، برای تولید اعداد تصادفی از توزیع احتمال داده‌های ورودی و خروجی استفاده شده در حالی که در مطالعات مذکور، از توزیع دلخواه (یکتواخت یا نرمال) استفاده شده است. استفاده از بهترین توزیع احتمالی برازش شده برای هر یک از داده‌های ورودی و خروجی، منجر به قابلیت اعتماد بالاتر نتایج شبیه‌سازی مونت کارلو خواهد بود (۱۹).

در مطالعه عبیدور و همکاران (۲) ناکارترین نهاده‌ها شامل کود حیوانی، کود شیمیایی، ماشین‌آلات و آب به ترتیب با عدم کارایی‌های ۳۷/۴۱، ۲۹/۴۷ و ۲۶/۱۳ درصد می‌باشد. اوحدی و همکاران (۲۰) نیز نشان دادند که نهاده‌های آب و کود شیمیایی به ترتیب با ۳۴ و ۴۰ درصد مازاد، بالاترین درصد ناکارایی در مصرف را به خود اختصاص داده، ولی میزان نهاده‌های کود دامی و سم به مقدار بهینه نزدیک‌تر است.

جهت اعتبارسنجی مدل RDEA از روش شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده گردید. در این راستا، بهترین برازش برای توزیع احتمال هر یک از داده‌های ورودی و خروجی تعیین و ۱۰۰۰۰ مجموعه داده تصادفی برای هر مشاهده تولید شد. سپس با استفاده از وزن‌های بهینه حاصله از حل مدل RDEA، به رتبه‌بندی مجدد واحدها با استفاده از داده‌های تصادفی پرداخته شد. پس از آن، این رتبه‌بندی‌ها با رتبه‌بندی اولیه مقایسه شده و در صورت وجود اختلاف، به عنوان عدم انطباق ثبت می‌گردد. هر چه میزان این عدم انطباق بیشتر باشد، نشان از عدم توانایی مدل در مواجهه با مسئله عدم حتمیت دارد. شکل ۳ نتایج این شبیه‌سازی را برای سطوح متفاوت احتمال انحراف از محدودیت (P) و سطح عدم اطمینان معین (ϵ) نشان می‌دهد. به عنوان نمونه، در سطح احتمال $p=0.1$ و $\epsilon=0.1$ ، درصد انطباق حدود ۷۰ است. بدین معنی که که از ده هزار رتبه‌بندی ایجاد شده با



شکل ۳- نتایج حاصل از شبیه‌سازی مونت کارلو در اعتبارسنجی مدل RDEA
Figure 3- Results of Monte Carlo simulation in validating the RDEA model

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعه‌ی حاضر با هدف برآورد کارایی‌های فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس تولیدکنندگان خرما شهرستان اهواز با استفاده از دو الگوی RDEA و DEA برای برنامه‌ریزی منطقه‌ی در جهت مدیریت تولید این محصول و همچنین نحوه‌ی مصرف بهینه‌ی منابع تولید با هدف افزایش کارایی تولید صورت گرفته است. جهت بررسی و مقایسه کارایی‌های فنی، کارایی مقیاس و کارایی فنی خالص در محدوده نخلستان‌های تحت بررسی، تعداد ۸ نهاد و ۱ ستاده در نظر گرفته شد. مقادیر سه نوع کارایی فنی، کارایی مقیاس و کارایی فنی خالص در سطح عدم اطمینان معین ۱۰ درصد و سطوح احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود (P) به میزان ۱۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪، نشان داد که میانگین کارایی فنی خالص در تمام سطوح احتمال P و عدم اطمینان معین، بالاتر از میانگین کارایی فنی است. این امر نشان‌دهنده‌ی قابلیت و مهارت بالای تولیدکنندگان خرما شهرستان اهواز است. کارایی مقیاس و کارایی فنی پایین به این معنی است که اغلب زارعین از نظر تلاش برای تولید محصول مشخص با کمترین نهاد، دارای شرایط یکسان نبوده‌اند. جهت افزایش کارایی فنی نخلستان‌های خرما پیشنهاد می‌گردد با استفاده‌ی مطلوب از

تکنولوژی موجود، کارایی را تا رسیدن به مرز کارایی تولید ارتقا داده و همچنین زمینه‌ی ارتباط نخل‌کاران موفق جهت انتقال تجربیات و روش‌های مورد استفاده آنان به سایر نخلکاران جهت کاهش ناکارایی در مصرف نهاده‌ها، فراهم گردد.

بیشترین درصد تغییر مصرف نهاده‌ها در حالت بهینه نسبت به مصرف واقعی در سطوح احتمال متفاوت و در $\epsilon=0/2$ مربوط به نهاده‌ی ماشین‌آلات بوده که حاکی از ناکارایی بالای این نهاد است. در این خصوص، توصیه می‌شود بر اساس اهمیت نهاده‌ها، به اصلاح ساختار استفاده از آنها پرداخته شود. در این راستا، دولت و مسئولان ذی‌ربط بایستی با فراهم نمودن خدمات توسعه‌ای و ترویجی در زمینه استفاده‌ی بهینه از نهاده‌ها و ارائه راهنمایی‌های ترویجی کشاورزان را یاری نمایند. شبیه‌سازی الگوی RDEA نشان داد که این الگو از انعطاف‌پذیری بسیار بالایی در مقابل داده‌های غیردقیق برخوردار است. از این رو، با توجه به مسئله‌ی عدم حتمیت در فرایند تولید محصولات کشاورزی و عدم توانایی کشاورزان در کنترل این عدم حتمیت، استفاده از نتایج الگوی RDEA برای انجام مراحل اصلاح‌سازی رفتار غیربهینه‌ی کشاورزان ناکارا در منطقه مورد مطالعه توصیه می‌شود.

- 1- Abdpour A., Asadabadi E., and Fami H.S. 2017. Analysis Factors Affecting Date Production Efficiency in Bam County: With DEA Approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research* 48: 507-518.
- 2- Ahmad Z., and Jun M. 2015. Agricultural Production Structure Adjustment Scheme Evaluation and Selection Based on DEA Model for Punjab (Pakistan). *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)*, 22: 87-91.
- 3- Banker R.D., Charnes A., and Cooper WW. 1984. Some models for estimation technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30: 1078-1092.
- 4- Bartlett J.E., Kotrlik J.W., and Higgins C.C. 2001. Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal* 19: 43-50.
- 5- Bertsimas D., and Sim M. 2004. The price of robustness. *Operations Research* 52: 35-53.
- 6- Boubacar O., Hui-qiu Z., Rana M.A., and Ghazanfar S. 2016. Analysis on Technical Efficiency of Rice Farms and Its Influencing Factors in South-western of Niger. *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)* 23: 67-77.
- 7- Charnes A., Cooper W.W., Golany B., and Seiford L. 1985. Foundation data envelopment analysis of Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics* 30: 91-107.
- 8- Despotis D.K., Maragos E.K., and Smirlis Y.G. 2006. Data envelopment analysis with missing values: An interval DEA approach. *European Journal of Operational Research* 140:24-36.
- 9- Dupacova J., Growe-Kuska N., and Romish W. 2003. Scenario reduction in stochastic programming: an approach using probability metrics. *Mathematical Programming Series A* 95:493-511.
- 10- Han Y., Geng Z., Zhu Q., and Qu Y. 2015. Energy efficiency analysis method based on fuzzy DEA cross-model for ethylene production systems in chemical industry. *Energy* 83:685-95.
- 11- Hoseini Y, Mohebbi A, Pouzeshnezhad M, Basirat M, Rejali F. 2017. Integrated management of soil fertility and nutrition of palm plants, Ministry of Agricultural Jihad, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Soil and Water Research Institute 1: 45-55.
- 12- Hory M., and Haghayeghi A. 2010. Effects of irrigation interval and depth on fruit quantitative and qualitative characteristics of Barhee date palm *Phoenix dactylifera* *Quarterly Journal of Water and Soil Conservation (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources)* 18: 101-117.
- 13- Karimifard S., Abdeslahi A., and Moghdasi R. 2010. Investigating the issues of marketing and export of dates in Khuzestan province. *Journal of Agricultural Economics Researches* 4: 153-169.
- 14- Khuzestan Agricultural Jihad Organization. 2014. Statistical Yearbook. 2014. Management of Horticultural Affairs.
- 15- Lertworasirikul S., Shu-Cherng F., Joines J.A, and Nuttle H.L.W. 2003. Fuzzy data envelopment analysis (DEA): A possibility approach. *Fuzzy Sets and Systems* 139: 379-394.
- 16- Mardani M., Sargazi A., and Sabouhi M. 2013. Determination of the Efficiency of Sistan Wheat Farms Using Incorporation Optimization Model with Degree of Conservatism Control Parameters and Data Envelopment Analysis (RDEA) *Agricultural Economics & Development* 27: 180-187.
- 17- Mardani M., and Ziaee S. 2016. Determining the Efficiency of Irrigated Wheat Farms in Neyshabur County under Uncertainty *Agricultural Economics & Development* 30: 136-147.
- 18- Moheban P., Mousavi S.N., Najafi B. 2015. Efficiency of Agricultural Processing Industry in Iran. *Journal of Agricultural Economics Research* 8: 79-100.
- 19- Ohadi N., Akbari A., and Shahraki J. 2015. Data envelopment analysis method usage for efficiency determination of pistachio growers in Sirjan. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research* 46: 51-60.
- 20- Pask F., Lake P., Yang A., Tokos H., and Sadhukhan J. 2017. Sustainability indicators for industrial ovens and assessment using Fuzzy set theory and Monte Carlo simulation. *Journal of Cleaner Production* 140: 1217-1225.
- 21- Sabouhi M., and Mardani M. 2017. Linear robust data envelopment analysis: CCR model with uncertain data. *International Journal of Productivity and Quality Management* 22: 262-280.
- 22- Shokouhi A.H., Hatami-Marbini A., Tavana M., and Saati S. 2010. A robust optimization approach for imprecise data envelopment analysis. *Computers and Industrial Engineering* 59:387-397.
- 23- Toma E., Dobre C., Dona I., and Cofas E. 2015. DEA Applicability in Assessment of Agriculture Efficiency on Areas with Similar Geographically Patterns. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 6: 704-711.
- 24- Tsionas E.G. 2003. Combining DEA and stochastic frontier models: An empirical Bayes approach. *European Journal of Operational Research* 147: 499-510.
- 25- Yu J.R., Tzeng Y.C., Tzeng G.H., Yu T.Y., and Sheu H.J. 2004. A fuzzy multiple objective programming to DEA with imprecise data, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness & Knowledge-Based Systems* 12: 591-600.



Evaluating Uncertainty of Palm Trees Efficiency in Ahvaz County: Application of Robust Data Envelopment Approach and Monte Carlo Simulation

M. Mardani Najafabadi^{1*}– A. Abdeslahi²

Received: 18-03-2019

Accepted: 22-07-2019

Introduction: Date is one of the strategic and economic horticultural products in Iran due to its important role in gross domestic product, employment and export. Therefore, investigating the efficiency of date producers and trying to improve their efficiency through optimum use of resources have special importance. Several techniques are used to evaluate efficiency of decision making units (DMUs). Data Envelopment Analysis (DEA) is recognized as a methodology, widely used to evaluate the relative efficiency of a set of DMUs. Although, DEA is a powerful tool for measuring efficiency, there are some restrictions to be considered. One of the important restrictions involves the sensitivity of DEA to uncertainty of the data in analysis. In this research, the linear robust optimization framework of Bertsimas and Sim (2004) was applied in DEA with uncertain data.

Materials and Methods: Data envelopment analysis (DEA) traditionally assumes that input and output data of different DMUs are measured with precision. However, in many real applications, inputs and outputs are often imprecise. This paper applied a robust data envelopment analysis (RDEA) model using imprecise data represented by uncertain set in estimating the efficiency of date producers. The method is based on the robust optimization approach of Bertsimas and Sim (2004) to seek maximization of efficiency under uncertainty (as does the original DEA model). In this approach, it is possible to alter the degree of conservatism to let decision maker know the trade-off between constraint's protection and its efficiency. The method incorporates the degree of conservatism in maximum probability bound for constraint violation. 85 date producers were selected by simple random sampling and necessary data were collected by completing a questionnaire.

