



عنوان مقالات

- ۱۹۹..... اثر آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف و تجارت برنج
لیلا راوند- آرش دوراندیش- محمود صبوخی صابونی
- ۲۱۳..... سرریز ریسک نرخ ارز بر قیمت گوشت مرغ و نهاده‌های اصلی آن در ایران
فرنوش وجدی- محمد قهرمان زاده- جواد حسین زاد
- ۲۲۷..... تعیین نرخ بهینه مالیات سبز بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری استان همدان
حمید بلالی- قاسم خالدیان- احمد سام دلیری
- ۲۳۷..... ارزیابی رقابت افقی و عمودی در سنجش ساختار بازار: مطالعه موردی بازار محصولات لبنی در ایران
زینب شکوهی-امیر حسین چلدری- مهدی امیری
- ۲۴۷..... تخصیص بهینه آب سد قلعه چای عجب‌شیر بین محصولات کشاورزی در شرایط عدم حتمیت
مریم جعفری ثانی- باب اله حیاتی- جواد نعمتیان- محمد قهرمان زاده
- ۲۵۹..... طراحی قراردادهای مشتقه شاخص‌های هواشناسی در بخش کشاورزی ایران (مطالعه موردی: شیراز)
زهران نعمت‌الهی- سید علی حسینی یکانی- حمید امیرزاد
- ۲۶۹..... تعیین تاب‌آوری و پایداری واحدهای صنعتی گاوشیری شهرستان مشهد و حومه
لیلا حسینی- محمود دانشور کاخکی- محمود صبوخی صابونی

Contents

- Effect of Trade Liberalization on Production, Consumption and Trade of Rice 29
L. Ravand- A. Dourandish- M. Sabouhi Sabouni
- Risk Spillover Effect of Exchange Rate on Chicken Market and its Major Inputs in Iran..... 31
F. Vajdi Hokm Abad - M. Ghahremanzadeh- J. Hosseinzad
- Determination of Optimal Green Tax Rate on Greenhouse Gas Emissions in Dairy Farms of Hamadan Province..... 33
H. Balali – Gh. Khaledian – A. Samdeliri
- Investigation of Vertical and Horizontal Competition in Market Structure Measurement: A Case Study of the Dairy Industry in Iran..... 35
Z. Shokoohi – A.H. Chizari – M. Amiri
- Optimal Water Allocation of Ajbashir Qaleh Chay Dam among Agricultural Products under Uncertainty 37
M. Jafari Sani – B. Hayati – J. Nematian - M. Ghahremanzadeh
- Design of Derivative Contracts of Meteorological Indicators of Agricultural Sector in Iran (Case Study: Shiraz) 39
Z. Nematollahi- S.A. Hosseini Yekani- H. Amirnejad
- Determination of Resilience and Sustainability of Industrial Dairy Farms in Mashhad..... 41
L. Hassani – M. Daneshvar Kakhki – M. Sabouhi Sabouni

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه ۲۱/۲۰۱۵ و درجه علمی - پژوهشی شماره ۲۶۵۲۴ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۶۸/۴/۱۱ ۷۳/۱۰/۱۹
جلد ۳۲ شماره ۳ پاییز ۱۳۹۷

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول:

رضا ولی زاده

سر دبیر:

ناصر شاهنوشی

اعضای هیئت تحریریه:

استاد - تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه سیستان و بلوچستان)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - دانشگاه ایالتی اوکلاهما، آمریکا
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه تهران)
دانشیار - دانشکده کشاورزی، دانشگاه کنتاکی، آمریکا
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شهید بهشتی تهران)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)
دانشیار - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)
چاپ: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

اکبری، احمد
بخشوده، محمد
دانشور کاخکی، محمود
رستگاری، شیدا
زیبایی، منصور
سلامی، حبیب اله
سقاییان نژاد، سید حسین
شاهنوشی، ناصر
صباحی صابونی، محمود
صدر، سید کاظم
قربانی، محمد
کرباسی، علیرضا
مهدوی عادل، محمد حسین
نجفی، بهاء الدین
همایونی فر، مسعود
ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد - کد پستی ۹۱۷۷۵ صندوق پستی ۱۱۶۳

دانشکده کشاورزی _ دبیرخانه نشریات علمی _ نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی نمابر: ۸۷۸۷۴۳۰

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

این نشریه به صورت فصلنامه (۴ شماره در سال) چاپ و منتشر می شود.



مندرجات

صفحه	عنوان مقاله	نویسندگان
۱۹۹	اثر آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف و تجارت برنج	لیلا راوند- آرش دور اندیش- محمود صبوحی صابونی
۲۱۳	سرریز ریسک نرخ ارز بر قیمت گوشت مرغ و نهاده‌های اصلی آن در ایران	فروش وجدی حکم آباد- محمد قهرمان زاده- جواد حسین زاد
۲۲۷	تعیین نرخ بهینه مالیات سبز بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری استان همدان	حمید بلالی- قاسم خالدیان- احمد سام دلیری
۲۳۷	ارزیابی رقابت افقی و عمودی در سنجش ساختار بازار: مطالعه موردی بازار محصولات لبنی در ایران	زینب شکوهی-امیر حسین چیذری- مهدی امیری
۲۴۷	تخصیص بهینه آب سد قلعه چای عجب‌شیر بین محصولات کشاورزی در شرایط عدم حتمیت	مریم جعفری ثانی- باب اله حیاتی- جواد نعمتیان- محمد قهرمان زاده
۲۵۹	طراحی قراردادهای مشتقه شاخص‌های هواشناسی در بخش کشاورزی ایران (مطالعه موردی: شیراز)	زهره نعمت‌الهی- سید علی حسینی یکانی- حمید امیرنژاد
۲۶۹	تعیین تاب‌آوری و پایداری واحدهای صنعتی گاوشیری شهرستان مشهد و حومه	لیلا حسنی- محمود دانشور کاخکی- محمود صبوحی صابونی



اثر آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف و تجارت برنج

لیلا راوند^۱ - آرش دور اندیش^{۲*} - محمود صبحی صابونی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۵

چکیده

آزادسازی تجاری منجر به حذف کلیه تحریف‌های تجاری می‌شود و هدف نهایی آن تشکیل یک بازار واحد جهانی می‌باشد. برنج یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی و استراتژیک بوده و نقش بسیار مهمی در تجارت و امنیت غذایی ایران و جهان دارد. این پژوهش با استفاده از الگوی تعادل جزئی بخش کشاورزی و بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی مثبت و رهیافت حداکثر بی‌نظمی مقطعی به بررسی اثر آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف و تجارت برنج در استان‌های تولیدکننده عمده برنج ایران (مازندران، گیلان، خوزستان، گلستان و فارس) پرداخته است. برای این منظور از میانگین داده‌های تولید، مصرف و تجارت برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌عنوان سال پایه استفاده گردید و الگو با استفاده از نرم افزار GAMS برآورد گردید. سناریوهای مورد بررسی شامل کاهش نرخ تعرفه واردات برنج به میزان ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد بود. نتایج نشان داد که با کاهش نرخ تعرفه واردات سطح زیرکشت برنج دانه بلند و دانه متوسط در استان مازندران به‌ترتیب ۰/۶۱ و ۳/۳۸ درصد، در استان گیلان ۰/۴۹ و ۹/۱۸ درصد، در استان گلستان ۲/۸۲ و ۴/۳۲ درصد، در استان خوزستان ۹۰ و ۰/۶ درصد و در استان فارس ۲۴/۴۷ و ۲/۴۷ درصد کاهش می‌یابد و سطح زیرکشت برنج دانه کوتاه در استان گلستان ۲۲/۹۳ درصد و در استان فارس ۴۳/۳۳ درصد کاهش می‌یابد. مجموع کل میزان مصرف، واردات و صادرات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه نیز افزایش می‌یابد. میزان افزایش رفاه خالص اجتماعی بسیار کم و حدود ۰/۲ درصد، رفاه مصرف‌کنندگان حدود ۱۱ درصد و رفاه دولت نیز حدود ۱۱ درصد افزایش می‌یابد، رفاه تولیدکنندگان نیز به اندازه ۲ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین با ایجاد تکنولوژی‌های جدید و روش‌های نوین کاشت مانند کشت هیدروپونیک که منجر به افزایش عملکرد و افزایش بهره‌وری آب در واحد سطح می‌شوند و کاشت ارقامی از برنج که در هر استان مزیت نسبی دارند می‌توان برنج ایرانی را حفظ نمود و بخشی از کاهش رفاه تولیدکنندگان را جبران نمود.

واژه‌های کلیدی: آزادسازی تجاری، برنج، برنامه‌ریزی اثباتی، تعرفه

مقدمه

پایدار) و افزایش سهم کشورهای درحال توسعه و کمتر توسعه‌یافته از تجارت جهانی کمک نماید (۵۱). از سوی دیگر آزادسازی تجاری می‌تواند کشورها را با چالش‌هایی مانند لزوم حذف سیاست‌های حمایت‌گرایانه از تولیدات داخلی و سیاست‌های ارشادی دولت‌ها مواجه سازد (۷). در این راستا اتخاذ تدابیر مناسب، ازجمله پرهیز از شتاب‌زدگی و افراط و تفریط در جریان اجرای اصول پیوستن به تجارت جهانی و بررسی جنبه‌های مختلف آن بر تولید، مصرف و تجارت ضروری است.

ایران از سال ۱۳۸۴ به‌عنوان عضو ناظر سازمان تجارت جهانی پذیرفته شده اما به دلایل مختلف به عضویت کامل این سازمان درنیامده و در حال حاضر بزرگ‌ترین اقتصاد خارج از این سازمان به شمار می‌رود. البته در این خصوص نمی‌توان موانع خارجی (موانع سیاسی) و موانع داخلی (موانع طبیعی) پیوستن ایران به WTO^۴ که

جهانی‌شدن فرآیندی اجتناب‌ناپذیر است که آشکارترین نمود آن آزادسازی تجارت و کاهش حمایت‌گرایی است (۴). با آزادسازی تجاری، اقتصاد کشورهای جهان به‌شدت به هم وابسته می‌شود، موانع گمرکی و تجاری به حداقل ممکن کاهش می‌یابد و نقل‌وانتقالات مالی بین کشورها به آسانی صورت می‌گیرد. همچنین آزادسازی تجاری می‌تواند به ارتقای سطح زندگی مردم کشورهای عضو، فراهم آوردن امکان اشتغال کامل، افزایش مداوم درآمدها و ارتقای سطح تقاضا، بهره‌برداری کامل از منابع طبیعی، توسعه مبادلات و بهبود بخشیدن به نظام تجاری، استفاده بهینه از منابع و حفظ محیط‌زیست (توسعه

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: dourandish@um.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jead2.v32i3.68802

4- World trade organization

برخی از این موانع شامل افزایش واردات، افزایش درآمدهای نفتی، بی‌توجهی به صادرات غیرنفتی و ادامه برخی از تحریم‌ها می‌باشند را نادیده گرفت (۲۵).

برنج پس از گندم، مهم‌ترین محصول کشاورزی و استراتژیک بوده و نقش بسیار مهمی در امنیت غذایی ایران و جهان دارد، به‌طوری‌که سهم آن در تأمین کالری روزانه مردم جهان بیشتر از ۲۰ درصد است و غذای دو سوم جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد (۱۵). میزان تولید انواع گونه‌های برنج در ایران در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ حدود ۲/۳۰ میلیون تن بوده است که حدود ۴۲ درصد آن توسط شالی‌کاران مازندرانی و حدود ۲۶ درصد توسط شالی‌کاران گیلانی تولید شده است. سه استان خوزستان، گلستان و فارس به ترتیب با حدود ۱۰، ۹ و ۶ درصد از تولید شلتوک مقام‌های سوم تا پنجم تولید شلتوک در کشور را دارا می‌باشند. در مجموع این پنج استان حدود ۹۳ درصد میزان تولید شلتوک را به خود اختصاص داده‌اند (۲۷). همچنین حدود ۸۸ درصد از این میزان تولید در داخل کشور مصرف می‌شود و ۱۲ درصد آن به بازار جهانی عرضه می‌شود این درحالی است که متوسط مصرف برنج در ایران حدود ۳/۲ میلیون تن می‌باشد. بنابراین حدود یک سوم از مصرف برنج در ایران از طریق واردات تأمین می‌شود (۲۷).

موافقت‌نامه کشاورزی سازمان تجارت جهانی یکی از موافقت‌نامه‌های مهم و اساسی سازمان تجارت جهانی به‌شمار می‌رود که در دور مذاکراتی اروگوئه برای اولین بار به‌طور اساسی وارد مذاکرات شد (۱۵). این موافقت‌نامه دربرگیرنده سه محور اساسی شامل دسترسی به بازار، حمایت‌های داخلی و یارانه‌های صادراتی می‌باشد (۳۰۳). دسترسی به بازار از طریق اقدامات مرزی همچون تعرفه‌ها، محدودیت‌های مقداری و دیگر اقدامات غیرتعرفه‌ای سامان

می‌یابد (۴۹). حمایت‌های داخلی بطور کلی به سه گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول حمایت‌های جعبه سبز مثل یارانه‌های خصوصی‌سازی، یارانه کالاهای مصرفی، یارانه‌های توسعه‌ای شامل یارانه‌های سرمایه‌گذاری که بیشتر در بخش کشاورزی آن‌ها صرف می‌شود و یارانه‌های مربوط به نهاده‌های کشاورزی که بیشتر در دسترس تولیدکنندگان کم‌درآمد یا از لحاظ منبع فقیر می‌باشند که بر تولید و تجارت تأثیر نگذاشته و یا دارای تأثیر ناچیزی هستند، گروه دوم حمایت‌های جعبه زرد مانند حمایت‌های قیمتی (خریدهای تضمینی) و یارانه‌ای که به دلیل تأثیر گسترده بر تجارت باید کاهش یابد و گروه سوم حمایت‌های جعبه آبی است که شامل پرداخت‌های غیرمستقیم تحت عنوان جبران خسارت به کشاورزان به‌خاطر موافقت با محدود نمودن تولید محصول خاصی که توسط آنان عرضه می‌شود، می‌باشد (۴۹). حمایت‌های صادراتی مانند یارانه‌های صادراتی نیز از نظر موافقت‌نامه کشاورزی باید محاسبه و چه از نظر ارزش و چه از نظر مقدار (میزان صادرات یارانه‌ای) کاهش یابد و یا حذف گردند (۸). ایران بعد از چین، نیجریه و فیلیپین، چهارمین کشور بزرگ واردکننده برنج می‌باشد (۴۸) و یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر واردات یک کالا تعرفه‌های آن می‌باشد (۴۹). باتوجه به جدول (۱) بررسی تعرفه‌های برنج طی سال‌های مختلف نشان می‌دهد که میزان تعرفه وارداتی برنج در حال تغییر بوده و روند ثابت و مشخصی ندارد. درکل، سیاست منسجمی درباره تعرفه در کشور وجود نداشته، به‌نحوی که نوسان‌های قابل توجهی در نرخ‌های تعرفه طی دوره ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ دیده می‌شود. در طی این دوره بیشترین میزان تعرفه حدود ۹۰ درصد بوده است (سال ۱۳۸۶) و کمترین میزان آن حدود ۴ درصد در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱ وضع شده است. در طی این دوره میانگین تعرفه برنج حدود ۴۰ درصد بوده است (۲۶).

جدول ۱- تعرفه برنج (نیمه سفید شده یا کامل سفید شده) در دوره ۹۵-۱۳۸۶ (درصد)

Table 1- Rice tariff (Semi milled or wholly milled) in the period 2007-2016(%)										
سال	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395
Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
تعرفه	90	4	25	45	44	4	22	40	45.5	40
Tariff										

مأخذ: قوانین مقررات صادرات و واردات سال‌های مختلف

Source: law on export and import regulations of different years

محاسبه‌پذیر و مدل پروژه تحلیل تجارت جهانی (GTAP)^۱ بررسی کردند. رسولی و همکاران (۴۱) با بکارگیری روش‌های اقتصادسنجی در قالب دو سناریوی مختلف و داده‌های دوره زمانی ۸۹-۱۳۵۹ به بررسی آثار آزادسازی تجاری بر روی محصول گندم پرداختند. حقیقت و همکاران (۱۹) در مطالعه‌ای آثار آزادسازی تجاری بر واردات

تاکنون مطالعات بسیاری به بررسی آثار آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف، صادرات و واردات محصولات و کالاهای مختلف پرداخته‌اند که از جمله آنها می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد:

حیدری و همکاران (۲۳) آثار کاهش تعرفه‌های وارداتی بخش کشاورزی بر مقدار تولید و سطح قیمت‌ها و انتقال عوامل تولید بین بخش‌های مختلف اقتصادی را با استفاده از مدل تعادل عمومی

بر مقدار و قیمت کالاهای صادراتی را با استفاده از مدل پانل دیتا و داده‌های دوره زمانی ۲۰۰۶-۲۰۰۱ بررسی کردند. زکریا (۵۰) در مقاله‌ای آثار آزادسازی تجاری بر صادرات، واردات و تراز تجاری پاکستان را مورد ارزیابی قرار داد. مدل مورد استفاده در این مطالعه، مدل پانل دیتا و روش گشتاورهای تعمیم یافته بود. وی نشان داد که آزادسازی تجاری باعث افزایش هر دو بخش صادرات و واردات، مخصوصاً بخش واردات خواهد شد؛ که این امر باعث منفی شدن تراز تجاری پاکستان می‌شود. خوسو و همکاران (۲۸) تلاش کردند با کاربرد مدل تعادل جزئی و محاسبه شاخص حمایت کلی (AMS) و داده‌های دوره زمانی ۸۲-۱۹۸۱ تا ۰۸-۲۰۰۶ آثار آزادسازی در بازارهای جهانی برنج طی یک دوره پنج ساله و تأثیر آن‌ها بر درآمد حاصل از صادرات پاکستان و همچنین در اقتصاد را مورد ارزیابی قرار دهند. شریف و همکاران (۴۵) نیز در مطالعه خود در این زمینه از مدل تعادل جزئی استفاده نمودند و به بررسی آثار آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف و قیمت داخلی کالاهای عمده خوراکی از جمله گندم و برنج و نهایتاً تأثیر آن بر مازاد رفاه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان پاکستانی پرداختند. ایروینگور (۱۲) در مطالعه خود با استفاده از مدل‌سازی بخش کشاورزی و واسنجی با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی مثبت با استفاده از رهیافت حداکثر بی‌نظمی مقطعی به بررسی آثار آزادسازی تجاری بر محصولات مختلف و بخش‌های مختلف در ترکیه پرداخت.

بررسی پیشینه تحقیق نشان داد مطالعاتی که در داخل کشور در زمینه آثار آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف، صادرات یا واردات محصولات مختلف انجام شده است از الگوهای مختلف اقتصادسنجی، تعادل عمومی، تعادل جزئی استفاده شده است همچنین محمدی (۳۱) در مطالعه خود با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی مثبت به بررسی آثار آزادسازی تجاری بر رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در استان فارس پرداخته است. با توجه به هدف این مطالعه که بررسی اثر آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف، صادرات و واردات برنج می‌باشد از الگوی تعادل جزئی بخش کشاورزی و بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی مثبت و رهیافت حداکثر بی‌نظمی مقطعی استفاده شده است. الگوهای بخش کشاورزی، نوعی از الگوهای تعادل جزئی هستند با این تفاوت که الگوهای تعادل جزئی چندبخشی، بر اساس پارامترهای بردارهای عرضه و تقاضای ساده تخمین زده می‌شوند اما الگوهای بخش کشاورزی در بهینه‌سازی الگوهای برنامه‌ریزی غیرخطی بکار می‌روند (۱۰). الگوهای برنامه‌ریزی اثباتی (مثبت) اولین بار توسط هویت برای غلبه بر اشکالات الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی دستوری بوجود آمدند. اشکال عمده الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی دستوری این است که تضمین نمی‌کنند جواب‌های مدل همان جواب‌های سال پایه باشند (۲۵).

مک‌کارل (۲۹) و اونال و مک‌کارل (۳۸ و ۳۹) الگوی برنامه‌ریزی

محصول ذرت در ایران با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در کوتاه‌مدت و بلندمدت آزادسازی تجاری اثر معنی‌داری بر واردات ذرت دارد و موجب افزایش واردات این محصول خواهد شد. باقری و نجفی (۶) از یک چهارچوب تعادل جزئی جهت بررسی اثرات تغییرات تعرفه روی قیمت‌های داخلی برنج، تقاضای برنج، تولید داخلی و سطح واردات، رفاه مصرف‌کنندگان، رفاه تولیدکنندگان، رفاه اجتماعی و نیز درآمد تعرفه‌ای بکار گرفتند. آن‌ها بدین منظور از سناریوهای با کاهش نرخ تعرفه به میزان ۴،۸۰،۱۰۰ و صفر درصد و اخذ تعرفه ثابت به میزان هر کیلو ۱۵۰ تومان استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که جمعیت زیاد مصرف‌کنندگان از عواید کم شدن تعرفه سود می‌برند اما کشاورزان و تولیدکنندگان زیان خواهند دید. محمدی (۳۱) مدل برنامه‌ریزی مثبت را به منظور بررسی آثار آزادسازی تجاری بر رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی، داد و ستد آب مجازی و پایداری منابع آب در استان فارس ارائه نمود و نشان داد که این سیاست منجر به افزایش رفاه مصرف‌کنندگان و رفاه اقتصادی می‌شود. موسوی و اسماعیلی (۳۳) آثار سیاست تعرفه واردات را بر روی تجارت، تولید و مصرف داخلی محصول برنج مورد ارزیابی قرار دادند. مدل اقتصادی بکار گرفته شده در تحقیق آنها الگوی چند بازاره فضایی (SMM)^۱ بود. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش تعرفه واردات برنج باعث کاهش چشم‌گیر مصرف و واردات و تا حدودی افزایش قیمت خرده‌فروشی، قیمت سرمزرعه و نیز تولید داخلی برنج خواهد شد. ذوقی پور و زیبایی (۵۳) در مطالعه‌ای با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)^۲ و داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال پایه ۱۳۸۰ به بررسی آثار کاهش تعرفه‌های وارداتی به‌عنوان نمادی از آزادسازی تجاری بر متغیرهای کلیدی بخش کشاورزی پرداختند. طیبی و قنبری (۴۷) در مطالعه‌ای روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) را به منظور بررسی آثار آزادسازی تجاری بر بازار صادرات زعفران ایران (عمدتاً استان‌های خراسان) ارائه نمودند. ژو و همکاران (۵۲) با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی و داده‌های دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۷ به بررسی آثار رفاهی آزادسازی تعرفه واردات در چین پرداختند. هوانگ و مایرز (۲۴) در مطالعه خود از یک مدل تعادل جزئی و داده‌های سال ۲۰۱۴ به منظور بررسی آثار آزادسازی تجاری در کشورهای عمده صادرکننده برنج آسیای جنوب شرقی به‌کار گرفتند. نتایج شبیه‌سازی آن‌ها برای سال ۲۰۲۰ نشان داد که حذف شرکای تجاری در این کشورها، منجر به افزایش واردات و افزایش مصرف برنج و کاهش درآمد کشاورزان در این دو کشور خواهد شد. فان و همکاران (۱۴) در مطالعه خود آثار آزادسازی تجاری

1- Spatial multi-market model

2- Computable general equilibrium model

این مطالعات به ترتیب برابر ۰/۱۷۶، ۰/۰۸، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۱۱ و ۰/۰۹۲ می باشد که در این مطالعه بطور متوسط برابر ۰/۰۷ در نظر گرفته شده است و کشش های عرضه صادرات به پیروی از آیدین و همکاران (۵) و ارویگور (۱۲) یک در نظر گرفته شده اند. جهت رعایت اختصار و سهولت درک مدل ارائه شده، متغیرهای مورد استفاده در آن در جدول ۲ معرفی شده اند.

تابع هدف مدل بخش کشاورزی حداکثرسازی مجموع مازاد رفاه مصرف کننده و تولیدکننده می باشد که از طریق مساحت سطح زیرمنحنی تقاضا منهای سطح زیرمنحنی عرضه حاصل می شود. بنابراین ارزش تابع هدف از طریق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\max z = \int_0^q D(Q)dQ - \int_0^q S(Q)dQ \quad (1)$$

کل سطح زیرمنحنی تابع تقاضا به دو قسمت مازاد مصرف کنندگان و بازده ناخالص تولیدکنندگان تقسیم می شود. از آنجا که تابع عرضه برابر تابع هزینه نهایی $C'(Q_i)$ می باشد، بنابراین سطح زیرمنحنی تابع عرضه $(\int_0^q S(Q)dQ)$ برابر با هزینه های متغیر کل (TVC) می باشد (۲۰ و ۴۲). بنابراین ارزش تابع هدف بصورت زیر نوشته می شود:

$$z = A + B = \frac{1}{2}(\alpha - p_e)Q_e + p_e Q_e - TVC \quad (2)$$

اگر فرض شود تابع تقاضا خطی است، تابع معکوس آن را به صورت رابطه زیر می توان نوشت:

$$p_d = \alpha - \beta \cdot q_d \quad (3)$$

با استفاده از روابط (۲) و (۳) تابع هدف بصورت تابعی درجه دوم برحسب Q_i بصورت زیر حاصل می شود:

$$Z = \frac{1}{2}((\beta_i Q_i)Q_i + (\alpha_i - \beta_i Q_i)Q_i - TVC \quad (4)$$

همچنین برای انعکاس اثرات رفاهی در محاسبه ارزش تابع هدف، تراز تجاری خالص $(p^x X - P^m M)$ به آن اضافه می شود از این رو تابع هدف بصورت رابطه زیر نوشته می شود:

$$\text{Max } Z = \alpha_i Q_i + \frac{1}{2} \beta_i Q_i^2 - TVC + p_i^x X_i - p_i^m M_i \quad (5)$$

واسنجی تابع تقاضا بصورت فرم خطی تابع تقاضا و با استفاده از تابع تقاضای معکوس و براساس کشش قیمتی تقاضا که مناسب ترین روش واسنجی تابع تقاضا بر اساس الگوی تعادل جزئی بخش کشاورزی باقیمت های درونزا می باشد، به صورت زیر انجام می شود (۲۰ و ۳۰).

اگر تابع معکوس تقاضا برای محصول i به صورت زیر باشد:

$$p_i = \alpha_i - \beta_i \cdot q_i \quad (6)$$

اثباتی را به گونه ای گسترش دادند که با استفاده از آن می توان اطلاعات مقطعی مانند سود و یا درآمد نواحی مختلف تولید را در تخمین ماتریس هزینه متغیر محاسبه نمود که در نهایت ما را به سمت استفاده از رهیافت حداکثر بی نظمی مقطعی هدایت می کند. این روش نیز مانند روش برنامه ریزی اثباتی دارای سه مرحله است و سال پایه در آن قابل شبیه سازی است. بنابراین می توان، این الگو را برای تجزیه و تحلیل تأثیرات سیاسی در الگوهای بخش کشاورزی مورد استفاده قرار داد.

مواد و روش ها

در مدل سازی بخش کشاورزی به غیر از مقدار، قیمت محصول نیز درون زاست. روش مدل های قیمت درونزا توسط ساموئلسون (۴۳) تاکامایا و جاج (۴۶) بهبود یافته است. الگوهای بهینه سازی که مازاد مصرف کننده و مازاد تولیدکننده را به شرط تراز محصول و محدودیت استفاده از منابع حداکثر می نمایند، از دهه ۱۹۸۰ در الگوسازی بخش کشاورزی به طور مکرر مورد استفاده قرار گرفته اند (۲۰).

بطور خلاصه مزیت های اصلی الگوهای بهینه سازی بخش کشاورزی با استفاده از برنامه ریزی مثبت عبارتند از: (۹ و ۱۰). ارائه و توصیف دقیق تکنولوژی کشاورزی؛ (۲) جداسازی بخش های تولید و رعایت دقیق اثرات متقابل؛ (۳) استفاده از اطلاعات پیشین در تصریح الگو؛ (۴) ارزیابی اقتصادی عوامل ثابت و جریان های داخلی کالا؛ (۵) تلفیق صریح بسیاری از ابزارهای سیاستی، نظیر محدودیت های تولید فیزیکی، سیاست های تجارت خارجی (سهمیه های صادرات و واردات و تعرفه ها)، یارانه های نهاده ها و سیاست های قیمت داخلی.

این الگو با استفاده از حداکثر بی نظمی مقطعی و شبیه سازی همزمان عرضه و تقاضا، ساختار الگو را به یک جز بازار تقسیم می کند. سیستم پیشنهادی، به طور همزمان بین عرضه و تقاضا تعادل برقرار می کند و با به حداکثر رساندن مجموع رفاه تولیدکننده و مصرف کننده قیمت های تعادلی را پیدا می کند. بدین صورت که ابتدا تابع تقاضای خطی ساده برای برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه براساس کشش های خود قیمتی در یک الگو جداگانه واسنجی می شوند و در تابع هدف الگو برنامه ریزی اثباتی گنجانده می شود. سپس تابع عرضه با استفاده از الگوی PMP و رهیافت حداکثر بی نظمی مقطعی واسنجی تخمین زده می شود. سپس آثار سیاست های مختلف بر روی رفاه مصرف کنندگان و تولیدکنندگان مورد بررسی قرار می گیرد. قابل ذکر است که کشش های قیمتی تقاضای استفاده شده در این مطالعه از مطالعات گیلان پور و یزدانی (۱۷)، فخرائی و نوروزی (۱۳)، محمدی و سلطانی (۳۲)، قادری و ترکمانی (۱۶)، نوری (۳۶) و نوری و یزدانی (۳۷) استخراج شده است که کشش های قیمتی تقاضا برای برنج در

جدول ۲- معرفی پارامترها، متغیرها و اندیس‌های به کار گرفته شده در مدل
Table 2- Introducing the parameters, variables and indices used in the model

α_i : عرض از مبدأ تابع تقاضای محصول i α_i : demand function intercept of crop i β_i : شیب تابع تقاضای محصول i β_i : demand function slope of crop i φ_i : شیب تابع عرضه صادرات محصول i φ_i : export supply function slope of crop i δ_i : مقادیر دوگان محدودیت‌های واسنجی صادرات محصول i δ_i : dual values of export calibration constraints of crop i θ_i : عرض از مبدأ تابع عرضه صادرات محصول i θ_i : export supply function intercept of crop i η_i : کشش قیمتی تقاضای محصول i η_i : demand price elasticity of crop i γ_i : کشش قیمتی عرضه صادرات محصول i γ_i : export supply price elasticity of crop i p_i^m : قیمت واردات محصول i p_i^m : import price of crop i p_i^x : قیمت صادرات محصول i p_i^x : export price of crop i $f_{i,r}$: میزان مصرف کود برای تولید محصول i در منطقه r $f_{i,r}$: Fertilizer consumption for production i in region r $w_{i,r}$: میزان مصرف آب برای تولید محصول i در منطقه r $w_{i,r}$: Water consumption for production i in region r $waterav_r$: کل آب در دسترس برای کاشت انواع برنج در منطقه r $Waterav_r$: Total water available for planting rice in region r $fertav_r$: کل کود در دسترس برای کاشت انواع برنج در منطقه r $fertav_r$: Total fertilizer available for planting rice in region r $q_{i,r}$: سطح زیرکشت محصول i در منطقه r $q_{i,r}$: observed activity levels of crop i in region r in base year X_i : صادرات محصول i X_i : export of crop i Q_i : مصرف محصول i Q_i : consumption of crop i q_i : تولید محصول i q_i : production of crop i M_i : واردات محصول i M_i : import of crop i MC : هزینه متغیر نهایی MC : marginal cost variable wst : ارزش رفاه خالص تجاری wst : net trade welfare value wsp : ارزش مازاد رفاه تولید کنندگان wsp : Surplus producers welfare value wsc : ارزش مازاد رفاه مصرف کنندگان wsc : Surplus consumers welfare value TVC : هزینه متغیر کل TVC : total variable cost $r=1, \dots, n$: تعداد مناطق مورد مطالعه $r=1, \dots, n$: Number of studied areas $i=1, \dots, n$: تعداد محصولات مورد مطالعه $i=1, \dots, n$: Number of studied Products $j=1, \dots, n$: تعداد محصولات مورد مطالعه $j=1, \dots, n$: Number of studied Products $k=1, \dots, n$: تعداد نقاط پشتیبان $k=1, \dots, n$: Number of support points	g : توان شاخص سودآوری محصول در منطقه r g : exponent of crop profitability index in region r c : هزینه حسابداری فعالیت‌ها C : activitys accounting cost λ : مقادیر دوگان محدودیت واسنجی فعالیت‌ها λ : dual values of activities calibration constraints T : ماتریس $(n \times n)$ از پارامترهای تابع هزینه متغیر درجه دو T : a $(N \times N)$ matrix of quadratic variable cost function parameters d : یک بردار $(n \times 1)$ از پارامترهای تابع هزینه خطی d : a $(N \times 1)$ vector of linear cost function parameters T_r : ماتریس $(n \times n)$ از پارامترهای تابع هزینه متغیر درجه دو در منطقه r T_r : a $(N \times N)$ matrix of quadratic variable cost function parameters in region r d_r : یک بردار $(n \times 1)$ از پارامترهای تابع هزینه خطی در منطقه r d_r : a $(N \times 1)$ vector of linear cost function parameters in region r B : ماتریس $(n \times n)$ مثبت و نیمه معین از پارامترهای T_r B : a $(N \times N)$ symmetric positive definite matrix of T_r parameters cpi_r : شاخص سودآوری محصول در منطقه r cpi_r : "crop profitability index" defined as regional average revenue per hectare relative to average revenue per hectare over all region S_r : ماتریس مقیاس گذاری قطری s_r : scaling matrixes for region r s_{rii} : عناصر ماتریس مقیاس گذاری قطری S_r s_{rii} : elements of $(N \times N)$ diagonal scaling matrixes S_r AR_r : درآمد متوسط در هر هکتار برای منطقه r AR_r : regional average revenue per hectare relative AR : درآمد متوسط در هر هکتار کل مناطق AR : average revenue per hectare over all region $\bar{q}_{i,r}$: سطوح فعالیت مشاهده شده محصول i در ناحیه r در سال پایه $q_{i,r}$: observed activity levels of crop i in region r in base year p_i : قیمت محصول i p_i : price of crop i $yl_{i,r}$: عملکرد محصول i در ناحیه r $yl_{i,r}$: yield of crop i in region r L_r : کل زمین موجود و مناسب برای کاشت انواع برنج در منطقه r L_r : total land available in region r Zb_{kij} : بردار پشتیبان شیب تابع هزینه نهایی محصول i Zb_{kij} : support vector of marginal cost function slope of crop i Zd_{kir} : بردار پشتیبان عرض از مبدأ تابع هزینه نهایی محصول i در منطقه r Zd_{kir} : Support vector of marginal cost intercept of crop i in region r Zg_k : بردار پشتیبان شاخص سودآوری محصول Zg_k : Support vector of crop profitability index Pb_{kij} : بردار احتمال شیب تابع هزینه نهایی محصول i Pb_{kij} : Probability vector of marginal cost function slope of crop i Pd_{kir} : بردار احتمال عرض از مبدأ تابع هزینه نهایی محصول i Pd_{kir} : Probability vector of marginal cost intercept of crop i Pg_k : بردار احتمال شاخص سودآوری محصول Pg_k : Probability vector of crop profitability index $S(Q)$: بردار عرضه $S(Q)$: Supply vector $D(Q)$: بردار تقاضا $D(Q)$: Demand vector
---	---

در دسترس ($fertav_r$) باشد.

$$\sum_i w_{i,r} \cdot q_{i,r} \leq waterav_r \quad (15)$$

براساس این محدودیت، میزان آب مورد استفاده برای تولید انواع برنج بر حسب مترمکعب درهکتار در هر منطقه ($w_{i,r}$) باید کوچکتر یا مساوی کل آب در دسترس ($waterav_r$) باشد.

$$q_{i,r} \leq q_{i,r}^* + \varepsilon \quad (16)$$

براساس محدودیت ۱۶ سطح زیرکشت برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در هر منطقه نباید بیشتر از مقدار مشاهده شده در سال پایه و یک مقدار کوچک ε اختلاف داشته باشد.

$$X_i \leq X_i^* + \varepsilon_1 \quad (17)$$

براساس محدودیت ۱۷ میزان صادرات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در هر منطقه نباید بیشتر از مقدار مشاهده شده در سال پایه (1393) و یک مقدار کوچک ε_1 اختلاف داشته باشد.

$$q_{i,r}, Q_i, X_i, M_i \geq 0 \quad (18)$$

براساس محدودیت ۱۸ متغیرهای مورد محاسبه غیر منفی هستند. در مرحله دوم PMP، با استفاده از مقادیر دوگان محدودیت‌های واسنجی مربوط به سطوح زیرکشت و استفاده از رهیافت حداکثر بی‌نظمی مقطعی برای به‌دست آوردن توابع هزینه غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$TVC = d'q_{i,r} + \frac{1}{2}d'Tq_{i,r} \quad (19)$$

که از تابع هزینه نهایی زیر حاصل شده است:

$$MC = d + Tq_{i,r} \quad (20)$$

این تابع هزینه متغیر غیرخطی با این شرط که هزینه متغیر نهایی فعالیت‌ها با مجموع هزینه حسابداری فعالیت‌ها (c) و متغیر دوگان محدودیت واسنجی (λ) برابر باشد به دست می‌آید. بنابراین پارامترهای تابع هزینه باید با شرط زیر محاسبه شوند:

$$MC = d + Tq_{i,r} = c + \lambda \quad (21)$$

در رابطه (۲۱) باید برای بردار d تعداد n پارامتر و به علت متقارن بودن ماتریس T ، تعداد $n(n+1)/2$ پارامتر نیز برای ماتریس T محاسبه گردد، یعنی در مجموع باید تعداد $n+n(n+1)/2$ پارامتر به دست آید، اما در این رابطه فقط n معادله (برای هر محصول یک معادله) وجود دارد. به چنین مسائلی که تعداد پارامترهای به‌دست‌آمده بیشتر از تعداد معادلات است بیش از حد معین^۱ گفته می‌شود. برای اطمینان از اینکه الگو برنامه‌ریزی اثباتی به سمت یک راه حل بهینه

کشش قیمتی تقاضا از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\eta_i = \frac{\partial q_i / q_i}{\partial p_i / p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial p_i} \cdot \frac{p_i}{q_i} = \frac{1}{\beta_i} \cdot \frac{p_i}{q_i} \quad (7)$$

رابطه (۷) ارتباط بین کشش و شیب تابع تقاضا را نشان می‌دهد. با استفاده از رابطه کشش می‌توان شیب تابع تقاضا را بصورت زیر استخراج نمود:

$$\beta_i^* = \frac{1}{\eta_i} \cdot \frac{p_i}{q_i} \quad (8)$$

که عرض از مبدأ آن برابر است با:

$$\alpha_i^* = p_i + \beta_i^* \cdot q_i \quad (9)$$

در نتیجه واسنجی منحنی تقاضا به صورت رابطه زیر می‌باشد:

$$p_d = \alpha_i^* - \beta_i^* \cdot q_d \quad (10)$$

واسنجی تابع عرضه داخلی براساس الگوی برنامه‌ریزی مثبت و با استفاده از رهیافت حداکثر بی‌نظمی مقطعی به صورت زیر انجام می‌شود:

مرحله نخست الگوی PMP با اعمال محدودیت‌های منابع و محدودیت واسنجی انجام می‌گیرد. در این مرحله از PMP مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع و محدودیت‌های واسنجی حاصل می‌شود. تابع هدف مرحله اول الگوی برنامه‌ریزی اثباتی به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } Z = \alpha_i Q_i + \frac{1}{2} \beta_i Q_i^2 - TVC + p_i^x X_i - p_i^m M_i \quad (11)$$

محدودیت‌های الگو شامل محدودیت توازن کالا، سطح زیرکشت، آب و کود می‌باشد. همچنین برای واسنجی تابع عرضه داخلی محدودیت‌های واسنجی سطوح زیرکشت اعمال می‌شود و برای واسنجی تابع عرضه صادرات محدودیت‌های واسنجی صادرات اعمال شد. بنابراین محدودیت توازن کالا به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_i = q_i + M_i - X_i \quad (12)$$

براساس محدودیت ۱۲ کل مصرف داخلی برنج باید مساوی مجموع کل تولید داخلی به اضافه واردات منهای صادرات برنج باشد.

$$\sum_i q_{i,r} \leq L_r \quad (13)$$

براساس محدودیت فوق میزان سطح زیرکشت برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در هر منطقه ($q_{i,r}$) باید کوچکتر یا مساوی کل زمین موجود و مناسب (L_r) برای کاشت انواع برنج باشد.

$$\sum_i f_{i,r} \cdot q_{i,r} \leq fertav_r \quad (14)$$

براساس محدودیت ۱۴ میزان کود مورد استفاده برای کاشت برنج بر حسب کیلوگرم در هر منطقه ($f_{i,r}$) باید کوچکتر یا مساوی کل کود

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^K pq_{kij} z b_{kij}, \quad \forall i, j \geq i \quad (28)$$

$$b_{ij} = b_{ji}, \quad \forall i < j, \quad (29)$$

$$g = \sum_{k=1}^K pg_k z g_k, \quad (30)$$

$$\sum_{k=1}^K p d_{kir} = 1, \quad \forall i, r \quad (31)$$

$$\sum_{k=1}^K p b_{kij} = 1, \quad \forall i, j \geq i \quad (32)$$

$$\sum_{k=1}^K pg_k = 1, \quad (33)$$

$$l_{ii} = \sqrt{b_{ii} - \sum_{h=1}^{i-1} l_{ih}^2}, \quad \forall i, j \quad (34)$$

$$l_{ji} = b_{ji} - \sum_{h=1}^{i-1} l_{jh} l_{ih} / l_{ii}, \quad \forall i, j; j > i, \quad (35)$$

$$l_{ji} = 0 \quad \forall i, j; j < i \quad (36)$$

$$l_{ii} > 0 \quad (37)$$

معادله ۲۵ تابع هدف الگوی حداکثر بی‌نظمی می‌باشد. رابطه (۲۶) محدودیت اطلاعات مربوط به مرحله اول الگوی برنامه‌ریزی مثبت و داده‌های مقطعی سال پایه را بیان می‌کند. روابط (۲۷) و (۲۸) شرایط مربوط به $d_{i,r}$ و $b_{i,j}$ را که به ترتیب عرض از مبدأ و شیب تابع هزینه نهایی هستند را ارائه می‌کند. رابطه (۲۹) شرط تقارن عناصر ماتریس B را بیان می‌کند. رابطه (۳۰) پارامترهای توان شاخص سودآوری محصول را نشان می‌دهد. روابط (۳۱)، (۳۲) و (۳۳) به ترتیب مجموعه احتمالات $d_{k,i,r}$ ، $b_{k,i,j}$ و g_k که به ترتیب عرض از مبدأ، شیب و توان شاخص سودآوری محصول در تابع هزینه نهایی هستند و باید حداکثر گردند را نشان می‌دهند. محدودیت‌های (۳۴)، (۳۵) و (۳۶) مربوط به محدودیت‌های تجزیه چولسکی می‌باشند و عناصر قطری و غیرقطری ماتریس L را ارائه می‌کنند. محدودیت (۳۷) بیان می‌کند از آنجا که ماتریس B متقارن، مثبت و نیمه معین تعریف شده است بنابراین عبارت زیر رادیکال همیشه مثبت و شرط (۳۷) باید همیشه برقرار باشد.

در مرحله سوم PMP با استفاده از تابع هزینه درجه دو بازسازی شده در مرحله دوم یک الگوی برنامه‌ریزی مانند رابطه (۱۱) نوشته می‌شود با این تفاوت که در آن محدودیت واسنجی حذف می‌شود. در این الگوی واسنجی شده غیرخطی سطح فعالیت‌های مشاهده شده به خوبی بازسازی و به صورت رابطه (۳۸) نوشته می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & \alpha_i Q_i + \frac{1}{2} \beta_i Q_i^2 + p_i^x X_i \\ & - p_i^m M_i - (d' q_{i,r} + \frac{1}{2} d' T q_{i,r}) \end{aligned} \quad (38)$$

در الگوسازی بخش کشاورزی به علت تغییر در قیمت‌های مرزی، ممکن است صادرات برخی از محصولات کاهش یا افزایش یابند که این امر کاهش یا افزایش هزینه‌های بازاریابی و حمل‌ونقل را به همراه

پیش رود لازم است که شرط دوم که ماتریس هشین^۱ تابع هزینه متغیر باید معین منفی باشد برقرار باشد و لازمه آن این است که ماتریس T_r و B باید متقارن مثبت و نیمه معین باشند. به منظور اطمینان از مثبت و قطعی بودن ماتریس T_r و B پاریس و هویت (۴۰) تجزیه چولسکی را پیشنهاد دادند. تجزیه چولسکی از حاصلضرب ماتریس‌های L و D بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$B = LDL' \quad (22)$$

هکلی و بریتز (۲۱ و ۲۲) رویکرد حداکثر بی‌نظمی تعمیم یافته را به بیش از یک چهارچوب مقطعی تعمیم دادند که در ایجاد سیاست‌های مشترک منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. که در این حالت تابع هزینه نهایی ناحیه‌ای بصورت زیر می‌باشد:

$$MC_r = d_r + T_r q_r, \quad \forall r, \quad (23)$$

$$T_r = (c p i_r)^g S_r B S_r', \quad \forall r, \quad (24)$$

برای بازنویسی تابع هزینه نهایی بر اساس فرمول‌نویسی حداکثر بی‌نظمی، پارامترهای ماتریس‌های چولسکی L و D به عنوان مقدار مورد انتظار یک توزیع احتمالی مربوط به آن‌ها تعریف می‌شوند که بر مجموعه‌ای از مقادیر پشتیبان معلوم استوارند (۴۰). هکلی و بریتز با توجه به پیچیدگی‌های رابطه بین ماتریس L ، D و T پیشنهاد دادند فقط انتخاب نقاط پشتیبان در روش حداکثر بی‌نظمی تعمیم یافته موجب تشدید تحمیل شرط دوم برای تخمین پارامترهای ماتریس T با اثرات هزینه‌ای مثبت و متقارن خواهد شد. به منظور غلبه بر مشکلاتی که در اثر تجزیه LDL' از روشی که پاریس و هویت (۴۰) ارائه داده بودند، هکلی و بریتز (۲۲) پیشنهاد دادند تا نقاط پشتیبانی برای پارامترهای واقعی تعریف شود که همراه با تجزیه چولسکی LL' به عنوان محدودیت‌های مستقیم مسأله، الگو تخمین زده شود. این رویکرد نه تنها شامل تعریف نقاط پشتیبان برای عناصر ماتریس تجزیه چولسکی، بلکه شامل تعریف نقاط پشتیبان برای پارامترهایی که با استفاده از اطلاعات قبلی از طریق داده‌ها و مرحله اول برنامه‌ریزی مثبت تخمین زده می‌شوند، می‌باشد.

روابط حداکثر بی‌نظمی مقطعی به صورت زیر می‌باشد (۲۲):

$$\text{Max } H(p) = - \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{r=1}^R p d_{k,i,r} \ln p d_{k,i,r} \quad (25)$$

$$- \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N p b_{kij} \ln p b_{kij} - \sum_{k=1}^K p g_k \ln p g_k$$

$$d_{i,r} + c p i_r^g \cdot \sum_{j=1}^N S_{rit} S_{rjj} b_{ij} q_{ir} = c_{ir} + \lambda, \quad \forall i, r \quad (26)$$

$$d_{ir} = \sum_{k=1}^K p d_{kir} z d_{kir}, \quad \forall i, r \quad (27)$$

و میزان مصرف آب و آب در دسترس از سازمان وزارت نیرو و آب منطقه‌ای هر استان جمع‌آوری شده است. همچنین اطلاعات میزان صادرات و واردات و قیمت‌های صادرات و واردات از اداره گمرک جمهوری اسلامی ایران، اطلاعات نرخ تعرفه واردات برنج از کتاب مقررات صادرات و واردات استخراج شده است. الگوی مورد نظر در چارچوب برنامه‌ریزی اثباتی در بسته نرم‌افزاری GAMS 24.8.2 نوشته شد و پس از شبیه‌سازی شرایط فعلی اثر سناریوهای کاهش نرخ تعرفه واردات بر متغیرهای مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه در اثر آزادسازی تجاری نرخ‌های تعرفه واردات باید به مرور کاهش یابد، در این بخش به بررسی اثرات ناشی از کاهش تعرفه واردات در سناریوهای صفر، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد بر متغیرهای بکار گرفته شده در الگو پرداخته شده است. لازم به ذکر است که صفر درصد کاهش در نرخ تعرفه نشان‌دهنده وضعیت موجود است و کاهش در نرخ تعرفه واردات به میزان ۱۰۰ درصد به معنی حذف کامل تعرفه‌ها و آزادسازی کامل تجاری می‌باشد.

در جدول ۳، میزان و درصد تغییرات سطوح زیرکشت برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر کاهش تعرفه واردات در استان‌های مازندران، گیلان، خوزستان، گلستان و فارس در طول دوره شبیه‌سازی ارائه شده است.

با توجه به جدول ۳ به‌ترتیب برنج دانه بلند در استان مازندران با ۱۹۵/۴۳۳ هزار هکتار، برنج دانه بلند در استان گیلان با ۱۵۵/۶۸۵ هزار هکتار، برنج دانه متوسط در استان خوزستان با ۶۲/۹۲۰ هزار هکتار، برنج دانه بلند در استان گلستان با ۳۸/۸۳۶ هزار هکتار، و برنج دانه متوسط در استان فارس با ۲۵/۰۲۰ هزار هکتار بیش‌ترین سطوح زیرکشت را دارا می‌باشند.

براساس نتایج جدول ۳، مقادیر سطوح زیرکشت برنج دانه بلند و متوسط در استان‌های مازندران، گیلان، خوزستان، گلستان و فارس و برنج دانه کوتاه در استان‌های گلستان و فارس در اثر کاهش نرخ تعرفه واردات در سناریوهای مختلف کاهش خواهد یافت. یافته‌های پژوهش محمدی (۳۱) که در استان فارس انجام شده مؤید این موضوع می‌باشد.

همچنین نتایج حاکی از آن است که سه استان گیلان، مازندران و گلستان کم‌ترین میزان درصد تغییرات در سطح زیرکشت برنج دانه بلند را در اثر کاهش تعرفه واردات دارند. بعنوان مثال برای مقایسه کاهش سطوح زیرکشت این محصول تحت سناریوی ۱۰ و ۱۰۰ درصد کاهش در تعرفه واردات، مشاهده می‌شود که سطح زیرکشت این محصول در استان گیلان از ۰/۰۹ درصد کاهش، به میزان ۰/۹۹

درد (۱۰). بنابراین هزینه‌های افزایشی برای صادرات باید در تابع هدف الگو وارد شوند. از تابع معکوس عرضه صادرات و مقادیر دوگان محدودیت‌های واسنجی صادرات برای واسنجی صادرات و برآورد این هزینه‌های افزایشی استفاده می‌شود.

واسنجی تابع معکوس عرضه صادرات مانند واسنجی تابع تقاضا انجام می‌شود. از این‌رو عرض از مبدأ و شیب توابع هزینه نهایی صادرات با استفاده از توابع صادرات در سال پایه به‌صورت زیر برآورد می‌شود.

$$\varphi_i = -\frac{1}{\gamma_i} \cdot \frac{p_i^x}{X_i} \quad (39)$$

کشش‌های عرضه صادرات انواع برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه که به پیروی از آیدین و همکاران (۵) یک در نظر گرفته شده‌اند. رابطه عرض از مبدأ نیز با استفاده از مقادیر دوگان محدودیت‌های واسنجی (δ_i) و شیب (φ_i) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta_i = -\delta_i - \varphi_i X_i \quad (40)$$

در مرحله دوم واسنجی تابع عرضه صادرات، مانند واسنجی تابع عرضه داخلی، توابع هزینه مربوط به صادرات در تابع هدف گنجانده می‌شود و محدودیت‌های واسنجی مربوط به صادرات حذف می‌شود. در نهایت ساختار کلی مدل به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } Z = \alpha_i Q_i + \frac{1}{2} \beta_i Q_i^2 + p_i^x X_i - p_i^m M_i - (d' q_{i,r} + \frac{1}{2} d' T q_{i,r}) + (\theta_i X_i + \frac{1}{2} \varphi_i X_i) \quad (41)$$

در الگوی نهایی، صادرات نیز برابر صادرات سال پایه بدون محدودیت واسنجی حاصل می‌شود و الگو برای اعمال سیاست آماده می‌باشد. در این مطالعه سیاست مورد بررسی تغییرات کاهش تعرفه می‌باشد که از طریق $p^m = M * (1 + TF_m)$ اعمال می‌شود. TF_m همان تعرفه واردات می‌باشد که باید به مرور کاهش یابد. همچنین رفاه مصرف‌کنندگان، رفاه تولیدکنندگان و مخارج دولت نیز به‌ترتیب از طریق روابط (۴۲)، (۴۳) و (۴۴) به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$wsc = -\frac{1}{2} \beta_i Q_i^2 \quad (42)$$

$$wsp = \alpha_i Q_i + \beta_i Q_i^2 - (d' q_{i,r} + \frac{1}{2} d' T q_{i,r}) + (\theta_i X_i + \frac{1}{2} \varphi_i X_i) \quad (43)$$

$$wst = p_i^x X_i - p_i^m M_i \quad (44)$$

در این پژوهش به‌منظور بررسی اثر آزادسازی تجاری بر تولید، مصرف، صادرات و واردات برنج، سه وارسته برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه مورد بررسی قرار گرفت و نواحی مورد مطالعه، شامل استان‌های مازندران، گیلان، خوزستان، گلستان و فارس می‌باشند. داده‌های موردنیاز در این پژوهش برای دو سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ و ۹۴-۱۳۹۳ جمع‌آوری شده‌اند. اطلاعات میزان تولید، سطح زیرکشت، قیمت‌های سرزمین، میزان مصرف کود، میزان کود در دسترس، میزان زمین در دسترس و هزینه نهاده‌ها از آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی کل کشور

همکاران (۱) و گودرزی (۱۸) در مطالعات خود با بررسی مزیت نسبی برنج دانه بلند در استان‌های گلستان و مازندران، نشان دادند که برنج دانه بلند در استان مازندران و گلستان دارای مزیت نسبی می‌باشد.

درصد نسبت به سال پایه کاهش خواهد یافت و در استان مازندران، از ۰/۱۲ درصد کاهش به میزان ۱/۲۲ درصد نسبت به سال پایه کاهش خواهد یافت و در استان گلستان از ۰/۵۶ درصد، به میزان ۵/۶۶ کاهش خواهد یافت. علت کم‌اثر بودن کاهش سطح تعرفه را می‌توان وجود مزیت نسبی برنج دانه بلند در این سه منطقه دانست. آبیاری و

جدول ۳- میزان و درصد تغییرات سطوح زیر کشت برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر کاهش تعرفه واردات در استان‌های مازندران، گیلان، خوزستان، گلستان و فارس

Table 3- Amount and Percentage of changes Area of long, medium and short grain rice through reduction of import tariff in Mazandaran, Gilan, Khuzestan, Golestan and Fars

محصول Crop	سناریو Scenario	مازندران Mazandaran		گیلان Gilan		خوزستان Khuzestan		گلستان Golestan		فارس Fars	
		سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)
برنج دانه بلند Long grain rice	0	195.433	0	155.685	0	0.266	0	38.836	0	3.550	0
	10	195.194	-0.12	155.531	-0.09	0.117	-56	38.616	-0.56	3.376	-4.9
	25	194.834	-0.3	155.299	-0.24	0	-100	38.287	-1.41	3.115	-12.25
	50	194.235	-0.61	154.913	-0.49	0	-100	37.737	-2.82	2.681	-24.47
	75	193.636	-0.91	154.528	-0.74	0	-100	37.187	-4.24	2.246	-36.73
	90	193.277	-1.1	154.296	-0.89	0	-100	36.857	-5	1.985	-44
برنج دانه متوسط Medium grain rice	100	193.037	-1.22	154.142	-0.99	0	-100	36.637	-5.66	1.812	-48.96
	0	14.714	0	4.126	0	62.92	0	15.856	0	25.020	0
	10	14.614	-0.67	4.051	-1.81	62.844	-0.12	15.719	-0.86	24.896	-0.49
	25	14.465	-1.69	3.937	-4.58	62.73	-0.3	15.513	-2.16	24.710	-1.23
	50	14.216	-3.38	3.747	-9.18	62.539	-0.6	15.170	-4.32	24.400	-2.47
	75	13.967	-5.07	3.558	-13.76	52.348	-0.9	14.828	-6.48	24.089	-3.72
برنج دانه کوتاه Short grain rice	90	13.818	-6.08	3.444	-16.52	62.233	-1.09	14.622	-7.78	23.903	-4.46
	100	13.718	-6.760	3.368	-18.37	62.156	-1.21	14.485	-8.64	23.779	-4.96
	0	0	0	0	0	0	0	2.472	0	0.967	0
	10	0	0	0	0	0	0	2.359	-4.57	0.900	-6.92
	25	0	0	0	0	0	0	2.189	-11.44	0.801	-17.16
	50	0	0	0	0	0	0	1.905	-22.93	0.635	-34.33
	75	0	0	0	0	0	0	1.622	-34.38	0.469	-51.49
	90	0	0	0	0	0	0	1.452	-41.26	0.369	-61.84
	100	0	0	0	0	0	0	1.338	-45.87	0.303	-68.66

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

بودن قیمت تمام شده‌ی برنج در اثر کاهش بیش از حد تعرفه این محصول و سرازیر شدن واردات بیش از نیاز گذشته، کشاورزان انگیزه کمتری برای کاشت این محصول نشان می‌دهند. با توجه به نتایج این جدول از آنجا که درصد حساسیت سطح زیر کشت برنج دانه متوسط به کاهش تعرفه واردات نسبت به سایر انواع برنج کم‌تر می‌باشد بنابراین می‌توان گفت کشور ایران در تولید برنج دانه متوسط نسبت به سایر انواع برنج دارای مزیت نسبی می‌باشد. قابل ذکر است که افزایش شدید تغییرات سطح زیر کشت برنج دانه بلند نسبت به سایر انواع برنج به دلیل کاهش شدید سطح زیر کشت برنج دانه بلند در استان خوزستان می‌باشد.

اطلاعات جدول ۵، میزان مصرف برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر اعمال سناریوی کاهش نرخ تعرفه واردات نسبت به وضعیت

میزان کاهش سطح زیر کشت برنج دانه بلند در استان‌های خوزستان و فارس بسیار شدید می‌باشد، بطوریکه سطح زیر کشت برنج دانه بلند در استان خوزستان در اثر کاهش تعرفه واردات، به صفر خواهد رسید که نشانگر عدم مزیت نسبی این دو استان در تولید این محصول است. همچنین درصد کاهش سطح زیر کشت برنج دانه متوسط در دو استان خوزستان و فارس در اثر کاهش تعرفه واردات نسبت به سایر استان‌ها و همچنین نسبت به سایر انواع برنج بسیار کم تر می‌باشد که نشانگر مزیت نسبی دو استان خوزستان و فارس در تولید برنج دانه متوسط نسبت به سایر استان‌ها و سایر انواع برنج می‌باشد.

با توجه به نتایج جدول (۴) به طور کلی از آنجا که تولید برنج عملی طاقت فرساست و به دلیل کوچک بودن زمین‌های زراعی و بالا

فعلی نشان می‌دهد. میزان مصرف برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه برای سال پایه از حاصل جمع میزان تولید به علاوه واردات منهای صادرات محاسبه شده است.

جدول ۴- میانگین میزان و درصد تغییرات سطوح زیر کشت برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر کاهش تعرفه واردات در ۵ استان

Table 4- Average of amount and Percentage of changes Areas under cultivation of long, medium and short grain rice through reduction of import tariff in 5 province

سناریوی کاهش نرخ تعرفه Tariff Reduction Scenario(%)	برنج دانه بلند Long grain rice		برنج دانه متوسط Medium grain rice		برنج دانه کوتاه Short grain rice	
	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)	سطح زیر کشت Area (1000ha)	درصد تغییرات Changes (%)
0	78.75	0	24.52	0	0.687	0
10	78.56	-12.34	24.42	-0.79	0.651	-2.29
25	78.30	-22.84	24.27	-1.99	0.598	-5.72
50	77.91	-25.68	24	-3.99	0.508	-11.45
75	77.51	-28.52	23.75	-5.99	0.418	-17.17
90	77.28	-30	23.60	-7.19	0.364	-20.62
100	77.12	-31.36	23.50	-7.99	0.328	-22.9

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

ضروری‌تر و حساسیت آن نسبت به تغییرات قیمت کم‌تر می‌باشد. همان‌گونه که از نتایج ارائه شده در جدول ۶ مشخص است میزان صادرات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر اعمال سناریوی کاهش نرخ تعرفه واردات افزایش می‌یابد. به دلیل مصرف زیاد برنج در ایران و نیاز به واردات برای تأمین مصرف داخلی توان صادرات این محصول در ایران وجود نداشته است. اما بعضی از برنج‌های تولیدی در ایران به دلیل مرغوبیت بالا در سال‌های گذشته به کشورهای جهان صادر می‌شود. نتایج جدول ۶ حاکی از این است که میزان افزایش صادرات برنج دانه بلند در سناریوهای کاهش نرخ تعرفه واردات نسبت به وضعیت فعلی کم‌تر از برنج دانه متوسط و برنج دانه کوتاه است. علت این امر درصد زیاد کاهش سطح زیر کشت برنج دانه بلند در اثر کاهش تعرفه واردات نسبت به وضعیت فعلی می‌باشد.

نتایج حاکی از این است که میزان درصد کاهش مصرف برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه نسبت به وضعیت فعلی کم می‌باشد بطوری‌که میزان مصرف برنج دانه بلند در کاهش نرخ تعرفه واردات به میزان ۱۰ و ۱۰۰ درصد، از ۰/۰۸ به ۰/۸۹ درصد نسبت به وضعیت فعلی کاهش می‌یابد. همچنین مصرف برنج دانه متوسط از ۰/۲۲ به ۲/۲۱ درصد و برنج دانه کوتاه از ۰/۱۴ درصد به ۱/۳۸ درصد نسبت به وضعیت فعلی کاهش خواهد یافت که علت این امر ناشی از کسش قیمتی کم برنج (۰/۰۷-) می‌باشد که باعث می‌شود نسبت به کاهش تعرفه و در نتیجه تغییرات قیمت زیاد حساس نباشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود گرچه درصد کاهش مصرف برنج دانه بلند نسبت به وضعیت فعلی نسبت به سایر انواع برنج کمتر می‌باشد اما میزان افزایش آن بیشتر است و این نشان‌دهنده این است که برنج دانه بلند در بین خانوار

جدول ۵- میزان و درصد تغییرات مصرف برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر کاهش تعرفه واردات

Table 5- Amount and Percentage of changes consumption of long, medium and short grain rice through reduction of import tariff

سناریوی کاهش نرخ تعرفه Tariff Reduction Scenario(%)	برنج دانه بلند Long grain rice		برنج دانه متوسط Medium grain rice		برنج دانه کوتاه Short grain rice	
	مصرف Consumption (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)	مصرف Consumption (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)	مصرف Consumption (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)
0	2516.375	0	649.030	0	33.916	0
10	2518.621	0.08	650.468	0.22	33.964	0.14
25	2521.989	0.22	625.625	0.55	34.034	0.34
50	2527.603	0.44	656.219	1.1	34.152	0.69
75	2533.217	0.66	659.814	1.66	34.270	1.04
90	2536.586	0.8	661.971	1.99	34.340	1.25
100	2538.831	0.89	663.409	2.21	34.380	1.38

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۶- میزان و درصد تغییرات صادرات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر کاهش تعرفه واردات

Table 6- Amount and Percentage of changes export of long, medium and short grain rice through reduction of import tariff

سناریوی کاهش نرخ تعرفه Tariff Reduction Scenario (%)	برنج دانه بلند Long grain rice		برنج دانه متوسط Medium grain rice		برنج دانه کوتاه Short grain rice	
	صادرات export (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)	صادرات export (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)	صادرات export (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)
0	0.162	0	0.103	0	0.030	0
10	0.165	1.85	0.105	1.94	0.031	3.33
25	0.169	4.32	0.109	5.82	0.032	6.66
50	0.176	8.64	0.115	11.65	0.033	10
75	0.183	12.96	0.121	17.47	0.035	16.66
90	0.187	15.43	0.125	21.35	0.036	20
100	0.190	17.28	0.127	23.3	0.037	23.33

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

تولیدکنندگان کاهش می‌یابد، مخارج دولت و رفاه خالص اجتماعی نیز افزایش می‌یابد. حیدری و همکاران (۲۳)، باقری و نجفی (۶)، گیلان‌پور و یزدانی (۱۷) و شریف و همکاران (۴۵) نیز در مطالعات خود نشان دادند که آزادسازی تجاری موجب افزایش مازاد رفاه مصرف‌کنندگان و کاهش مازاد رفاه تولیدکنندگان و همچنین افزایش مازاد رفاه اجتماعی خواهد شد. بعنوان مثال رفاه تولیدکنندگان از ۱۵۲۱۲۱/۶۷۸ میلیون تومان در سال پایه به ۱۴۶۶۷۲ میلیون تومان در سناریوی کاهش تعرفه به میزان ۱۰۰ درصد (نرخ تعرفه صفر درصد) رسیده است. احتمال ورشکستگی، عدم تحقق خودکفایی داخلی برنج و وابستگی هرچه بیشتر به بازارهای خارجی از جمله زیان وارد شده به تولیدکنندگان می‌باشد.