Results and Discussion: In this section, the results of evaluating date producers are presented which consists of eight inputs and one output. For denoting input and output data uncertainty, ten given maximums of constraint's violation probability were considered with respect to nominal values: 10%, 20%,...100% (i.e. we used $\Gamma = 0.10, 0.20, \dots 1.00$). The results revealed that Gamma value decreases as the probability of constraint violation increases. The RDEA model result showed how efficiency declines as the level of conservatism of solution increases or as the constraint violation probability decreases. According to the method, if all Gammas equal 0, then robust and original DEA models are the same. The most difference between mean of optimal and actual amount of inputs is related to four inputs including machinery, fertilizer, pesticide, and irrigation water in both DEA and RDEA models. In this regard, the government and other relevant authorities should provide producers with extension services to help them optimize inputs. The average technical efficiency for this category of producers is estimated at 90%, and this result indicates a relatively high level of technical knowledge of farmers in using current technologies. In simulating violation probabilities ranging from 0.1 to 1.0 (at a constant the level of ϵ), percentages of average conformity are quite high.

Conclusion: Evaluating the performance of many activities by a traditional DEA approach requires precise input and output data. However, input and output data in real-world are often imprecise or vague. To deal with imprecise data, this study used a robust optimization approach as a way to quantify imprecise data in DEA models. It is shown that the Bertsimas and Sim (2004) approach can be a useful tool in DEA models without introducing additional complexity into the problem (we called robust data envelopment analysis (RDEA)). A case study of Ahvaz county date producer is presented to illustrate reliability and flexibility of the model. The problem was solved for a range of given uncertainty and constraint violation probability levels using the GAMS software. This case suggests that our approach identifies the tradeoff between levels of conservatism and efficiency. As a result, efficiency decreases as the constraint violation probability increases. Additionally the

1 and 2- Assistant Professor and Associate Professor of Agricultural Economics, Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

(*- Corresponding Author Email: M.mardani@asnrukh.ac.ir)

RDEA approach provides both a deterministic guarantee about the efficiency level of the model, as well as a probabilistic guarantee that is valid for all symmetric distributions.

Keywords: Data product, Monte Carlo simulation, Robust data envelopment analysis, Uncertainty

ارزیابی هزینه- اثربخشی سیاست اعطای کمک بلاعوض سامانه‌های آبیاری تحت فشار در حفاظت از منابع آب زیرزمینی

محمد علی روشن‌فر^۱ - حمید امیرنژاد^۲ - حامد نجفی علمدارلو^۳ - بیژن نظری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸

چکیده

برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در سال‌های اخیر موجب بدتر شدن وضعیت این منابع ارزشمند شده است. یکی از دشت‌های ممنوعه کشور که شاهد افت شدید سطح تراز آب زیرزمینی بوده است، دشت قزوین می‌باشد. امروزه سیاست‌های مختلفی به منظور حفاظت از منابع آب زیرزمینی در جهان رایج است. از جمله سیاست‌هایی که در کشور ما نیز برای صرفه‌جویی آب آبیاری و حفاظت منابع آب تأکید زیادی بر آن شده و در قانون برنامه پنجم توسعه نیز بدان اشاره شده است، اعطای کمک بلاعوض سامانه‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد. در مطالعه حاضر تلاش شده است با تشکیل یک مدل ریاضی بهینه‌سازی پویا و معادله تعادل آب زیرزمینی در آن تأثیر اجرای این سیاست بر صرفه‌جویی آب توسط کشاورزان و حفاظت آب زیرزمینی در دشت قزوین ارزیابی گردد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سهم پرداخت کمک بلاعوض سامانه آبیاری و در نتیجه بهبود کارایی آبیاری، مصرف کل آب سطحی و زیرزمینی در کل منطقه کاهش یافته و موجب صرفه‌جویی آب می‌شود. این نتیجه‌گیری برای پمپاژ آب زیرزمینی نیز صادق بود. لذا، اجرای این سیاست برای کاهش پمپاژ آب اثربخش تشخیص داده شد. از سوی دیگر، به علت کاهش نفوذ آب به عمق با افزایش سهم پرداخت دولت، کسری ذخیره آبخوار کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، اجرای این سیاست منجر به حفاظت از منابع آب زیرزمینی نمی‌شود و بررسی معیار هزینه- اثربخشی نشان داد که این سیاست برای حفاظت آب زیرزمینی اثربخش نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت فشار، بهینه‌سازی پویا، دشت قزوین، سیاست کمک بلاعوض، هزینه- اثر بخشی

مقدمه

احتساب کارایی ۸۵ درصد انتقال و توزیع آب، میانگین کارایی آب در بخش کشاورزی را ۴۸ درصد محاسبه نمودند. به اعتقاد کارشناسان از آنجایی که بخش قابل توجهی از آب حین مصرف هدر می‌رود، مؤثرترین و کاربردی‌ترین راه برای سازگاری با کمبود آب برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است (۲). در این راستا بر استفاده از سامانه‌های تحت فشار و مدرن آبیاری برای بهبود کارایی مصرف آب تأکید زیادی می‌شود.

برای تعادل بخشی به منابع آب و جبران کمبود آب لازم است که دولت‌ها سیاست‌هایی را برنامه‌ریزی کنند. در این راستا، اتخاذ سیاست‌های حمایتی در این بخش ضرورتی اجتناب ناپذیر است (۱۱). از جمله ابزارهای اقتصادی مدیریت تقاضای آب کشاورزی مشوق‌های بهبود کارایی آبیاری است. امروزه سیاست‌های پرداخت بابت توسعه تکنولوژی‌های مدرن آبیاری مورد استقبال زیادی قرار گرفته است و به طور فراوان در ادبیات علمی جهان به عنوان یک ابزار سیاستی به منظور تشویق کشاورز به صرفه‌جویی آب در سطح مزرعه از آن یاد

کمبود آب در کشور یک مسأله جدی است. وجود شکاف میان عرضه و تقاضای آب و چاره‌اندیشی برای آن به یکی از اصلی‌ترین مسائل حاکمیت تبدیل شده است. دولت‌های مختلف برای کاهش این شکاف تدابیر متعددی را اتخاذ کرده‌اند. نگاهی به آمارها و گزارشات حاکی از بهره‌روی پایین استفاده از آب به خصوص در بخش کشاورزی می‌باشند. حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی حدود ۵۰ درصد حجم منابع آبی تجدیدپذیر محاسبه شده است (۲۰). عباسی و همکاران (۱) متوسط کارایی آب در مزرعه در کشور را ۵۶ درصد و با

۱ و ۲- به ترتیب داوطلب دکتری تخصصی و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(*) نویسنده مسئول: (Email: amirnejad@yahoo.com)

۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

شده است (۲۹).

در کشور ما نیز اخیراً به سیاست‌های مشوق سامانه‌های نوین آبیاری توجه ویژه‌ای شده است. به همین خاطر در قوانین و اسناد بالادستی کشور به طور خاص بر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری تأکید شده است. به عنوان مثال، ماده ۳۱ از بخش ۷ قانون برنامه ششم توسعه جمهوری اسلامی برای حصول اهداف بندهای ششم و هفتم سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی در پایان برنامه شاخص‌های کمی را بیان داشته است که از جمله افزایش سالانه ۵۰۰ هزار هکتار مساحت زمین‌های مجهز به سامانه‌های نوین آبیاری و شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی می‌باشد. بند «ب» از ماده ۳۵ بخش ۸ قانون برنامه ششم توسعه نیز دولت را مکلف به توسعه روش‌های آبیاری نوین به منظور مقابله با بحران کم‌آبی، پایداری و افزایش تولید در بخش کشاورزی، تعادل بخشی به سفره‌های زیرزمینی و ارتقای بهره‌وری و جبران تراز آب نموده است و در تبصره آن دولت موظف شده است که حداقل هشتاد و پنج درصد (۸۵٪) هزینه‌های توسعه روش‌های آبیاری نوین را در قالب بودجه سالانه تأمین و پرداخت کند (۲۵). از این رو، باور عمومی بر این است که با سرمایه‌گذاری در بهبود کارایی آبیاری می‌توان به صرفه‌جویی آب و در نتیجه بهتر شدن وضع منابع آب زیرزمینی کمک کرد. اما تأثیر این سرمایه‌گذاری و مشوق‌ها بر صرفه‌جویی آب و حفاظت از منابع آب زیرزمینی کمتر مورد مطالعه بوده است.

مطالعات مختلفی در کشور به مدیریت منابع آب زیرزمینی و بررسی و اثر اتخاذ سیاست‌ها بر این منابع پرداخته‌اند. از این جمله می‌توان به مطالعات زیر اشاره داشت: بلالی و همکاران (۴) نقش قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب زیرزمینی را در دشت بهار همدان بررسی کردند و نتیجه گرفتند که افزایش در قیمت آب می‌تواند منجر به بهبود کارایی آب آبیاری و افزایش عمر آبخوان گردد. آنها پیشنهاد کردند که این افزایش در قیمت آب بایستی همراه با سیاست‌های مکمل اقتصادی صورت بگیرد تا بتواند کاهش درآمد کشاورز را به حداقل برساند. باریکانی و همکاران (۵) بهره‌برداری بهینه از منابع آب سطحی و زیرزمینی در دشت قزوین بررسی کرده و تغییرات الگوی کشت بهینه را تحت سناریوهای مختلف نرخ بهره بررسی کردند. آنها میزان اضافه برداشت آب زیرزمینی در شرایط استفاده بهینه از آبخوان را سالانه ۱۳۵ میلیون متر مکعب محاسبه کردند. نجفی علمدارلو و همکاران (۱۹) به ارزیابی اقتصادی سیاست قیمت‌گذاری آب زیرزمینی در دشت ورامین پرداخته نشان دادند که افزایش در قیمت آب می‌تواند منجر به کاهش استخراج آب زیرزمینی شده و بیابان آب زیرزمینی را بهبود دهد. آنها استفاده از یارانه سامانه آبیاری مدرن را برای بهبود کارایی پیشنهاد کردند. وحدت ادب و بلالی (۳۱) تأثیر سیاست‌های قیمت‌گذاری آب آبیاری و اعطای تسهیلات مالی دولت بر پذیرش تکنولوژی آبیاری

تحت فشار در دشت بهار همدان را به روش پویایی سیستم مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که افزایش قیمت آب سودآوری کشت به روش سامانه آبیاری تحت فشار را نسبت به سامانه آبیاری سنتی افزایش می‌دهد. همچنین افزایش اعطای تسهیلات مالی برای استفاده از آبیاری تحت فشار پذیرش تکنولوژی آبیاری تحت فشار را افزایش می‌دهد. زارع و همکاران (۳۸) به منظور بررسی توسعه سامانه‌های مدرن آبیاری بر تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی خراسان رضوی معادله تعادل آب‌های زیرزمینی منطقه را شبیه‌سازی نمودند. بر این اساس توسعه سامانه‌های نوین آبیاری به تنهایی به تعادل آب‌های زیرزمینی منجر نخواهد شد. بلکه بهبود راندمان آبیاری و کنترل سطح زیر کشت همزمان باید تحقق یابد. باقری و همکاران (۳) در بررسی سیاست قیمت‌گذاری آب زیرزمینی را بر حفظ و پایداری آبخوان مهیار شمالی حوزه زاینده رود نتیجه گرفتند که با اعمال سیاست قیمت‌گذاری آب و گسترش سطح زیر کشت سامانه آبیاری تحت فشار متغیرهای هیدرولوژیکی بهبود می‌یابند و در طول زمان آب بیشتری در سال‌های انتهایی برنامه‌ریزی باقی خواهد ماند.

در ادبیات علمی جهان نیز مطالعات متعددی به بررسی سیاست‌های حفاظت منابع آب زیرزمینی پرداخته‌اند. از جمله این مطالعات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: هافکر و هیتلسی (۱۲) در مقایسه سیاست‌های بالقوه صرفه‌جویی آب بیان نمودند که کشاورزان سطح زیر کشت را در واکنش به یارانه تکنولوژی آبیاری افزایش می‌دهند و در نتیجه آب بیشتری بکار می‌گیرند. دینگ و پترسون (۷) اثر تکنولوژی آبیاری را بر صرفه‌جویی آب مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفتند که کاهش مصرف آب در نتیجه تغییر سامانه آبیاری سنتی به تحت فشار می‌تواند اتفاق بیافتد. نتایج ارزیابی هزینه-اثر بخشی آنها نشان داد که در مناطق با ضخامت اشباع پایین خاک سیاست پرداخت تشویقی کاراتر از سیاست سهم پرداخت می‌باشد و بالعکس.