نتایج ارائه شده درخصوص واردات برنج در جدول ۷ نشان می‌دهد که در اثر سناریوی کاهش نرخ تعرفه واردات میزان واردات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه نسبت به وضعیت فعلی افزایش خواهد یافت. واردات مهم‌ترین متغیر تأثیرپذیر از کاهش تعرفه واردات می‌باشد. با کاهش تعرفه واردات، قیمت برنج وارداتی در داخل کشور کاهش یافته و برای واردکنندگان به صرفه است که واردات انجام دهند، بنابراین واردات برنج افزایش می‌یابد. علت کم اثر بودن کاهش تعرفه واردات به تغییرات واردات برنج دانه بلند نسبت به سایر انواع برنج می‌تواند ناشی از کشش‌پذیری کم آن نسبت به تغییرات قیمت باشد. با توجه به جدول ۸ میزان رفاه مصرف‌کنندگان در اثر کاهش نرخ تعرفه واردات نسبت به وضعیت فعلی افزایش خواهد یافت. میزان رفاه

جدول ۷- میزان و درصد تغییرات واردات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه در اثر کاهش تعرفه واردات

Table 7- Amount and Percentage of changes import of long, medium and short grain rice through reduction of import tariff

سناریوی کاهش نرخ تعرفه Tariff Reduction Scenario (%)	برنج دانه بلند Long grain rice		برنج دانه متوسط Medium grain rice		برنج دانه کوتاه Short grain rice	
	واردات import (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)	واردات import (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)	واردات import (1000Ton)	درصد تغییرات Changes (%)
0	785.768	0	171.167	0	10.785	0
10	791.964	0.78	180.496	2.07	18.376	4.98
25	800.919	1.92	186	5.18	19.685	12.46
50	815.218	3.74	195.176	10.37	21.866	24.92
75	829.517	5.56	204.354	15.56	24.047	37.38
90	838.096	6.65	209.859	18.67	25.350	44.85
100	834.815	7.38	213.530	20.75	26.220	49.84

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۸- میزان و درصد تغییرات رفاه خالص اجتماعی، رفاه مصرف کنندگان، رفاه تولید کنندگان و رفاه دولت در اثر کاهش تعرفه واردات
Table 8- Amount and Percentage of changes Net social welfare, Welfare of consumers, producers and government through reduction of import tariff

سناریوی کاهش نرخ تعرفه Tariff Reduction Scenario(%)	رفاه خالص اجتماعی Net social welfare		رفاه مصرف کنندگان Welfare of consumers		رفاه تولید کنندگان Welfare of producers		مخارج دولت Expenses of government	
	مقدار quantity (Million Taman)	درصد تغییرات Changes (%)	مقدار quantity (Million Taman)	درصد تغییرات Changes (%)	مقدار quantity (Million Taman)	درصد تغییرات Changes (%)	مقدار quantity (Million Taman)	درصد تغییرات Changes (%)
0	433578	0	287858	0	152121.678	0	-6401.638	0
10	433761	0.04	288459.142	1.7	151591.268	-0.34	-6288.453	1.76
25	434035	0.1	289362.387	4.5	150788.456	-0.78	-6109.012	4.57
50	434493	0.2	290871.432	9.6	149433.202	-1.76	-5786.455	9.6
75	434950	0.3	292385.026	15	148.61.096	-2.66	-5439.284	15
90	435225	0.37	293295.366	18.4	147229.744	-3.2	-5219.167	18.47
100	435408	0.42	293903.167	20.8	146672	-3.58	-5067.500	20.84

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نرخ‌های تعرفه واردات میزان سطوح زیرکشت برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه کاهش یافت و با فرض ثابت ماندن تکنولوژی تولید میزان تولید برنج در تمام استان‌ها نیز کاهش یافت. میزان تقاضا و در نتیجه مصرف برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه نسبت به سال پایه افزایش یافت و میزان واردات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه نسبت به سال پایه افزایش یافت. براساس یافته‌های پژوهش صادرات برنج دانه بلند، متوسط و کوتاه نیز در اثر کاهش نرخ‌های تعرفه واردات نسبت به سال پایه افزایش یافت. همچنین میزان رفاه خالص اجتماعی، میزان رفاه مصرف کنندگان و مخارج دولت افزایش و میزان رفاه تولید کنندگان کاهش یافت. بنابراین با توجه به کوچک بودن قطعات زمین‌های زیرکشت، هزینه بالای تولید، عدم مزیت نسبی در تولید بعضی از انواع برنج، ضایعات زیاد کارخانه‌های شالی کوبی در کشور کاهش تعرفه واردات برنج می‌تواند مفید واقع شود. از سویی از آنجا که یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید، صادرات و واردات یک محصول مزیت‌نمایی آن می‌باشد و با تأکید بر کیفیت و مرغوبیت برنج ایرانی، با افزایش بهره‌وری آب در واحد سطح و در نتیجه افزایش عملکرد در واحد سطح و کاشت ارقامی از برنج که در هر استان مزیت‌نمایی دارند می‌توان باعث افزایش رفاه تولید کنندگان برنج شد.

افزایش رفاه مصرف کنندگان نیز ناشی از کاهش قیمت برنج وارداتی در اثر کاهش تعرفه‌های واردات می‌باشد. کاهش مخارج دولت مربوط به این موضوع می‌باشد که در اثر کاهش تعرفه واردات برنج، میزان افزایش واردات بیشتر از میزان افزایش صادرات می‌باشد. بعنوان مثال با توجه به جدول ۵ افزایش صادرات برنج دانه بلند از ۱۶۲ تن به ۱۹۰ تن، به میزان ۲۸ تن می‌باشد و میزان واردات برنج دانه بلند در جدول ۶ از ۷۸۵۷۶۸ تن به ۸۳۴۸۱۵ تن رسیده است و این میزان افزایش برابر با ۴۹۰۴۷ تن می‌باشد که بسیار بیشتر از افزایش میان صادرات برنج می‌باشد.

رفاه خالص اجتماعی که برآیند رفاه مصرف کنندگان، رفاه تولید کنندگان و مخارج دولت می‌باشد به میزان ناچیزی حدود ۰/۴ درصد نسبت به وضعیت فعلی افزایش می‌یابد. بعنوان مثال میزان رفاه خالص اجتماعی در کاهش نرخ تعرفه به میزان ۱۰ درصد، از ۴۳۳۵۷۸ میلیون تومان به ۴۳۵۴۰۸ میلیون تومان در نرخ تعرفه صفر درصد (۱۰۰ درصد کاهش در نرخ تعرفه) رسیده است و این میزان افزایش برابر ۱۸۳۰ میلیون تومان می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با کاهش

منابع

- 1-Abyar N.M., Razaghi M.H., and Asgari M. 2016. Determine the relative advantage of wheat, barley and rice production in Golestan province. Research Findings in Crops Production, 1(1):1-12. (In Persian)
- 2-Anderson K., and Martin W. 2005. Agricultural trade reform and the Doha development Agenda. The World Economy, 28(9): 1301-1327.
- 3-Anderson K., Martin W., and Valenzuela E. 2006. The relative importance of global agricultural subsidies and market access. World Trade Review, 5(03): 357-376.
- 4-Arndt S.W. 1997. Globalization and trade: A symposium. The world Economy, 20(5): 695-707.
- 5-Aydin M.F., Çıplak U., and Yücel M.E. 2004. Export supply and import demand models for the Turkish

- economy. The Central Bank of the Republic of Turkey Research Department Working Paper, 4(09): 1-29.
- 6-Bagheri M., and Najafi B. 2011. Investigating the welfare effects of reducing import tariffs in the rice market. *Journal of Agricultural Economics Research*, 3(1): 181-194. (In Persian)
- 7-Bagheri M., Hojjatzadeh A., and Rezaei M. 2009. Implementation of principle of trade liberalization in the WTO: Challenges and opportunities. *Journal of Law and Policy Research*, 11(27): 9-28. (In Persian)
- 8-Bas M., and Strauss-Kahn V. 2015. Input-trade liberalization, export prices and quality upgrading. *Journal of International Economics*, 95(2): 250-262.
- 9-Bauer S. 1998. Historical review, experience and perspectives in sector modeling. Proceeding of 16th symposium of the European Association of Agriculture Economists. 14-15 April, Kiel, Wissenschaftsverlag vauk, 3-22.
- 10-Bauer S., and Kasnakoglu H. 1990. Non-linear programming models for sector and policy analysis. Experiences with the Turkish agricultural sector model. *Economic Modeling*, 7(3): 275-290.
- 11-Dabrowski J.M., Murray K., Ashton P.J., and Leaner J.J. 2009. Agricultural impacts on water quality and implications for virtual water trading decisions. *Ecological Economics*, 68: 1074-1082.
- 12-Eruygur H.O. 2005. Impacts of policy changes on Turkish agriculture: an optimization model with maximum entropy. PhD Thesis, Middle East Technical University.
- 13-Fakhraie A., and Norouzi F. 2007. Demand Error Correction model for different types of imported and domestic rice in Iran. *Iranian Journal of Economic Research*, 9(30): 135-119. (In Persian)
- 14-Fan H., Li Y.A., and Yeaple S.R. 2015. Trade liberalization, quality, and export prices. *Review of Economics and Statistics*, 97(5): 1033-1051.
- 15-FAO (food and agricultural organization of united nation). 2014. FAOSTAT database.
- 16-Ghaderi Kh., and Torkamani J. 2003. Estimation of rice supply and demand functions for the Period 1966-2000 (With static and convergence tests). 4th Iranian Agricultural Economics Conference.
- 17-Gilanpour A., and Yazdani S. 1996. Impact of trade organization on Iran rice economy, *Iranian Journal of Agricultural Science*, 28(2): 26-19. (In Persian with English abstract)
- 18-Goudarzi M. 2009. Determination of the relative advantage of different varieties of rice in Mazandaran province. *Journal of Agricultural Economics Research*, 1(1): 56-35. (In Persian)
- 19-Haghighat J., Aref Eshghi T., and Javedan A. 2014. Effect of trade liberalization on corn import in Iran. *Business Research*. 12(64): 82-92.
- 20-Hazell P.B.R., and Norton R.G. 1986. Mathematical programming for economic analysis in agriculture. Macmillan. New York, 31(8): 930-930.
- 21-Heckelei T., and Britz W. 1999. Maximum entropy specification of PMP in CAPRI. University of Bonn, CAPRI Working Paper, 99-108.
- 22-Heckelei T., and Britz W. 2000. Positive mathematical programming with multiple data points: a cross-sectional estimation procedure. *Cahiers d'Economie et de Sociologies Rurales*, 57: 27-50.
- 23-Heidary H., Davoudi N., and Pashazanousi M. 2015. The effect of agricultural tariff reduction on macroeconomic variables using global trade analysis project. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 3(29): 308-318.
- 24-Hoang H.K., and Meyers W.H. 2015. Price stabilization and impacts of trade liberalization in the Southeast Asian rice market. *Food Policy*, 57(30): 26-39.
- 25-Howitt R.E. 1995. Positive mathematical programing. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2): 329-342.
- 26-Iran Development and Trade Organization 2015, the book of export and import regulations of different years. (In Persian)
- 27-Jihad agriculture organization of Iran 2015, Statistical Yearbook of agriculture 2014 and 2015. (In Persian)
- 28-Khoso I., Ram N., Ghumro I.A., and Shaikh F.M. 2011. Empirical analysis of implication of WTO on rice market. *International Journal of Economics and Finance*, 3(2): 159-165.
- 29-McCarl B.A. 1982. Cropping activities in agricultural sector models: a methodological proposal. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(4): 768-772.
- 30-McCarl B.A., and Spreen T.H. 1997. Applied mathematical programing using algebraic systems. *Economics*, 19: 207-218.
- 31-Mohammadi H. 2012. Effects of trade liberalization on the welfare of consumers and producers of agricultural products, Exchange of virtual water and sustainability of resources: Case study in Fars province, *Journal of Agricultural Economics*. 6(3): 176-145. (In Persian)
- 32-Mohammadi H., and Soltani GH. 2000. Estimates of cereal import demand function. Third Conference of Agricultural Economics. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)
- 33-Mousavi S.H., and Esmaeily A. 2011. Analysis of the effects of import tariff policy on Iran's rice market. *Journal of Agricultural Economics Research*, 3(2): 1-20. (In Persian)
- 34-Mukhtar T. 2008. Doha Round of WTO and the rice sector of Pakistan. *Zagreb International Review of Economics and Business*, 11(2): 19-34.
- 35-Noori K. 2002. Determine the Relative advantage of production of major rice groups in Gilan and Mazandaran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 10(40): 45-25. (In Persian)

- 36-Noori K. 2006. A Study on market distortions and its effects on rice supply, demand and import in Iran. *Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture*, 73: 25-17. (In Persian with English abstract)
- 37-Noori K., and Yazdani S. 2000. Globalization of the economy and its effects on the agricultural sector of Iran (Case study of rice and dates). 3th Iranian Agricultural Economics Conference. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. 247-264.
- 38-Önal H., and McCarl B.A. 1989. Aggregation of heterogeneous firms in mathematical programming models. *European Review of Agricultural Economics*, 16(4): 499-513.
- 39-Önal H., and McCarl B.A. 1991. Exact aggregation in mathematical programming sector models. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 39(2): 319-334.
- 40-Paris Q., and Howitt R.E. 1998. An analysis of ill-posed production problems using maximum entropy. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1): 124-138.
- 41-Rasouli N.M., Seyahpoush Z., and Sadrabadi M.H. 2016. Globalization of Iran's economy and its impact on the agricultural sector: case study of wheat. International Conference on Modern Research in Management, Economics and Accounting, Institute of Ideological Managers, Iliya Capital. (In Persian with English abstract)
- 42-Sabouhi M., and Ahmad pour M. 2013. Effect of subsidies targeting on agricultural sector in Iran (Regional modeling of agricultural sector). *Quarterly Journal of Economic Research*, 15(2): 157-182. (In Persian)
- 43-Samuelson P.A. 1952. Spatial price equilibrium and linear programming. *American Economic Review*, 42 (2): 283-303.
- 44-Santos-Paulino A., and Thirlwall A.P. 2004. The impact of trade liberalization on exports, imports and the balance of payments of developing countries. *The Economic Journal*, 114(493): 50-72.
- 45-Sharif S., Javed M.S., Abbas A., Hassan S., and Salam A. 2008. Impact of WTO's trade liberalization on selected food crops in Pakistan [with Comments]. *The Pakistan Development Review*, 47(4): 547-563.
- 46-Takayama T., and Judge G.C. 1964. Spatial equilibrium and quadratic programming. *Journal of Farm Economics*, 46(1): 67-93.
- 47-Tayebi S.K., and Ghanbari A. 2007. The effect of accession to the WTO on Iran's saffron market. Sixth Iranian Agricultural Economics Conference, Mashhad, Iran Agricultural Economics Association, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract)
- 48-World Rice Statistics Online Query Facility - IRRI. www.ricestat.irri.org/8080/wrsv3/entrypoint.htm.
- 49-World Trade Organization - Home page. www.wto.org/english/res_e/res_e.htm.
- 50-Zakaria M. 2014. Effects of trade liberalization on exports, imports and trade balance in Pakistan: A Time Series Analysis. *Prague Economic Papers*, 23(1): 121-139.
- 51-Zakirfar N. 2005. Liberation and its effects on employment level in Iran. Master's thesis, Islamic Azad University Isfahan (Khorasgan) Branch. (In Persian)
- 52-Zhu J., Yu W., Wang J., and Elleby C. 2016. Tariff liberalization, Price transmission and rural welfare in china. *Journal of Agricultural Economics*, 67(1): 24-46.
- 53-Zoughipour A., and Zibaei M. 2009. The effect of trade liberalization on key variables in Iran's agricultural sector. A generalizable general equilibrium model. *Journal of Agricultural Economics*, 3(4): 67-93. (In Persian)



سرریز ریسک نرخ ارز بر قیمت گوشت مرغ و نهاده‌های اصلی آن در ایران

فرنوش وجدی^۱ - محمد قهرمان زاده^{۲*} - جواد حسین زاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۴

چکیده

در طی سال‌های گذشته با توسعه و گسترش واحدهای پرورش مرغ گوشتی و افزایش تولید آن، گوشت مرغ به یک کالای ضروری در سبد غذایی خانوارها تبدیل گردیده و به عنوان یکی از مهمترین منابع تأمین پروتئین خانوارها مطرح شده است. در سال‌های اخیر قیمت بازار گوشت مرغ و همچنین تلاطم نرخ ارز در کشور به یکی از مشکلات این صنعت تبدیل شد. یکی از عوامل عمده ایجاد این ریسک در بازار قیمت گوشت مرغ، نوسانات نرخ ارز می‌باشد که با تأثیر بر بازار نهاده‌های وارداتی، بازار این محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این راستا در مطالعه‌ی حاضر به بررسی اثر سرریز ریسک نرخ ارز بر قیمت گوشت مرغ و نهاده‌های عمده‌ی وارداتی آن و همچنین سرریز ریسک بین دو بازار نهاده‌ها و گوشت مرغ کشور طی دوره زمانی ۹۴-۱۳۷۴ با استفاده از رهیافت ارزش در معرض ریسک (VaR) و به طور خاص خانواده‌ی مدل‌های MVGARCH پرداخته شده است. نتایج حاکی از وجود ریسک‌های فراسو و فروسوی برای معامله‌گران تمامی بازارهای مذکور وجود دارد و سرریز ریسک معنی‌دار بین بازار نرخ ارز و بازار نهاده‌های تولیدی و بازار گوشت مرغ وجود داشته و شدت این سرریز برای ریسک فراسوی نرخ ارز بیشتر از ریسک فروسوی آن می‌باشد. همچنین بین بازار نهاده‌های تولیدی و بازار مرغ سرریز ریسک معنی‌داری وجود دارد و در هر دو سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد، در تمامی وقفه‌ها سرریز ریسک فراسوی و فروسوی چشمگیری مشاهده می‌شود. بنابراین با توجه به تأثیرپذیری بالای بازار نهاده‌ها از ریسک نرخ ارز، پیشنهاد می‌گردد تا جای ممکن و به شرطی که اصل مزیت نسبی اجازه دهد به تولید بیشتر نهاده‌های استراتژیک مانند ذرت و سویا پرداخته شود.

طبقه‌بندی: D81, Q14, C32: JEL

واژه‌های کلیدی: بازار گوشت مرغ، نرخ ارز، نهاده‌های وارداتی، VaR، MVGARCH

مقدمه

شده همگی حکایت از اهمیت گوشت مرغ در سمت عرضه و تقاضا کشور دارد.

در سال‌های پس از پیروزی انقلاب اسلامی تلاش‌های بسیاری برای تأمین نهاده‌های مورد نیاز مانند ذرت و کنجاله سویا در تولید شتابان طیور کشور به عمل آمد. اگرچه بخش قابل توجهی از این مواد اولیه از جمله ذرت هم‌اکنون در داخل کشور تولید و تأمین می‌شود (۶۲ درصد نیاز داخلی) ولی کشور برای حفظ وضع موجود در زمینه تولید طیور، نیازمند افزایش واردات بوده و در زمان‌های مناسب اقدام به خرید و واردات نهاده‌های اصلی مانند ذرت و کنجاله سویا می‌نماید. ذرت وارداتی در بخش طیور بعد از گندم در رتبه دوم قرار دارد، بطوری‌که واردات گندم ۷۱۲۳/۸۷ هزار تن و میزان واردات ذرت ۶۱۶۱/۹۵ هزار تن در سال ۱۳۹۳ می‌باشد. در نتیجه تغییرات بازارهای جهانی این نهاده‌ها به همراه تغییرات نرخ ارز در کشور موجب ایجاد اختلال در بازار گوشت مرغ کشور می‌گردد. کنترل و تثبیت نوسانات و ریسک قیمتی بازار نهاده‌ها و محصول گوشت مرغ، همواره جزء اهداف و سیاست‌های تنظیم بازار در ایران بوده است.

با توجه به جایگاه و اهمیت گوشت مرغ در سبد غذایی خانوارها و امنیت غذایی کشور در سال‌های اخیر، با توسعه و گسترش واحدهای تولید گوشت مرغ و افزایش تولید این فراآورده، مورد توجه خاص دولت واقع شده و این محصول به عنوان یکی از مهمترین منابع تأمین پروتئین خانوارها مطرح شده است. با توجه به آمار وزارت جهاد کشاورزی، تولید آن در کشور در طی سالیان اخیر افزایش داشته است به طوری‌که تولید گوشت مرغ از ۱۵۶۵ هزار تن در سال ۱۳۸۷ به ۲۰۳۳ هزار تن در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است. در سمت تقاضا ملاحظه می‌گردد مصرف سرانه گوشت مرغ در کشور از ۲۱/۸۳ کیلوگرم در سال ۱۳۸۷ به ۲۵/۸۴ کیلوگرم در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است که نزدیک به ۲ برابر متوسط جهانی می‌باشد. این آمار ذکر

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز

(*)- نویسنده مسئول: (Email: Ghahremanzadeh@tabrizu.ac.ir)

همکاران^{۱۰} (۲۰۱۱)، به مطالعه اثر خالص نرخ ارز بر روی قیمت نهاده‌ها و قیمت محصولات بخش کشاورزی با استفاده از رهیافت VAR و داده‌های ماهانه دو دوره‌ی زمانی ۲۰۰۶-۱۹۹۷ و ۲۰۰۷-۲۰۱۱ در کشور آمریکا پرداخته و نشان دادند که همبستگی بین نرخ ارز و تمامی متغیرها در طول زمان افزایش یافته است و افزایش نرخ ارز اثر منفی در قیمت ذرت، گندم و دانه‌های خوراکی دارد. لین و وو^{۱۱} (۲۰۱۲)، به بررسی تأثیر عبور نرخ ارز بر کاهش قیمت‌ها در کشور تایوان با استفاده از داده‌های ماهانه طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۸۰ و روش TAR پرداخته‌اند که نتایج نشانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار تغییرات نرخ ارز بر قیمت کالاهای وارداتی است. جیمبورین^{۱۲} (۲۰۱۳)، با بهره‌گیری از مدل خودرگرسیون برداری به بررسی درجه انتقال اثر نرخ ارز بر قیمت کالاهای مصرفی در کشورهای اتحادیه اروپا طی سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۰ پرداخته است. نتایج این مطالعه نشانگر آن است که تغییرات نرخ ارز اسمی مؤثر دارای تأثیر مثبت و معنادار بر شاخص قیمت کالاهای وارداتی در این گروه از کشورها دارد. هی و دو^{۱۳} (۲۰۱۵)، به بررسی اثر سرریز ریسک شدید بین نفت خام و بورس سهام با استفاده از داده‌های روزانه‌ی شاخص سرمایه S&P 500 و شاخص MTI^{۱۴} بازده آتی نفت خام آمریکا پرداخته‌اند. ایشان از ارزش در معرض ریسک (VaR) برای اندازه‌گیری ریسک بازار و یک طبقه از آزمون‌های مبتنی کرنل برای تشخیص اثرات خطر سرریز مثبت و منفی استفاده نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که سرریز ریسک معنی‌داری بین دو بازار وجود دارد. عبدی سیدکلابی و همکاران (۲۰۱۶)، به بررسی عبور نرخ ارز بر قیمت‌های داخلی و تورم در ایران با استفاده از داده‌های ماهانه طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۸۳ پرداخته‌اند. برای تخمین مدل مربوطه از روش رگرسیون آستانه استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد نرخ رشد ماهانه نرخ ارز از ۹/۱ درصد به عنوان یک نرخ آستانه عمل می‌کند و عبور نرخ ارز بر قیمت‌های داخلی بالاتر از آستانه از لحاظ آماری معنی‌دار است. لو یانگ و همکاران (۲۰۱۸)، با استفاده از داده‌های نرخ از کشورهای روسیه، کانادا، اروپا، ژاپن و انگلیس و همچنین قیمت نفت WTI و VIX، به بررسی مدل‌سازی ارزش پویایی مشترک در معرض خطر شاخص نوسان، نفت قیمت و نرخ ارز در دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۳ پرداخته‌اند. به عنوان مثال، کاهش قیمت نفت باعث افزایش خطر افت قیمت ارز در کشورهای صادر کننده نفت خواهد شد، در حالی که افزایش قیمت نفت نیز موجب افزایش خطر ارزهای کشورهای

یکی از راهکارهای دستیابی به این هدف، شناسایی منابع ایجاد این ریسک قیمت است لذا با شناسایی و بررسی میزان سرریز ریسک نرخ ارز بر بازار نهاده‌های طیور مانند ذرت، کنجاله سویا و پودر ماهی و محصول نهایی آن گوشت مرغ، می‌توان ابزارهای سیاستی مناسب جهت کنترل این ریسک قیمتی طراحی و اجرا نمود. بررسی این ارتباطات قیمتی بین بازارها تحت عنوان پیوستگی بازارها همواره از موضوعات اصلی و مورد بحث اقتصاد و سیاست کشاورزی است. پرواضح است جهت مدیریت ریسک، گام اساسی شناسایی و اندازه‌گیری آن است. در راستای مطالب یاد شده در این مطالعه سعی می‌شود به بررسی میزان سرریز ریسک نرخ ارز بر روی قیمت نهاده‌های وارداتی صنعت طیور کشور و متعاقباً تأثیر آن بر بازار گوشت مرغ پرداخته شود تا با شناسایی منبع ریسک و میزان انتقالات ریسک، در طراحی سیاست‌های تثبیتی برای کنترل این ریسک، کمک قابل قبولی به برنامه‌ریزی مطلوب در این زمینه شود.

در زمینه بررسی تأثیر بی‌ثباتی نرخ ارز بر سطح عمومی قیمت کالاهای وارداتی و مصرفی مطالعات تجربی متعددی در کشورهای مختلف انجام شده که از مهمترین آنها می‌توان به مطالعات هوپر و کولگن^۱ (۱۹۷۸)، دلارسیا^۲ (۱۹۹۱)، ارایز و همکاران^۳ (۲۰۰۰)، دوروکس و انگل^۴ (۲۰۰۲)، جسگلووسکی^۵ (۲۰۱۰) و آگوئری و همکاران^۶ (۲۰۱۲) اشاره نمود. هونگ^۷ (۲۰۰۳)، بر اساس یک مفهوم جدید از علیت گرنجر در ریسک، یک کلاس از آزمون‌های مبتنی بر هسته برای تشخیص سرریز ریسک بین بازارهای مالی معرفی نمود که در آن از، دنباله سمت چپ توزیع جهت اندازه‌گیری ارزش در معرض خطر استفاده می‌شود. کارورو^۸ (۲۰۰۷) به بررسی عبور نرخ ارز بر قیمت‌ها در آفریقای جنوبی با استفاده از روش هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری پرداخته و نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار بی‌ثباتی نرخ ارز و هزینه نهایی تولید بر قیمت کالاهای وارداتی می‌باشد. وی^۹ و همکاران (۲۰۰۸)، به برآورد ارزش در معرض خطر (VaR) نفت خام و سرریز آن با استفاده از روش GED-GARCH و علیت گرنجر بر مبنای آزمون مبتنی بر کرنل پرداختند و نشان دادند که سرریز ریسک معنی‌داری بین دو بازار وجود دارد. جانسون و

1- Hooper and Kolhagen

2- Dellariccia

3- Ran and Balvers

4- Devereux and Engel

5- Ceglowski

6- Aguerre et al.

7- Hong

8- Karoro

9- Wei

10- Johnson et al.

11- Lin and Wu

12- Jimborean

13- Du and He

14- West Texas Intermediate

واردکننده نفت خواهد شد.

در داخل کشور نیز تلاش‌های برای بررسی اثرات نرخ ارز بر قیمت‌ها و نوسانات بازارها صورت گرفته است. از جمله شجری و همکاران (۱۳۸۴)، به بررسی عبور نرخ ارز و تأثیر آن بر قیمت کالاهای وارداتی طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۰ با استفاده از روش خودرگرسیون برداری پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از ناقص بودن درجه عبور نرخ ارز در ایران و تأثیر مثبت و معنی‌دار تغییرات نرخ ارز بر قیمت کالاهای وارداتی می‌باشد کمال آبادی و شاهنوشی (۱۳۹۰)، به بررسی انتقال قیمت نهاده‌های وارداتی کنجاله‌سویا و پودر ماهی بخش طیور از بازارهای جهانی به بازارهای داخلی با استفاده از داده‌های ماهانه دوره ۸۹-۱۳۸۰ و مدل تصحیح خطا پرداختند. نتایج حاکی از آن دارد که تغییرات قیمت‌های جهانی کنجاله‌سویا و پودر ماهی اثر معنی‌داری بر روی تغییرات قیمت داخلی آن‌ها دارد و نوسانات قیمت‌های جهانی به خصوص افزایش آن می‌تواند واحدهای تولیدی وابسته به نهاده‌های وارداتی را با چالش مواجه سازد. بهرادر امین و زمانیان (۱۳۹۳)، به بررسی اثر ناطمینانی نرخ ارز بر تقاضای واردات ایران با استفاده از مدل EGARCH پرداختند و نشان دادند در کوتاه مدت بین ناطمینانی نرخ ارز و واردات رابطه معناداری وجود ندارد و در کوتاه مدت افزایش ناطمینانی نرخ ارز از طریق کاهش تقاضا واردات تراز تجاری را بهبود می‌دهد اما تولیدات بر اثر کاهش واردات آسیب می‌بینند، بنابراین تثبیت نرخ ارز مؤثر واقعی توصیه شده است. حسینی و طاهری (۱۳۹۴)، به بررسی آثار افزایش نرخ ارز بر متغیرهای کلان اقتصادی در دوره‌ی سالانه ۱۳۸۷-۱۳۵۲، در چارچوب مدل خودرگرسیونی با رویکرد پسران و شین مدل‌سازی شد. نتایج حاکی از آن است که وابستگی شدید تولید به نهاده‌های سرمایه‌ای و واسطه‌ای وارداتی در ایران، باعث تقویت کانال هزینه‌ای نرخ ارز (حداقل در کوتاه‌مدت) می‌شود.