وارد و پولیدو ولازکوئز (۳۳) در تحلیلی از اثرات سیاست یارانه برای تطبیق با سامانه آبیاری قطره‌ای در حوزه آبریز گرن‌دیوی مکزیک نتیجه گرفتند که برداشت آب به هیچ وجه با ثابت ماندن سطح زیر کشت نسبت به حالت عدم اجرای سیاست کاهش نمی‌یابد. اگر کل سطح زیر کشت افزایش یابد، برداشت آب حتی افزایش نیز می‌یابد. فیفر و لین (۲۳) در بکارگیری تکنولوژی آبیاری کاراتر بر کاهش استخراج آب زیرزمینی با استفاده از مدل اقتصادسنجی معادلات همزمان به این نتیجه رسیدند که سیاست یارانه تکنولوژی اثر معناداری بر صرفه‌جویی آب ندارد و انتخاب تکنولوژی آبیاری کاراتر برای یک محصول منجر به کاهش آب مصرفی آن محصول نمی‌شود. داگنینو و وارد (۶) اثر یارانه‌های حفاظت آب را بر مصرف آب در حوزه گرن‌دیوی نیومکزیک بررسی کردند و نتیجه گرفتند که اگرچه این یارانه‌ها درآمد کشاورزان را افزایش می‌دهد، ولی توسعه

ضخامت لایه اشباع آن در سال ۱۳۹۰ به طور متوسط ۹۴ و حجم کل ذخیره آبخوان در سال ۱۳۸۶ در حدود ۱۵۱۷۷ میلیون متر مکعب برآورد شده است (۲۰). به دلیل برداشت‌های بی‌رویه حجم ذخیره این آبخوان طی سال‌های اخیر کاهش قابل توجهی یافته و از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ به طور متوسط سالانه حدود ۳۲۷ میلیون متر مکعب کاهش یافته است (۲۰). اگرچه تعداد چاه‌های آب در دشت قزوین در سال‌های اخیر افزایش یافته، اما میزان آبدی این چاه‌ها به میزان قابل توجهی کاهش داشته است. به طوری که تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در دشت قزوین به ترتیب از ۲۶۹۷ و ۲۲۹۸ در سال ۱۳۸۱ به ۴۰۷۵ و ۳۹۸۳ در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است، اما میزان متوسط آبدی چاه‌های عمیق از ۴۳/۲ به ۲۵/۲ و نیمه عمیق از ۴/۹ به ۲/۵ لیتر در ثانیه کاهش یافته است. میزان تخلیه از چاه‌های عمیق سالیانه روند کاهشی داشته است (۲۰). همچنین سطح تراز آب زیرزمینی به شدت افت پیدا کرده است و این افت آثار نامطلوبی در منطقه به دنبال داشته است. از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۵ سطح تراز آب زیرزمینی به طور متوسط سالانه حدود ۱/۳۸ متر کاهش داشته است (۲۰). نمودار آبنمود آبخوان دشت قزوین نشان می‌دهد که در بازه بلندمدت ۴۰ ساله سطح تراز آب زیرزمینی تقریباً ۴۰ متر افت داشته است (۲۵). لذا، دشت قزوین به عنوان منطقه مورد مطالعه این تحقیق انتخاب گردید.

از بررسی ادبیات این موضوع می‌توان به این نتیجه رسید که مطالعات کمی به اثر پرداخت‌ها و یارانه‌ها بابت سرمایه‌گذاری در سامانه‌های آبیاری نوین پرداخته‌اند و این مطالعات عمدتاً بر پذیرش این سامانه‌ها یا میزان صرفه‌جویی آب تکیه داشته‌اند. اما هیچ مطالعه‌ای اثر این سیاست‌ها را بر تعادل آب‌های زیرزمینی بررسی نکرده است. لذا، با توجه به اینکه امروزه تأکید زیادی بر توسعه سامانه‌های نوین آبیاری می‌شود و دولت‌ها موظف به اجرای برنامه اعطای کمک بلاعوض برای تشویق کشاورزان در سرمایه‌گذاری در این سامانه‌ها شده‌اند، هدف اصلی این تحقیق پاسخ به این سؤال است که آیا اساساً با اتخاذ این سیاست می‌توان موجب حفظ و پایداری منابع آب زیرزمینی در حال تخلیه شد؟

مواد و روش‌ها

از آنجایی که سرمایه‌گذاری برای بهبود کارایی آبیاری یک تصمیم بلندمدت است، برای بررسی اثر سیاست‌ها بر انتخاب تکنولوژی مدل ریاضی بهینه‌سازی پویا مناسب می‌باشد. تابع هدف مدل ریاضی این تحقیق شامل بهینه‌سازی ارزش فعلی سود خالص کشت محصولات در منطقه در یک افق برنامه‌ریزی ۲۰ ساله می‌باشد. از آنجایی که در حدود ۳۰ درصد اراضی واقع در این منطقه از طریق شبکه مدرن مدرن آبیاری و بخش عمده دیگر از طریق

آبیاری قطره‌ای منجر به افزایش مصرف آب می‌گردد. زو و همکاران (۳۹) تحلیل هزینه-اثربخشی تکنولوژی‌های آبیاری مدرن را در واکنش به تغییر اقلیم در چین محاسبه کردند. آنها با توجه به اهداف هزینه، سازگاری و تخفیف تغییر اقلیم چهار نوع سامانه‌های آبیاری را ارزیابی کردند. لسینا و همکاران (۱۵) مدرن شدن آبیاری و حفاظت آب را در اسپانیا در یک چارچوب مفهومی بررسی کردند و تغییر بهره‌وری یک برنامه آبیاری را محاسبه کردند. نتایج آنها نشان داد که مدرن‌سازی آبیاری به کاهش مصرف آب منجر خواهد شد. وارد (۳۲) اثر اقتصادی برنامه یارانه حفاظت از کشاورزی آبیاری را در حوزه آبریز گرندریو بر تکنولوژی آبیاری، ترکیب محصولات و منبع آب بررسی کرده و نشان داد که این مشوق‌ها میزان مصرف آب را می‌تواند کاهش دهد و در عین حال میزان تولید نیز کاهش می‌یابد. کوئنتانا اشول و پترسون (۲۶) اثر یارانه‌های تکنولوژی آبیاری را در یک آبخوان بر منابع آب زیرزمینی مشترک و در حال تخلیه با تشکیل یک مدل تحلیلی کنترل بهینه بررسی نموده و نقش بالقوه یارانه‌های سرمایه‌گذاری آبیاری را در بهبود رفاه را نتیجه گرفتند. چرا که دخالت دولت برای این سیاست منافع خالص را طی زمان افزایش می‌دهد. ملک و همکاران (۱۶) بررسی کردند که چه موقع کشاورزان در تکنولوژی آبیاری کاراتر برای سازگاری با کم آبی سرمایه‌گذاری می‌کنند. بر این اساس سرمایه‌گذاری در سیستم آبیاری کاراتر منافع اقتصادی منطقه را افزایش می‌دهد و در شرایط خشکسالی شدید منافع بهبود کارایی از هزینه‌های آن فراتر نمی‌رود.

یکی از مناطق حاصلخیز کشاورزی کشور دشت قزوین است که در استان قزوین واقع شده است. محدوده مطالعاتی قزوین با کد ۴۱۰۶ شامل زمین‌های دشت و ارتفاعات است. بیش از ۶۰ درصد زمین‌های زراعی دشت قزوین به کشت گندم و جوی آبی و دیم اختصاص دارد. به طوری که در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در حدود ۲۲/۳ درصد زمین‌های زراعی دشت قزوین به کشت گندم آبی، ۲۶ درصد گندم دیم و ۱۱/۷ درصد کشت جو آبی و ۱/۳ درصد کشت جوی دیم اختصاص داشته و مابقی به کشت سایر محصولات زراعی اختصاص داشته است (۱۸) و در حدود ۳۰ درصد زمین‌های قابل کشت دشت قزوین سالانه نیز به صورت آیش رها می‌شود. کل محدوده مطالعاتی قزوین مساحتی بالغ بر ۹۵۵۱۶۷ هکتار دارد که در حدود ۵۰۵۹۳۰ هکتار آن دشت و مابقی ارتفاعات است (۲۶). در محدوده دشت حدود ۷۸/۶ درصد مصارف کشاورزی از منبع زیرزمینی و مابقی از جریان‌های سطحی تأمین می‌شود. در حدود ۶۰۰۰۰ هکتار از زمین‌های زراعی دشت قزوین طریق شبکه مدرن آبیاری مشروب می‌شود. شکل (۱) محدوده دشت قزوین و شبکه آبیاری را در استان قزوین نشان می‌دهد.

دشت قزوین دارای یک آبخوان آبرفتی به مساحت ۳۹۵۲۴۰ هکتار است که یکی از بزرگترین آبخوان‌های آبرفتی کشور است و

$$NPV^p = \sum_{t=1}^T \beta \cdot NB_t^p$$

که در آن، i نرخ تنزیل است که معادل متوسط نرخ بهره بانکی و برابر ۱۵ درصد در نظر گرفته شد، β عامل تنزیل و برابر $\frac{1}{(1+i)^t}$ است، NB منافع خالص کشت محصول، t دوره زمانی سالانه و T افق زمانی است. در نامگذاری متغیرهای و پارامترها n معرف محدوده شبکه آبیاری و p معرف مابقی محدوده دشت قزوین به جز محدوده شبکه آبیاری می‌باشد که از این به بعد تحت عنوان دشت نامیده می‌شود. تابع هدف مدل برای بیشینه‌سازی کشت دو محصول جو و گندم به عنوان محصولات عمده زراعی دشت منطقه به صورت رابطه (۲) بازنویسی می‌شود:

چاه‌های عمیق و نیمه عمیق کشاورزی آبیاری می‌شوند. از این رو، از نظر منبع تأمین آب، منطقه را به دو بخش محدوده شبکه مدرن آبیاری و مابقی دشت که از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق آبیاری می‌شوند، می‌توان تفکیک نمود. لذا، تابع هدف مدل بهینه‌سازی شامل حداکثرسازی ارزش منافع فعلی خالص کشت محصول (NPV^n) در زمین‌های واقع شده در محدوده شبکه مدرن آبیاری ($Area^n$) و ارزش منافع فعلی خالص کشت محصول (NPV^p) در زمین‌های استفاده کننده از آب چاه‌های عمیق و نیمه عمیق ($Area^p$) در مابقی دشت قزوین به صورت رابطه (۱) در نظر گرفته شد. آبیاری در هر دو منطقه بر ذخیره آبخوان و همچنین بر هزینه‌های پمپاژ آب اثر می‌گذارد.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= NPV^n + NPV^p \\ NPV^n &= \sum_{t=1}^T \beta \cdot NB_t^n \end{aligned} \quad (1)$$



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه شامل محدوده شبکه مدرن آبیاری و دشت قزوین در استان قزوین

Figure 1- The location of the study area includes the area of modern irrigation network and Qazvin plain in Qazvin province

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi &= \beta \cdot \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{c=1}^C (P_c \cdot Y_{ct}^n - C_c^p - (\tilde{C}_t^{w.can} + C_{pump.sys}) \cdot W_{ckt}^{ca.n} - (C_{ct}^{pump.well} + \\ &C_{pump.sys}) \cdot W_{ckt}^{aq.n} - CI_{kt}^{sys}) \cdot L_{ckt}^n + \beta \cdot \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \sum_{c=1}^C (P_c \cdot Y_{ct}^p - C_c^p - (C_{ct}^{pump.well} + \\ &C_{pump.sys}) \cdot W_{ckt}^{aq.p} - CI_{kt}^{sys}) \cdot L_{ckt}^p \end{aligned} \quad (2)$$

دیگر دشت نیز فرض بر این است که تمامی آب آبیاری از طریق چاه‌های کشاورزی تأمین می‌شود.

هزینه‌های کشت محصول شامل هزینه ثابت تولید محصول C^p به غیر از هزینه زمین و آب (مانند کود، سم، نیروی کار، ماشین آلات)، هزینه‌های مربوط به آبیاری و هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری برای بهبود کارایی (CI^{sys}) می‌باشد. هزینه نهایی آبیاری هنگامی که از آب زیرزمینی استفاده می‌شود شامل هزینه نهایی ناشی از پمپاژ آب از چاه ($C_{ct}^{pump.well}$) است

که در آن اندیس t به دوره زمانی، k سامانه آبیاری و c محصول اشاره دارند. همچنین P قیمت سرزمین محصول، Y^n و Y^p به ترتیب عملکرد محصول در محدوده شبکه و دشت، L^n و L^p به ترتیب سطح زیر کشت محصول در محدوده شبکه و دشت، $W_{ckt}^{ca.n}$ و $W_{ckt}^{aq.p}$ به ترتیب آب آبیاری از منبع کانال و آب آبیاری از منبع چاه در محدوده شبکه و آب آبیاری از منبع چاه در محدوده دشت می‌باشند. بدین ترتیب در محدوده شبکه بخشی از آب آبیاری از طریق کانال و از طریق چاه‌های شخصی تأمین می‌شود. در بخش

برابر ۱۵ درصد در نظر گرفته شد، K^{sys} سرمایه‌گذاری اولیه در سامانه آبیاری تحت فشار و t دوره زمانی تا عمر مفید آن سامانه می‌باشد.