قیمت ماهانه‌ی ارز در طی این سال‌های اخیر دارای نوساناتی می‌باشد که از طریق سرریز و انتقال به بازار نهاده‌ها، قیمت‌های این بازار را نیز دچار نوسان کرده و سطح‌های دیگر بازار از جمله بازار گوشت مرغ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بعد از سال ۱۳۹۰، نه تنها شاهد نوسانات نرخ ارز بوده‌ایم بلکه روند افزایش قیمت نرخ ارز نیز سرعت بیشتری به خود گرفته است و به دنبال آن نوسانات و افزایش قیمت در نهاده‌های وارداتی ذرت، کنجاله‌سویا و پودر ماهی مشاهده می‌گردد، که بررسی خصوصیات آماری سری‌های زمانی در طی دوره مورد بررسی این موضوع را تأیید می‌کند. سری‌های قیمت مربوطه دارای انحراف معیار بسیار بالا می‌باشند بعنوان مثال قیمت گوشت مرغ با ۱۹۹۲۵/۲۹ دارای بالاترین انحراف معیار بوده و نرخ ارز انحراف معیار ۹۰۶۶/۹۷ را به خود اختصاص داده است. با توجه به اینکه انحراف معیار، شاخص خوبی برای نشان دادن ریسک قیمت‌هاست، اما برای مقایسه این نوسانات قیمت با توجه به متفاوت

بودن میانگین سری‌های قیمت، معیار ضریب تغییرات بکار گرفته شد، سری‌های قیمت دارای ضریب تغییرات بالا بودند و بازار کنجاله‌سویا با ۰/۹۱۶ بیشترین میزان نوسان قیمت را در مقایسه با ۴ بازار دیگر داراست.

بر اساس پیشینه بیان شده ملاحظه می‌گردد به طور کلی، مطالعات اندکی در زمینه ارتباط نرخ ارز با بازار محصولات کشاورزی انجام گرفته است و در این بین، در رابطه با بازار نهاده‌های تولیدی صنعت طیور کشور مطالعات بسیار نادری صورت گرفته است. در اکثر مطالعات خارجی بیشتر بر تأثیر قیمت نفت بر روی کالاهای کشاورزی و مصرفی، همچنین تأثیرات نرخ ارز بر قیمت‌های داخلی و اقتصاد کشورها بحث شده است. البته در رابطه با انتقال قیمت و سرریز نوسان قیمت در سطوح بازار از جمله بازار مرغ تحقیقاتی صورت گرفته که نشانگر تأثیرپذیری سه سطح بازار از همدیگر هستند ولی کمتر به بحث سرریز ریسک نرخ ارز بر بازار نهاده‌های کشاورزی به طور خاص بازار نهاده‌ها و محصولات طیور پرداخته شده است و این امر مهمی است که این مطالعه در پی بررسی آن خواهد بود.

مواد و روش‌ها

سرریز در سه حالت، سرریز نوسان قیمت، سرریز تلاطم قیمت و سرریز ریسک قیمت مورد بررسی قرار می‌گیرد. اثر سرریز ریسک بین دو بازار به این معناست که سوابق تاریخی راجع به ریسک شدید در یک بازار، به پیش‌بینی وقوع آن در بازار دیگر کمک می‌کند (۲۴) و به معنای انتقال واریانس‌ها و کوواریانس‌های بازدهی از یک دارایی معین به دارایی معین دیگر تعریف می‌شود (۲). سرریز ریسک به این معنی است که امکان دارد ارتباطی بین ریسک در بازارهای مختلف مانند نرخ ارز، محصول گوشت مرغ و نهاده‌های مصرفی آن وجود داشته باشد به گونه‌ای که نوسانات می‌تواند از یک بازار مانند نرخ ارز به بازار دیگر منتقل شود (۴). بررسی رابطه بین سطح عمومی قیمت‌ها و نرخ ارز که در ادبیات مالی بین‌الملل به اثر انتقالی نرخ ارز یا درجه عبور نرخ ارز معروف است از دهه ۱۹۸۰ به بعد همواره مورد توجه اقتصاددانان واقع شده و بخش عمده‌ای از مطالعات تجربی را در سال‌های اخیر به خود اختصاص داده است. درجه عبور نرخ ارز^۱ به صورت درصد تغییر قیمت داخلی کالاهای وارداتی به ازاء یک درصد تغییر نرخ ارز بین کشورهای واردکننده و صادرکننده تعریف می‌شود. عبور نرخ ارز زمانی به صورت کامل صورت می‌گیرد که همزمان با افزایش نرخ ارز (تنزل ارزش پول داخلی) به میزان یک درصد، قیمت داخلی کالاهای وارداتی نیز به میزان یک درصد افزایش یابد (۱۸).

برای به دست آوردن ریسک کلی یک دارایی، با توجه به عدم

تجربی، واکنش نامتقارن قیمت‌ها در مقابل نوسانات نرخ ارز را نشان داده و به دنبال آن بررسی‌های تجربی صورت گرفته نشان می‌دهد که اثرات کاهش نرخ ارز بر متغیرهای کلان اقتصادی از جمله قیمت‌های تجاری، متفاوت از اثرات افزایش نرخ ارز می‌باشد (۲۰). لذا برای بررسی نوسانات نرخ ارز می‌توان از مدل TGARCH که توسط زاکویان (۱۹۹۴) مطرح گردیده، استفاده نمود. در این مدل به دنبال تبیین اثرگذاری رویدادهایی است که در گذشته رخ داده است ولی تأثیر آن در زمان فعلی ظاهر می‌شود. شکل ریاضی TGARCH رابطه ۱ آمده است.

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha \varepsilon_{t-i} + \sum_{k=1}^r \gamma \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \sum_{j=1}^q \beta \sigma_{t-1}^2 \quad (1)$$

که در آن، اگر $d_{t-1} = 0$ در این حالت، اخبار خوب دارای تأثیر α بر نوسان دارند در حالی که اخبار بد دارای تأثیر $\alpha + \gamma$ بر نوسان دارند. اگر $\gamma > 0$ باشد اثرات اهرمی وجود خواهد داشت (۲۸). در مطالعه حاضر نیز سعی خواهد شد رفتار متغیر نرخ ارز در قالب مدل‌های GARCH غیرخطی مورد بررسی قرار گیرد.

مدل TGARCH برای حالت تک متغیره کاربرد دارد ولی زمانی که ارتباط بین چند بازار به صورت ادغام عمودی یا افقی بازارها مد نظر باشد مدل خودتوضیحی واریانس ناهمسانی شرطی چند متغیره (MV-GARCH) مناسب خواهد بود، لذا برای حالت چند متغیره مانند بازار گوشت مرغ و نهاده‌های تولیدی مانند ذرت و کنجاله سویا عموماً الگوهای خود توضیحی واریانس ناهمسانی شرطی چند متغیره مورد توجه قرار می‌گیرد که شکل ریاضی این الگو به صورت رابطه (۲) بیان می‌شود.

$$Y_t = \alpha + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \approx N(0, H_t)$$

که در آن Y_t یک بردار $n \times n$ از متغیرهای مورد نظر (در مطالعه حاضر 4×4) می‌باشد. عناصر قطری ماتریس اثرات گذشته خود متغیرهای قیمت بوده، در حالی که عناصر غیرقطری ماتریس، روابط قیمتی بین بازارها را نشان می‌دهد. T یک بردار $1 \times n$ از خطاهای تصادفی بازارها در زمان t بوده و دارای ماتریس واریانس-کواریانس می‌باشد، که در آن قطر اصلی بیانگر واریانس شرطی بازارها می‌باشند. برای برآورد مدل MV-GARCH می‌توان از سه روش همبستگی شرطی ثابت (CCC^۱) و همبستگی شرطی پویا (DCC^۲) و همبستگی شرطی چند متغیره (VCC^۳) استفاده می‌شود. در مدل CCC فرض می‌شود که ماتریس همبستگی شرطی مستقل از زمان بوده و در طول زمان ثابت می‌ماند. این ویژگی مبین این است که

کنترل بروز ریسک بازار، باید به دنبال برآورد ریسک بازار بود. تاکنون برای اندازه‌گیری ریسک، معیارهای مختلفی ارایه شده است. شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک برای اولین بار از طریق مطالعات شاخص‌های پراکندگی آماری محاسبه گردیدند و از آن به بعد روش‌های جدیدتری معرفی شدند که همگی از روش‌های آماری استفاده می‌کنند. یکی از این معیارها، ارزش در معرض خطر (VaR) است. که از جمله معیارهای مهم اندازه‌گیری ریسک بوده که در سال‌های اخیر وارد بازارهای مالی شده است (۲۲). ارزش در معرض ریسک را می‌توان برای هر نوع سبد دارایی به کار برد و این ویژگی، مقایسه‌ی ریسک سبدهای مختلف را امکان‌پذیر می‌سازد. در این روش با تجمیع ریسک موقعیت‌های فرعی به ریسک سبد دارایی، محاسبه‌ی کنش‌های متقابل و همبستگی‌های میان عوامل مختلف ریسک فراهم می‌گردد (۴). بر اساس ادبیات موضوع عموماً جهت بررسی سرریز ریسک بین نرخ ارز و نهاده‌های صنعت مرغ گوشتی کشور، می‌توان اقدام به مدل‌سازی نوسانات این متغیرها و محاسبه ارزش در معرض ریسک آنها نمود.

برای محاسبه ارزش در معرض ریسک به طور عمده از سه روش تئوری ارزش حدی، شبیه‌سازی تصادفی و روش واریانس-کواریانس استفاده می‌شود و برای محاسبه نوسانات متغیرها می‌توان از مدل‌های خانواده GARCH استفاده می‌شود. امروزه ثابت شده است که در بیشتر فعالیت‌ها، مدل‌سازی پویای ماتریس کواریانس با روش چند متغیره، بیشتر از دیگر روش‌ها برای فعالیت‌های تجربی مناسب است. وقتی که تغییرات متغیر وابسته به تغییر زمان باشد مانند تغییرات نرخ ارز یا قیمت نهاده‌ها، در این صورت نرخ تغییرات قیمت‌ها یا ارز بی‌ثبات‌تر می‌شوند. پس نیاز به ایجاد مدلی خواهد بود که بتواند که بازدهی یا نرخ تغییرات سری‌های چندمتغیره مانند قیمت نهاده‌های ذرت، کنجاله سویا، پودر ماهی و گوشت مرغ را بر طبق پیش‌بینی صحیح نوسان صورت دهد. لذا در این مطالعه، روش واریانس-کواریانس و به طور خاص از خانواده مدل‌های GARCH برای مدل‌سازی ارزش در معرض ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات انجام شده بر روی تلاطم قیمت بازار دام و طیور در ایران (رسولی و قهرمانزاده، ۱۳۹۵؛ قهرمانزاده و فلسفیان، ۱۳۹۱؛ دشتی و همکاران، ۱۳۹۱) نشان داده است که واریانس نوسانات قیمت این محصولات وابسته به زمان بوده و ناهمسانی واریانس در این سری‌های قیمت وجود دارد. لذا استفاده از خانواده مدل‌های GARCH برای مدل‌سازی VaR مناسب‌تر خواهد بود هر چند در ادبیات موضوع این روش بسیار مرسوم است که در ادامه بیان شده است.

مدل‌های GARCH غیرخطی که شامل EGARCH، TGARCH و GJR-GARCH می‌باشد، اثرات اهرمی و نامتقارن را نشان می‌دهد. همچنین با توجه به اینکه تجزیه و تحلیل

1- Constant conditional correlation
2- Dynamic conditional correlation
3- Varying conditional correlation

معروف است. البته برای سنجش وجود یا عدم وجود این متغیرهای مجازی در الگو، آزمون F به کار گرفته می‌شود (۵). لازم به ذکر است که وجود این متغیرهای مجازی تغییر در فرآیند آزمون B-M ندارند ولی مقادیر بحرانی آزمون t و F متفاوت می‌باشند. به منظور آزمون وجود ریشه‌های واحد فصلی و غیرفصلی، ابتدا با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برآورد گردد و سپس آزمون معنی‌داری پارامترهای π_i توسط آماره‌های آزمون t و F سنجیده شوند. جهت آزمون وجود ریشه‌های واحد در فراوانی صفر و π ، فرضیه‌های عدم $H_{k0}: \pi_k = 0$ برای $k=1,2$ ، بطور جداگانه در برابر فرضیه $H_{k0}: \pi_k < 0$ برای $k=1,2$ با استفاده از آماره t یک طرفه سنجیده می‌شوند. برای آزمون وجود ریشه‌های واحد فصلی مرکب، فرضیه‌های عدم $H_{k0}: \pi_k = \pi_{k+1} = 0$ برای $k=3,5,7,9,11$ در برابر فرضیه گزینه مبنی بر وجود حداقل یک ریشه واحد فصلی مخالف صفر با استفاده از آزمون F آزمون می‌گردند (۶). پس از انجام آزمون ریشه واحد فصلی B-M و شناسایی ریشه‌های واحد، فیلترهای تفاضل‌گیری مناسب انتخاب شده و با تفاضل‌گیری متغیرهای مورد نظر مانا می‌گردند.

ارزش در معرض خطر (VaR)

ارزش در معرض ریسک (VaR) به‌طور گسترده برای اندازه‌گیری کمی ریسک بازار استفاده می‌شود. برای افق زمانی داده شده و سطح اطمینان $(1-\alpha)$ درصد، VaR به عنوان حداکثر مقداری که می‌توان در سطح احتمال α از دست داد، تعریف می‌شود. تعاریف متعارف از ارزش در معرض خطر شامل ریسک پایین (نزولی) که با نام ریسک فروشوی^۲ معرفی می‌گردد. برای سری زمانی X_t مانند قیمت گوشت مرغ یا نرخ ارز ریسک فروشوی با $v_t(down)$ نشان داده می‌شود و بصورت رابطه ۴ تعریف می‌گردد:

$$P(X_t < -V_t(down) | I_{t-1}) = \alpha \quad (4)$$

که در آن، $I_{t-1} = \{Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots\}$ بیانگر مجموعه اطلاعات موجود در زمان $t-1$ است. از نظر ریاضیاتی، ریسک فروشوی چندک α ام منفی توزیع احتمال شرطی سری X_t می‌باشد. همچنین برای ریسک فراسوی (برای سری گوشت مرغ یا نرخ ارز یا ذرت)، می‌توان رابطه‌ی زیر را در نظر گرفت:

$$P(X_t > V_t(up) | I_{t-1}) = \alpha \quad (5)$$

که ریسک فراسوی چندک α ام بالای توزیع احتمال شرطی سری Y_t می‌باشد که عموماً در مطالعات برای سطح احتمال α ، ۱٪، ۵٪، ۱۰٪ بکارگرفته می‌شود. براساس تعریف ارزش در معرض ریسک،

کواریانس شرطی $h_{ij,t}$ بین ε_{it} و ε_{jt} متناسب با حاصل ضرب انحراف معیارهای شرطی آنها است. این قید تعداد پارامترهای نامعلوم را کاهش می‌دهد. فرض ثابت بودن همبستگی‌های شرطی ممکن است در اکثر کارهای تجربی خیلی محدود کننده و غیرواقعی به نظر برسد. براین اساس کریستدولاکیس و استیچل (۲۰۰۲) و انگل (۲۰۰۲)، بسط‌هایی از مدل CCC را با تعمیم مدل از حالت همبستگی شرطی ثابت به حالت همبستگی شرطی غیرثابت پیشنهاد نمودند که تنها تفاوت آنها با مدل CCC در ساختار همبستگی آن می‌باشد. مدل انگل (۲۰۰۲) که در ادبیات به مدل DCC معروف شده و مدل تس و تسوی (۲۰۰۲) معروف به VCC مدل‌های چند متغیره هستند. در این مدل تعداد پارامترهایی که برای همبستگی شرطی باید تخمین زده شوند به تعداد متغیرهای مدل بستگی نخواهد داشت. بدین وسیله بار محاسباتی مدل کم می‌شود این ویژگی یکی از مزیت‌های مدل DCC می‌باشد (۷).

لازم به ذکر است که قبل از برآورد مدل واریانس شرطی -MV GARCH بایستی متغیرهای مورد بررسی دارای خصوصیات مانایی جهت قرار گرفتن در معادله میانگین شرطی باشند. لذا خصوصیات مانایی متغیرهای مورد بررسی می‌بایستی بررسی گردند. نظر به اینکه بازار مرغ گوشتی در ایران دارای رفتار فصلی است (۶) لذا جهت آزمون مانایی متغیرها بایستی از آزمون ریشه واحد فصلی مانند بولیو و مایرون (۱۹۹۳) بهره گرفت. قابل ذکر است چنان که متغیرهای مورد بررسی دارای شکست ساختاری باشند مانند اثر تحریم‌های اقتصادی بر کشور در سال ۱۳۹۰ بایستی آزمون ریشه واحد فصلی با لحاظ نمودن رفتار تغییر ساختاری مورد سنجش واقع گردد. در آن صورت می‌توان از رابطه‌ی ۳ بهره گرفت (۵):

$$\begin{aligned} \Phi^*(\beta)y_{12,t} &= \pi_1 y_{1,t-1} + \pi_2 y_{2,t-1} + \pi_3 y_{3,t-1} + \dots + \pi_{12} y_{12,t-1} + \beta t + \\ &\sum_{s=1}^{12} \delta_s D_{s,t} + \sum_{s=1}^{12} \mu_s DU_{s,t} + \sum_{s=1}^{12} \theta_s D(T_b)_{s,t} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3)$$

که در آن T_b نقطه‌ی شکست، t روند، $\Phi^*(\beta)y_{12,t}$ تبدیل‌های خطی y و $DU_{s,t}$ متغیرهای مجازی سطح هستند که برای $t > T_b$ (برای بعد از شکست) برابر است با 1 و $DU_{s,t} = 0$ برای حالت‌های غیر از این $DU_{s,t} = 0$ می‌باشد. $D(T_b)_{s,t}$ متغیرهای مجازی تکانه هستند که این متغیر در ماه بعد از نقطه‌ی شکست برابر یک است و در سایر نقاط برابر با صفر می‌باشد ($D(T_b)_{s,t} = 1$ است. زمانی که $t = T_b + s$ و $D(T_b)_{s,t} = 0$ برای حالت‌های دیگر). $D_{s,t}$ نیز متغیر مجازی روند نام دارد و به این شکل است که در نقطه‌ی $t = T_b + s$ به صورت $D_{s,t} = 1, 2, 3, 4, \dots$ می‌باشد و در نقاط دیگر برابر با صفر می‌باشد. مدل (۳) به مدل داده‌های دورافتاده^۱

مشخصه، تابع همبستگی متقاطع نمونه^۳ (CCF) میان توابع مشخصه دو بازار می‌تواند از رابطه (۱۱) حاصل شود:

$$\hat{c}(j) = \begin{cases} T^{-1} \sum_{t=1+j}^T (\hat{Z}_{1,t} - \hat{\alpha}_1)(\hat{Z}_{2,t-j} - \hat{\alpha}_2) & 0 \leq j \leq T-1 \\ T^{-1} \sum_{t=1-j}^T (\hat{Z}_{1,t+j} - \hat{\alpha}_1)(\hat{Z}_{2,t} - \hat{\alpha}_2) & 0 \leq j \leq T-1 \end{cases} \quad (11)$$

که در آن $\hat{\alpha}_m = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{Z}_{m,t}$ است و T اندازه‌ی سری نمونه می‌باشد. همچنین ضریب همبستگی متقاطع نمونه‌ای به شکل رابطه ۱۲ تعریف می‌شود:

$$\hat{\rho}(m) = \frac{\hat{c}(j)}{s_1 s_2}, \quad j=0, \pm 1, \dots, \pm(T-1) \quad (12)$$

که $\hat{S}_m = \hat{\alpha}_m(1 - \hat{\alpha}_m)$ واریانس نمونه $\hat{Z}_{m,t}$ است. برای آزمون علیت گرنجر در ریسک از بازار ۲ به بازار ۱، آماره‌ی آزمون به صورت رابطه ۱۳ تعریف می‌شود.

$$Q_1(M) = \left\{ T \sum_{j=1}^{T-1} K^2 \left(\frac{j}{M} \right) \hat{\rho}^2(j) - C_{1T}(M) \right\} / \{2D_{1T}(M)\}^{1/2} \quad (13)$$

$K(\cdot)$ یک تابع کرنل^۴ است که به وقفه‌ها وزن‌های متفاوت می‌دهد، در حالی که M مرتبه وقفه است و عامل تمرکز^۵ و عامل مقیاس‌بندی^۶ به ترتیب به صورت زیر هستند:

$$C_{1T} = \sum_{j=1}^{T-1} \left(\frac{1-j}{T} \right) K^2 \left(\frac{j}{M} \right) \quad (14)$$

$$D_{1T} = \sum_{j=1}^{T-1} \left(\frac{1-j}{T} \right) \left\{ 1 - \frac{j+1}{T} \right\} K^4 \left(\frac{j}{M} \right) \quad (15)$$

همچنین هونگ و دیگران آزمونی را برای اثر سرریز ریسک رو به پایین بین دو بازار ارایه کردند، شامل سرریزهای ریسک رو به پایین آنی است و فرضیه صفر و فرضیه مقابل آن و آماره آزمون به شکل رابطه زیر نشان داده می‌شود.

$$H_0^2: E(Z_{1t}|I_{1t-1}) = E(Z_{1t}|I_{t-1}) \quad (16)$$

$$H_1^2: E(Z_{1t}|I_{1t-1}) \neq E(Z_{1t}|I_{t-1})$$

تحت فرضیه صفر، اطلاعات گذشته یک سری برای پیش‌بینی ریسک سری دیگر مفید نیست.

$$Q_2(M) = \left\{ T \sum_{j=1}^{T-1} K^2 \left(\frac{j}{M} \right) \hat{\rho}^2(j) - C_{2T}(M) \right\} / \{2D_{2T}(M)\}^{1/2} \quad (17)$$

جایی که عامل تمرکز و عامل مقیاس‌بندی به ترتیب به صورت زیر هستند:

$$C_{2T} = \sum_{j=1}^{T-1} \left(\frac{1-j}{T} \right) K^2 \quad (18)$$

$$D_{2T} = \sum_{j=2}^{T-1} \left(\frac{1-j}{T} \right) \left\{ 1 - \frac{j+1}{T} \right\} K^4 \left(\frac{j}{M} \right) \quad (19)$$

آماره‌ی $Q_1(M)$ و $Q_2(M)$ از یک تابع توزیع نرمال استاندارد

ریسک فراسوی^۱ (به‌طور مثال، در بازار نهاده، به علت افزایش شدید قیمت نشان‌دهنده مخارج اضافی برای خریداران نهاده است) و فرسوی بصورت رابطه ۶ و ۷ تعریف می‌شوند:

$$V_{m,t}(up) = \mu_{m,t} + \sqrt{h_{m,t}} Z_{m,1-\alpha} \quad (6)$$

$$V_{m,t}(down) = -\mu_{m,t} - \sqrt{h_{m,t}} Z_{m,\alpha} \quad (7)$$

که در آن $V_{m,t}(up)$ و $V_{m,t}(down)$ به ترتیب ریسک فراسوی و فرسوی بازار m در زمان t ، $\mu_{m,t}$ بازده انتظاری شرطی بازار m در زمان است. $Z_{m,\alpha} < 0$ بیانگر چارک α ام چپ توزیع که در سری‌های باقیمانده مدل GARCH در بازار m استفاده می‌گردد و $h_{m,t}$ نیز سری‌های واریانس شرطی در بازار m در طول زمان t است (۸ و ۲۱).

علیت گرنجر در ریسک

پس از محاسبه VaRها برای سری‌های قیمت مورد نظر و نرخ ارز، از روش علیت گرنجر در ریسک پیشنهادی هونگ و همکاران (۲۰۰۳)، برای آزمون اثر سرریز نرخ ارز به بازار طیور کشور استفاده خواهد شد. بدین مفهوم که آیا اطلاعات تاریخی در مورد ریسک بازار نرخ ارز کمکی به پیش‌بینی ریسک در بازار گوشت مرغ یا نهاده‌های تولیدی خواهد کرد، توسط آزمون علیت گرنجر تعیین می‌شود. پیش از هر چیزی یک تابع مشخصه^۲ VaR به صورت زیر تعیین می‌شود؛ برای مثال، تابع مشخصه VaR روبه پایین و رو به بالا بر اساس سری‌های VaR به ترتیب به صورت رابطه ۸ تعریف می‌شود.

$$Z_{m,t} = I(Y_{m,t} - VaR_{m,t}) \quad (8)$$

$$Z_{m,t} = I(Y_{m,t} > VaR_{m,t})$$

در این تابع، I تابع مشخصه‌ای است که اگر زیان واقعی، بیشتر از ارزش در معرض ریسک باشد تابع $Z_{m,t}$ مقدار یک را خواهد گرفت. برای آزمون اثر یک طرفه ریسک فرسوی از بازار ۲ به بازار ۱، فرض صفر و یک می‌تواند به صورت زیر بیان می‌شود:

$$H_0: P(Y_{1t} < -V_{1t}|I_{1t-1}) = P(Y_{1t} < -V_{1t}|I_{t-1}) \quad (9)$$

$$H_1: P(Y_{1t} < -V_{1t}|I_{1t-1}) \neq P(Y_{1t} < -V_{1t}|I_{t-1})$$

همچنین می‌توان فرضیه صفر و فرضیه مقابل را بر اساس تابع مشخصه زیر تعریف نمود:

$$H_0: E(Z_{1t}|I_{1t-1}) = E(Z_{1t}|I_{t-1}) \quad (10)$$

$$H_1: E(Z_{1t}|I_{1t-1}) \neq E(Z_{1t}|I_{t-1})$$

فرض می‌شود که $VaR_{m,t} = VaR_m(I_{m,t-1}, \alpha)$ سری‌های VaR بازار m در سطح معنی‌داری α است و با توجه به معادلات تابع

3- Sample Cross-Correlation Function

4- Kernel Function

5- Centering Factor

6- Scaling Factor

1- Upside Risk

2- Indicator function

دارد. علاوه بر این در نهاده‌های ذرت و پودر ماهی آماره آزمون $F_{11,12}$ از لحاظ آماری معنی‌دار نیست که بیانگر وجود ریشه فصلی $\pm \frac{\pi}{6}$ (دوازده ماهانه یا سالانه) در این سری قیمت می‌باشد. در مورد قیمت نهاده‌های کنجاله سویا و مرغ نیز آماره آزمون $F_{11,12}$ از لحاظ آماری معنی‌دار نیست در نتیجه ریشه‌های واحد فصلی به ترتیب در فراوانی $\pm \frac{\pi}{6}$ (دوازده ماهانه یا سالانه) و در فراوانی $\pm \frac{\pi}{3}$ (شش ماهه) وجود دارند. با توجه به وجود این ریشه‌های واحد فصلی و غیرفصلی در سری‌های قیمت، داده‌های مورد نظر با استفاده از فیلترهای فصلی مربوطه تفاضل‌گیری شد که در نهایت داده‌های مانا شده حاصل گردید و برآورد مدل‌های MV-GARCH با استفاده از این داده‌های تفاضل‌گیری شده صورت گرفت.

برای اطمینان از مانایی سری نرخ ارز و با توجه به اعمال تحریم‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۰ و شوک افزایش نرخ ارز، جهت آزمون ریشه واحد متغیر نرخ ارز از روش زیوت-اندروز استفاده گردید. نتایج آزمون نشان می‌دهد مقدار آماره برآورد شده برای تفاضل مرتبه‌ی اول نرخ ارز برابر با $-6/470$ بود که در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده و بیانگر رد فرضیه صفر و مانایی نرخ ارز است که با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا گردید. به عبارتی متغیر نرخ ارز هم‌جمع از درجه ۱ $[I(1)]$ می‌باشد.

مجانایی پیروی می‌کنند، یعنی $N(0,1)$. اگر مقدار این آماره‌ها بزرگتر از ارزش بحرانی دامنه راست توزیع نرمال استاندارد در یک سطح اطمینان مشخص باشند، پس فرضیه صفر رد می‌شود یعنی سرریز ریسک بین بازارها وجود دارد (۹ و ۱۱).

داده‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر شامل قیمت گوشت مرغ، ذرت، کنجاله سویا و پودر ماهی بوده که به صورت ماهانه از بانک اطلاعاتی شرکت پشتیبانی امور دام و وزارت جهاد کشاورزی جمع‌آوری گردیده و اطلاعات مربوط به نرخ ارز به صورت ماهانه از بانک مرکزی جمهوری اسلامی، برای دوره زمانی ۹۴-۱۳۷۴ گردآوری شده است.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه متغیرهای قیمت در بازار مرغ گوشتی دارای رفتار فصلی است نیاز به بررسی ریشه واحد فصلی بود. ابتدا تبدیل‌های خطی انجام گرفت و آزمون ریشه واحد فصلی B-M با در نظر گرفتن متغیرهای تغییر ساختاری صورت گرفت. سپس آزمون معنی‌داری پارامترهای π_i توسط آماره‌های آزمون F ، t سنجیده شد که نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است. ملاحظه می‌شود که ریشه واحد غیرفصلی که نشانگر وجود روند روند است در تمامی متغیرها وجود

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد فصلی

Table 1- Results of seasonal unit root test

	0	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{5\pi}{6}$	$\frac{\pi}{6}$
	t_1	t_2	$F_{3,4}$	$F_{5,6}$	$F_{7,8}$	$F_{9,10}$	$F_{11,12}$
قیمت ذرت	1.60	-3.94***	6.11*	17.20***	6.30*	26.36***	3.16
Corn price							
قیمت کنجاله سویا	1.61	-5.39***	12.59***	14.81***	1.3	24.44***	3.34
Soybean meal price							
قیمت پودر ماهی	1.73	-5.75***	21.58***	36.82***	8.96***	24.98***	4.06
Fish powder price							
قیمت گوشت مرغ	.90	-8.20***	7.25***	20.920***	2.93	44.12***	4.12
Chicken price							

*** and * significant at 1% and 10% (Source: Research findings)

***معنی‌داری در سطح ۱٪، * معنی‌داری در سطح ۱۰٪ (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

مدل‌های GARCH خطی و غیرخطی برآورد گردید که با توجه به برتری مدل‌های غیرخطی، از مدل TGARCH بهره‌گرفته شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است. همانطور که در این جدول دیده می‌شود، λ برابر با $0/232$ می‌باشد که به معنی وجود اثر اهرمی در متغیر نرخ ارز می‌باشد. اخبار بد به وسیله‌ی ضرایب $\alpha + \lambda$ و اثر اخبار خوب بوسیله α نشان داده می‌شود لذا می‌توان گفت اثر اخبار منفی برابر $0/56$ و اثر اخبار خوب $0/33$ می‌باشد، در نتیجه اثر اخبار منفی بر ریسک نرخ ارز بیشتر از اثر اخبار مثبت است.

به منظور بررسی و سنجش وجود ناهمسانی واریانس شرطی در متغیرهای مورد مطالعه، از آزمون ARCH انگل استفاده شد که نتایج در جدول ۲ گزارش شده است. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که همه‌ی آماره‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار هستند که نشانگر وجود ناهمسانی واریانس در سری‌های قیمت است و همچنین وجود اثرات خوشه‌ای نوسانات را نیز نشان می‌دهد. در نتیجه برای مراحل بعدی برآورد می‌توان به سراغ مدل‌های خانواده ARCH رفت. همانطور که قبلاً عنوان شد واریانس شرطی متغیر نرخ ارز توسط

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون وجود اثرات ARCH

Table 2- The results of ARCH test

متغیر Variable	قیمت ذرت Corn price	قیمت کنجاله سویا Soybean meal price	قیمت پودر ماهی Fish powder price	قیمت گوشت مرغ Chicken price	نرخ ارز Exchange rate
آماره The statistic	13.833***	44.071***	36.262***	18.132***	16.724***
سطح احتمال Probability level	(0.20)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)

*** significant at 1% (Source: Research findings)

*** معنی داری در سطح ۱٪ (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

جدول ۳- نتایج برآورد مدل TGARCH برای متغیر نرخ ارز

Table 3- TGARCH model estimation results for the exchange rate variable

معادله میانگین Mean equation	α_0 L.exchange rate	0.0017*** (۰/۰۰۰)
معادله واریانس Variance equation	λ	0.232*** (۰/۰۰۲)
	α_1	0.333*** (۰/۰۰۰)
	β	0.686*** (۰/۰۰۰)
	ω	0.0003*** (۰/۰۰۰)

*** significant at 1% (Source: Research findings)

*** معنی داری در سطح ۱٪، (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

کنجاله سویا دارای بیشترین ریسک هستند. اما در سطح احتمال ۹۹ درصد پودر ماهی با مقدار ۰/۰۶۱۸ ریسکی‌ترین بازار است، و بازار مرغ با ۰/۰۳۱۲ دومین بازار دارای ریسک فراسوی بیشتر است. در ریسک فروسوی نیز در هر دو سطح احتمال ۹۵ و ۹۹ درصد، پودر ماهی با ارزش در معرض ریسک ۰/۰۲۵۲ و ۰/۰۶۸۱ دارای بیشترین ریسک فروسوی بین بازارهای مورد مطالعه می‌باشد. پس از آن گوشت مرغ و کنجاله سویا به عنوان بازارهای ریسکی‌تر شناخته می‌شوند. اما اگر ارزش در معرض ریسک بازارها را به صورت انفرادی بررسی کنیم در بازار گوشت مرغ در هر دو سطح اطمینان، ریسک فروسوی مقدار بیشتری را به خود اختصاص داده است بدین معنی که در صورت کاهش قیمت گوشت مرغ، ریسک و ضرری که متوجه مرغ‌داران است بیشتر از ضرری است که در هنگام افزایش بیش از حد قیمت گوشت مرغ متوجه مصرف‌کنندگان گوشت مرغ است که قابل انتظار است و این مسئله‌ای است که همواره مرغ‌داران مرغ گوشتی از آن شکایت و اعلام نارضایتی می‌کنند. در مورد بازار ارز نیز می‌توان گفت افزایش نرخ ارز ریسک بیشتری نسبت به کاهش نرخ آن دارد زیرا در هر دو سطح اطمینان، ریسک فراسوی بیشتر از ریسک فروسوی می‌باشد و این نتیجه نیز مورد انتظار است زیرا کاهش ارزش پول کشور دارای زیان و خسارت‌های بیشتری در مقایسه با افزایش ارزش پول داخلی است. همچنین در سطح ۹۹ درصد یعنی افزایش بیش از حد، نرخ ارز ریسکی‌تر است.

با توجه به ارتباط عمودی بازار گوشت مرغ آماده طبخ با نهاده‌های تولیدی خود یعنی ذرت، کنجاله سویا و پودر ماهی در مدل MVGARCH جهت برآورد معادله واریانس شرطی متغیرهای یاد شده استفاده گردید که با توجه به معقول بودن ضرایب برآوردی و عدم معنی داری ضرایب تعدیل در DCC، مدل CCC مناسب تشخیص داده شد که نتایج برآورد آن در جدول ۴ آمده است. مشاهده می‌شود ضرایب α (اثرات ARCH) و β (اثرات GARCH) برای تمامی متغیرها معنی دار هستند و مجموع آنها کمتر از یک است که نشانگر پایداری در بلندمدت است. با توجه به ضرایب معادله واریانس برآورد شده همچنین مشاهده می‌شود مقدار β بزرگتر از مقدار α بوده که بیانگر بیشتر بودن پایداری بلندمدت تلاطم از پایداری کوتاه‌مدت آن است یعنی شوک‌های قبلی اثرات پایداری نسبت به شوک‌های جدید دارند. بعد از برآورد معادله‌ی میانگین و معادله‌ی واریانس، ارزش در معرض ریسک فراسوی و فروسوی برای تمامی متغیرها محاسبه شده است. جدول ۵ خصوصیت آماری سری‌های ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد، را به ترتیب برای سری‌های قیمت گوشت مرغ، ذرت، کنجاله سویا، پودر ماهی و ارز نشان می‌دهند.

با توجه به اینکه مقدار عددی VaR میزان ریسک را نشان می‌دهد، مطابق جدول ۵ می‌توان گفت که در ریسک فراسوی در سطح احتمال ۹۵ درصد گوشت مرغ با مقدار عددی ۰/۰۲۱۲ دارای بیشترین ریسک می‌باشد و در بین نهاده‌های تولید به ترتیب پودر ماهی، ذرت

جدول ۴- نتایج حاصل از برآورد مدل MGARCH برای بازار نهاده‌ها و بازار گوشت مرغ
Table 4- Results of estimation of MGARCH model for input market and chicken market

پارامترها Parameter	گوشت مرغ	ذرت	کنجاله سویا	پودرماهی
	Chicken	Corn	Soybean meal	Fish powder
α_0	0.0013 (0.849)	0.104*** (0.004)	0.0079** (0.043)	0.0009 (0.893)
L.chicken	-0.761*** (0.000)	0.010 (0.435)	0.032 (0.218)	0.040* (0.119)
L2.chicken	----	-----	0.016 (0.534)	-----
L.corn	0.112 (0.000)	-0.343*** (0.000)	0.017 (0.719)	-----
l.soybean	-0.641** (0.032)	-0.0395** (0.012)	-1.924*** (0.000)	-----
L2.spybean	-----	-----	-1.900*** (0.000)	-----
L3.soybean	-----	-----	-1.111*** (0.000)	-----
L4.soybean	-----	-----	-0.315*** (0.000)	-----
L.fishe powder	-0.050** (0.026)	0.0118 (0.210)	0.0259** (0.013)	-0.529*** (0.000)
ω	0.0032* (0.049)	0.0006*** (0.007)	0.0005*** (0.005)	0.0006*** (0.000)
α	0.310*** (0.003)	0.288*** (0.002)	0.451*** (0.000)	0.598*** (0.000)
β	0.580*** (0.000)	0.543*** (0.000)	0.523*** (0.000)	0.229** (0.010)

***, **, * significant at 1%, 5%, 10% (Source: Research findings)

***, **, * معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

قیمت نهاده‌های وارداتی)، مرغ‌داران (به علت کاهش بیش از حد قیمت مرغ) می‌گردد. ریسک فراسوی در این بازارها منجر به متضرر شدن واردکنندگان نهاده‌های تولیدی (به علت افزایش نرخ ارز)، اضافه هزینه مرغ‌داران (به علت افزایش قیمت نهاده‌های تولیدی این صنعت) و همچنین اضافه مخارج مصرف‌کننده (به علت افزایش قیمت گوشت مرغ) می‌گردد. علیت گرنجر در ریسک بیشتر بر معناداری مقادیر تاکید دارد، اما می‌توان با توجه به ارزش‌های آماری بدست آمده، برای مقایسه‌ی میزان قدرت تأثیر سرریز ریسک باهم نیز استفاده شود، در این مطالعه میزان تأثیر وقفه‌ی ۳۰ام در هر دو ریسک در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیشتر از بقیه‌ی وقفه‌هاست که بیانگر تأثیر بیشتر در بلندمدت است. در سطح ۹۹ درصد نیز به استثناء قیمت گوشت مرغ، وقفه‌ی ۳۰ام دارای تأثیر بیشتری است. با

با توجه به نتایج جدول ۴، اثر سرریز ریسک فروسوی و فراسوی در سطح اطمینان ۹۵ درصد از بازار ارز به بازار ذرت، کنجاله سویا، پودرماهی و گوشت مرغ به صورت معنی‌دار وجود دارد به عبارتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد ریسک از بازار ارز به بازارهای مذکور منتقل می‌شود. اثر سرریز در تمامی وقفه‌ها معنی‌دار بوده و نشانگر این است که چه در کوتاه‌مدت چه در بلندمدت (تا وقفه‌ی ۳۰)، انتقال ریسک صورت می‌گیرد. ریسک فروسوی در سطح اطمینان ۹۹ درصد هم همچنین سرریز ریسک بین بازار ارز و بازار نهاده‌ها و گوشت مرغ در تمامی وقفه‌ها معنی‌دار می‌باشد اما در ریسک فراسوی نیز سرریز بین بازارها به جزء در وقفه‌ی سی‌ام (۳۰ام) معنی‌دار است. ریسک فروسوی در این بازارها منجر به متضرر شدن تولیدکنندگان نهاده‌های تولیدی (به علت کاهش نرخ ارز و کاهش

بازار نرخ ارز و بازار نهاده‌ها بیشتر از مقدار آنها در ریسک فراسوی می‌باشد. برای گوشت مرغ هم در سطح ۹۵ درصد تقریباً این مسئله صدق می‌کند.

توجه به نتایج جدول ۶ می‌توان گفت که افزایش نرخ ارز تأثیر بیشتری بر ریسک قیمتی بازار نهاده‌ها نسبت به کاهش آن دارد. چرا که مقادیر آماره‌ها در وقفه‌های مختلف برای ریسک فراسوی در بین

جدول ۵- نتایج محاسبه میزان VaR برای متغیرها

Table 5- Results of VaR calculation for the variables

Chicken price					
سطح احتمال Probability	نوع ریسک Type of risk	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation	حداکثر Max	حداقل Min
95 %	Downside	0.0219	0.1948	0.6932	-0.4659
	Upside	0.0212	0.1922	0.5528	-0.5525
	Downside	0.0323	0.1959	0.7220	-0.4451
99 %	Upside	0.0312	0.1921	0.5729	0.5200
Corn price					
95 %	Downside	-0.0036	0.0322	0.1495	-0.1091
	Upside	0.0099	0.0315	0.1453	-0.1148
99 %	downside	-0.0010	0.03282	0.1638	-0.0960
	Upside	0.0118	0.0315	0.1565	-0.1041
Soybean meal price					
95 %	Downside	-0.0153	0.2644	1.3186	-0.9895
	Upside	-0.0018	0.2610	1.0584	-1.1780
99 %	Downside	0.0186	0.2654	1.3526	-0.9728
	Upside	0.0066	0.2597	1.1013	-1.0905
Fish powder price					
95 %	Downside	0.0252	0.1977	2.4960	-0.6571
	Upside	0.0140	0.1606	1.9116	-0.6375
99 %	Downside	0.0681	0.3552	5.0891	-0.1794
	Upside	0.0618	0.3087	3.4334	-0.2335
Exchange rate					
95 %	Downside	-0.0022	0.0088	0.0592	-0.0461
	Upside	0.0051	0.0125	0.120	-0.0303
99 %	Downside	-0.0003	0.0093	0.0744	-0.0222
	Upside	0.0075	0.0174	0.1795	-0.0144

Source: Research findings

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانند نتایج قبلی میزان تأثیر وقفه‌ی ۳۰ام در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد بیشتر از بقیه‌ی وقفه‌هاست که بیانگر تأثیر بیشتر در بلندمدت است. ریسک فراسوی در این بازارها منجر به اضافه هزینه مرغ‌داران (به علت افزایش قیمت نهاده‌های تولیدی این صنعت) و همچنین اضافه مخارج مصرف‌کننده (به علت افزایش قیمت گوشت مرغ) می‌گردد. ریسک فراسوی در این بازارها منجر به متضرر شدن مرغ‌داران (به علت کاهش بیش از حد قیمت مرغ) و همچنین زیان تولیدکنندگان داخلی (به علت کاهش قیمت نهاده‌ها) می‌گردد.

با بدست آوردن آماره‌های علیت گرنجر در ریسک، این بار به آزمون اثر سرریز ریسک یک‌طرفه بین بازار نهاده‌ها و بازار گوشت مرغ با استفاده از سری‌های Z پرداخته شده است. نتایج آزمون ریسک فراسوی و فرسوی به ترتیب در جدول ۷ آمده است. با توجه به نتایج جدول ۷، اثر سرریز ریسک فراسوی و فرسوی در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد از بازار نهاده‌ها به بازار گوشت مرغ وجود دارد. اثر سرریز در تمامی وقفه‌ها معنی‌دار بوده و نشانگر این است که در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد چه در کوتاه‌مدت چه در بلندمدت (تا وقفه‌ی ۳۰)، انتقال ریسک صورت می‌گیرد. همچنین

جدول ۶- نتایج برآورد اثر سرریز فراسوی و فروسوی ریسک بین بازار ارز و بازار نهاده‌ها و بازار گوشت مرغ

Table 6- Estimates of upside and downside overflow between the exchange rate and chicken market and It's major inputs

Probability سطح احتمال	Hypothesis فرضیه صفر	M=10	M=20	M=30
Upside 95 %	Exchange rate => chicken	-1.095	-1.578	-6.901**
	Exchange rate => soyban	-4.493**	-4.935***	-4.993**
	Exchange rate => corn	-4.995**	-4.985**	-5.046**
	Exchange rate => fish powder	-6.920**	-6.909**	-6.993**
96%	Exchange rate => chicken	-6.360***	-6.347***	-1/405
	Exchange rate => soyban	-5.151***	-5.143***	-5/206***
	Exchange rate => corn	-4.960***	-4.951***	-5/010***
	Exchange rate => fish powder	-6.554***	-6.542***	-6/620***
Downside 95%	Exchange rate => chicken	-6.829**	-6.816**	-6/901**
	Exchange rate => soyban	-4.162**	-4.154**	-4/210**
	Exchange rate => corn	-4.594	-4.586**	-4/641**
	Exchange rate => fish powder	-6.860**	-6.846**	-6/930**
99%	Exchange rate => chicken	-7.036***	-7.021***	-7/109***
	Exchange rate => soyban	-4.375***	-4.371***	-4/424***
	Exchange rate => corn	-4.510***	-4.502***	-4/424***
	Exchange rate => fish powder	-6.003***	-5.992***	-6/064***

***, ** significant at 1% and 5%, (Source: Research findings) ***، ** معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

جدول ۷- اثر سرریز فراسوی و فروسوی ریسک بین بازار نهاده‌ها و بازار گوشت مرغ

Table 7- Estimates of upside and downside overflow between the chicken market and It's major inputs

Probability سطح احتمال	Hypothesis فرضیه صفر	M=10	M=20	M=30
Upside 95%	Corn => chicken	-6.161**	-6.1502**	-6/22**
	soybean=> chicken	-5.607**	-5.596**	-29/26**
	Fish powder=> chicken	-4.797**	-4.789**	-4/845**
99%	Corn => chicken	-6.225***	-6.241***	-6/316***
	soybean => chicken	-5.937***	-5.942***	-5/998***
	Fish powder => chicken	-2.805***	-2.803***	-2/835***
Downside 95%	Corn => chicken	-6.898**	-6.884**	-6.970**
	soybean => chicken	-6.238**	-6.227**	-6.303**
	Fish powder => chicken	-4.008**	-3.961**	-3.970**
99%	Corn => chicken	-7.310***	-7.297***	-7.386***
	soybean => chicken	-6.323***	-6.310***	-6.389***
	Fish powder => chicken	-3.462***	-3.418***	-3.427***

***, ** significant at 1% and 5%, (Source: Research findings) ***، ** معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی ظاهری و تحلیل آمار توصیفی تغییرات قیمت‌ها ملاحظه می‌گردد وضع تحریم‌های اقتصادی بر علیه کشور از سال ۱۳۹۰ به بعد موجب افزایش افزایش نرخ ارز در کشور شد و به تبع آن در افزایش قیمت بازار نهاده‌های وارداتی و بازار محصول این نهاده‌ها گردید. همچنین بررسی رفتار قیمت گوشت مرغ و نهاده‌های اصلی آن نشانگر وجود رفتار فصلی در این سری‌های قیمت می‌باشد. نتایج

بررسی رشد قیمت متغیرها به خوبی حکایت از وجود ناهمسانی واریانس در این سری‌های قیمت و وجود نوسانات خوشه‌ای دارد. ملاحظه می‌شود قیمت گوشت مرغ دارای نوسانات شدیدتری نسبت به بقیه بازارهای مورد مطالعه است. معادله واریانس شرطی برای متغیر نرخ ارز توسط مدل TGARCH برآورد گردید، که نتایج مبنی بر وجود اثر اهرمی در متغیر نرخ ارز بود و همچنین اثر اخبار منفی بر نوسانات ارز بیشتر از اخبار مثبت است که نشان می‌دهد افزایش نرخ ارز تأثیر بیشتری نسبت به کاهش قیمت بر بازار دارد. باتوجه به نتایج

وارداتی استراتژیکی مانند ذرت، کنجاله سویا که حجم واردات بالایی را در بخش کشاورزی به خود اختصاص می‌دهند انتقال می‌یابد و به تبع آن به بازار گوشت مرغ نیز منتقل می‌شود که این مسئله موجبات نارضایتی هم مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان را به همراه داشته و در کل رفاه جامعه متأثر از این پدیده می‌گردد. بنابراین با توجه به تأثیرپذیری بالای بازار نهاده‌ها از نوسانات و ریسک نرخ ارز، پیشنهاد می‌گردد تا جای ممکن و به شرطی که اصل مزیت نسبی اجازه دهد به تولید بیشتر نهاده‌های استراتژیک مانند ذرت و سویا پرداخته که البته هدفی که وزارت جهادکشاورزی کمابیش آنرا دنبال می‌کند. همچنین نظر به تأثیرپذیری بازار گوشت مرغ از بازار نهاده‌های تولیدی آن، برای تأمین رفاه مصرف‌کننده و جلوگیری از تحمیل مخارج اضافی، توصیه می‌شود تلاش مضاعف برای اجرای هر چه بهتر سیاست‌های تنظیم بازار نهاده‌های تولیدی و کاهش تلاطم در این بازارها صورت گیرد. در این خصوص توصیه می‌شود دولت در راستای مدیریت ریسک قیمت گوشت مرغ و بخصوص قیمت نهاده‌های مصرفی آن اقدام به تدوین و راه‌اندازی بازار آتی از جمله قراردادهای آتی و اختیار معامله که از ابزارهای مدرن مدیریت ریسک قیمت در جهان بشمار می‌روند، نماید.

معادله واریانس شرطی در مدل MV-GARCH برای بازار نهاده‌ها و بازار مرغ، می‌توان نتیجه گرفت که پایداری بلندمدت تلاطم‌ها بیشتر از پایداری کوتاه‌مدت آنهاست زیرا در تمامی متغیرها مقدار ضریب β (اثرات GARCH) بیشتر از مقدار α (اثرات ARCH) است. با توجه به ضرایب اثرات GARCH برآورد شده، گوشت مرغ نسبت به بقیه نهاده‌ها تلاطم بیشتری را از ماه قبل به ماه جاری انتقال می‌دهد.

نتایج علیت گرنجر در ریسک بیانگر سرریز ریسک فراسوی و فرسوی معنی‌داری از بازار ارز به بازار نهاده‌های تولیدی و بازار گوشت مرغ است. اما نقطه قابل توجه در مورد نرخ ارز این است که ریسک فراسوی بالاتری نسبت به ریسک فرسوی دارد، یعنی در صورت افزایش نرخ ارز، ریسک بیشتری فعالان این بازار را تهدید می‌کند و این قضیه تقریباً در بقیه بازارها نیز صدق می‌کند. همچنین در این مطالعه میزان تأثیر وقفه‌ی ۳۰ام در هر دو سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد بیانگر سرریز بیشتر ریسک بین بازارها در بلندمدت است. یعنی اثر سرریز ریسک ارز در بلندمدت به مراتب بیشتر از کوتاه‌مدت است. در مورد سرریز ریسک از بازار نهاده‌های تولیدی به بازار گوشت مرغ نیز سرریز معنی‌داری در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشاهده می‌شود گرچه سرریز در بلندمدت از شدت بیشتری برخوردار می‌باشد. می‌توان گفت هرگونه ریسک و نااطمینانی در بازار نرخ ارز به بازار نهاده‌های

منابع

- 1-Behrad A.M., and Zamanian Gh. 2015. Effect of exchange rate uncertainty on the import demand of Iran Application of ARDL and EGARCH Methods. Quarterly Journal of Applied Economics Studies in Iran, 12(3): 129-148. (In Persian with English abstract)
- 2-Bonato M., Caporin M., and Rinaldo A. 2011. Hedging risk spillovers in international equity portfolios, working paper.
- Central Bank of the Islamic Republic of IRAN. 2014. Economic Time Series Database. Available at <http://tsd.cbi.ir/Display/Content.aspx>.
- 3-Dourandish A., and Arzandeh N. 2014. The study of volatility spillover effects of the exchange rate on agricultural industry index listed on the stock exchange. Agricultural Economics & Development, 28(2): 177-184. (In Persian with English abstract)
- 4-Frances, P. H., and Hobijn, B. 1997. Critical values for unit root tests in seasonal time series, Journal of Applied Statistics. 36: 305-310.
- 5-Ghahremanzadeh M., and Salami H. 2008. Chicken price prediction model in Iran: Case study of Tehran province. Iranian Journal of Agriculture Science, 39(1):1-17. In Persian.
- 6-Ghahremanzadeh M., Rasouli Z., Dashti G., and Rezayi R. 2016. Price Volatility and Conditional Correlation of Livestock and Poultry Vertical Market Levels in Iran: Using Constant and Time varying Conditional Correlation Models. Journal of Agricultural Economics, 10(3): 19-46. (In Persian with English abstract)
- 7-Heidari Kamalabadi R., and Shahnoushi N. 2012. Price transmission from world markets to Iran's domestic markets for poultry imported inputs (Case study: soybean meal and fish powder). Journal of Agricultural Economics and Development, 20(79): 135-154. (In Persian with English abstract)
- 8-Hong, Y.M. 2001. A test for volatility Spillover with applications to exchange rates, Journal of Econometrics, 103.
- 9-Hong Y. 2003. Detecting extreme risk Spillover between financial markets, Department of Economics & Department of Statistical Science, Working paper, Cornell University.
- 10-Hong Y.M. 2009. Granger Causality in Risk and Detection of Risk Transmission between Financial Markets, Working paper, Cornell University. Journal of Econometrics, 150:271-287.
- 11-Hossein Dolat Abadi S.M., and Taherifard A. 2014. The positive shock effects of exchange rate on GDP. Quarterly Journal of Majlis & Rahbord, 81(22): 171-186. (In Persian with English abstract)
- 12-Islamic parliament Research center of The Islamic Republic of Iran. 2009. Exchange rate with export and import.

- Infrastructure Studies Office, code: 220.1-47.
- 13-Islamic parliament Research center of The Islamic Republic of Iran. 2009. The situation of the livestock and poultry industry. Infrastructure Studies Office, code: 250.1-25.
- 14-Jimborean Ramona. 2013. The exchange rate pass-through in the New EU Member States. *Economic Systems*, 37(2): 302- 329.
- 15-Johnson M., Anderson D., Bryant H., and Herring A. 2011. The net effect of exchange rates on agricultural inputs and outputs. Poster prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics.
- 16-Karoro T.D. 2007. An analysis of exchange rate pass-through to prices in South- Africa. Department of Economics and Economic History Rhodes University, Graham's town: 1-162
- 17-Limin D., and Yanan H. 2015. Extreme risk spillovers between crude oil and stock markets. *Energy Economics*, 51: 455-465.
- 18-Lin P.C., and Wu C.S. 2012. Exchange rate pass-through in deflation: The case of Taiwan. *International Review of Economics and Finance*, 22(1): 101-111.
- 19-Livestock Support Company. 2014. Monthly prices of corn, soybean meal, powdered meat. Budget and program management, report years 1814-2014. Available at <http://www.iranslal.com/index.php>
- 20-Reboredo J.C., Ugolini A., and Rivera-Castro M. 2016. Downside and upside risk spillovers between exchange rates and stock prices. *Journal of Banking & Finance*, 62: 76-96.
- 21-Sajadi Z., and Fathi S. 2014. Explaining the four-step process of calculating value at risk as a metric for risk measurement and implementing it in an investment optimization model. *Journal of Financial Knowledge of Securities Analysis*, 20(6): 1-13. (In Persian)
- 22-Shajeri H., Tayebi S.K., and Jalali S.A. 2004. Exchange rate analysis in Iran. *Journal of Science and Development*, 15(16): 76-16.
- 23-Shakibayi A., and Teymouri A. 2012. Risk spillover effect of US dollar exchange rate on oil prices. *Journal of Economics Research*, 45(12): 99-121. (In Persian with English abstract)
- 24-Seyyedkolaee A.M. 2016. The impact of exchange rate pass-through via domestic prices on inflation in Iran: New Evidence from a Threshold Regression Analysis. *International Journal of Business and Development Studies*, 8(1): 77-69.
- 25-Wei Y., Fan Y., Zhang Y.J., and Tsai H.T. 2008. Estimating 'Value at Risk' of crude oil price and its spillover effect using the GED-GARCH approach. *Journal of Energy Economics*, 30: 1356-1371.
- 26-Pedram M. 2012. The Effect of Exchange Rate Volatility on the Iran Stock Market Exchange. *Journal of Financial knowledge of securities Analysis*, 5(15): 83-96.
- 27-Yang L., Peng W., Hu Sh., Chen W., and Zeng Y.F. 2018. Modeling the joint dynamic value at risk of the volatility index, oil price, and exchange rate. *Journal of International Review of Economics and Finance*, 13-1.
- 28-Zakoian J.M. 1994. Threshold Heteroskedastic Models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18: 931-55.



تعیین نرخ بهینه مالیات سبز بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری استان همدان

حمید بلالی^{۱*} - قاسم خالدیان^۲ - احمد سام دلیری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴

چکیده

یکی از چالش‌های فرا روی دولت‌ها در قرن اخیر بحران‌های زیست‌محیطی می‌باشد. دولت‌ها و سیاست‌گذاران با اعمال سیاست‌ها و برنامه‌های خود تلاش می‌کنند تا بر مشکلات به وجود آمده در حوزه محیط‌زیست فائق آیند و اثرات منفی و زیان‌بار مداخلات انسان بر محیط زیست را کاهش دهند. یکی از راه‌های کنترل و کاهش تخریب زیست‌محیطی، استفاده از ابزارها و روش‌های اقتصادی نظیر مالیات بر فعالیت‌های مخرب محیط زیست می‌باشد. این مطالعه با هدف برآورد مالیات سبز مناسب بر انتشار گاز متان در صنعت گاوداری شیری استان همدان صورت گرفته است. برای این منظور، آمار و اطلاعات مربوط به ۴۴ واحد پرورش گاو شیری استان همدان به روش نمونه‌گیری ساده انتخاب و داده‌ها برای هزینه تولید این بخش از طریق تهیه پرسشنامه در طی سال ۹۶-۱۳۹۵ گردآوری شد. با محاسبه سهم هزینه‌ها با لم شفر، معادلات تابع هزینه ترانسلوگ و سهم هزینه به صورت سیستمی و با روش (ISUR)، برآورد شد. مقدار ضریب تعیین (R^2) محاسبه شده به صورت تک معادله برای تابع هزینه ترانسلوگ ۰/۹۹ بوده که بیانگر توضیح ۹۸ درصد از تغییرات هزینه کل تولید شیر توسط متغیرهای مقدار تولید شیر، قیمت خوراک دام، دستمزد نیروی کار، قیمت انرژی و قیمت دارو و اکسیژناسیون می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد مقدار بهینه مالیات سبز بر انتشار گاز متان در صنعت گاوداری شیری استان همدان، ۱/۱ درصد از درآمد این صنعت را شامل می‌شود. بنابراین بر اعمال مالیات سبز به منظور کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای متان تأکید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تابع هزینه ترانسلوگ، گاوداری‌های شیری، مالیات سبز، ISUR

مقدمه

توسعه اقتصادی در کشورهای توسعه یافته محسوب می‌شود (۱۳). از سوی دیگر ناکارآمدی اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، رشد جمعیت، تشدید فقر، قیمت‌گذاری نامناسب، سیاست‌گذاری‌های مقطعی و نامتوازن و بهره‌برداری ناپایدار از منابع بدون داشتن دستاوردهای اقتصادی اساسی برای این کشورها، تخریب روزافزون محیط‌زیست را به همراه داشته است (۱۳). تأثیر متقابل اقتصاد و محیط‌زیست نیز بر یکدیگر واقعیتهای غیرقابل چشم‌پوشی است، به گونه‌ای که هر تصمیم اقتصادی بطور مستقیم بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد و سیاست‌های زیست‌محیطی نیز، اقتصاد را متأثر می‌کند. یکی از این سیاست‌های کلان اقتصادی سیاست مالی است. در بین انواع مالیات‌ها، تنها پایه مالیاتی که کمترین عدم کارایی را به جامعه تحمیل می‌کند، مالیات‌های زیست‌محیطی است. مالیات سبز که بر انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی اعمال می‌شود، نه تنها کارایی را خدشه‌دار نمی‌کند، بلکه به دلیل کاهش هزینه‌های ناشی از آلودگی، فایده اجتماعی را نیز افزایش می‌دهد. این نوع مالیات که اغلب بر پایه هزینه وضع می‌شود اصطلاحاً «مالیات سبز» می‌گویند (۲۳). مالیات سبز بر تولیدکننده آلودگی وضع می‌شود و پس از احتساب مالیات، هزینه‌های خصوصی طرف تولیدکننده آلودگی با

محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر از قبیل قدرت نظامی، سیاسی، اقتصادی و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز هر فعالیت کلان، سازگاری آن با محیط زیست خواهد بود. علاوه بر این، اهمیت محیط‌زیست به اندازه‌ای است که علاوه بر توجه جهانی به آن در بسیاری از برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های بخشی، نیز به عنوان اولویت مطرح شده است. در ایران در قانون برنامه چهارم به مسأله محیط‌زیست توجه جدی شده است و حتی در اجرای پروژه‌ها شرط «توجیه زیست‌محیطی» مد نظر قرار گرفته است (۱۳). آلودگی هوا، باران‌های اسیدی، گازهای گلخانه‌ای، تخریب جنگل‌ها، فرسایش خاک، بیابان‌زایی، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی از تبعات افزایش جمعیت و

۱ و ۲- دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سید جمال الدین اسدآبادی

(*)- نویسنده مسئول : (Email: h-balali@basu.ac.ir)

هزینه‌های اجتماعی فعالیت مساوی می‌باشد. یک ایده‌ی اساسی برای مالیات سبز این است که تولید فقط باید با منفعت زیست‌محیطی همراه باشد (۲۳). افزون بر این باید باعث بهبود کارایی و اشتغال شود که در اصطلاح این تأثیر را "سود مضاعف" می‌نامند. در نتیجه دریافت این نوع مالیات از کارخانجات و کسانی که باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند علاوه بر اینکه باعث کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شود، می‌تواند بعنوان یک منبع درآمدی برای دولت در این زمینه به حساب آید، از طرفی جمع‌آوری این نوع مالیات باعث کاهش هزینه‌های زیست‌محیطی و ثبات اقتصادی نیز می‌گردد (۲۳).

امروزه آلودگی هوا در بسیاری از شهرهای جهان و حتی ایران به قدری اهمیت پیدا کرده است که دولت‌ها را وادار به جدی گرفتن مسأله و اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای کاهش آلودگی و جلوگیری از افزایش آلودگی نموده است (۱۱) زیرا این معضل، کلیه ابعاد زندگی شهروندان و فعالیت‌های شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و هزینه‌های بالایی را بر دولت تحمیل می‌کند و رفاه شهروندان را به شدت کاهش می‌دهد (۱۱).

با توجه به مباحث فوق برای کاهش آسیب‌های محیط‌زیست، مالیات بستر مناسبی است که طی چند دهه اخیر مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفته است. این مالیات دلالت بر هزینه انتشار آلودگی جمع‌آوری شده توسط دولت از طریق وضع مالیات به ازای انتشار آلودگی در هوا، آب و خاک دارد.

زیربخش دامپروری و فعالیت‌های دامی یکی از زیر بخش‌های مهم کشاورزی است و دام‌ها به ویژه گاوهای شیرده یکی از بزرگترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی به شمار می‌روند. گاز گلخانه‌ای متان از جمله مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای می‌باشد که بوسیله گاو به وجود می‌آید و گاوداری‌های صنعتی از جمله مکان‌هایی می‌باشد که این گاز به میزان قابل ملاحظه‌ای انتشار می‌یابد. گاز متان به صورت یک فراورده فرعی از طریق نفخ شکم و باد گلی حیوان آزاد می‌شود. از کل متان آزاد شده به وسیله منابع مختلف در یک سال که بالغ بر حدود ۴۰۰ الی ۶۴۰ میلیون تن می‌باشد، میزان گاز متان حاصل از تخمیر روده‌ای نشخوار کنندگان در حدود ۶۵ الی ۱۰۰ میلیون تن محاسبه شده است. فضولات حیوانی نیز پتانسیل خوبی برای انتشار گاز متان به شمار می‌رود (۲۳).