تابع واکنش عملکرد- آب محصول

بر اساس روابط بیولوژیک رشد محصول، عملکرد واقعی محصول تابعی از تبخیر و تعرق واقعی محصول در مراحل رشد گیاه بیان شده است. مرسوم‌ترین فرم تبعی که برای تابع واکنش عملکرد- آب محصول به صورت فرم درجه دو بیان شده است (۱۷). لذا، تابع واکنش عملکرد آب محصول c را به صورت رابطه (۶) می‌توان بیان نمود (۷ و ۳۴):

$$Y_c^p = \alpha_0 + \alpha_1(ET_c^a) + \alpha_2(ET_c^a)^2 \quad (6)$$

که در آن α_0 ، α_1 و α_2 پارامترهای تابع عملکرد آب می‌باشند و توسط یک رگرسیون حداقل مربعات بدست می‌آیند. Y_c^p عملکرد واقعی محصول در محدوده شبکه و ET_c^a تبخیر و تعرق واقعی محصول یا مقدار آب در دسترسی محصول c است که مجموع نیاز خالص آبی محصول (W_c^{NIR}) و بارش مؤثر (Preci) می‌باشد (۱۳).

به علت هدر رفت مقداری آب در مزرعه، مقدار آب آبیاری برای محصول مقداری بیشتر از نیاز خالص آبی می‌باشد که به کارایی آن سامانه آبیاری (h_k) بستگی دارد. این رابطه به صورت زیر تعریف می‌شود (۱۳):

$$W_{ck} = (ET_c^a - Preci)/h_k \quad (7)$$

محدودیت‌های این مدل شامل محدودیت‌های استفاده از نهاده آب و زمین قابل کشت و محدودیت‌های مربوط به پویایی متغیرهای منبع آب زیرزمینی می‌باشد.

تشکیل معادله بیلان آب زیرزمینی

از آنجایی که هدف این تحقیق مطالعه بررسی اثر اتخاذ سیاست‌ها و کشت محصول بر ذخیره منابع آب زیرزمینی می‌باشد، تغییرات بیلان آبخوان دشت قزوین مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌طور کلی بیلان منابع آب زیرزمینی با تفاضل ورودی به آبخوان و خروجی از آن تغییر می‌کند. بنابراین تغییرات موجودی آبخوان (ΔV) را می‌توان به صورت تفاضل خالص جریان ورودی به آبخوان (NR^{in}) از سطح زمین و لایه‌های زیرین، نفوذ آب برگشتی از مصارف کشاورزی در محدوده شبکه ($TotW_t^{seep,n}$) و محدوده دشت ($TotW_t^{seep,p}$) و آب برگشتی از مصارف شرب و صنعت (DI^{in}), مقدار NR^{in} شامل تفاضل ورودی از آبخوان مجاور، نفوذ جریان‌ات سطحی از خروجی آب توسط قنات و چشمه، تخلیه بواسطه زهکشی، جریان‌ات زیرزمینی خروجی از آبخوان و تبخیر از سطح آبخوان می‌باشد.

که تابعی از ارتفاع پمپاژ آب می‌باشد و هزینه نهایی مربوط به پمپاژ در سامانه آبیاری ($C^{pump.sys}$) می‌باشد. در محدوده شبکه آبیاری هزینه نهایی آبیاری از طریق کانال شامل قیمت آب کانال ($\bar{C}^{w.ca,n}$) و هزینه نهایی مربوط به سامانه آبیاری ($C^{pump.sys}$) می‌باشد.

هزینه‌های متغیر استفاده از سامانه آبیاری تحت فشار- در این مطالعه یک سیستم آبیاری بارانی کلاسیک متحرک انتخاب شد- شامل هزینه انرژی مورد نیاز برای پمپاژ آب در سامانه بعلاوه هزینه‌های مربوط به نیروی کار، استهلاک و تعمیر و نگهداری می‌باشد (۳۱). هزینه انرژی مصرفی سامانه آبیاری از ضرب قیمت انرژی در مقدار انرژی مصرفی ($E^{sys} \cdot CE$) بدست می‌آید. حال اگر L^{sys} هزینه نیروی کار، D^{sys} میزان استهلاک و M^{sys} هزینه تعمیر و نگهداری سالانه به صورت درصدی از هزینه‌های انرژی مصرفی باشند، آنگاه هزینه متغیر نهایی استفاده از سامانه آبیاری تحت فشار را به صورت زیر می‌توان بیان نمود:

$$C^{pump.sys} = (1 + M^{sys} + D^{sys} + L^{sys}) \cdot E^{sys} \cdot CE \quad (3)$$

که در آن، CE قیمت انرژی (کیلو وات ساعت) و E^{sys} مقدار انرژی مورد نیاز برای پمپاژ آب در سامانه آبیاری می‌باشد.

هزینه نهایی ناشی از پمپاژ آب از چاه تابع مستقیمی از ارتفاع پمپاژ آب ($Lift$) می‌باشد. به عبارت دیگر با افزایش ارتفاع پمپاژ هزینه‌های پمپاژ آب زیرزمینی افزایش خواهد یافت. رابطه (۴) هزینه نهایی پمپاژ از چاه را نشان می‌دهد:

$$C_t^{pump.well} = \frac{(Lift_t + Press)}{\eta} \cdot E_{well} \cdot CE \quad (4)$$

که در آن، η کارایی پمپاژ، $Press$ فشار مورد پمپاژ آب (متر)، CE قیمت انرژی برای هر کیلو وات ساعت و E_{well} انرژی مصرفی برای پمپاژ یک متر مکعب آب به ارتفاع یک متر می‌باشد. از آنجایی که در دشت قزوین بسیاری از چاه‌ها با پمپ برقی کار می‌کنند، انرژی مصرفی در این مطالعه برق در نظر گرفته شده است.

زمین‌های مورد نظر محدوده شبکه از طریق کانال آبیاری می‌شوند که آب کانال از دو منبع تهیه می‌شود: منبع سطحی که از سد طالقان وارد کانال می‌شود و منبع زیرزمینی که از چاه‌های تلفیقی به آن افزوده می‌شود. لذا، آب کانال در دو قیمت ارائه می‌شود. در اینجا هزینه نهایی آب کانال $\bar{C}^{w.ca,n}$ در محدوده شبکه از متوسط وزنی قیمت آب سطحی و زیرزمینی بدست آمد.

هزینه‌های سرمایه‌گذاری به صورت ارزش یکنواخت سالانه هزینه سرمایه‌گذاری (CI^{sys}) برای سامانه آبیاری در نظر گرفته می‌شود.

$$CI_t^{sys} = \frac{i(K^{sys})}{[1 - (1 + i)^{-t}]} \quad (5)$$

که در آن، i نرخ بهره سرمایه معادل متوسط نرخ بهره بانکی و

$$\sum_c \sum_k \sum_m^{12} W_{cktm}^{aq,n} \cdot L_{ckt}^n + \sum_c \sum_k \sum_m^{12} W_{cktm}^{aq,p} \cdot L_{ckt}^p \leq TPC^{aq} \quad (11)$$

$$\sum_c \sum_k W_{cktm}^{ca,n} \cdot L_{ckt}^n \leq \bar{NW}_m^{deliver} \quad (12)$$

$$\sum_c \sum_k L_{ckt}^n \leq Area^n \quad (13)$$

$$\sum_c \sum_k L_{ckt}^p \leq Area^p \quad (14)$$

$$W_{cktm}^{ca,n} \cdot W_{cktm}^{aq,n} \cdot W_{cktm}^{aq,p} \cdot L_{ckt}^n \cdot L_{ckt}^p \geq 0 \quad (15)$$

محدودیت (۱۱) حداکثر مقدار برداشت آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. سمت چپ آن کل آب آبیاری پمپاژ شده از چاه‌های خصوصی در محدوده شبکه و پمپاژ آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی در دشت قزوین می‌باشند. سمت راست این محدودیت حداکثر ظرفیت فیزیکی پمپاژ آب چاه‌ها (TPC^{aq}) می‌باشد.

داده‌های مورد نیاز این تحقیق به روش پیمایشی، اسنادی و استفاده از نظرات کارشناسان و مطلعین جمع‌آوری گردید. کلیه اطلاعات مربوط به قیمت محصولات، هزینه‌های کشت و سطح زیر کشت و اطلاعات سامانه‌های آبیاری برای سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ از سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین و کلیه اطلاعات مربوط به بیان آب زیرزمینی از شرکت آب منطقه‌ای استان دفتر مطالعات پایه منابع آب وزارت نیرو طرح بهنگام‌سازی سال ۱۳۹۵ و داده‌های بارش ماهانه ۶۰ ساله تا سال ۱۳۹۷ از سازمان هواشناسی کشور و اطلاعات شبکه‌های آبیاری به صورت ماهانه از سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ تا ۹۷-۱۳۹۶ از شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری دشت قزوین تهیه گردید.

تصادفی نمودن متغیرها بر اساس وضعیت بارش

محدودیت (۱۲) حداکثر میزان دسترسی ماهیانه به آب آبیاری کانال در محدوده شبکه را نشان می‌دهد. سمت راستی این محدودیت یعنی مقدار آب کانال در دسترس ($\bar{NW}_m^{deliver}$) متغیری تصادفی است که به وضعیت بارندگی در هر دوره بستگی دارد. شبکه مدرن آبیاری یک سهمیه اسمی ثابت به اندازه ۲۷۸ میلیون متر مکعب سالانه از سد مخزنی طالقان دارد. این مقدار بخشی از نیاز آبی این محدوده را تأمین می‌کند و مابقی آن از طریق آب زیرزمینی و چاه‌های خصوصی جبران می‌شود. در سال‌های مرطوب و پر بارش از این سهمیه مقداری بیشتر و در سال‌های خشکسالی مقداری کمتر از آن اختصاص می‌یابد. سهمیه تعیین شده در هر سال با توجه به نیاز

تغذیه مصنوعی ($\bar{NW}_t^{recharg}$) و نفوذ از بارندگی ($Rain^{in}$) از استخراج آب برای مقاصد کشاورزی در محدوده شبکه برداشت آب توسط چاه‌های تلفیقی در شبکه ($TotW_t^{aq,n}$) مصارف کشاورزی در محدوده دشت ($TotW_t^{aq,p}$) و برداشت آب برای مقاصد صنعت و شرب (DI^{Ex}) به صورت رابطه (۸) تشکیل می‌شود.

$$\Delta V_t = TotW_t^{seep,n} + TotW_t^{seep,p} + \bar{NW}_t^{recharg} + Rain^{in} + DI^{in} + NR^{in} - TotW_t^{aq,n} - TotW_t^{aq,p} - \bar{NW}_t^{well} - DI^{Ex} \quad (8)$$

تعریف سایر محدودیت‌های مدل

به علت اینکه موجودی آبخوان در هر دوره در حال تغییر است، متغیرهای وابسته به آن مانند ارتفاع پمپاژ آب ($Lift_t$) و ضخامت لایه اشباع خاک (ST_t) نیز در هر دوره تغییر می‌کنند. مقدار این متغیرها در هر دوره وابسته به مقدار آن در دوره قبل می‌باشد. به طوری که مقدار آن متغیر در دوره t تابعی از دوره گذشته آن متغیر و تغییرات موجودی آبخوان به صورت روابط (۹) و (۱۰) تعریف می‌شود:

$$Lift_{t+1} = Lift_t - \left(\frac{1}{Area^{aq} \cdot S_y} \right) \times \Delta V_t \quad (9)$$

$$ST_{t+1} = ST_t + \left(\frac{1}{Area^{aq} \cdot S_y} \right) \times \Delta V_t \quad (10)$$

که در آن S_y ضریب ذخیره آبخوان و $Area^{aq}$ مساحت زمین بالای آبخوان و ارتفاع پمپاژ اولیه ($Lift_{t=1}$) و ضخامت لایه اشباع اولیه ($ST_{t=1}$) به عنوان پارامترهای ثابتی وارد شدند. روابط (۹) و (۱۰) معادلات حرکت پویایی مدل می‌باشند که حرکت یک متغیر از یک دوره زمانی به دوره بعد را بیان می‌کنند.