دامپروری و کشاورزی از جمله فعالیت‌های انسانی است که با افزایش جمعیت کره زمین و به منظور تأمین غذای انسان رشد چشم‌گیری یافته است. این فعالیت‌ها سالانه مقادیر عظیمی گازهای گلخانه‌ای را وارد جو می‌کنند. مقدار گاز گلخانه‌ای تولید شده توسط این بخش‌ها در کل جهان از سهم بخش حمل و نقل بیشتر می‌باشد و

بر اساس آمارنامه‌های رسمی، ۲۸٪ متان ورودی به جو ناشی از نشخوار گاو‌ها می‌باشد (IPCC). تخمیر در روده دام‌ها، کودهای دامی، مدیریت خاک (کودهای شیمیایی و شخم زدن زمین) و کاشت برنج از جمله منابع تولید گاز گلخانه‌ای در این بخش می‌باشند (۲) و شامل: CO₂، N₂O و CH₄ می‌باشد که بین اتمسفر و اکوسیستم جریان داشته و عمدتاً از طریق فتوسنتز جذب و از طریق راه‌های مختلف از جمله تجزیه و احتراق مواد آلی آزاد می‌شوند. N₂O محصول جانبی نیتروفاکسیون و دینیتروفاکسیون است که در اکوسیستم منتشر می‌شود. اکسید نیتروس مسئول حدود ۶ درصد اثر گلخانه‌ای^۳ (واداشت تابشی) می‌باشد و توانایی آن در جذب اشعه مادون قرمز، ۳۰۰ برابر بیشتر از دی‌اکسید کربن می‌باشد (۲۴، ۳۱ و ۵). ملکول N₂O حدود ۳۰۰ برابر یک ملکول CO₂ قابلیت عبور نور منعکس شده از زمین را کاهش می‌دهد (۳). گاز CH₄ از طریق فرآیند متانوژنسیس^۴ تحت شرایط بی‌هوازی در خاک، انباشت کود دامی و تخمیر امعائی منتشر می‌شود. دومین گاز مهم که حدود ۲۰٪ اثر گلخانه‌ای (واداشت تابشی) را شامل می‌شود، متان است که غلظت اتمسفری آن حدود ۲۰۰ برابر کمتر از مقدار دی‌اکسید کربن می‌باشد. در هر صورت، هر مولکول متان حدود ۲۰ برابر بیشتر از مولکول دی‌اکسید کربن توانایی جذب اشعه مادون قرمز را دارد، و پس از ورود به اتمسفر به مدت ۸-۱۱ سال باقی می‌ماند (۲۴).

با توجه به آنچه گفته شد و نیز این نکته که بخش کشاورزی بزرگترین تولیدکننده متان و نیز اکسید نیتروس است (۱۴)، لزوم بازبینی و توجه به روش‌های تولید در بخش کشاورزی برای توسعه پایدار منطبق با معاهده‌های بین‌المللی در راستای کاهش گازهای گلخانه‌ای احساس می‌شود. در واقع برابر تعهدات ایران به پیمان کیوتو، لازم است میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بخش‌های مختلف از جمله بخش کشاورزی برآورد شود و به دنبال آن میزان مالیات سبز لحاظ شده بر آن برآورد شود.

بنابر آنچه که گفته شد برآورد میزان بهینه مالیات سبز بر آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای گاوداری‌های شیری از اهمیت بسزایی در کنترل این آلودگی‌ها برخوردار است. در جدول ۱ با استفاده از اطلاعات مرکز آمار سال ۱۳۹۵ تعداد گاوداری‌های صنعتی با فعالیت تولید شیر مربوط به کشور و استان همدان آورده شده است. استان همدان با دارا بودن ۲۷۵ واحد صنعتی گاوداری صنعتی با فعالیت تولید شیر نقش مهمی در میزان انتشار گاز گلخانه‌ای متان تولید شده در کشور را دارا می‌باشد.

2- Intergovernmental Panel on Climate Change

3- Greenhouse Effect

4- Methanogenesis

1 -Double profit

جدول ۱- تعداد و ظرفیت گاوداری‌های صنعتی کشور و استان همدان بر حسب نوع فعالیت- ۱۳۹۵ (رأس)

Table 1- Number and capacity of industrial dairy cattle in Iran and Hamedan province by type of activity- 2016 (peak)

استان Province	پرورش گاو شیری Dairy cattle breeding	
	تعداد گاوداری Cattle farm	ظرفیت کل Total capacity
همدان Hamedan	275	4264
کل کشور Whole country	17132	2442943

ماخذ: مرکز آمار ایران ۱۳۹۵

Reference: Statistics center of Iran, 2016

بخشی از هزینه تولید، تابع هزینه ترانسلوگ را برای صنعت کاغذ و نرخ مالیات بر پسماندهای آن را ۷/۱۴٪ برآورد کرده است. مقیمی و همکاران (۱۹)، با استفاده از جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ و مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) آثار رفاهی و محیط‌زیستی دو سیاست وضع مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت‌های فسیلی را بررسی نمودند. در این مطالعه با استفاده از تکنیک مساله تکمیلی مختلط (MCP)، تغییر در تقاضای انرژی و تغییرات سهم آلاینده‌های CO₂، NO_x و CH₄ در قالب پنج سناریوی مالیاتی ارزیابی شده است. تغییر در سهم آلاینده‌های CO₂، NO_x و CH₄ به عنوان آثار محیط‌زیستی در نظر گرفته شده است در این مطالعه نرخ مالیات ۱۰٪ به عنوان نرخ بهینه مالیات سبز (مالیات بر سوخت) مورد تأکید قرار گرفته است. زیرا، بالاترین نرخ افزایش در رفاه با لحاظ آثار محیط‌زیستی در این نرخ مالیات اتفاق می‌افتد.

شورتال و بارنز (۲۸) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی و زیست‌محیطی گاوداری‌های شیری اسکاتلند را برآورد کردند. میانگین کارایی فنی ۸۲ درصد و میانگین کارایی زیست‌محیطی ۱۴ درصد بدست آمد. همچنین با بررسی رابطه‌ی بین کارایی فنی و زیست‌محیطی به این نتیجه رسیدند که واحدهایی که به لحاظ فنی کارا هستند، کارایی زیست‌محیطی بزرگتری هم دارند. اوزکان و همکاران (۳۴)، مطالعه و مقایسه‌ای در رابطه با انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید شیر در مزارع پرورش گاو شیری در سه کشور ایرلند، انگلستان و ایالات متحده آمریکا صورت گرفت. به طوری که دو نهاده سوخت دیزل و الکتریسیته بالاترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص دادند. کورجو و ویلکی (۷)، مطالعه در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای پرورش گاو شیری در کشور اکوادور صورت دادند. نتایج نشان می‌دهد که کل گاز متان تولیدی از تخمیر روده‌ای به ازای یک راس گاو ۱۳۲۳ کیلوگرم کربن دی اکسید معادل گزارش شد. کیم و همکاران (۱۵)، مقدار کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از اعمال مالیات کربن را در بخش

در رابطه با آلودگی‌های محیط‌زیست و روش‌های اقتصادی کنترل آن‌ها مطالعات متنوعی صورت گرفته است ولی در خصوص برآورد مالیات برآلودگی مطالعات اندکی انجام شده است. در اینجا به چند مورد از این مطالعات داخلی و خارجی که به بررسی رابطه و یا تأثیر آلاینده‌ها بر متغیرهای اقتصادی و برآورد هزینه‌های آلودگی پرداخته‌اند، اشاره می‌شود.

قربانی و همکاران (۱۱) در مطالعه‌ای را با عنوان "برآورد هزینه های زیست‌محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری مشهد" انجام دادند، براساس نتایج، هزینه‌های زیست‌محیطی انتشار سالانه گازهای گلخانه‌ای گاوداری‌های شیری مشهد و کشور به ترتیب ۱۰/۶۸ و ۶۷۹۱۰/۳ میلیارد ریال است. حسنلو و همکاران (۱۲) مطالعه‌ای را با عنوان «برآورد میزان بهینه مالیات سبز بر انتشار دی‌اکسیدکربن در صنعت سیمان ایران» انجام دادند. بر اساس نتایج به دست آمده، نرخ مالیات سبز بر انتشار دی‌اکسیدکربن در صنعت سیمان به ازای هر تن تولید برابر با ۱۵ درصد می‌باشد.

بر اساس مطالعات بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، هزینه‌های اجتماعی تخریب محیط‌زیست در اثر مصرف حامل‌های انرژی فسیلی در کشور محاسبه شده است. در این مطالعه، مجموع هزینه‌های اجتماعی در سال ۱۳۸۹، حدود ۱۰۶ هزار میلیارد ریال (بر اساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۱) برآورد شده است. این رقم حدود ۱۹/۷٪ از تولید ناخالص داخلی کشور در سال مذکور می‌باشد (۱۰). مولایی و ثانی (۲۰) در مطالعه‌ای به محاسبه کارایی فنی، کارایی زیست‌محیطی و تعیین عوامل مؤثر بر آنها در گاوداری‌های شیری شهرستان سراب پرداختند. نتایج نشان داده با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، میانگین کارایی فنی ۹۵ درصد، کارایی مقیاس ۵۵ درصد و کارایی زیست‌محیطی ۸۸ درصد بدست آمد. شجاعی (۲۷)، در رساله خود با عنوان «ارایه یک مدل مالیاتی به منظور اعمال مدیریت پایدار محیط زیست در ایران (مطالعه موردی صنعت کاغذ)» با در نظر گرفتن مالیات سبز به عنوان

بر این اساس، در این مطالعه مالیات سبز بر گازهای آلاینده گاوآردی‌های شیری استان همدان برآورد خواهد شد. این صنایع تولیدی، تولید کننده سهم قابل توجهی از گاز متان می‌باشند، متان یکی از آلاینده‌های مهم هوا می‌باشد که نقش زیادی در گرمایش جهانی دارد و در پروتکل کیوتو نیز بر آن تأکید شده است.

در این مطالعه فرض می‌شود که صنعت آلوده‌کننده با تابع هزینه افزایشی C ، در تولید کالای y مواجه است:

$$C = C(y) \quad (۱)$$

که با مشتق گرفتن از تابع هزینه فوق نسبت به y تابع هزینه نهایی صنعت برابر است با:

$$MC = \frac{dc}{dy} \quad (۲)$$

با افزایش تولید کالای y هزینه نهایی (MC) افزایش می‌یابد، یعنی:

$$\frac{d^2C}{dy^2} = \frac{dMC}{dy} > 0 \quad (۳)$$

در صورتی که هر واحد از تولید y ، به اندازه ضریب ℓ گاز متان منتشر کند میزان کل گاز منتشر شده ناشی از کل تولید برابر با B خواهد بود. در نتیجه رابطه حجم آلودگی با تولید صنعت به صورت زیر خواهد بود:

$$B = \ell y \quad (۴)$$

حال فرض می‌شود که نرخ مالیات محیط‌زیست (مالیات سبز) برابر t است (هزینه ریالی هر واحد تولید آلودگی مثلاً هر تن متان) که توسط دولت از بنگاه‌های آلوده کننده دریافت می‌شود.

در این صورت کل مالیات سبز دریافتی یا درآمد مالیاتی دولت برابر T است:

$$T = tB \quad (۵)$$

تابع سود بنگاه در صورت دریافت مالیات سبز توسط دولت، را می‌توان به صورت زیر نوشت (P قیمت رقابتی بازار برای کالای y است):

$$\Pi = py - C(y) - T \quad (۶)$$

با جاگذاری رابطه (۴) در رابطه (۵) و جاگذاری رابطه (۵) در رابطه (۶):

$$\Pi = py - C(y) - t\ell y \quad (۷)$$

برای حداکثرسازی سود باید مشتق مرتبه اول تابع سود نسبت به y را برابر صفر قرار دهیم (شرط مرتبه اول)، یعنی:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial y} = 0, p = MC + t\ell \quad (۸)$$

برای حداکثرسازی سود باید مشتق مرتبه دوم منفی شود (شرط مرتبه دوم):

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial y^2} < 0 \quad (۹)$$

حمل و نقل کره جنوبی برآورد کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد با افزایش مالیات بر انتشار CO_2 به میزان ۵۰ هزار وون (۵۴ دلار) به ازای هر تن CO_2 ، میزان انتشار CO_2 در حالت عدم وجود جایگزین برای وسایل نقلیه ۹۱۶۱۲۴ تن و در حالت وجود وسیله نقلیه جایگزین و کارا ۱۰۹۰۳۲۵ تن کاهش می‌یابد. لی و ژانگ (۱۶)، در مطالعه خود کارایی فنی، قیمت سایه‌ای انتشار دی‌اکسیدکربن و قابلیت جانشینی برای انرژی در صنعت چین را بررسی و برآورد کردند. نتایج تجربی این مطالعه نشان می‌دهد که انتشار CO_2 می‌تواند در کل ۶۸۰ میلیون تن کاهش یابد. بیشترین کاهش بالقوه در صنعت تولیدات معدنی غیرفلزی و به میزان ۲۳۶/۵۳ میلیون تن می‌باشد. قیمت سایه‌ای انتشار CO_2 ، نیز از بیشترین مقدار، ۱۸/۸۲ دلار در هر تن برای صنعت تکثیر صوتی و تصویری تا کمترین مقدار، صفر دلار در هر تن برای صنایع معدنی غیر فلزی و تولیدات مواد شیمیایی در نوسان است. مقدار میانگین قیمت سایه ای انتشار CO_2 ، برای صنایع مورد بررسی، ۳/۱۳ دلار در هر تن برآورد شده است. تانگ و همکاران (۳۱) با روش LMDI، به عوامل مؤثر بر انتشار CO_2 در سطح بخش کشاورزی، صنعت و خدمات ترکیه برای سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۶ پرداخته‌اند و اثرات تغییرات ساختاری را در انتشار CO_2 با اهمیت نمی‌دانند ولی اثر محصول و شدت انرژی را در انتشار CO_2 در کشور ترکیه با اهمیت تلقی می‌نمایند. پائول و باتاچاریا (۲۲)، به بررسی موضوع انتشار CO_2 در سطح بخش‌های اقتصادی هند پرداخته‌اند و مطالعه آنها نشان داده است که رشد اقتصادی بزرگترین اثر را بر انتشار CO_2 در همه بخش‌های اقتصادی داشته است و کارایی مصرف انرژی و تغییر سوخت در بخش حمل و نقل و صنعت باعث کاهش روند انتشار CO_2 شده است و شدت انرژی طی دوره مورد مطالعه تغییرات زیادی داشته، ولی اثر محسوسی بر کاهش CO_2 در بخش کشاورزی نداشته

مواد و روش‌ها

در سال‌های اخیر، استفاده از کارکردهای بازار و ابزارهای اقتصادی برای کنترل و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست افزایش یافته است. در میان این ابزارهای اقتصادی، مالیات آلودگی یکی از روش‌های کنترل می‌باشد که در اکثر کشورها به صورت‌های مختلف به کار گرفته شده است. اقتصاددانان در تقابل اقتصاد و محیط‌زیست، سعی دارند با به کارگیری این نوع ابزارهای اقتصادی حد بهینه‌ای را برای آلودگی به دست آورند. این حد بهینه طوری تعیین می‌شود که رفاه نسل حاضر و آتی تأمین شود. با توجه به اینکه آثار خارجی فعالیت‌های اقتصادی که موجب آلودگی هوا می‌شود، از شفافیت و قابلیت کمی‌سازی بیشتری نسبت به آلودگی‌های آب و خاک برخوردار است؛ ابزارهای مالیاتی می‌تواند در بخش آلاینده‌های هوا به کار گرفته شود (۴).

نسبت به قیمت نهاده‌ها با اعمال محدودیت‌های لازم اشاره کرد (۲۶). بر این اساس در این مطالعه نیز تابع هزینه ترانسلوگ به کار برده شده است. تابع ترانسلوگ برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ توسط کریستنسن، جورگنسون و لایو در کنگره جهانی اقتصادسنجی در دانشکده اقتصاد دانشگاه برکلی پیشنهاد شد. این تابع در حقیقت تابع ترانزیندنتال^۵ لگاریتمی است. این تابع به منظور رفع نقیصه ثابت بودن حساسیت جانشینی نهاده‌ها در تابع C.E.S طراحی شده است. از مهم‌ترین دلایل به کارگیری گسترده این تابع توسط اقتصاددانان امروز، سهولت در تفسیر نتایج و نیز محاسبات لازم در استخراج تابع هزینه ترانسلوگ است (۲۵ و ۶).

تابع هزینه ترانسلوگ دارای مزیت انعطاف‌پذیری در تصریح می‌باشد که می‌تواند برای تولیدات چند محصولی و چند نهاده‌ای به کار برده شود (مارشین، ۱۹۹۱) با کاربرد نظریه دوگان، تابع هزینه ترانسلوگ از بسط مرتبه دوم سری تیلور تابع هزینه ذیل حاصل شده است. در این تابع n نهاده در تولید و m ستاده مورد استفاده قرار گرفته است (۸).

$$\ln C = f(\ln Q_1, \ln Q_2, \dots, \ln Q_m, \ln P_1, \ln P_2, \dots, \ln P_n) \quad (12)$$

در تابع مذکور C هزینه کل تولید، Q_i مقدار لامین محصول تولیدی و P_j قیمت لامین نهاده می‌باشد.

در صورتی که n نهاده در تولید کالای آلوده کننده مورد استفاده قرار گیرد، تابع هزینه کل آلوده کننده در فرم لگاریتمی (تابع شبه ترانسلوگ) به صورت زیر خواهد بود:

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_{i=1}^n \gamma_{iq} \ln p_i \ln y \quad (13)$$

P_i قیمت بازار رقابتی لامین نهاده تولیدی، P_j قیمت بازار رقابتی لامین نهاده تولیدی، y مقدار محصول تولید شده، n تعداد نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید.

برآورد سیستمی سهم هزینه نهاده‌های تولید در کل هزینه‌های تولید به لحاظ مبانی کاربردی نتیجه بهتری دارد. به همین دلیل تشخیص و تعیین تابع هزینه کل اهمیت ویژه‌ای در اقتصاد کاربردی پیدا کرده است. به این جهت در رابطه (۱۳) با استفاده از لم شفرده^۶ به سهولت می‌توان سهم مخارج نهاده‌ها را تعیین کرد:

$$\frac{\partial \log C}{\partial \log p_i} = W_i \quad (14)$$

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial y^2} = -\frac{\partial MC}{\partial y} < 0, \frac{\partial MC}{\partial y} > 0 \quad (10)$$

افزایش y موجب افزایش MC می‌شود که نشانگر صعودی بودن عرضه نسبت به قیمت محصول است. در صورت انحصاری بودن بازار MC باید با MR مقایسه شود نه P . از شرط مرتبه اول رابطه (۸) می‌توان نرخ مالیات محیط زیستی را به دست آورد:

$$t = \frac{P - MC}{\rho} \quad (11)$$

رابطه (۱۱)، نشان می‌دهد که نرخ مالیات سبز (t) با ضریب انتشار آلودگی (ρ) رابطه عکس دارد (۲۷ و ۱).

در این مطالعه پس از گردآوری اطلاعات مربوط به نهاده‌های تولیدی صنعت گاوداری شیری در استان همدان، تابع هزینه تولید صنعت برآورد خواهد شد.

بر اساس فرضیه دوگانگی، ارتباط یکسانی میان تابع تولید و تابع هزینه وجود دارد. بنابراین جهت شناسایی ساختار تولید صنعت گاوداری همانند مطالعه حاضر می‌توان از تئوری دوگان^۱ استفاده کرد. افزون بر آن، این توابع، اطلاعات یکسانی درباره ساختار تولیدی مشخص فراهم می‌آورند. در این زمینه، مطالعات اخیر نشان داد که ساختار هزینه را می‌توان با استفاده از شکل‌های گوناگونی از توابع مختلف بررسی کرد، در حالی که محدودیت‌های نئوکلاسیک مربوط به ساختار تولید، از انجام این تعمیم جلوگیری می‌کند. همچنین برآورد ضرایب با استفاده از روش تابع هزینه آسان تر است زیرا تابع هزینه تابعی از قیمت عوامل تولید برای سطح معینی از محصول و نه مقادیر آن‌ها است و برای یک صنعت احتمال بیشتری وجود دارد که قیمت‌های نهاده‌ها برون‌زا باشند. مزیت دیگر آن این است که معادلات تقاضای شرطی نهاده‌ها به سادگی از مشتق تابع هزینه غیرمستقیم مربوطه بدست می‌آید (۱۷). به نظر می‌رسد که استفاده از تابع هزینه برای تحلیل فناوری تولید مناسب‌تر باشد، لذا در بسیاری از مطالعات تجربی انجام شده در زمینه ساختار تولید، توابع هزینه مدنظر قرار گرفته‌اند (۲۹). در برآورد تابع هزینه از فرم‌های تابعی گوناگونی مثل تابع لیونتیف^۲، تابع کاب-داگلاس^۳، تابع CES^۴ و تابع ترانسلوگ استفاده می‌شود.

تابع ترانسلوگ به دلیل برخورداری از توانایی‌های ویژه در پژوهش‌های تجربی، به طور گسترده‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله توانایی‌های این توابع می‌توان به نداشتن نیاز به اتخاذ یک فرض خاص در مورد ساختار تولید، شکل خطی تابع به دلیل لگاریتمی بودن تمام متغیرها و در نظر گرفتن تمام ویژگی‌های یک تابع هزینه خوش رفتار، مانند همگن خطی بودن، یک نوا بودن و مقعر بودن

- 1- Duality Theorem
- 2- Leontief function
- 3- Cobb-Douglas function
- 4- Constant elasticity substitution function

$$SE = \left[\sum_{i=1}^n (\partial Lnc) / (\partial Lny_i) \right]^{-1} = \left[\sum_{i=1}^n R_i \right]^{-1} \quad (19)$$

بدین ترتیب، با به دست آوردن هزینه نهایی گاوداری‌های صنعتی (شیری) و با در دست داشتن قیمت بازار رقابتی برای محصول تولیدی (شیر)، با استفاده از رابطه (۱۱) می‌توان نرخ مالیات سبز برای انتشار گازهای گلخانه‌ای را محاسبه کرد.

جامعه مورد بررسی در این مطالعه، گاوداری‌های شیری استان همدان می‌باشد که اطلاعات جمع‌آوری شده از مرکز آمار ایران می‌باشد بر این اساس از ۲۷۵ واحد گاوداری فعال در سطح استان همدان با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده تعداد نمونه مناسب به منظور مطالعه ۴۴ عدد محاسبه شد. سپس اطلاعات و داده‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر به صورت پرسشنامه‌ای و با مراجعه حضوری و از طریق مصاحبه از ۴۴ واحد گاوداری در سال ۱۳۹۵-۹۶ جمع‌آوری گردید، و به منظور تخمین الگوی مورد نظر و تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های اقتصادسنجی برای تخمین تابع هزینه و برآورد پارامترهای آن استفاده شده است و برای برآورد الگو از نرم‌افزار Eviews 9 استفاده شده است.

نتایج و بحث

چنانکه گفته شد، جامعه مورد بررسی در این مطالعه، گاوداری‌های شیری استان همدان می‌باشد که برآورد این اطلاعات جمع‌آوری شده، در چارچوب مدل هزینه، که در برگزیده معادلات تابع هزینه ترانسلوگ، سهم هزینه نهاده‌ها و سهم درآمد است و با لحاظ کردن محدودیت‌های مربوط به تقارن و همگنی در سیستم

معادلات رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب تکراری (ISUR) انجام پذیرفت. در الگوی مورد استفاده قیمت نهاده‌های خوراک دام (P_{food})، دارو و واکسیناسیون (P_{medicin})، انرژی (P_{ene}) و دستمزد نیروی کار (P_{wag}) در نظر گرفته شده است. قیمت خوراک دام از میانگین وزنی قیمت علوفه، کنسانتره و سایر اقلام خوراک دام بدست آمد. دارو و واکسیناسیون شامل کلیه اقدامات بهداشتی و اقلام دارویی مصرفی دام می‌باشد که به صورت میانگین وزنی هزینه‌های دارو و بهداشتی صورت گرفته به ازای یک دام بدست آمد. همچنین میانگین وزنی هزینه انرژی به ازای یک دام به عنوان قیمت انرژی در نظر گرفته شد. میانگین وزنی هزینه نیروی کار به ازای یک نفر نیز به عنوان دستمزد نیروی کار منظور گردید. همان‌گونه که در بخش قبلی توضیح داده شد، به منظور اجتناب از تکین شدن ماتریس کوواریانس اجزای اخلاص، معادله سهم هزینه مربوط به نهاده دارو و واکسیناسیون از سیستم معادلات برآوردی حذف شد و نسبت به نهاده حذف شده قیمت‌ها نرمال شده است. سپس با استفاده از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب تکراری، برآورد پارامترهای مدل انجام پذیرفت. نتایج

$$W_i = \frac{p_i x_i}{C} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

P_i قیمت بازار رقابتی آموین نهاده، x_i مقدار نهاده آمو و سطح نهاده حداقل کننده هزینه است، C هزینه کل، W_i سهم مخارج آموین نهاده.

بنابراین از رابطه (۱۳) نسبت به لگاریتم Γ_i مشتق‌گیری کرده:

$$W_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln p_j + \gamma_{iq} \ln y \quad (15)$$

در این صورت، در مورد تابع هزینه ترانسلوگ شماره (۱۳)، با محصول شیر گاوهای شیری و قیمت چهار نهاده خوراک دام، نیروی کار، انرژی و هزینه دارو، واکسیناسیون و بهداشت، محدودیت‌های زیر باید اعمال شود:

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1, \sum_{i=1}^4 \beta_{ij} = 0, \sum_{i=1}^4 \beta_{iy} = 0 \quad (i=1, \dots, 4) \quad (16)$$

از آنجا که بر پایه محدودیت همگنی شماره (۱۶) تابع هزینه بالا همگن خطی در قیمت نهاده‌هاست، مجموع نسبت‌های سهم هزینه، برابر یک می‌شود؛ یعنی:

$$\sum_{i=1}^4 W_i = 1$$

بنابراین تنها سه تساوی از چهار تساوی مربوط به نسبت‌های سهم هزینه، استقلال خطی دارد.

اگر سهم نهاده‌ها قابل مشاهده باشد، معادلات متناظر با سهم هزینه‌ها می‌تواند با معادله تابع هزینه در هنگام تخمین پارامترها ترکیب شود. غالباً در عمل به دلیل غیرقابل مشاهده بودن سهم هزینه‌ها، پارامترها بر اساس تابع هزینه تخمین زده می‌شوند (۱۷).

با تخمین $n-1$ معادله برای سهم مخارج نهاده‌ها ضرایب رابطه (۱۵) یا پارامتر β_{iy} برای همه آن‌ها به دست می‌آید. با تخمین ضرایب معادلات می‌توان تابع هزینه نهایی متناظر با تابع هزینه (۱۳) را به دست آورد. با مشتق‌گیری جزئی از رابطه (۱۳) نسبت به تولید:

$$\frac{\partial \log C}{\partial \log y} = \sum_{i=1}^n \gamma_{iy} \ln p_i \quad (17)$$

$$\frac{MC}{AC} = \frac{\partial \log C}{\partial \log y} \quad (18)$$

رابطه (۱۸)، کشش تابع هزینه کل نسبت به تولید را نشان می‌دهد و AC بیانگر هزینه متوسط کل است (۱ و ۲۷). بدین ترتیب، با به هزینه نهایی صنعت و با در دست داشتن قیمت بازار رقابتی برای محصول تولیدی (شیر)، با استفاده از رابطه (۱۱) می‌توان نرخ مالیات سبز برای انتشار گاز متان را محاسبه کرد. صرفه‌های برگرفته از مقیاس، زمانی وجود خواهد داشت که افزایش ستاده‌ها به میزان K درصد موجب افزایش هزینه‌ها به میزان کمتر از K درصد شود. صرفه‌های برگرفته از مقیاس، به صورت معکوس مجموع کشش‌های هزینه نسبت به محصول، محاسبه شدنی است (۳۰)؛ به بیانی دیگر:

حاصل از برآورد پارامترهای تابع هزینه همراه با معادلات سهم هزینه در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که آماره t ارائه شده در جدول نشان می‌دهد بیشتر ضرایب از نظر آماری معنی‌دار می‌باشند. در واقع

بالغ بر ۵۲ درصد پارامترهای تخمین زده شده تفاوت معنی‌داری با صفر دارند. این موضوع با توجه به ضریب تعیین تابع هزینه ترانسلوگ (۱۳)، برازش خوب مدل را برای داده‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج حاصل از برآورد پارامترهای تابع هزینه ترانسلوگ به روش ISUR برای گاوداری‌های شیری استان همدان
Table 2- Results of Estimation of Translog Cost Function Parameters by ISUR Method for Dairy cattle farms in Hamedan Province

پارامتر Parameter	مقدار ضرایب Amount of coefficients	آماره t T statistics	پارامتر Parameter	مقدار ضرایب Amount of coefficients	آماره t T statistics
α_0	***0.312	0.148	α_y	1.176***	4.583
α_{wag}	0.106	0.780	α_{food}	1.285***	10.061
$\alpha_{medicin}$	-0.095**	-2.186	α_{ene}	-22.80	-1.209
β_y	-0.001	-0.055	β_{wag}	0.013***	3.640
β_{food}	0.026***	4.035	$\beta_{medicin}$	0.012	1.232
β_{ene}	-0.001	-1.054	β_{ywag}	-0.014**	-2.360
β_{yfood}	0.007*	1.656	β_{ymedin}	0.013***	5.753
β_{yene}	0.348	0.939	$\beta_{wagfood}$	-0.034***	-8.771
$\beta_{wagmedicin}$	-0.007	-1.138	β_{wagene}	0.028***	7.915
$\beta_{foodmedicin}$	-0.018**	-2.558	$\beta_{foodene}$	-0.03***	-8.527
$\beta_{enmedicin}$	0.011	1.732	-	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق؛ *، **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

Source: Research findings; *, **, *** Respectively, show a significant level of 10, 5 and 1 percent respectively.

متغیرهای مستقل مدل را نشان می‌دهد (جدول ۳). پس از محاسبه سهم هر یک از نهاده‌ها از کل هزینه تولید به کمک لم شفرد و برآورد سیستم معادلات با روش (ISUR)، کسش‌های قیمتی تقاضای نهاده‌ها مشخص شد. با توجه به رابطه (۱۹)، مقدار محاسبه شده صرفه‌های برگرفته از مقیاس برای نمونه مورد بررسی در سطح مزرعه، کمتر از یک می‌باشد (SE=0.83)؛ بنابراین بازدهی نسبت به مقیاس نزولی وجود دارد. با توجه به عدد محاسبه شده برای صرفه‌های ناشی از مقیاس کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که یک درصد افزایش در میزان محصول منجر به افزایش $1.206 = \frac{1}{0.83}$ درصد در هزینه متغیر خواهد شد. و یا به عبارت دیگر اگر تمامی نهاده‌های مورد استفاده در واحدهای گاوداری به اندازه یک درصد افزایش یابند، انتظار می‌رود کمتر از یک درصد و حدود ۰/۸۳ درصد به میزان تولید شیر اضافه گردد. لذا مقدار بازده به مقیاس در سطوح مختلف تولید در واحدهای

مقدار ضریب تعیین (R^2) محاسبه شده به صورت تک معادله برای تابع هزینه ترانسلوگ ۰/۹۹ می‌باشد. این مقدار برای معادلات سهم هزینه خوراک دام، نیروی کار، انرژی و دارو و واکسیناسیون به ترتیب ۰/۵۳، ۰/۳۶، ۰/۶۴ و ۰/۵۷ می‌باشد و برای معادله مربوط به سهم درآمد نیز ۰/۳۴ به دست آمد. ضریب تعیین تابع هزینه نشان می‌دهد که ۹۸ درصد از تغییرات هزینه کل تولید شیر توسط متغیرهای مقدار تولید شیر، قیمت خوراک دام، دستمزد نیروی کار، قیمت انرژی و قیمت دارو و واکسیناسیون توضیح داده شده است. مقادیر ضریب تعیین تعدیل شده ($\bar{R}^2$) به صورت تک معادله نیز برای تابع هزینه ترانسلوگ ۰/۹۸ می‌باشد. ضریب تعیین تعدیل شده برای معادلات سهم هزینه خوراک دام، نیروی کار، انرژی و دارو و واکسیناسیون به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۲۸، ۰/۴۷ و ۰/۳۶ و برای معادله مربوط درآمد نیز ۰/۲۲ به دست آمد. همچنین آماره داربین- واتسون ۱/۹۸ می‌باشد، که عدم خودهمبستگی بین جملات اخلاص و

گاو‌داری متفاوت می‌باشد. بدین ترتیب مدیران واحدهای تولیدی مورد مطالعه می‌توانند با کاهش حجم تولید در مجموع سودآوری واحد را افزایش دهند.