همچنین رابطه (۱۱) حداکثر پمپاژ آب زیرزمینی، رابطه (۱۲) حداکثر میزان آب کانال در دسترس، رابطه (۱۳) محدودیت زمین قابل کشت محدوده شبکه و رابطه (۱۴) محدودیت زمین‌های قابل کشت دشت و روابط (۱۵) مثبت بودن متغیرهای تصمیم به صورت زیر می‌باشند:

۱- برای این کار مقدار متوسط بلندمدت بارش سالانه در سال‌های خشک، نرمال و تر مطابق با شاخص SPI در مساحت زمین بالای آبخوان و ضریب نفوذ ضرب شده و سپس در احتمال وقوع خشکسالی، نرمال و ترسالی ضرب و مجموع آن به عنوان متوسط بلندمدت نفوذ بارش به آبخوان در نظر گرفته شد.

۲- فاصله سطح آب چاه تا سطح زمین ارتفاع پمپاژ می‌باشد.

۳- ضخامت عمودی از کف آبخوان که در آن فضای خالی میان ذرات خاک از آب پر شده است.

در سال‌های پر بارش که آب ورودی به شبکه آبیاری از کل سهمیه بیشتر است، مقداری از این مازاد برای تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی اختصاص داده می‌شود و در سال‌های خشکسالی و کمبود آب برای جبران سهمیه کشاورزان آب چاه‌های تلفیقی به آن اضافه می‌شود. اینها ورودی و خروجی به مخزن زیرزمینی می‌باشند که در رابطه (۸) حضور دارند. برای تصادفی نمودن تغذیه مصنوعی ($NW^{recharg}$) ابتدا میانگین ماهانه داده‌های تاریخی در سال‌های خشکسالی، نرمال و ترسالی برای تغذیه مصنوعی آبخوان بدست آمد. سپس این مقدار در احتمال بلندمدت خشکسالی، نرمال و ترسالی سالانه بر اساس شاخص استاندارد بارش ضرب شد و بدین ترتیب میانگین ماهانه بلندمدت تغذیه مصنوعی با توجه به نوسانات بارش به صورت رابطه (۱۸) بدست آمد. برای بدست آوردن میانگین ماهانه بلندمدت برداشت از چاه‌های تلفیقی با توجه به نوسانات بارش نیز به همین صورت مطابق رابطه (۱۹) عمل شد:

$$NW^{recharg} = \sum_{p=1}^3 \sum_{m=1}^{12} prob_p \cdot NW_{m,p}^{recharg} \quad (18)$$

$$NW^{well} = \sum_{p=1}^3 \sum_{m=1}^{12} prob_p \cdot NW_{m,p}^{well} \quad (19)$$

اثر بخشی سرمایه‌گذاری دولت در سامانه‌های نوین آبیاری

بهبود کارایی آبیاری و ارتقای تکنولوژی آن هزینه‌هایی در بر دارد و نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه دارد. انجام این هزینه ارزش فعلی منافع کشاورزی را کم می‌کند. برای بهره‌بردار اگر منافع ناشی از آب صرفه‌جویی شده از هزینه‌های بهبود کارایی بیشتر باشد، انتخاب این تکنولوژی توجیه دارد. کاهش هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری اولیه برای این سامانه‌ها می‌تواند به صرفه بودن این تکنولوژی‌ها را توجیه‌پذیر کند. لذا، دولت‌ها برای تشویق کشاورزان به استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری در سرمایه‌گذاری اولیه آنان مشارکت می‌کنند. این سیاست اکنون به صورت سیاست اعطای کمک بلاعوض اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار و پرداخت سهمی از سرمایه‌گذاری اولیه در حال اجراست. لذا، اگر فرض کنیم S سهم پرداخت توسط دولت باشد، آنگاه هزینه‌های یکنواخت سرمایه‌گذاری سالانه سامانه آبیاری تحت فشار در تابع هدف مدل را می‌توان به صورت $(1-S)CI_k^{sys}$ در نظر گرفت. به عبارت دیگر، با افزایش سهم دولت S میزان سهم بهره‌بردار از سرمایه‌گذاری $(1-S)$ کاهش می‌یابد. در این گونه موارد برای ارزیابی میزان اثربخشی این سیاست می‌توان از معیار هزینه-اثر بخشی^۴ (CEA) استفاده نمود. امروزه این معیار کاربردهای فراوانی یافته است. از جمله مطالعات (۳، ۷ و ۳۹)

آبی منطقه به صورت ماهانه تحویل داده می‌شود. لذا، حد بالای دسترسی به آب کانال باید به صورت ماهانه در نظر گرفته شود. با توجه به ماهیت تصادفی آب تحویلی کانال و وابستگی آن به بارش مقدار متوسط ماهانه آن شبیه‌سازی شد. بدین صورت که برای داده‌های تاریخی ۱۰ ساله آب تحویلی کانال با استفاده از شاخص استاندارد بارش^۱ (SPI) ماه‌های متناظر با خشکسالی، نرمال و ترسالی مشخص گردید. سپس میانگین ماهانه در سه حالت خشکسالی، نرمال و ترسالی با استفاده از روش مونت کارلو^۲ با فرض توزیع نرمال با ۵۰۰ تکرار شبیه‌سازی شدند. در مرحله بعد با استفاده از آمار ۶۰ سال بارندگی ماهانه و شاخص استاندارد بارش برای هر ماه تعداد خشکسالی، نرمال و ترسالی شمرده شده و از تقسیم آن بر تعداد کل احتمال بلندمدت خشکسالی، نرمال و ترسالی ماهانه بدست آمد. حال، از ضرب این احتمالات در میانگین شبیه‌سازی شده ماهانه آب تحویلی و جمع آنها متوسط تصادفی آب تحویلی به شبکه به صورت رابطه (۱۶) بدست آمد:

$$NW_m^{deliver} = \sum_{p=1}^3 prob_{m,p}^{deliver} \cdot NW_{m,p}^{deliver} \quad (16)$$

که در آن $prob_{m,p}^{deliver}$ احتمال بلندمدت وضعیت خشکسالی، نرمال و ترسالی p در ماه m و $NW_{m,p}^{deliver}$ میانگین بلندمدت آب تحویل داده شده به کانال در ماه m در وضعیت بارندگی p می‌باشند. از آنجایی که بخشی از آب کانال از منبع سطحی و بخشی از منبع چاه تلفیقی تأمین می‌شود و مقدار آب سطحی و زیرزمینی کانال بر حسب شرایط بارندگی متفاوت خواهد بود، میانگین هزینه نهایی مصرف آب کانال ($\tilde{C}_t^{w.ca.n}$) نیز ماهیت تصادفی خواهد داشت. لذا، برای تصادفی نمودن آن با توجه به وابستگی آن به بارش، می‌توان از شاخص بارندگی استاندارد به صورت رابطه (۱۷) بدست می‌آید:

$$\tilde{C}_t^{w.ca.n} = Pw^s \cdot prob_p \cdot \frac{NW^{sur}}{NW^{deliver}} + Pw^w \cdot prob_p \cdot \frac{NW^{well}}{NW^{deliver}} \quad (17)$$

که در آن Pw^w و Pw^s به ترتیب قیمت آب کانال از منبع سطحی و قیمت آب کانال از منبع چاه تلفیقی هستند که مقادیر ثابتی می‌باشند. $NW^{deliver}$ متوسط بلندمدت واقعی آب تحویلی به شبکه، NW^{sur} متوسط بلندمدت واقعی آب کانال در شبکه از منبع سطحی و NW^{well} متوسط بلندمدت واقعی آب کانال در شبکه از منبع زیرزمینی می‌باشند و $prob_p$ احتمال بلندمدت وقوع سالانه وضعیت بارندگی خشکسالی، نرمال و ترسالی در منطقه است.^۳

1- Standard precipitation index

2- Monte carlo simulation

3- $NW_t^{deliver} = NW_t^{sur} + NW_t^{well}$ و $\sum_{p=1}^3 prob_p = 1$ که به طوری که -

4- Cost effectiveness analysis

محدوده را نشان می‌دهند. بر این اساس با افزایش سهم پرداخت سود خالص کشت محصولات و ارزش فعلی خالص کشت افزایش خواهد یافت. افزایش سود به دلیل افزایش عملکرد و در سامانه آبیاری مدرن کاهش هزینه سرمایه‌گذاری می‌باشد.

اثر اجرای سیاست بر مصرف آب

جدول ۲ میانگین بلندمدت آب مصرفی بهینه در هکتار محصولات در سامانه‌های آبیاری سطحی و تحت فشار را در شرایط طبیعی (سناریو یک) نشان می‌دهد. همان طور که این جدول نشان می‌دهد، در سطوح پایین سهم پرداخت کشت محصول از طریق سامانه آبیاری سنتی و در سطوح بالاتر آن آبیاری به طریق مدرن انجام می‌شود. مطالعه (۳۱) نیز نشان داد که این پرداخت‌ها اثر معنی‌داری بر پذیرش سامانه نوین آبیاری دارند. بر اساس این جدول دو نکته استنتاج می‌شود: اول اینکه برای هر کدام از محصولات واحد هکتار میزان آب مصرفی در سامانه آبیاری سطحی بزرگتر از آب مصرفی در سامانه آبیاری مدرن بوده است. این نتیجه به علت کارایی بالاتر سامانه آبیاری مدرن منطقی می‌باشد. نکته دیگر اینکه با افزایش میزان سهم پرداخت دولت در این سیاست هم در سامانه آبیاری سطحی و هم سامانه مدرن میزان مصرف آب آبیاری افزایش یافته است.

این افزایش مصرف آب بدین علت می‌باشد که کشاورز از آب صرفه‌جویی شده به منظور افزایش عملکرد محصول و در نتیجه افزایش درآمد استفاده می‌کند. این افزایش مصرف آب در سامانه آبیاری مدرن در سطح سهم ۹۰ و ۱۰۰ درصد که عملکرد محصول به حداکثر می‌رسد متوقف می‌گردد.

برای ارزیابی تکنولوژی‌های آبیاری و سیاست‌های حفاظت آب از این معیار استفاده کردند. برای محاسبه این معیار نسبت میزان آب صرفه‌جویی شده بواسطه اجرای این سیاست به میزان کل پرداخت‌های دولت به صورت $\frac{W_{save}}{S-CISys}$ تشکیل می‌شود و بدین معناست که به ازای یک واحد پول پرداخت شده توسط دولت بابت اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار چند متر مکعب آب صرفه‌جویی شده است. منظور از آب صرفه‌جویی شده تفاوت کل آب آبیاری مصرف شده در منطقه در وضعیت پایه نسبت به کل آب آبیاری مصرف شده پس از اعمال سیاست پرداخت می‌باشد.

نتایج و بحث

در ادامه برای فهم بهتر اثر اعمال سیاست کمک بلاعوض سامانه‌های آبیاری تحت فشار نتایج در دو سناریو بررسی گردید. سناریوی اول شرایط موجود است که پمپاژ آب به ظرفیت طبیعی چاه‌ها محدود شده است. در سناریوی دوم یک حد مجاز برداشت آب تعیین شده و میزان پمپاژ آب زیرزمینی به طور قانونی محدود شده است.

اثر اجرای سیاست بر سطح زیر کشت و سود خالص

کشاورز در واکنش به سیاست کمک بلاعوض سامانه آبیاری ممکن است ضمن انتخاب سامانه‌های نوین آبیاری به جای سنتی، ترکیب محصولات را نیز تغییر دهد. برای فهم بهتر اثر اجرای سیاست بر انتخاب سامانه آبیاری و مصرف آب، الگوی کشت و در نتیجه سهم کشت گندم و جو در منطقه ثابت در نظر گرفته شد. جدول ۱ سود خالص کشت محصولات در هکتار و ارزش فعلی خالص کشت در هر

جدول ۱- میانگین بلندمدت سود خالص در هکتار محصولات و ارزش فعلی خالص در سطوح سهم پرداخت (میلیون تومان)
Table 1- The long-run average of the net profit and the net present value in the shares of payment (million toman)

		سهم پرداخت از سرمایه‌گذاری اولیه (Share of payments)							
		0%	20%	40%	60%	70%	80%	90%	100%
شبکه آبیاری Irrigation network	جو (Barley)	5.18	5.286	5.728	6.058	6.438	4.091	6.706	6.706
	گندم (Wheat)	4.324	3.943	5.425	5.753	6.209	5.282	6.727	6.727
ارزش فعلی خالص (NPV)		989115	903955	1360239	1481449	1637933	1686103	1770128	1856817
دشت Plain	جو (Barley)	6.486	6.506	6.821	6.963	5.027	7.046	7.048	7.048
	گندم (Wheat)	6.295	6.335	7.294	7.333	7.38	7.393	7.397	7.397
	ارزش فعلی خالص (NPV)	6967262	7056635	6843285	7194289	7347868	7645382	7977560	8320445

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۲- میزان سطح زیر کشت بهینه محصولات (هکتار) و مصرف آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری (متر مکعب) در سطوح سهم پرداخت
Table 2- The optimal crops land (hectare) and the irrigation water per hectare (cubic meter) in the network and the plain area in the shares of payment

		ناحیه		دشت		شبکه آبیاری			
		Area	محصول	گندم	محصول	Irrigation network			
		Crop	Wheat	Crop	Wheat	جو	گندم	جو	گندم
		سامانه	تحت فشار	سطحی	تحت فشار	سطحی	تحت فشار	سطحی	تحت فشار
		آبیاری	Sprinkle	Surface	Sprinkle	Surface	Sprinkle	Surface	Sprinkle
		System	r	e	r	System	r	e	r
سطح زیر کشت	سهم پرداخت	0%	0	190923	0	81824	0	47600	0
	از	20%	0	190923	0	81824	0	47600	0
	سرمایه‌گذاری	40%	190923	0	0	81824	0	47600	0
	(Share of payments)	60%	190923	0	38108	43716	0	47600	0
		70%	190923	0	80238	1586	0	47600	0
		80%	190923	0	81824	0	18491	29109	6778
		90%	190923	0	81824	0	47600	0	20400
		100%	190923	0	81824	0	47600	0	20400
مصرفی در هکتار	سهم پرداخت	0%	0	1912.2	0	2582.7	0	5174	0
	از	20%	0	1423	0	2712.1	0	5262.7	0
	سرمایه‌گذاری	40%	0	3534.6	0	3307.1	4247.9	0	0
	(Share of payments)	60%	0	4097.9	0	3816.3	4397.5	0	3058.9
		70%	0	4992.5	0	4524	4634.2	0	3350.8
		80%	384.4	5067.7	968.2	4455.2	4735	0	3407.9
		90%	3120.8	0	2585.1	0	4782.7	0	3422.6
		100%	3120.8	0	2585.1	0	4782.7	0	3422.6

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

سامانه آبیاری تحت فشار به علت بهبود کارایی آب کمتری بکار گرفته می‌شود. لذا، می‌توان بیان نمود که اجرای این سیاست در کاهش مصرف کل آب آبیاری و کاهش پمپاژ آب زیرزمینی مؤثر است.

در شرایط سناریوی دوم که پمپاژ آب زیرزمینی به صورت قانونی محدود شده است، اثر اجرای سیاست نیز متفاوت خواهد بود. به طوری که در این شرایط محدودیت قانونی پمپاژ به گونه‌ای است که کشاورزان برای تأمین نیاز آبی محصولات، همه آب در دسترس را مصرف می‌کنند. از این رو، آب مازادی برای صرفه‌جویی باقی نمی‌ماند در شرایط سناریوی دوم در کل منطقه - غیر از سطوح بالای پرداخت - صرفه‌جویی آب اتفاق نمی‌افتد. در محدوده شبکه در این شرایط برای جبران کمبود نیاز آبی محصولات از آب چاه استفاده می‌شود. لذا، یک افزایش پمپاژ آب زیرزمینی در محدوده شبکه و یک کاهش پمپاژ در محدوده دشت به وقوع پیوسته است. ولی در مجموع در شرایط این سناریو، اجرای سیاست کمک بلاعوض سامانه آبیاری تحت فشار در کاهش مصرف آب زیرزمینی و حفاظت آبخوان بی اثر بوده است.

جدول (۳) مصرف کل آب آبیاری در منطقه را به تفکیک محدوده و منبع تأمین آب در سطوح مختلف سهم پرداخت در شرایط سناریوی اول و دوم نشان می‌دهد. در شرایط سناریوی اول در محدوده شبکه با افزایش سهم پرداخت در ابتدا میزان مصرف کل آب افزایش و سپس کاهش یافته است و آن بدین علت می‌باشد که تا سطح ۷۰ درصد سامانه آبیاری سطحی رایج است که با بکارگیری سامانه آبیاری مدرن مصرف کل آب شبکه کاهش می‌یابد و در مجموع، کل آب مصرفی زیرزمینی در محدوده دشت و کل منطقه با افزایش سهم پرداخت دولت کاهش می‌یابد. همچنین، در ادامه جدول ۲ که مقدار آب صرفه‌جویی شده پس از اعمال سیاست نسبت به شرایط عدم اجرای سیاست را نشان می‌دهد، با افزایش سهم پرداخت در مصرف کل آب آبیاری منطقه و کل پمپاژ آب زیرزمینی صرفه‌جویی افزایش یافته است.

این کاهش مصرف آب در نتیجه اعمال سیاست کمک بلاعوض سامانه آبیاری تحت فشار را می‌توان به علت افزایش سطح زیر کشت سامانه آبیاری تحت فشار بجای سامانه آبیاری سنتی دانست. در

جدول ۳- کل آب آبیاری مصرف شده و صرفه جویی شده به تفکیک نواحی و منبع تأمین آب در درصد سهم پرداخت (میلیون متر مکعب)
Table 3- Total used water and saved water separated areas and source of water supply in shares of payment (million cubic meters)

ناحیه area	سهم پرداخت از سرمایه گذاری اولیه (Share of payments)	شبکه آبیاری irrigation network			دشت Plain	کل محدوده Overall area	آبخوان Aquifer
		کانال Canal	زیرزمینی Well	کل شبکه Total			
سناریوی اول First scenario	0%	122.54	21.17	143.71	1366.9	1510.61	1388.07
	20%	122.54	0.52	123.06	1387.77	1510.83	1388.29
	40%	122.54	113.18	235.71	1263.01	1498.72	1376.18
	60%	122.54	150.38	272.91	1224.51	1497.43	1374.89
	70%	122.54	207.4	329.94	1164.52	1494.45	1371.92
	80%	110.62	186.99	297.61	1182.82	1480.42	1369.8
	90%	29.11	172.18	201.29	1190.49	1391.77	1362.66
	100%	29.11	172.18	201.29	1190.49	1391.77	1362.66
	20%	0	20.65	20.65	-20.87	-0.22	-0.22
	40%	0	-92	-92	103.89	11.89	11.89
	60%	0	-129.2	-129.2	142.38	13.18	13.18
	70%	0	-186.23	-186.23	202.38	16.15	16.15
	80%	11.92	-165.81	-153.9	184.08	30.18	18.26
	90%	93.43	-151	-57.58	176.41	118.83	25.41
	100%	93.43	-151	-57.58	176.41	118.83	25.41
سناریوی دوم Second scenario	0%	122.54	11.16	133.7	1055.12	1188.81	1066.28
	20%	122.54	0.52	123.06	1065.75	1188.81	1066.28
	40%	122.54	4.9	127.44	1061.38	1188.81	1066.28
	60%	122.54	58.8	181.34	1007.48	1188.81	1066.28
	70%	122.54	51.53	174.07	1014.74	1188.81	1066.28
	80%	106.47	55.51	161.98	1010.77	1172.75	1066.28
	90%	106.47	53.89	160.36	1012.39	1172.75	1066.28
	100%	106.47	53.89	160.36	1012.39	1172.75	1066.28
	20%	0	10.64	10.64	-10.64	0	0
	40%	0	6.26	6.26	-6.26	0	0
	60%	0	-47.64	-47.64	47.64	0	0
	70%	0	-40.37	-40.37	40.37	0	0
	80%	16.07	-44.35	-28.28	44.35	16.07	0
	90%	16.07	-42.73	-26.66	42.73	16.07	0
	100%	16.07	-42.73	-26.66	42.73	16.07	0

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

اثر اجرای سیاست بر موجودی آبخوان

تغییرات مقدار موجودی منبع آب زیرزمینی از متغیرهای اثرگذار بر ورودی و خروجی از آبخوان تأثیر می‌پذیرد. از جمله کشاورزی آبی که به استحصال آب و کاهش موجودی آبخوان منجر می‌شود. البته بخشی از آب پمپاژ شده برای کشاورزی به صورت نفوذ عمقی یا برگشت آب از مصارف کشاورزی به آبخوان بر می‌گردد.

جدول ۴ میزان کل آب نفوذ یافته از مصارف کشاورزی را نشان می‌دهد. بر این اساس با افزایش میزان سهم پرداخت دولت در شرایط سناریوی یک، میزان کل آب نفوذ یافته در منطقه و در محدوده دشت کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج جدول، به علت کاهش مصرف آب با افزایش سهم پرداخت، میزان نفوذ آب به عمق نیز کاهش یافته است. البته در شرایط سناریوی دوم نیز به همین منوال با افزایش سهم

پرداخت کاهش نفوذ عمقی مشاهده شد.

ادامه جدول ۴ مربوط به تغییرات موجودی آبخوان در شرایط سناریوی یک است. با توجه به این جدول، خالص نفوذ عمقی آب از فعالیت‌های کشاورزی به آبخوان که مابه التفاوت آب برگشتی از فعالیت‌های کشاورزی و میزان کل برداشت آب زیرزمینی در منطقه است، با افزایش سهم پرداخت به عنوان یک عامل خروجی از آبخوان در حال افزایش است. در این جدول علامت منفی به معنای خروج از آبخوان می‌باشد. لذا، موجودی آبخوان با افزایش سهم پرداخت بابت اجرای این سیاست در حال کاهش می‌باشد. علت کاهش موجودی آبخوان این است که با اجرای سیاست کمک بلاعوض، سامانه آبیاری تحت فشار انتخاب شده و کارایی آبیاری بهبود می‌یابد که در نتیجه آب کمتری هدر رفته و نفوذ عمقی کاهش می‌یابد. مطالعه (۳۷) نیز

بیان کرد که الزاماً گسترش سامانه‌های نوین آبیاری به بهبود تعادل آب‌های زیرزمینی منجر نخواهد شد.

از بررسی موجودی آبخوان نیز مشخص می‌شود که در وضعیت پایه و عدم اجرای سیاست پرداخت، در انتهای افق برنامه‌ریزی نسبت به سال اول ۳۳۱۶ میلیون متر مکعب و در وضعیت سهم پرداخت ۱۰۰ درصد ۱۱۱۳۰ میلیون متر مکعب کاهش ذخیره آبخوان اتفاق خواهد افتد. به عبارت دیگر، با افزایش سهم پرداخت در یک دوره بلندمدت وضعیت آبخوان بدتر خواهد شد.

در شرایط سناریوی دو نیز روند تغییر موجودی آبخوان به همین منوال است. منتها به علت مصرف آب کمتر وضعیت آبخوان در آن بهتر خواهد بود.

جدول ۴ ضخامت لایه اشباع خاک در انتهای افق برنامه‌ریزی - سال ۲۰۴۰ - را نشان می‌دهد. به علت کاهش موجودی آبخوان ضخامت لایه اشباع در طول زمان در حال کاهش است. از آنجایی که در سال پایه ارتفاع ضخامت لایه اشباع ۹۰ متر بوده است، اگر هیچ‌گونه سیاستی اعمال نشود این لایه پس از طی ۲۰ سال به حدود ۷۶ متر کاهش خواهد یافت. اما هرچه میزان سهم پرداخت در این سیاست بیشتر باشد، این ارتفاع بیشتر کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، در سهم پرداخت ۱۰۰ درصد ضخامت لایه اشباع به ۴۳ متر خواهد رسید.