جدول ۳- ضرایب تعیین و ضرایب تعیین تعدیل شده برای معادلات برآورد شده

Table 3- Determination coefficients and modified coefficients for estimated equations

معادله Equation	ضریب تعیین (R ²) Coefficient of determination (R ²)	ضریب تعیین تعدیل شده (R ²) Coefficient of determination Adjusted (R ²)
تابع هزینه ترانسلوگ Translog cost function	0.99	0.98
معادله سهم هزینه خوراک دام Equation the share of animal feed cost	0.53	0.47
معادله سهم هزینه انرژی Equation of Energy Cost Share	0.64	0.47
معادله سهم هزینه نیروی کار Equation of Labor cost share	0.36	0.28
معادله سهم هزینه دارو و واکسیناسیون Equation the share of the cost of drug and vaccination	0.57	0.36
معادله سهم درآمد Income share equation	0.34	0.22
D.W	1.98	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

مقدار تولید گاز متان به ازای هر کیلو شیر به طور متوسط حدود ۰/۳۲ کیلوگرم می‌باشد. حال با جایگذاری قیمت فروش شیر و ضریب انتشار گاز متان در رابطه زیر، مالیات سبز بر انتشار متان قابل محاسبه است.

$$t = \frac{P - MC}{\ell}$$

$$t = \frac{11203 - 11073}{0.032} = 4062.5$$

با توجه به رابطه فوق ملاحظه می‌گردد که نرخ مالیات سبز مناسب بر انتشار متان در دامداری‌های شیری استان همدان به ازای تولید و انتشار هر کیلوگرم متان برابر با ۴۰۶۲ ریال است.

نتایج نشان می‌دهد مقدار بهینه مالیات سبز بر انتشار گاز متان در صنعت گاو‌داری شیری استان همدان، ۱/۸ درصد از درآمد این صنعت را شامل می‌شود. مطابق با اطلاعات نمونه مورد بررسی در استان همدان متوسط سود هر کیلوگرم شیر بدون احتساب مالیات سبز برابر ۲۲۷۶ ریال و پس از کسر مالیات سبز از درآمد فروش برابر ۲۱۴۶ ریال می‌باشد.

نرخ مالیات پیگویی یا مالیات سبز در مبانی تئوریکی به صورت ضریبی از میزان آلودگی منتشر شده توسط بنگاه، معرفی شده است. در پژوهش حاضر به طور عملی در صنعت گاو‌داری، این نرخ تابعی از سطح تولید و با توجه به سهم آلودگی از کل تولید این صنعت مدنظر

$$\frac{\partial \log C}{\partial \log q} = \beta_{ywag} \ln p_{ywag} + \beta_{yene} \ln p_e + \beta_{ymedicin} \ln p_m + \beta_{yfood} \ln p_f \quad (20)$$

پس از محاسبه کشش هزینه و جاگذاری مقدار بدست آمده در رابطه (۱۸) می‌توان هزینه نهایی صنعت را محاسبه نمود. هزینه متوسط تولید با توجه به اطلاعات گرفته شده گاو‌داری‌های مورد مطالعه ۹۱۸۱ ریال به ازای هر کیلوگرم محاسبه شد. براساس رابطه زیر هزینه نهایی صنعت به ازای هر کیلوگرم ۱۱۰۷۳ ریال محاسبه شد.

$$\frac{MC}{AC} = \frac{\partial \log C}{\partial \log q} = 1.206 \quad MC = 9181 \times 1.206 = 11073 \quad (21)$$

اکنون با توجه به رابطه (۱۱)، با در دست داشتن قیمت فروش شیر و ضریب انتشار گاز متان (ℓ) در گاو‌داری‌های شیری می‌توان مالیات سبز مناسب بر انتشار متان را محاسبه کرد.

بر اساس آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده از گاو‌داری‌های شیری، قیمت هر کیلو شیر در طی سال ۱۳۹۵-۹۶ به طور متوسط برابر ۱۱۲۰۳ ریال بوده است. با بررسی انتشار گاز متان در گاو‌داری‌های شیری و براساس مطالعه ژبائو و همکاران (۳۵) و مک کورت و همکاران (۱۸) و نیز با استفاده از مقادیر NRC^۱ (۲۱) مشخص شد که

1 -National research council

متان محاسبه شده در معادله مورد استفاده، مالیات سبز مناسب بر آلودگی واحدهای گاوداری شیری برآورد شد. بر اساس نتایج، نرخ مالیات سبز مناسب بر انتشار گاز متان در صنعت گاوداری به ازای هر کیلوگرم تولید شیر ۱/۱ درصد می‌باشد. همچنین مشخص شد که نرخ مالیات سبز با ضریب انتشار آلودگی و هزینه نهایی تولید رابطه عکس و با قیمت محصول تولیدی رابطه مستقیم دارد. یعنی با افزایش نرخ مالیات سبز میزان انتشار آلودگی توسط واحد گاوداری آلوده کننده کاهش می‌یابد.

در ادامه پیشنهاد می‌شود:

۱- هم اکنون بخش کشاورزی در کشور ایران معاف از مالیات می‌باشد اما با مهم شدن پدیده زیست‌محیطی گرم شدن کره زمین و لزوم کنترل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، با اعمال مالیات سبز در کشور و در بخش دامداری می‌توان به این کاهش بالقوه در انتشار متان دست یافت.

۲- از روش‌ها و ابزارهای اقتصادی کنترل آلودگی به عنوان یکی از روش‌های غیرتکنولوژیک، جهت کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست صنعت گاوداری استفاده شود.

۳- سازمان‌های ذیربط از جمله سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور، با بررسی زیر ساخت‌های موجود در کشور و مهیاسازی شرایط، از مالیات سبز به عنوان یک ابزار اقتصادی برای کنترل و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست استفاده نماید.

۴- با توجه به این نکته که مالیات سبز به عنوان یک قلم هزینه‌ای در تابع هزینه و تابع سود وارد می‌شود، توصیه می‌گردد در مطالعات امکان سنجی و بررسی سودآوری واحد تولیدی-پیش از راه‌اندازی واحد- میزان مالیات سبز در محاسبات مد نظر قرار گیرد.

قرار گرفته است. ضریب انتشار آلودگی (ℓ) در گاوداری به وزن خوراک مصرفی، درصد پروتئین خام جیره و وزن دام زنده و سایر عوامل بستگی دارد. در مجموع نرخ مالیات سبز مناسب بر انتشار گاز متان در صنعت گاوداری به ازای هر کیلوگرم تولید شیر برابر با ۱/۱ درصد درآمد آن می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه با هدف برآورد مالیات سبز مناسب بر انتشار متان در واحدهای گاوداری شیری صورت گرفته است. برای شروع کار ابتدا به آمار و اطلاعات محیط‌زیست پرداخته شد که نشان از وضعیت نه چندان مناسب کشورمان از نظر شاخص‌های محیط‌زیست و آلودگی دارد. این امر، ضرورت تحقیق حاضر را بیان می‌نماید. سپس در ادامه مطالعات صورت گرفته در حوزه اقتصاد آلودگی مرور و بررسی شد. در ادامه، تابع هزینه واحدهای گاوداری شیری برای محاسبه مالیات سبز مناسب بر انتشار گاز گلخانه‌ای متان برآورد شد. برای این منظور، آمار و اطلاعات مربوط به هزینه تولید این بخش از طریق تهیه پرسشنامه در طی سال ۱۳۹۵-۹۶ گردآوری شد. نتایج برآورد تابع هزینه ترانسلوگ نشان داد که حدود ۵۲ درصد پارامترهای الگو معنی دار می‌باشند. این امر بیانگر مناسب بودن تابع هزینه ترانسلوگ، به منظور برآورد تابع هزینه در واحدهای گاوداری شیری است. با محاسبه سهم هزینه‌ها با لم شفر، معادلات تابع هزینه و سهم هزینه به صورت سیستمی و با روش سیستم معادلات به ظاهر نامرتب (ISUR)، برآورد شد. با به دست آوردن کشش هزینه از تابع برآورد شده و متوسط هزینه تولید، هزینه نهایی صنعت محاسبه شد. سپس با جایگذاری قیمت فروش شیر، هزینه نهایی این بخش و ضریب انتشار

منابع

- 1- Abbaspour M., Ahmadian M., Abedi Z., and Shojae M. 2010. Developing the economic model of green tax for polluting industries. World Applied Sciences Journal, 10: 1279-1282.
- 2- Agricultural Statistics. 2011. Office of statistics and information technology ministry of agriculture Jihad.
- 3- Amir Beigi H., and Ahmadi Asour A. 2007. Air hygiene and pollution control methods (Environmental and Industrial. Andisheh Rafi, First Printing, Tehran. (In Persian)
- 4- Asadi M. 2009. The cost of losses resulted from air pollution in Iran and the necessity of introduction of green taxes. Tax Research, 16(3). (In Persian)
- 5- Azizi Gh. 2004. Climate Change. Ghomes, Tehran.
- 6- Bakhshodeh M., and Akbari A. 2010. The production economy of its application in agriculture. First Edition (Third Edition), University of Bahonar Kerman Publications, p. 363. (In Persian)
- 7- Cornejo C., and Wilkie A.C. 2010. Greenhouse gas emissions and biogas potential from livestock in Ecuador. 8-Ene. for Sus. Deve. 14(4): 256-266.
- 8- Deelchand T., and Padgett C. 2009. Size and Scale Economies in Japanese Cooperative Banking. ICMA Center Discussion Papers in Finance, pp. 1-29.
- 9- Environmental Council of the Sixth Development Plan- Proposed Provisions of the Environment, July 2015.
- 10- Energy balance sheet of 2010. 2011. Deputy of Electricity and Energy Affairs Office of Planning for Electricity and Energy.
- 11- Ghorbani M., and Firooz Zare A. 2008. An introduction to environment valuation. First edition, Published by

- Ferdowsi University of Mashhad. First Edition. (In Persian)
- 12- Hassanloo S., Khalilian S., and Amirnejad H. 2015. The estimation of optimum green tax on emission of CO₂ by cement industry in Iran. *Journal of Environmental Research*, 6(12): 39-50. (In Persian with English abstract)
- 13- Hosseini S. and Ghobani M. 2005. *Soil erosion economics*. Published by Ferdowsi University of Mashhad. First Edition.
- 14- IPCC. 1996. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- 15- Kim Y. D., Han H.O. and Moon Y.S. 2011. The empirical effects of a gasoline tax on CO₂ emissions reductions from transportation sector in Korea. *Energy Policy*, No. 39, pp.
- 16- Lee M., and Zhang N. 2012. Technical efficiency, shadow price of carbon dioxide emissions, and substitutability for energy in the Chinese manufacturing industries. *Energy*.
- 17- Paul S., and Bhattacharya R. 2004. CO₂ emission from energy use in India: a decomposition analysis. *Energy Policy*, Retrieved, from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421502003117>.
- 18- Marcin T.C. 1991. Cost function approach for estimating derived demand for composite wood products. *Proceedings of the 1991 Symposium on Systems Analysis in Forest Resources*, March 3-6, pp. 225-240.
- 19- Mc Court A., Yan T., Mayne C.S., and Porter M.G. 2006. Prediction of methane output in beef cattle from indirect respiration calorimetry data. In *International Congress Series*, 1293: 46-49. Elsevier.
- 20- Moghimi M., Shahnooshi N., Akbar Moghaddam B., and Daneshvar M. 2011. Study of the Welfare and environmental effects of green tax and reduction of fuel subsidy in Iran using the calculable general equilibrium model. *Agricultural Economics and Development*, 75: 108-79. (In Persian)
- 21- Molaei M., and Sani F. 2015. Estimation of technical efficiency and environmental performance of dairy cattle farms in Sarab (Data Envelopment Analysis Approach). *Journal of Animal Science Researches*, 25(4). (In Persian)
- 22- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Seventh Revised Edition: Nat Academic Science. Washington DC. USA.
- 23- Pazhouyan J., and Amin Rashti N. 2007. The green taxes, with emphasizes on gasoline consumption. *Journal of Economic Research Review*, 7(1): 15-44. (In Persian with English abstract)
- 24- Pourkhabaz A.S., and Pourkhabaz H. 2002. *The major environmental disturbances of the present century (Acid rain, Ozone layer, Global warming)*. BH nashr, Mashhad. (In Persian)
- 25- Saghayan Nezhad S. H., and Borhani A. 1996. Estimation of translog cost function for cement industry and its applications. *Knowledge and Development*, 4: 138-89. (In Persian)
- 26- Sharzei G., Getmiri M., and Rastifar O. 2002. Investigating the structure of production and cost of rice production: a case study in Guilan province (1997). *Agriculture Sciences and Technology, Natural Resources*, 1: 56-45. (In Persian)
- 27- Shojaei M. 2010. *Presenting a tax model for sustainable environmental management in Iran (Case study paper industry)*. Environment doctorate dissertation, Unpublished, Faculty of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran. (In Persian)
- 28- Stier J.C. 1985. Implication of factor substitution, economies of scale and technological change in the United State pulps and paper Industry". *Forest Science*, 31(4): 320-327.
- 29- Torkamaani J., and Kalai A. 2001. Application of translog multiproduct cost function for estimating cost and inputs" functions in agriculture: case study of Fars province. *Journal Eqtesad-e Keshavarziva Towse'e*. 9(34): 101-124. (In Persian with English abstract)
- 30- Tu S. et al. 2009. A decomposition analysis of CO₂ emissions from energy use: Turkish Case, 37: 4689-4699.
- 31- WMO, World Meteorological Organization. 2006. *The state of greenhouse gases in the atmosphere using global observations through 2004*. No. 1:14, <http://www.wmo.com>
- 32- "World bank". (2016). www.worldbank.org.
- 33- Ozkan B., Kurklu A., and Akcaoz H. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biom. Bioen.* 26(1): 89-95.
- 34- Shortall O.K., and Barnes A.P. 2013. Greenhouse gas emissions and the technical efficiency of farmers. *Journal Ecol Indic*, 29: 478-488.
- 35- Xue B., Wang L.Z., and Yan T. 2014. Methane emission inventories for enteric fermentation and manure management of yak, buffalo and dairy and beef cattle in china from 1988 to 2009. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195(1): 202-210.

ارزیابی رقابت افقی و عمودی در سنجش ساختار بازار: مطالعه موردی بازار محصولات لبنی در ایران

زینب شکوهی^{۱*} - امیر حسین چیدری^۲ - مهدی امیری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۴

چکیده

در مطالعات ساختار بازار عمدتاً ساختار افقی برای یک محصول مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در حالی که رفتار غیررقابتی در بازار لزوماً در ارتباط با رفتار افقی نیست و ساختار افقی تنها بخشی از قدرت بازاری را نشان می‌دهد. در حقیقت آنچه که به عنوان قدرت بازاری از آن یاد می‌شود حاصل مجموع رقابت‌های افقی و عمودی در سطوح مختلف بازار است. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی ساختار افقی و عمودی در بازار فراورده‌های لبنی شامل شیر، ماست و پنیر پاستوریزه با استفاده از شاخص لرنر و الگوی چانه‌زنی انحصار دو جانبه است. برای این منظور داده‌های مورد نیاز در دوره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۱ به کار گرفته شد و نتایج نشان داد که ساختار افقی بازار این سه محصول از حالت رقابتی فاصله داشته و تولیدکنندگان قادر هستند قیمت این محصولات را بالاتر از هزینه نهایی تولید قرار دهند. همچنین نتایج الگوی چانه‌زنی نشان دهنده قدرت چانه‌زنی بالاتر فراوری کنندگان در شکل گیری قیمت این محصولات است به نحوی که بطور متوسط تقریب به ۷۰ درصد از منافع ناشی از مبادله فراورده‌های لبنی متعلق به فراوری کنندگان و ۳۰ درصد از آن سهم مصرف کنندگان است. در این راستا، تشکیل سازمان‌های مستقل دولتی و یا غیردولتی در حمایت از مصرف کنندگان و مطالعه راهکارهای مناسب برای عملیاتی کردن قوانین موجود در حمایت از مصرف کنندگان پیشنهاد می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: C78، D43، Q13.

واژه‌های کلیدی: الگوی چانه‌زنی، ساختار افقی و عمودی بازار، شاخص لرنر، لبنیات

مقدمه

تئوری‌های اقتصادی و نتایج تجربی نشان می‌دهند که عملکرد اقتصاد و رفاه اجتماعی ناشی از آن تحت تأثیر مکانسیم بازار است و فاصله گرفتن ساختار بازار از حالت رقابتی به طور ضمنی بیانگر شکست بازار می‌باشد. در این شرایط تخصیص منابع توسط مکانسیم بازار ناکارآمد خواهد بود. به عبارتی یک رابطه علی میان قدرت بازار و رفاه از دست رفته در اقتصاد وجود دارد. بدین ترتیب که ساختار بازار با تأثیر بر انگیزه و روند تصمیم‌گیری عوامل بازار بر پیامدهای بازار اثر گذار است.

رفتار غیررقابتی در بازار در اشکال گوناگونی وجود دارد و لزوماً در ارتباط با رفتار افقی نیست. آنچه که به عنوان قدرت بازاری از آن یاد

می‌شود حاصل رقابت‌های افقی و عمودی در سطوح مختلف بازارهای مرتبط با هم است. تحلیل ساختار افقی بازار عمدتاً با استفاده از دو روش ساختار-رفتار-عملکرد (SCP) و سازمان صنعتی تجربی جدید (NEIO) صورت می‌پذیرد. در روش SCP متغیرهای ساختاری (مانند تمرکز و سهم بازار) به ارتباط اجزای بازار، متغیرهای رفتاری (همچون تبلیغات و قیمت) به الگوی رفتاری بنگاه جهت تطبیق با شرایط بازار و در نهایت متغیرهای عملکردی (مثل سود و کارایی) به حاصل کار و تلاش بنگاه و کل بازار اشاره دارد (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۷، ۲۶ و ۲۸). در این شیوه، ارتباط مثبت میان تمرکز و عملکرد اقتصادی بر حسب سود نشان دهنده وجود قدرت بازاری است (۳۰) اما تفسیر محققین از چگونگی جهت علیت میان متغیرهای ساختار، رفتار و عملکرد متفاوت است. حتی در میان نظرات مکاتب مختلف برخی معتقدند نمی‌توان جهتی از علیت میان ساختار و عملکرد بازار را مشخص کرد چون این دو بصورت همزمان و درونزا تعیین می‌شوند (۳۶). همچنین یکی دیگر از انتقاداتی که به این شیوه وارد شد این بود که عملکرد بنگاه تنها تحت تأثیر شاخص‌های ساختاری تعریف شده در روش SCP

۱- استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

(*) نویسنده مسئول: Email: z_shokoohi@shirazu.ac.ir

۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران

۳- استادیار آمار، دانشگاه هرمزگان

ساختار افقی و عمودی بازار جزو موضوعاتی که بطور کلی در اقتصاد و بطور خاص در اقتصاد قدرت بازار بندرت مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی ساختار بازار محصولات لبنی در ایران با در نظر گرفتن رقابت افقی و عمودی است.

شیر از جمله محصولات کشاورزی در ایران است که بیش از ۷۰ درصد آن وارد فرآیند فرآوری می‌شود. متوسط مصرف سرانه شیر در ایران در سال ۱۳۹۰ حدود ۹۰ کیلوگرم بوده است، این در حالی است که متوسط مصرف جهانی برابر با ۱۵۶ کیلوگرم و در کشورهای اروپایی ۳۰۰ کیلوگرم می‌باشد (۱۲). همچنین متوسط قیمت شیر پاستوریزه، ماست و پنیر در بین سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۱ به ترتیب ۲۴۳۶/۱۹، ۴۲۱۰/۶ و ۱۵۸۰۶ ریال و متوسط سالیانه تولید محصولات مذکور در همان دوره به ترتیب ۱۷۲۵۰۷۹، ۴۳۴۳۹۴ و ۳۳۰۳۹۶ تن بوده است (۳۵).

آمارها نشان می‌دهد که تا سال ۱۳۸۱ میزان تولید شیر خام بیش از ۱/۵ برابر ظرفیت کارخانجات فرآوری در کشور بوده است. بطوری که به ازای هر ۳۱۰۰ واحد گاوداری یک کارخانه بزرگ یا کوچک لبنیات وجود داشته است (۲۴). همچنین آمار داده ستانده کارخانجات لبنی، جمع‌آوری شده توسط مرکز آمار ایران، نشان می‌دهد در بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ جذب بیش از ۶۵ درصد از کل شیرخام دریافتی این صنعت توسط کمتر از ۱۰ درصد از کارخانجات لبنی صورت گرفته است که این نشان از تمرکز بالای این صنعت دارد. این در حالی است که این صنعت برای فروش محصولاتش با تعداد زیادی از مصرف‌کنندگان لبنی روبرو است که متوسط مصرف سرانه آنها در کشور از حداقل توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی بسیار کمتر است. با این اوصاف افزایش تمرکز در این صنعت می‌تواند بر قدرت چانه‌زنی فراورری‌کنندگان و شکل‌گیری قیمت فراورده‌های لبنی اثرگذار باشد. همچنین تأثیرپذیری سلامت و امنیت غذایی افراد جامعه و تغییرات رفاه آنان از وجود تمرکز در صنعت لبنیات، دولت‌ها را بر آن داشته تا با ابزارهای سیاستی گوناگون به کنترل بازار این گروه از محصولات غذایی بپردازند. از جمله مهمترین این ابزارها در ایران، دخالت و نظارت بر چگونگی شکل‌گیری قیمت شیرخام و فراورده‌های لبنی است. به این ترتیب که سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان به نمایندگی از مصرف‌کنندگان، انجمن صنفی صنایع لبنی به نمایندگی از فراورری‌کنندگان به منظور تعیین قیمت محصولات لبنی به مذاکره می‌پردازند. اگرچه که در برخی از سال‌ها وزارت جهاد کشاورزی و یا شورای عالی اقتصاد مسئول این امر بوده- اند اما روند شکل‌گیری قیمت شیر و فراورده‌های آن در تمامی این سال‌ها جدای از متولیان آن، مشابه بوده است. سوال اساسی که در این جا مطرح می‌باشد این است که آیا با حضور گسترده سازمان‌ها و نهادهای دولتی در شکل‌گیری قیمت محصولات لبنی، مصرف‌کنندگان در مقابل فراورری‌کنندگان از قدرت چانه‌زنی مناسبی برخوردار

نیست بلکه ویژگی‌های هزینه و تقاضا می‌تواند بر سودآوری و خروجی‌های بازار اثرگذار باشد که مدلسازی آن در قالب مدل‌های SCP دشوار است. نتیجه این نگرش منجر به ایجاد شیوه‌ای جدید به نام سازمان صنعتی تجربی جدید (NEIO) شد. در این روش چگونگی رقابت میان بنگاه‌ها در یک سطح از بازار با فرض رقابتی بودن ساختار عمودی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (۱، ۲، ۴، ۷، ۲۰، ۳۱، ۳۲ و ۳۳). لکن پذیرفتن این فرض در بسیاری از شرایط واقعی به نظر نمی‌رسد و تنها بخشی از قدرت بازار با استفاده از این روش‌ها پاسخ داده می‌شود. بنابراین لازم است که ساختار عمودی که همان چگونگی رقابت میان لایه‌های افقی بازار است نیز بررسی شود. برای این منظور می‌توان با استفاده از تئوری چانه‌زنی، انحصار در خرید در مقابل انحصار در فروش را در ساختار عمودی بازار مورد واکاوی قرار داد (۲۲).

مروری بر مطالعات صورت پذیرفته در خصوص چانه‌زنی نشان می‌دهد که پژوهش‌های انجام شده را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم‌بندی کرد. یک گروه شامل پژوهش‌هایی است که سعی در توسعه تئوری چانه‌زنی و مدل‌های مربوطه دارند (۲۲، ۲۹، ۵ و ۲۱) و گروه دیگر به کاربرد این مدل‌ها در یک دوره زمانی طولانی پرداخته اند (۶) که بخش قابل توجهی از آنها در ارتباط با موضوع نیروی کار (۲۳) و یا حق بیمه است (۱۸). از جمله مطالعاتی که به چگونگی شکل‌گیری قیمت محصولات کشاورزی با استفاده از مدل‌های چانه‌زنی پرداخته‌اند می‌توان به مطالعه باب و همکاران^۱ (۳) اشاره کرد که در آن عوامل مؤثر بر روند چانه‌زنی و نتایج مذاکرات در صنعت فرآوری گوجه‌فرنگی در هند بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری میان قدرت چانه‌زنی تولیدکنندگان و فرآوری‌کنندگان در تعیین قیمت وجود دارد. فالول و همکاران^۲ (۱۳) از تئوری اقتصادی چانه‌زنی برای تحلیل روند چانه‌زنی و نقش آن در کشف قیمت در صنعت مارچوبه شمال غرب اقیانوسیه استفاده کردند. همچنین ولدی و ناپینو (۳۶) به بررسی اثر تعاونی‌های بازاریابی بر میزان قدرت چانه‌زنی کشاورزان در تعیین قیمت موز در جنوب ایتالیایی پرداختند.

نکته قابل تأملی که در بکارگیری الگوهای تعیین ساختار عمودی بازار وجود دارد، فرض رقابتی بودن ساختار افقی است. به بیان دیگر در الگوهای چانه‌زنی، انحصار در خرید در مقابل انحصار در فروش در شرایطی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که فرض می‌شود ساختار بازار در سطح خریداران و همچنین در سطح فروشندگان کاملاً رقابتی است. بیان چنین فرضی یک سؤال اساسی را در ذهن متبادر می‌سازد و آن این که چگونه می‌توان ساختار افقی و عمودی بازار یک یا چند محصول را در صورت نقض این فروض بررسی کرد؟ بررسی توأم

1- Bobb et al.

2- Folwell et al.

کنندگان در فرآیند چانه‌زنی نیست اما سازمان حمایت از مصرف-کنندگان و تولیدکنندگان سعی در افزایش رفاه ناشی از مصرف فرآورده‌های لبنی را با ابزار کنترل قیمت و قیمت‌گذاری دارد. این در حالی است که فرآوری‌کنندگان به دنبال افزایش رفاه خود با افزایش قیمت توافقی هستند. اینکه قیمت مشخص شده به چه میزان رفاه هر یک از طرفین را تحت تأثیر قرار می‌دهد ناشی از قدرت چانه‌زنی آنها است که در ادامه به چگونگی محاسبه آن خواهیم پرداخت.

با در نظر گرفتن این فرض که احتمال شکست مذاکره صفر است، بنابراین قیمت توافقی محصول لبنی P_i (که از حداکثرسازی رفاه خریدار یا مصرف‌کنندگان w_{di} و فروشنده یا کارخانجات لبنی w_{si}) حاصل می‌شود به ترتیب زیر خواهد بود (۲۵):

$$\max F = (w_{si})^\tau (w_{di})^{1-\tau} \quad (۳)$$

که در آن :

$$w_{si} = P_i \cdot Q_i - \int_0^{Q_i} P_i^s(Q_i) dQ_i \quad (۴)$$

$$w_{di} = \int_0^{Q_i} P^d(Q) dQ - P \cdot Q$$

در روابط بالا، τ قدرت چانه‌زنی کارخانجات لبنی و $1 - \tau$ قدرت چانه‌زنی مصرف‌کنندگان را نشان می‌دهد. همچنین مقدار $0 \leq \tau \leq 1$ می‌باشد. P^d و P^s به ترتیب بیانگر قیمت احتیاطی عرضه و تقاضای محصولات لبنی است. به بیان دیگر P^s و P^d به ترتیب حداقل و حداکثر قیمتی است که فرآوری‌کنندگان و مصرف‌کنندگان برای مذاکره در نظر دارند و چنانچه قیمت پیشنهادی از P^s کمتر و یا از P^d بیشتر شود، مذاکره ادامه نخواهد داشت و طرفین حاضر به مبادله کالا نیستند.

نمایندگان فرآوری‌کنندگان و مصرف‌کنندگان در فرآیند چانه‌زنی به دنبال حداکثرسازی تغییرات رفاه ناشی از اختلاف قیمت توافقی و قیمت ذخیره‌ای در مقدار Q هستند. بنابراین روابط w_s و w_d را می‌توان به شکل زیر بازنویسی نمود (۲۲):

$$w_s = (P - P^s) \cdot Q \quad (۵)$$

$$w_d = (P^d - P) \cdot Q$$

با جایگزین کردن دو رابطه بالا در تابع F و حداکثر کردن آن خواهیم داشت:

$$\max: F = ((P - P^s) \cdot Q)^\tau ((P^d - P) \cdot Q)^{1-\tau} \quad (۶)$$

اگر از تابع F نسبت به P مشتق گرفته شود و مساوی صفر قرار دهیم، قیمت توافقی به ترتیب زیر حاصل می‌گردد:

$$P_t = \tau P_t^d + (1 - \tau) P_t^s \quad (۷)$$

قیمت احتیاطی عرضه و تقاضای محصولات لبنی را می‌توان تابعی از عوامل مؤثر بر آن دانست و معادله (۷) را همراه با معادلات قیمت احتیاطی عرضه و تقاضا برآورد کرد (۱۴).

در الگوی چانه‌زنی فرآورده‌های لبنی، طرف مصرف‌کنندگان در

بوده‌اند؟ به عبارت دیگر وضعیت رقابت و یا ساختار عمودی بازار فرآورده‌های لبنی در ایران چگونه است؟ پاسخ به این سوال با استفاده از الگوهای چانه‌زنی به طور ضمنی این معنا را در بردارد که ساختار افقی بازار میان فرآوری‌کنندگان در طرف تولید و میان مصرف‌کنندگان در طرف مصرف کاملاً رقابتی است. اگرچه که پذیرفتن فرض رقابت کامل میان مصرف‌کنندگان فرآورده‌های لبنی منطقی به نظر می‌رسد اما فرض وجود بازار رقابتی میان فرآوری‌کنندگان به سادگی قابل پذیرش نیست. بنابراین در این پژوهش سعی شد ساختار افقی و عمودی بازار فرآورده‌های لبنی به صورت توأم مورد ارزیابی قرار گیرد. در ادامه ضمن توضیح الگوی به کار رفته در بررسی ساختار افقی و عمودی بازار به چگونگی کاربرد آن در صنعت لبنیات ایران خواهیم پرداخت. سپس در قسمت سوم نتایج حاصل از الگوی مذکور تشریح شده و در آخر نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه گردیده است.

روش تحقیق

به منظور بررسی ساختار عمودی بازار با توجه به نحوه شکل‌گیری قیمت فرآورده‌های لبنی از الگوی چانه‌زنی انحصار دو جانبه با رهیافت بدیهی استفاده شد. در ادامه ضمن تشریح تئوری چانه‌زنی چگونگی بکارگیری آن در شکل‌گیری قیمت فرآورده‌های لبنی ارائه شده است.

چانه‌زنی به پروسه‌ای گفته می‌شود که از طریق آن بازیکنان برای رسیدن به یک توافق تلاش می‌کنند (۲۱). چانه‌زنی دو جانبه به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن دو بنگاه تمایل به مشارکت برای دریافت بازدهی مشترک را دارند اما در چگونگی اشتراک و تقسیم بازدهی با یکدیگر اختلاف دارند. در رهیافت بدیهی برای هر بازی چانه‌زنی یک راه‌حل منحصر بفرد نش وجود دارد که بفرم تابع زیر بیان می‌شود:

$$N(S, d) = \operatorname{argmax}\{(u_1 - d_1)(u_2 - d_2) \mid (u_1, u_2) \in S \text{ and } u_i \geq d_i \text{ for both } i\} \quad (۱)$$

که در آن، N راه حل چانه‌زنی نش، S مجموعه راه‌حل‌های چانه‌زنی ممکن، d نقطه عدم توافق، $\arg \max$ بیانگر حداکثرسازی از طریق مباحث منطقی، u_1 و d_1 به ترتیب بیانگر مطلوبیت حاصله برای بازیکن یک در نقطه توافق و عدم توافق و u_2 و d_2 مطلوبیت بدست آمده برای بازیکن دوم در نقاط توافق و عدم توافق می‌باشد. عدم امکان برقراری وجود شرط تقارن در تمام بازی‌ها، موجب ایجاد مدل‌های چانه‌زنی نش نامتقارن به ترتیب زیر می‌شود.

$$N = \max_{(u_A, u_B)} (u_A - d_A)^\tau (u_B - d_B)^{1-\tau} \quad (۲)$$

زمانی که $\tau = 0.5$ است جواب مسئله چانه‌زنی نامتقارن با حالت متقارن یکی می‌شود.