جدول ۴- میزان کل نفوذ عمقی و سایر عوامل تغییر ذخیره آبخوان در درصدهای سهم پرداخت (ارتفاع به متر و حجم به میلیون متر مکعب)
Table 4- Total water seepage from agriculture and the factors of variation at the aquifer volume in the shares of payment (heights: meter and volume: million cubic meters)

سهم پرداخت از سرمایه‌گذاری اولیه (Share of payments)		0%	20%	40%	60%	70%	80%	90%	100%
نفوذ عمقی Seepage	شبکه آبیاری (Network)	56.68	48.64	92.79	107.48	129.86	97.23	29.72	29.72
	دشت (Plain)	546.52	554.78	302.55	250.56	177.31	177.44	179.1	179.1
	کل محدوده (Total area)	603.2	603.42	395.34	358.04	307.17	274.66	208.82	208.82
خالص نفوذ کشاورزی (Net seepage)		-784.42	-784.27	-981.03	-1015.5	-1064.4	-1095.1	-1156.5	-1156.5
خالص سایر ورودی‌ها (Net other inflows)		626.51	626.51	626.51	626.51	626.51	626.51	626.51	626.51
تغییرات موجودی آبخوان (Aquifer volume variation)		-157.91	-157.76	-354.52	-389.03	-437.91	-468.67	-530.03	-530.03
ضخامت لایه اشباع خاک (Saturate thickness)		76.02	76.03	58.61	55.55	51.22	48.5	43.06	43.06
موجودی آبخوان (Aquifer volume)		18027	18030	13898	13173	12147	11501	10212	10212

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

می‌یابد.

اثر بخشی این سیاست را برای حفاظت آب زیرزمینی نیز می‌توان محاسبه کرد. بدین صورت که از نسبت موجودی آبخوان در انتهای افق برنامه‌ریزی به کل مبلغ پرداختی دولت بابت اجرای این سیاست شاخص هزینه-اثر بخشی آن حاصل می‌شود. از آنجایی که موجودی آبخوان کاهش یافته است، اجرای این سیاست موجب حفاظت آب زیرزمینی نمی‌شود. اما با افزایش سهم پرداخت میزان این کاهش کمتر می‌شود. لذا، در شرایط طبیعی (سناریوی یک)، به عنوان مثال در سطح سهم پرداخت ۱۰۰ درصد به ازای یک میلیون تومان پرداخت توسط دولت موجودی آبخوان ۲۹۱۲ متر مکعب و در شرایط سناریوی دوم در سطح سهم پرداخت ۱۰۰ درصد به ازای یک میلیون تومان پرداخت، موجودی آبخوان ۱۴۹۰ متر مکعب کاهش می‌یابد.

ارزیابی هزینه-اثر بخشی اجرای سیاست

هنگامی که هزینه‌ای توسط دولت برای اجرای سیاستی انجام می‌شود، می‌توان اثر بخشی آن سیاست را بررسی نمود. بدین منظور جدول (۵) مقدار کل آب صرفه‌جویی شده، کل پرداخت دولت و معیار هزینه-اثر بخشی این سیاست را در سهم‌های مختلف نشان می‌دهد. بر این اساس، در شرایط سناریوی یک، برای کل منطقه با افزایش سهم پرداخت میزان آب صرفه‌جویی شده و کل پرداخت دولت از اجرای سامانه مدرن افزایش می‌یابد. اما بیشترین اثر بخشی این سیاست در سطح یارانه ۹۰ درصد و سپس ۱۰۰ درصد اتفاق افتاد، به طوری که به ازای هر یک میلیون تومان پرداخت بابت اجرای این سیاست به ترتیب ۶۶۵ و ۵۹۸ متر مکعب آب صرفه‌جویی شده است. در شرایط سناریوی دو، برای کل منطقه با افزایش سهم پرداخت مقدار آب صرفه‌جویی شده ثابت و تنها میزان کل پرداخت دولت افزایش می‌یابد. بنابراین، معیار هزینه-اثر بخشی آن نیز کاهش

جدول ۵- معیار هزینه- اثر بخشی صرفه جویی آب و حفاظت آبخوان سیاست کمک بلاعوض سامانه آبیاری تحت فشار
Table 5- The cost-Effectiveness criteria of saving water and groundwater conservation for grant policy for under pressure irrigation system

سهم پرداخت از سرمایه گذاری اولیه (Share of payments)	محدودیت قانونی بر پمپاژ legal limitation of pumping			ظرفیت طبیعی پمپاژ Natural capacity of pumping		
	معیار هزینه- اثر بخشی CEA	کل پرداخت دولت Government payments	کل آب صرفه جویی شده Saved water	معیار هزینه- اثر بخشی CEA	کل پرداخت دولت Government payments	کل آب صرفه جویی شده Saved water
	معیار هزینه- اثر بخشی CEA	کل پرداخت دولت Government payments	ذخیره آبخوان Aquifer volume	معیار هزینه- اثر بخشی CEA	کل پرداخت دولت Government payments	ذخیره آبخوان Aquifer volume
40%	0	0	0	243.510	878455.4	213.913
60%	0	0	0	167.785	1561491.3	261.995
70%	0	0	0	139.540	2179543.4	304.133
80%	115.871	2773071	321.3196	212.569	2773070.6	589.470
90%	91.087	3527577	321.3196	665.084	3527576.5	2346.13
100%	81.979	3919530	321.3196	598.576	3919529.5	2346.13
40%	0	0	-1211.44	-0.0088	878455.46	-7727.8819
60%	0	0	-4912.87	-0.00541	1561491.3	-8452.4632
70%	0	0	-5101.12	-0.00435	2179543.4	-9479.0623
80%	-0.0021	2773071	-5823.76	-0.00365	2773070.6	-10124.901
90%	-0.00165	3527577	-5823.76	-0.00324	3527576.5	-11413.48
100%	-0.00149	3919530	-5823.76	-0.00291	3919529.5	-11413.48

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تحقیق حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال بوده که آیا سیاست پرداخت کمک بلاعوض سامانه‌های نوین آبیاری منجر به صرفه‌جویی آب و بهتر شدن اوضاع منابع آب زیرزمینی در منطقه خواهد شد؟ مطالعات کمی به اثرات صرفه‌جویی آب سیاست‌ها پرداخته‌اند و هنوز در اثرات آن ابهام وجود دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که با فرض اینکه الگوی کشت منطقه تغییر نکند، در واکنش به سیاست پرداخت بلاعوض بابت برای سامانه‌های نوین کشاورز سامانه آبیاری مدرن را انتخاب و جایگزین سامانه آبیاری سنتی می‌کند. در نتیجه این موجب بهبود کارایی آبیاری و ذخیره شدن مقداری آب می‌شود. این آبی که صرفه‌جویی شده را کشاورز برای افزایش عملکرد محصول بکار می‌گیرد. تا آنجا که محصولی که تحت شرایط استرس آبی بوده به حداکثر عملکرد خود برسد. بنابراین، افزایش سهم پرداخت منجر به افزایش عملکرد و درآمد خالص محصول می‌شود. زو و همکاران (۳۹) نیز این افزایش در سود را عامل پذیرش سامانه‌های مدرن تشخیص دادند. از طرفی

توسعه سامانه آبیاری نوین منجر به صرفه‌جویی آب در کل منطقه خواهد شد و پمپاژ آب زیرزمینی نیز کاهش خواهد یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که اتخاذ این سیاست علی‌رغم اینکه می‌تواند به کاهش پمپاژ آب منجر شود، اما در حفاظت و پایداری از منابع آب زیرزمینی مؤثر نمی‌باشد. به طوری که با اتخاذ این سیاست کسری آبخوان نسبت به عدم اجرای سیاست در بلندمدت بیشتر خواهد شد.

در مجموع، قضاوت در مورد سیاست پرداخت کمک بلاعوض سامانه‌های نوین آبیاری توسط دولت دارای دو جنبه است. جنبه اول، اثرگذاری اقتصادی- اجتماعی آن است و مربوط به مسأله امنیت غذایی، درآمد کشاورزان و تولید کشاورزی است. از این منظر این سیاست کارایی مصرف آب را ارتقا داده و موجب افزایش درآمد و عملکرد کشاورزی می‌شود. از سوی دیگر جنبه محیط زیستی این سیاست قرار دارد. با فرض اینکه بهبود کارایی نفوذ عمقی آب به خاک را کاهش دهد و آب صرفه‌جویی شده به مصرف برسد، اجرای این سیاست موجب حفاظت از منابع آب زیرزمینی نمی‌شود و حتی در بلندمدت کسری مخزن آبخوان را بدتر می‌کند.

سامانه‌های نوین منجر به کسری مخزن می‌گردد. با توجه به این که اجرای اینگونه سیاست‌ها بار مالی زیادی به دولت‌ها تحمیل می‌کند، از نتایج این تحقیق مشخص شد که اگر هدف دولت حفاظت از منابع آب زیرزمینی در حال تخلیه است، اجرای سیاست پرداخت کمک بلاعوض سامانه‌های آبیاری مدرن اثربخش نمی‌باشد. الا اینکه با سیاست‌های مکمل برای صرفه‌جویی آب همراه باشد.

مقایسه سناریوی محدودیت قانونی پمپاژ آب زیرزمینی با شرایط طبیعی نشان داد که اگر در میزان دسترسی به آب در حد نیاز آبی منطقه یا کمتر باشد، اجرای سیاست پرداخت برای سامانه‌های نوین حتی منجر به صرفه‌جویی نیز نخواهد شد. همچنین مشخص شد که برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی سیاست‌های تکمیلی مانند محدودیت پمپاژ و سهمیه‌بندی آب اثر بیشتری را دارد. مطالعه (۳۸) و (۳۷) تأیید کردند که اگر سطح زیر کشت افزایش یابد، توسعه

منابع

- 1- Abbasi F., Sohrab F., and Abbasi N. 2017. Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. *Irrigation and Drainage Structures Research Engineering* 17(67): 113-120. (In Persian with English abstract)
- 2- Abbasi F., Sohrab F., and Abbasi N. 2018. Water productivity in agriculture; challenges and perspectives. *Water and Sustainable Development* 5(1): 141-144. (In Persian with English abstract)
- 3- Bagheri A., Nikouei A.R., Khodadad Kashi F., and Shokat Fadaei M. 2017. Evaluation of water pricing policy on aquifer stability and preservation: Study of Northern Mahyar Plain Aquifer in Zayandeh-Rud Basin. *Journal of Agricultural Economics and Development* 31(2): 105-120. (In Persian)
- 4- Balali H., Khalilian S., and Ahmadian M. 2010. Analysis of impacts of irrigation water pricing on groundwater balance. *Journal of Agricultural Economics and Development* 24(2): 185-194. (In Persian)
- 5- Barikani E., Ahmadian M., and Khalilian S. 2011. Optimal sustainable use of groundwater in agricultural sector: Case Study Subsector in Qazvin Basin. *Journal of Agricultural Economics and Development* 25(2): 253-262. (In Persian)
- 6- Dagnino M., and Ward F.A. 2012. Economics of agricultural water conservation: empirical analysis and policy implications. *International Journal of Water Resources Development* 28(4): 577-600.
- 7- Ding Y., and Peterson J.M. 2012. Comparing the cost-effectiveness of water conservation policies in a depleting aquifer: a dynamic analysis of the Kansas High Plains, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Southern Agricultural Economics Association 44(2): 1-12.
- 8- Farhadi Bansuleh B., and Sharifi M.A. 2008. Barley production function in the Karaj region based on four years of field research. First Conference on Applied Researches on Iranian Water Resources. Kermanshah. (In Persian with English abstract)
- 9- Foster T., Brozovic N., and Butler A.P. 2015. Analysis of the impacts of well yield and groundwater depth on irrigated agriculture. *Journal of Hydrology* 523: 86-96.
- 10- Golkar H.R. 1998. Determining of wheat production function and study of the effect of water stress on yield in Karaj region. Master's thesis. Department of Irrigation and Reproduction, College of Agriculture, University of Tehran. (In Persian with English abstract)
- 11- Hosseini S.S., Pakravan M.R., Gilanpour O., and Atghayi M. 2012. Investigating the effects of protection policy on agriculture sector TFP. *Journal of Agricultural Economics and Development* 25(4): 507-516. (In Persian with English abstract)
- 12- Huffaker R., and Whittlesey N. 2003. A theoretical analysis of economic incentive policies encouraging agricultural water conservation. *Water Resources Development* 19(1): 37-55.
- 13- Kahil M.T., Connor J.D., and Albiac J. 2015. Efficient water management policies for irrigation adaptation to climate change. *Ecological Economics*, 120: 226-233.
- 14- Johnson, J., Johnson, P.N., Segarra, E. and Willis, D. 2009. Water conservation policy alternatives for the Ogallala aquifer in Texas. *Water Policy* 11: 537-52.
- 15- Lecina S., Isidoro D., Playán E., and Aragüés R. 2010. Irrigation modernization and water conservation in Spain: The case of Riegos del Alto Aragón. *Agricultural Water Management* 97(10): 1663-1675.
- 16- Malek K., Adam J., Stockle C., Brady Michael and Rajagopalan K. 2018. When should irrigators invest in more water-efficient technologies as an adaptation to climate change. *Water Resources Research* 54(11): 8999-9032.
- 17- Martin D.L., Watts D.G., and Gilley J.R. 1984. Model and Production Function for Irrigation Management. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 110(2): 149-164.
- 18- Ministry of Agriculture Jihad. Department of soil and water. Group for development of irrigation- drainage systems. Instructions on the payment of facilities (grants) for the implementation of under pressure irrigation systems. (In Persian)
- 19- Najafi Alamdarlo H., Ahmadian M., and Khalilian S. 2012. Economic Assessment of Groundwater Pricing Policy in Varamin Plain. *Journal of Economics and Agricultural Development* 5(3): 137-154. (In Persian with English abstract)

- abstract)
- 20- Naseri N., Abbasi F., and Akbari M. 2017. Estimating agricultural water consumption by analyzing water balance. *Irrigation and Drainage Structures Research Engineering* 18(68): 17-32. (In Persian with English abstract)
- 21- Office of Basic Water Resources Studies. Groundwater group products. Iran water resources Management Company. Ministry of energy. Hydrograph representing aquifers in the country. (In Persian)
- 22- Peterson J.M., and Ding Y. 2005. Economic adjustments to groundwater depletion in the high plains: Do water-saving irrigation systems save water? *American Journal of Agricultural Economics* 87(1): 147-159.
- 23- Pfeiffer, L. and Lin, C.Y.C. 2014. Does efficient irrigation technology lead to reduced groundwater extraction? Empirical evidence. *Journal of Environmental Economics and Management* 67: 189-208.
- 24- Plan and budget organization. Information base of the sixth development plan. The law of Sixth Five-Year Development Plan of the Islamic Republic of Iran. 2018. (in Persian) <https://plan6.mporg.ir>
- 25- Plan and budget organization. Technical and executive system of the country. Issue number 261. Criteria for technical irrigation under pressure (General technical specifications). (In Persian)
- 26- Quintana-Ashwell N.E. 2013. The impact of irrigation capital subsidies on common-pool groundwater use and depletion: results for Western Kansas.
- 27- Quintana-Ashwell N.E. and Peterson J.M. 2015. Aquifer depletion in the face of climate change and technical progress. 2015 AAEE & WAEA Joint Annual Meeting, July 26-28, San Francisco, California.
- 28- Quintana-Ashwell N.E., and Peterson J.M. 2016. The impact of irrigation capital subsidies on common-pool groundwater use and depletion: results for Western Kansas, *Water Economics and Policy* 1(3): 1-22.
- 29- Scheierling M.S., Young R.A., and Cardon G.E. 2006. Public subsidies for water-conserving irrigation investments: hydrologic, agronomic, and economic assessment. *Water Resources Research* 42(3): 1-11.
- 30- Tewari, R. et al., 2014. Multi-year water allocation: an economic approach towards future planning and management of declining groundwater resources in the Texas Panhandle. *Texas Water Journal*, 5(1):1-11.
- 31- Vahdat Adab R., and Balali H. 2017. Impacts of irrigation water pricing and government's financial facility policies on pressurized irrigation technology adoption: Case Study of Hamedan. *Journal of Agricultural Economics and Development* 30(4): 331-344. (In Persian)
- 32- Ward F.A. 2014. Economic impacts on irrigated agriculture of water conservation programs in drought. *Journal of Hydrology* 508: 114-127.
- 33- Ward F.A. and Pulido-Velazquez, M. 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(47): 18215-18220.
- 34- Wheeler, Segarra E., Johnson P.N., and Willis D. 2006. Economic and Hydrologic Implications of Selected Water Policy Alternatives for the Southern Ogallala Aquifer., 19 July 2006, 21 of the UCOWR Conference.
- 35- Wheeler E., Golden B.B., Johnson J., and Peterson J. 2008. Economic Efficiency of Short-Term Versus Long-Term Water Rights Buyouts. *Journal of Agricultural & Applied Economics* 40(2):
- 36- Yekom Consulting Engineers. 2001. Studies of updating the comprehensive water plan of the country in the salt lake basin. Tehran. (In Persian)
- 37- Zare Sh., Mohammadi H., and Sabouhi M. 2017. Simulation of developing modern irrigation systems on groundwater resources balance of Khorasan Razavi. *Journal of Agricultural Economics and Development* 31(2): 179-195. (In Persian)
- 38- Zare S., Mohammadi H., Sabouhi M., Ahmadpour Borazjani M. and Mohaddes Hoseini S.A. 2018. Investigating the impact of price policy and investment in water saving technologies, on the deficits of groundwater reserves and social costs in Khorasan Razavi Province. *Journal of Agricultural Economics* 12(3): 97-133. (In Persian with English abstract)
- 39- Zou X., Li Y., Cremades R., Gao Q., Wan Y., and Qin X. 2013. Cost-effectiveness analysis of water-saving irrigation technologies based on climate change response: A case study of China. *Agricultural Water Management* 129: 9-20.



The Cost-effectiveness Evaluation of the Grant Policy for under Pressure Irrigation Systems in Conservation of Groundwater Resources

M.A. Roshanfar¹- H. Amirnejad^{*2}- H. Najafi Alamdarlo³- B. Nazari⁴

Received: 08-05-2019

Accepted: 30-07-2019

Introduction: Today, governments have to adopt different policies to offset water scarcity and balance groundwater resources. Among the policies that have been emphasized in this regard, are subsidies and incentive payments to use modern irrigation technology. In Iran, the policy of grants for under pressure irrigation systems is mentioned in the budget law of the country. It is generally believed that the implementation of this policy can save water and would lead to the conservation of groundwater resources. But, in practice this issue has not yet been proven. It is generally believed that the implementation of this policy can save water and lead to the conservation of groundwater resources. But, in practice this issue has not yet been proven. So, the Qazvin plain as one of the biggest and the depleting aquifers in Iran is selected as case study.

Materials and Methods: Since, the irrigation water is supplied through the canal in the modern irrigation network area and the agricultural wells in the traditional cultivations, the objective function of the dynamic programming model is considered to maximize the net present value of cultivating in the irrigation network area and the land of Qazvin plain area. The crop yield in the objective function of the model is the functional of the quantity of water available for plant, which is expressed in the quadratic form. The groundwater pumping costs were considered as a function of pump lift. By pumping groundwater, the saturated thickness would decrease in two area. Therefore, the equation of the groundwater balance was formed to allow changes in aquifer stock from one period to another. The components of this equation were considered as the difference in the inflow to the aquifer from the outflow of the aquifer. The maximum groundwater extraction in the model is limited to the natural capacity of pumping from wells and access to the canal water is confined by the long-term average canal water. It is named the first scenario. The upper limit of access to canal water that supplied from combined wells and artificial recharge was simulated according to rainfall variations and then its average long-term value was calculated. For this purpose, the probability of occurrence of dry, normal and wet years was calculated by the standard precipitation index (SPI) using monthly data of 60 years.

Results and Discussion: This paper presents an analytic model of the effectiveness of groundwater conservation policies on irrigated agriculture in Qazvin plain such as grant for under pressure irrigation systems. The results indicated that by increase in the share of grant, the groundwater used per hectare in the modern irrigation system is lower than the flood irrigation system and gradually the modern system is chosen instead of the flood system. With increasing share of grant the yield and net profit will be increased for each crop until the yield reaches saturation. The results showed that in the whole area, by increasing the share of grant, total water consumption and total groundwater are decreasing and so water will be saved. On the other hand, by increasing the share of grant, the deep percolation into the depth decreases. Investigating the groundwater balance showed that in the normal conditions, the increase in the share of grant cause to increase aquifer stock deficit and reduce the groundwater head and saturated thickness. The empirical findings in Qazvin plain showed that the long term average of the aquifer's reservoir volume is decreasing with increasing the share of grants. In the final, the cost effectiveness analysis (CEA) was calculated for total saved water and the aquifer stock to the total amount of government payments.

Conclusion: A review of the effect of grant policy for investing in the modern irrigation systems on the water use was considered efficient on saving water. It means that with increasing the share of grant the overall water saving in the area will increase. But, the implementation of this policy does not conserve groundwater resources. So, for each a million tomans payment, 665 and 598 cubic meters of water are saved, respectively. However, this policy is not effective for the conserve of groundwater resources because in the share of 100% for

1 and 2- Ph.D. Graduated and Associate Professor of Agricultural Economics Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Respectively

(*- Corresponding Author Email: amirnejad@yahoo.com)

3- Assistant Professor of Agricultural Economics Department, Tarbiat Modares University

4- Assistant Professor of Faculty Technical and Engineering, Imam Khomeini International University

each a million tomans payment, the aquifer stock is reduced to 2912 cubic meters. As a final remark, it is suggested that grant policy be accompanied by a limitation on groundwater pumping and crop pattern.

Keywords: Cost-effectiveness, Dynamic programming, Grant policy, Qazvin plain, Under pressure irrigation systems

Contents

Measuring the Effect of Heavy Spring Rainfall on Technical Efficiency of Tomato Production in Arsanjan	124
M. Hasanshahi	
Determination of Dominant Factors of Governance on the Economic, Political, Social and Environmental Aspects of the Agricultural Sector in Iran	149
M. Ronaghi - M.R. Kohansal - M. Ghorbani	
Approaches to Low-Carbon Agriculture in Iran	163
A. Nikoukar - I. Tajnia	
Factors Affecting Vegetable Seeds Imports to Iran and Selected Countries	176
A. Najafi - A.R. Karbasi - S.H. Mohammadzadeh	
Measuring the Efficiency of Date Crop by DEA (Data Envelopment Analysis) Window (Case Study: Khuzestan Province)	190
D. Modhej	
Evaluating Uncertainty of Palm Trees Efficiency in Ahvaz County: Application of Robust Data Envelopment Approach and Monte Carlo Simulation	204
M. Mardani Najafabadi – A. Abdeslahi	
The Cost-effectiveness Evaluation of the Grant Policy for under Pressure Irrigation Systems in Conservation of Groundwater Resources	220
M.A. Roshanfar - H. Amirnejad- H. Najafi Alamdarlo- B. Nazari	

Agricultural Economics & Development

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 33

No.2

2019

Published by: Ferdowsi University of Mashhad (College of Agriculture)Iran.

Editor in charge: Valizadeh, R. (Ruminant Nutrition)

General Chief Editor: Shahnoushi, N(Economics & Agricultural)

Editorial Board:

Akbari, A	Agricultural Economics	Prof. University of Sistan & Baluchestan.
Bakhshoodeh, M	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University.
Daneshvar Kakhki, M	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Homayounifar, H	Economics	Asso Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Ghorbani, M.	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Karbasi, A.R	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mahdavi Adeli, M.H	Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Najafi, B	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University.
Shida Rastegari Henneberry	Agricultural Economics	Prof. Oklahoma State University
Sadr, K	Agricultural Economics	Prof. University of Shahid Beheshti.Tehran.
Salami, H	Agricultural Economics	Prof. Tehran University.
Shahnoushi, N	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Sabouhi sabouni, M	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Saghaian, S.H	Agricultural Economics	Prof. Department of Agricultural Economics, University of Kentucky, UK.
Zibaei, M	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University.

Publisher: Ferdowsi University of Mashhad (College of Agriculture).

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Fax: +98 -0511- 8787430

E-Mail: Jead2@um.ac.ir

Web Site: <https://jm.um.ac.ir>

Journal of Agricultural Economics & Development

(Agricultural Sciences and Technology)

ISSN:2008-4722

Contents

Measuring the Effect of Heavy Spring Rainfall on Technical Efficiency of Tomato Production in Arsanjan	124
M. Hasanshahi	
Determination of Dominant Factors of Governance on the Economic, Political, Social and Environmental Aspects of the Agricultural Sector in Iran	124
M. Ronaghi - M.R. Kohansal - M. Ghorbani	
Approaches to Low-Carbon Agriculture in Iran	163
A. Nikoukar - I. Tajnia	
Factors Affecting Vegetable Seeds Imports to Iran and Selected Countries	176
A. Najafi - A.R. Karbasi - S.H. Mohammadzadeh	
Measuring the Efficiency of Date Crop by DEA (Data Envelopment Analysis) Window (Case Study: Khuzestan Province)	190
D. Modhej	
Evaluating Uncertainty of Palm Trees Efficiency in Ahvaz County: Application of Robust Data Envelopment Approach and Monte Carlo Simulation	204
M. Mardani Najafabadi – A. Abdeslahi	
The Cost-effectiveness Evaluation of the Grant Policy for under Pressure Irrigation Systems in Conservation of Groundwater Resources	220
M.A. Roshanfar - H. Amirnejad- H. Najafi Alamdarlo- B. Nazari	