در تعیین قیمت فرآورده‌های لبنی اگرچه امکان حضور مصرف

سیستم معادلات بیان شده، داریم (۲۵):

$$L = \prod \int_{P_t^S}^{\infty} f(P_t^S, P_t) dP_t^S \quad (10)$$

که در آن $f(P_t^S, P_t)$ تابع چگالی احتمال توأم برای دو متغیر درونزای P_t^S, P_t می‌باشد. برای حداکثرسازی تابع درستنمایی در رابطه بالا، ابتدا بایستی فرم تابع چگالی احتمال توأم دو متغیره مشخص شود.

در حالت کلی فرض توزیع نرمال برای متغیرها در مطالعات اقتصادی در نظر گرفته می‌شود اما شرایط خاص این مسئله نشان می‌دهد که نمی‌توان از فرض توزیع نرمال برای متغیر وابسته استفاده کرد. در الگوی چانه‌زنی تدوین شده P_t^d, P_t^S قیمت‌های آستانه‌ای هستند و قیمت توافقی (P_t) نمی‌تواند از قیمت احتیاطی عرضه (P_t^S) کمتر و قیمت احتیاطی تقاضا (P_t^d) بیشتر باشد. همچنین در مدل چانه‌زنی ارائه شده قیمت احتیاطی عرضه حداقل قیمت است و قیمت احتیاطی تقاضا حداکثر قیمتی است که محصولات لبنی می‌تواند داشته باشد. بنابراین قیمت احتیاطی عرضه از قیمت احتیاطی تقاضا کمتر است و قیمت توافقی مابین این دو قیمت خواهد بود ($P_t^S < P_t^d$). در این شرایط قیمت‌ها دارای توزیع نرمال بریده^۱ شده هستند. به عبارتی احتمال اینکه قیمت توافقی از حداقل قیمت مورد نظر فراوری‌کنندگان لبنی کمتر شود، صفر است. چرا که با کمتر شدن قیمت توافقی از قیمت احتیاطی عرضه، به دلیل منفی شدن سود فراوری‌کنندگان، مذاکره با شکست مواجه خواهد شد. بنابراین P_t^S دارای توزیع نرمال بریده شده از راست خواهد بود.

در برآورد معادلات بالا نمی‌توان از روش‌های معمول سنجی بهره گرفت. چرا که متغیر قیمت احتیاطی عرضه (P_t^S) قابل مشاهده نیست و گستردگی و پیچیدگی تابع چگالی احتمال توأم با توزیع نرمال بریده شده، این امکان را فراهم نمی‌کند. یکی از روش‌های مناسب با توجه به شرایط مسئله، روش امید ریاضی - بیشینه‌سازی^۲ است که در این مطالعه از رهیافت مذکور برای برآورد الگوی چانه‌زنی بهره گرفته شد و توضیحات مربوطه به آن در پیوست قابل ملاحظه است.

تا این مرحله پارمترهای الگوی چانه‌زنی (معادلات ۸ و ۹) و معنی داری ضرایب مشخص می‌شود. چنانچه در مطالعه فرض بر رقابتی بودن بازار افقی فروشندگان محصولات لبنی (فراوری‌کنندگان) بود، قیمت احتیاطی عرضه برابر با متوسط هزینه کل در نظر گرفته می‌شد اما از آنجایی که هدف این پژوهش تعیین ساختار افقی است، بنابراین قیمت احتیاطی عرضه محصولات لبنی، حداقل قیمتی است که فراوری‌کنندگان با توجه به چگونگی وضعیت رقابت در ساختار افقی بازار خود در نظر دارند. بنابراین فاصله قیمت احتیاطی از هزینه نهایی تولید می‌تواند نشان‌دهنده قدرت بازار در بخش افقی آن باشد. چنانچه

شکل‌گیری قیمت، سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان است که خود متولی امر قانون قیمت‌گذاری است. بنابراین در این بخش قیمت احتیاطی تقاضا، ۲۳ درصد بیشتر از متوسط هزینه متغیر تولید هر یک از فرآورده‌های لبنی در نظر گرفته خواهد شد. علت این امر قانون قیمت‌گذاری کالاهای تولید داخل توسط سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان است. بر طبق این قانون حداکثر سود در نظر گرفته شده برای کالاهای تولید داخل به طور متوسط ۱۷ درصد بیش از متوسط هزینه تولید است. همچنین در نظر گرفتن هزینه‌های مالی معادل ۱۰ درصد از هزینه ماده اولیه اصلی، در محاسبه متوسط هزینه تولید لحاظ می‌شود و از آن جایی که ماده اولیه اصلی در تولید فرآورده‌های لبنی، شیر خام است که حدود ۶۰ درصد از هزینه‌های تولید را تشکیل می‌دهد، بنابراین هزینه مالی معادل شش درصد نیز به حداکثر سود مجاز اضافه می‌شود. با توضیحات ارائه شده قیمت احتیاطی تقاضای محصولات لبنی قابل محاسبه است. بنابراین تنها قیمت احتیاطی عرضه، یک متغیر پنهان است.

سیستم معادلات بمنظور برآورد قدرت چانه‌زنی برای محصولات

لبنی در زیر ارائه شده است:

$$P_{it}^S = \beta_{i0} + \beta_{i1}Q_{it} + \beta_{i2}PM_t + \beta_{i3}PL_t + \beta_{i4}PK_t + \beta_{i5}PI_t + \beta_{i6}D + \varepsilon_{it}^S \quad (8)$$

$$P_{it} = \tau_{it}P_{it}^d + (1 - \tau_{it})P_{it}^S + \varepsilon_{it}^P \quad (9)$$

که در آن $i=1, \dots, n$ نشان‌دهنده محصول لبنی نام است. قیمت ذخیره‌ای عرضه کالای لبنی نام تابعی از مقدار محصول نام (Q_{it})، قیمت نیروی کار در این بخش (PL_t)، قیمت شیر خام (PM_t)، قیمت سرمایه (PI_t)، قیمت بسته‌بندی (PK_t) و متغیر مجازی (D) می‌باشد. متغیر مجازی تنها برای محصول شیر مد نظر است. چرا که پس از حذف یارانه شیر در اوایل سال ۱۳۹۰، قیمت این محصول افزایش ناگهانی و مقدار آن کاهش شدیدی داشته است. بنابراین این متغیر از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ دارای مقدار صفر و در دو سال بعد یعنی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ دارای مقدار یک می‌باشد. قیمت سرمایه از جمع نرخ استهلاک دارایی‌های سرمایه‌ای و نرخ بهره بلند مدت بانکی به عنوان شاخصی از هزینه فرصت سرمایه منهای متوسط عایدی ناشی از دارایی‌های سرمایه‌ای محاسبه می‌شود (۱۶).

برآورد معادلات بالا به دلیل پنهان بودن متغیر قیمت احتیاطی عرضه محصولات لبنی (P_{it}^S) با استفاده از روش‌های معمول امکان پذیر نیست. در واقع مدل بالا یک عدم تعادل در قیمت را نشان می‌دهد. به نحوی که قیمت عرضه‌کننده و تقاضاکننده با قیمت مشاهده شده در بازار متفاوت است. بنابراین به منظور برآورد معادلات مذکور از روش حداکثر درستنمایی حاشیه‌ای استفاده شد (۲۷). در برآورد حداکثر درستنمایی، تابع چگالی احتمال توأم با تعیین فرم تابع توزیع متغیر وابسته، حداکثر می‌شود و ضرایبی استخراج می‌شود که احتمال انتخاب نمونه مورد نظر از جمعیت را حداکثر سازد. بنابراین با توجه به

1- truncated normal

2- Expected maximization (EM)

در بازه زمانی ۱۳۷۰-۱۳۹۰ از مرکز آمار ایران جمع‌آوری گردید. محصولات لبنی مورد مطالعه شامل شیر پاستوریزه، ماست و پنیر است. همچنین به منظور برآورد الگوی چانه‌زنی از نرم‌افزار آماری R بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

در این بخش در ابتدا نتایج برآورد الگوی چانه‌زنی (معادلات ۸ و ۹) به منظور تحلیل ساختار عمودی بازار محصولات لبنی برای سه محصول شیر پاستوریزه، پنیر و ماست در جدول ۱ به ترتیب زیر ارائه شده است.

نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که افزایش قیمت شیر خام و مقدار تولید شیر پاستوریزه منجر به افزایش قیمت احتیاطی عرضه این محصول خواهد شد. بطوری که با افزایش ۱۰۰ ریالی قیمت شیر خام، قیمت احتیاطی عرضه شیر پاستوریزه ۶۵ ریال افزایش خواهد داشت.

حداقل قیمت مورد نظر فراوری‌کنندگان برای محصولات لبنی برابر هزینه نهایی باشد، بنابراین ساختار افقی بازار کاملاً رقابتی است و با فاصله گرفتن آن از هزینه نهایی تولید، نشان دهنده وجود مارک آپ در بازار افقی فراورده‌های لبنی است. برای تشخیص این موضوع از شاخص لرنر استفاده شد. بدین ترتیب که:

$$L_i = \frac{P'_i - PM - mc_i}{P'_i - PM}$$

که در آن $P'_i = \alpha_i \cdot P_i$ متوسط قیمت یک واحد شیر فراوری شده را برای محصول لبنی نام در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. همچنین α_i ضریب تبدیل یک واحد شیر خام به محصول لبنی نام است. mc_i متوسط هزینه نهایی تولید برای محصول لبنی نام در دوره مورد مطالعه می‌باشد که از مطالعه شکوهی (۳۴) استخراج شد.

لازم به توضیح است که آمار و اطلاعات لازم برای این مطالعه شامل میزان تولید اقلام لبنی شامل شیر، ماست و پنیر پاستوریزه، مقدار و ارزش نهاده‌های مصرفی شامل نیروی کار، شیر خام، شیر خشک، موجودی انواع کالاهای سرمایه‌ای، هزینه استهلاک، هزینه تعمیر و نگهداری و هزینه بسته‌بندی برای تعدادی از بنگاه‌های لبنی

جدول ۱- نتایج حاصل از برآورد الگوی چانه‌زنی در تعیین قیمت شیر پاستوریزه، ماست و پنیر
Table 1- The result of bargaining price model for pasteurized milk, yogurt and cheese

نام متغیر Variable	شیر پاستوریزه Pasteurized milk	پنیر Cheese	ماست Yogurt
عرض از مبدأ Intercept	-2570* (180.2)	-7538.09* (1008)	-2132.8* (333.7)
قیمت شیر خام (ریال) Raw milk price	0.65* (0.04)	6.65* (1.3)	0.93* (0.11)
مقدار تولید (میلیون تن) Production quantity	310.13* (60.2)	14520.72* (180.02)	940.16* (90.7)
دستمزد (میلیون ریال) Wage	12.2* (3.4)	130.2* (20.2)	44.94* (8.6)
قیمت بسته‌بندی (ریال) Packaging price	2.64* (0.37)	0.94* (0.11)	4.35* (1.3)
قیمت نهاده سرمایه Capital input price	54.49* (20.6)	184.4* (21.8)	50.69* (6.5)
متغیر مجازی Dummy variable	1245.45* (130.37)		
قدرت چانه‌زنی مصرف کنندگان Consumers bargaining power	0.38* (0.05)	0.32* (0.08)	0.24* (0.06)
قدرت چانه‌زنی فراوری‌کنندگان Processors bargaining power	0.62	0.68	0.76

مأخذ: یافته‌های تحقیق Source: Research finding

* نشان‌دهنده معناداری ضرایب است. * Represents the significance of the coefficients.

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد ضرایب است. The numbers in brackets represent the standard error of the coefficients.

همچنین افزایش یک واحدی (یک میلیون تن) تولید شیر پاستوریزه ۳۱۰/۱۳ ریال قیمت احتیاطی آن را افزایش می‌دهد.

الگوی چانه‌زنی محصولات لبنی، کشش قیمت احتیاطی عرضه‌ی این محصولات نسبت به تغییرات عوامل مؤثر بر آن مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آن در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲- کشش قیمت احتیاطی عرضه‌ی نسبت به تغییرات عوامل مؤثر بر آن در محصولات لبنی

Table 2- The elasticity of reservation price relative to its determinants in dairy products

نام متغیر Variable	نام محصول Product		
	شیر پاستوریزه Pasteurized milk	پنیر Cheese	ماست Yogurt
قیمت شیر خام Row milk price	0.56	0.68	0.58
مقدار تولید Production quantity	0.19	0.23	0.08
دستمزد Wage	0.27	0.25	0.25
قیمت بسته‌بندی Packing price	0.12	0.18	0.38
قیمت نهاده سرمایه Capital input price	0.69	0.26	0.39

مأخذ: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی قیمت شیر خام حداقل قیمت محصولات لبنی شامل شیر، پنیر و ماست به ترتیب ۰/۵۶، ۰/۶۸ و ۰/۵۸ افزایش خواهد داشت. با در نظر داشتن قدرت چانه‌زنی فرآوری‌کنندگان در تعیین قیمت توافقی این محصولات که به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۶۸ و ۰/۷۲ می‌باشد انتظار می‌رود قیمت توافقی این محصولات در ازای افزایش یک درصدی قیمت شیر خام به طور متوسط به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۴۶ و ۰/۴۱ درصد افزایش داشته باشد. در حالی که اگر قدرت چانه‌زنی طرفین مساوی و معادل ۰/۵ بود افزایش قیمت توافقی به طور متوسط به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۳۴ و ۰/۲۹ می‌بود. به عبارتی در نتیجه افزایش قیمت احتیاطی عرضه با فرض ثابت بودن سایر شرایط عایدی ناشی از مبادله کالا کاهش می‌یابد که از این کاهش رفاه صورت گرفته در محصولی مانند شیر پاستوریزه ۶۲ درصد سهم مصرف کننده و ۳۸ درصد سهم فرآوری کننده خواهد بود که این عدم تقارن ناشی از نابرابری قدرت چانه‌زنی طرفین است. چنانچه قیمت عوامل مؤثر بر قیمت احتیاطی عرضه (شامل شیر خام، نیروی کار، بسته‌بندی، سرمایه) کاهش یابد، در نتیجه آن قیمت احتیاطی عرضه محصولات لبنی کاهش خواهد یافت

افزایش یک میلیون ریالی قیمت نیروی کار قیمت احتیاطی را ۱۲/۲ ریال و افزایش یک ریالی قیمت بسته‌بندی قیمت احتیاطی عرضه شیر خام را ۲/۶ ریال افزایش خواهد داد. مقدار متغیر مجازی نیز نشان می‌دهد که در نتیجه حذف یارانه شیر و اثرات هدفمندسازی یارانه‌ها قیمت احتیاطی عرضه شیر پاستوریزه ۱۲۴۵/۴۵ ریال افزایش داشته است. همچنین قدرت چانه‌زنی فرآوری‌کنندگان در شکل‌گیری قیمت شیر پاستوریزه ۶۲ درصد بوده و مصرف‌کنندگان نیز ۳۸ درصد بوده است. این میزان قدرت چانه‌زنی نشان می‌دهد که سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان با فرض اینکه سیاست مناسبی در تعیین قیمت شیر در نظر گرفته باشد اما نتوانسته در این شکل‌گیری قیمت، حقوق مصرف‌کنندگان را بخوبی حفظ کند.

در ستون دوم جدول ۱ نتایج حاصل از برآورد الگوی چانه‌زنی محصول پنیر قابل ملاحظه است. این نتایج نشان می‌دهد که تغییرات قیمت شیر خام، مقدار تولید قیمت نیروی کار، بسته‌بندی و سرمایه اثر مثبت بر قیمت احتیاطی پنیر دارند به طوری که با افزایش ۱۰۰ ریالی قیمت شیر خام قیمت احتیاطی پنیر بطور متوسط ۶۶۵ ریال افزایش می‌یابد. همچنین افزایش یک میلیون تنی تولید این محصول، افزایش ۱۴۵۲۰/۷۲ ریالی قیمت احتیاطی پنیر را بدنبال خواهد داشت. چنان چه هزینه بسته‌بندی این محصول ۱۰۰ ریال افزایش یابد قیمت احتیاطی پنیر ۴۳۵ ریال افزایش خواهد داشت. همچنین در تعیین قیمت پنیر بطور متوسط در طی دوره مطالعه قدرت چانه‌زنی فرآوری‌کنندگان ۰/۶۸ و مصرف‌کنندگان ۰/۳۲ است. بنابراین ۶۸ درصد از هر تغییری که منجر به افزایش رفاه حاصل از مبادله این محصول شود متعلق به فرآوری‌کنندگان و ۳۲ درصد آن سهم مصرف‌کنندگان خواهد بود. به همین ترتیب سهم مصرف‌کنندگان از هرگونه کاهش رفاه در مبادله پنیر ۶۸ درصد و سهم فرآوری‌کنندگان ۳۲ درصد می‌باشد و این ناشی از قدرت چانه‌زنی نامتقارن این دو گروه در مبادله است.

برای تحلیل اثرات متغیرهای گوناگون بر قیمت احتیاطی عرضه‌ی محصول ماست و در نتیجه قیمت توافقی آن اعداد ارائه شده در ستون سوم جدول ۱ قابل بررسی است. همان‌گونه که قابل ملاحظه است، با افزایش یک واحدی قیمت شیر خام قیمت احتیاطی عرضه این محصول ۰/۹۳ واحد و با افزایش یک واحدی تولید (میلیون تن) حداقل قیمت عرضه و یا همان قیمت احتیاطی ماست بطور متوسط ۹۴۰/۱۶ واحد اضافه می‌شود. همچنین همانند دو محصول لبنی قبل قدرت چانه‌زنی تولیدکنندگان به مراتب بیشتر از مصرف‌کنندگان و معادل ۰/۷۶ است. بنابراین سهم مصرف‌کنندگان در تقسیم منافع حاصل از مبادله‌ی این فرآورده لبنی ۰/۲۴ می‌باشد.

لازم به توضیح است که به جهت بررسی معناداری ضرایب از روش بوت استرپینگ استفاده شد و نتایج نشان داد که کلیه ضرایب در سطح ۵ درصد معنادار هستند. علاوه بر این به منظور تحلیل بهتر

خود فاصله گرفته است. علت این امر می‌تواند همزمانی وظایف سازمان دولتی متولی در امر قانون قیمت‌گذاری، حمایت از مصرف کننده و حمایت از تولیدکننده باشد. لذا لزوم بررسی تشکیل سازمان های مستقل دولتی و یا غیردولتی در حمایت از مصرف کنندگان و مطالعه راهکارهای مناسب برای عملیاتی کردن قوانین موجود در حمایت از مصرف کنندگان ضروری به نظر می‌رسد.

محاسبه کشتی قیمت توافقی نسبت به تغییرات قیمت شیر خام، نیروی کار، بسته‌بندی، سرمایه و مقدار تولید نشان می‌دهد در هر سه محصول علاوه بر قیمت شیر خام، قیمت سرمایه و بسته‌بندی نقش بسزایی در تغییر قیمت اقلام لبنی به خصوص شیر پاستوریزه دارند. بطوری که کاهش یک درصدی در قیمت سرمایه با شرایط کنونی به ترتیب منجر به کاهش قیمت شیر، پنیر و ماست به میزان ۰/۳۲، ۰/۱۳ و ۰/۱۵ درصد خواهد شد. به عبارتی کاهش ده درصدی قیمت سرمایه با قدرت چانه‌زنی موجود و با توجه به کشتی‌های قیمتی تقاضای این محصولات که برگرفته از مطالعه چیدری و همکاران (۸) است، متوسط مصرف شیر خانوار را ۳/۱ کیلوگرم افزایش خواهد داد. چنانچه قدرت چانه‌زنی برابر برقرار شود، کاهش ده درصدی قیمت سرمایه ۴/۷ کیلوگرم افزایش مصرف شیر در خانوارهای ایرانی به دنبال خواهد داشت. همچنین کاهش ۱۰ درصدی قیمت بسته‌بندی با شرایط چانه‌زنی موجود بطور متوسط قیمت فرآورده‌های لبنی را ۱۰ درصد کاهش می‌دهد و در نتیجه آن میزان مصرف شیر خانوار ۱/۴ کیلوگرم افزایش می‌یابد. بنابراین تأمین سرمایه این بخش از محل تسهیلات ارزان قیمت و مطالعه راهکارهای مناسب جهت کاهش قیمت سرمایه می‌تواند به کاهش قیمت و در نتیجه بهبود مصرف فرآورده‌های لبنی کمک کند. علاوه بر آن نیمی از مواد بسته‌بندی محصولات لبنی وارداتی و نیمی دیگر آن از محل تولیدات داخلی فراهم می‌شود که با کنترل قیمت محصولات پتروشیمی، اختصاص ارز مرجع و بهبود تکنولوژی بسته‌بندی می‌توان هزینه بسته‌بندی را در سطح مناسبی کاهش داد.

همچنین با محاسبه قیمت احتیاطی عرضه محصولات لبنی که نشان دهنده حداقل قیمتی است که فرآوری کنندگان با توجه به ساختار افقی بازار این محصولات، تمایل به فروش تولیدات خود دارند، ساختار افقی بازار این محصولات نیز با استفاده از شاخص لرنر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که اگرچه مقدار این شاخص در دوره مورد مطالعه با نوسانات فراوان، در مجموع روند کاهشی داشته و این به معنای بهبود وضعیت رقابت در سال‌های مورد مطالعه بوده است، با این حال ساختار بازار افقی این محصولات از بازار رقابت کامل فاصله دارد. به عبارتی صنعت تولید فرآورده‌های لبنی دارای قدرت نسبی برای قرار دادن قیمت محصولات لبنی بالاتر از هزینه نهایی تولید است.

که این نشان دهنده افزایش عایدی ناشی از مبادله محصولات لبنی است که از این افزایش عایدی و با رفاه صورت گرفته برای سه محصول لبنی شیر پاستوریزه، پنیر و ماست به ترتیب ۶۲، ۶۸ و ۷۲ درصد سهم فرآوری کنندگان و ۳۸، ۳۲ و ۲۸ درصد سهم مصرف کنندگان خواهد بود. در رابطه با سایر عوامل نیز همانند موارد مذکور می‌توان اثرات تغییر قیمت احتیاطی بر قیمت توافقی را تحلیل نمود.

در ادامه با محاسبه قیمت احتیاطی عرضه این محصولات و تعیین فاصله آن با هزینه نهایی تولید می‌توان ساختار افقی بازار را نیز ارزیابی کرد که برای این منظور از شاخص لرنر استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که قیمت احتیاطی عرضه شیر، ماست و پنیر به طور متوسط در دوره مطالعه به ترتیب به میزان ۲۹، ۳۲ و ۶۸ درصد از هزینه نهایی تولید فرآورده‌های لبنی بیشتر است که به معنای فاصله داشتن ساختار افقی بازار این محصولات از رقابت کامل است. بنابراین با رقابتی تر شدن ساختار افقی بازار انتظار می‌رود قیمت احتیاطی عرضه محصولات لبنی کاهش و در صورت ثابت بودن سایر شرایط، قیمت توافقی این محصولات نیز کاهش یابد. به عنوان مثال چنانچه ساختار افقی محصول شیر پاستوریزه به سمت رقابت کامل نزدیک شود، انتظار می‌رود قیمت احتیاطی شیر پاستوریزه ۲۹ درصد کاهش یابد و با توجه به قدرت چانه‌زنی فرآوری کنندگان (که معادل ۰/۶۲ است) قیمت توافقی این محصول ۱۱ درصد کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از آنجائی که بیش از ۹۰ درصد از شیر خام جذب شده توسط صنعت لبنیات در کشور به تولید سه کالای شیر پاستوریزه، ماست و پنیر اختصاص می‌یابد، این سه محصول در بررسی بازار فرآورده‌های لبنی در نظر گرفته شدند و نتایج حاصل از الگوی چانه‌زنی در تعیین قیمت فرآورده‌های لبنی نشان می‌دهد فرآوری کنندگان در این سطح از بازار دارای قدرت چانه‌زنی بالایی هستند. بطوری که در شکل‌گیری قیمت شیر پاستوریزه، پنیر و ماست به ترتیب دارای قدرت چانه‌زنی ۶۲، ۶۸ و ۷۶ درصد می‌باشند. بنابراین بطور متوسط تقریباً به ۷۰ درصد از منافع ناشی از مبادله فرآورده‌های لبنی متعلق به فرآوری کنندگان و ۳۰ درصد از آن سهم مصرف کنندگان است. به عبارتی ۷۰ درصد از کاهش رفاه تولید کنندگان در نتیجه افزایش هزینه‌ها به مصرف کننده منتقل می‌شود در حالی که تنها ۳۰ درصد افزایش رفاه منتج از کاهش هزینه‌ها به مصرف کنندگان فرآورده‌های لبنی تعلق می‌گیرد. این در شرایطی است که کشور ایران جزو کشورهایی با سرانه مصرف پایین در لبنیات است و یکی از اهداف اساسی دولت همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد، افزایش مصرف لبنیات و بهبود امنیت غذایی است. با این حال نتایج نشان می‌دهد مذاکرات شکل‌گیری قیمت این محصولات به نحوی بوده است که دولت از هدف اساسی

منابع

- 1- Alijani F., and Saboohi M. 2009. Measuring Market Power and Cost Efficiency of Meat and Beef in Iran, 1(2): 77-90. (In Persian with English abstract)
- 2- Azzam A. M., and Pagoulatos E. 1990. Testing Oligopolistic and Oligopsonistic Behavior: An Application to the use Meat-Packing Industry. *Journal of Agricultural Economics*, 41: 362-370.
- 3- Babb E.M., Belden S.A., and Saathoff C.R. 1969. An Analysis of Cooperative Bargaining in the Processing Tomato Industry. *American Journal of Agricultural Economics*, 51: (1): 13-25.
- 4- Bhuyan S., and Lopez R.A. 1997. Oligopoly power in the food and tobacco industries. *American Journal of Agricultural Economics*, 79: 1035-1043.
- 5- Binmore K., Rubinstein A., and Wolinsky A. 1986. The Nash Bargaining Solution in Economic Modelling. *The RAND Journal of Economics*, 17(2): 176-188.
- 6- Bonnet C., and Bouamra-Mechemache Z. 2016. Organic label, bargaining power, and profit-sharing in the French fluid milk market. *American Journal of Agricultural Economics*, 98(1): 113-133.
- 7- Bresnahan T. 1989. Industries and market power. In *Handbook of Industrial Organization*. North Holland, Amsterdam.
- 8- Chizari A.M., Shokoohi Z., Salami H., and Hosseini S.S. 2015. Existence of habits and empirical demand analysis: A case study for urban Households' dairy products demand in Iran. *Agricultural Economics*, 9(2): 19-35. (In Persian with English abstract)
- 9- Dehghan Dehnavi M.A., Hoseini-nasab S.E., Yavari K., and Sahabi B. 2010. The Relationship of Market Structure and Efficiency to Profitability of Iranian Banking Industry. *Economic Policy*, 3(6): 61-86. (In Persian with English abstract)
- 10- Delorme C., Klein D., and Peter G. 2002. Structure, conduct and performance: a simultaneous equations approach. *Applied Economics*, 35: 13-20.
- 11- Diallo A.S. 2011. An Analysis of the Recent Evolution of Mali's Maize Subsector. A paper submitted to Michigan State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Agricultural Economics.
- 12- Fatemi Amin S.R., and Mortezaie A. 2013. Food Supply Chain Strategic Plan, Jahad Daneshgahi, Tehran, Iran.
- 13- Folwell R.J., Mittelhammer R.C., and Wang Q. 1998. An empirical bargaining model of price discovery: An application to the Washington/Oregon asparagus industry. *International Food and Agribusiness Management Review*, 1(4): 525-537.
- 14- Ge J. 2009. Bargaining between cooperatives and processors: a modeling and empirical study in Florida dairy industry. Phd thesis, University of Florida.
- 15- Ge J., Flores-Lagunes A., and Kilmer R. 2015. An analysis of bargaining power for milk cooperatives and milk processors in Florida. *Journal of Applied Economics*, 47(48): 5159-5168.
- 16- Jorgenson D.W. 1963. Capital Theory and Investment Behavior. *The American Economic Review*, 53(2): 247-259.
- 17- Li-zao S. 2011. Research on Chinese agricultural industrialization based on SCP mode. *Asian Agricultural Research*, 3(4): 30-33.
- 18- Maude-Griffin R., Feldman R., and Wholey D. 2004. Nash bargaining model of HMO premiums. *Applied Economics*, 36(12): 1329-1336.
- 19- McLachlan G., and Krishnan T. 2008. *The EM Algorithm and Extensions*. A John Wiley & Sons, inc. publication.
- 20- Moorthy S.K. 1993. Competitive marketing strategies. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Vol. 5: Marketing. North Holland, Amsterdam.
- 21- Muthoo A. 1999. *Bargaining Theory with Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 22- Nash J. F. 1950. The Bargaining Problem. *Econometrica*, 18(2): 155-162.
- 23- Neumayer E., and Soysa I.d. 2006. Globalization and the right to free association and collective bargaining: an empirical analysis. *World Development*, 34(1): 31-49.
- 24- Nikoukar A., Hosseini S.S., and Dourandish A. 2010. Price Transmission Model for Iranian Beef Industry, *Agricultural Economics & Development*, 24(1): 23-32. (In Persian with English abstract)
- 25- Oczkowski E. 1999. An Econometric Analysis of the Bilateral Monopoly Model. *Economic Modelling* 16, (1): 53-69.
- 26- Omrani M., Shahiki Tash M.N., and Akbari A. 2017. Examining asymmetric price transmission and market power in Iranian pistachio process market using a mixture approach. *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(55): 1-22. (In Persian with English abstract)
- 27- Quandt R.E. 1988. *The Econometrics of Disequilibrium*. Blackwell, New York.

- 28- Resende M. 2007. Structure, conduct and performance: a simultaneous equations investigation for the Brazilian manufacturing industry. *Applied Economics*, 39(7): 937-942.
- 29- Roth A.E. 1985. A note on risk aversion in a perfect equilibrium model of Bargaining. *Econometrica*, 53, (1): 207-212.
- 30- Schmalensee R. 1989. Inter-industry studies of structure and performance. In: Schmalensee R, Willig R (Eds) *Handbook of industrial organization*, vol 2. Elsevier North Holland, Amsterdam, 952–1009.
- 31- Schroeter J., and Azzam A. 1990. Measuring market power in multi-product oligopolies: the US meat industry. *Applied Economics*, 22: 1365–1376.
- 32- Shahbazi H., Balali H., and Hakempour M. 2016. Measurement of Market Power and Cost Efficiency of Iran's Milk Industry, 10(1): 17-35. (In Persian with English abstract)
- 33- Sheldon I., and Sperling R. 2003. Estimating the extent of imperfect competition in the food industry: what have we learned? *Journal of Agricultural Economics*, 54(1): 89–109.
- 34- Shokoohi Z. 2015. Investigating the interrelated milk market structure and price formation in Iran, A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Agricultural Economics, University of Tehran, February 2015.
- 35- Statistical Center of Iran. 2013. Office of manufacturing, mining and infrastructural statistics.
- 36- Woldie G.A., and Nuppenau E.A. 2008. The influence of marketing cooperatives on the bargaining position of producers in Farm-Gate banana prices: evidences from Smallholders in Southern Ethiopia, *Acta Horticulturae*, 161-169.

پیوست:

الگوریتم EM یک روش تکرار شونده است که برای یافتن پارامترهای حداکثر درستنمایی^۱ یک مدل آماری در شرایطی که معادلات بطور مستقیم قابل حل نیستند بکار گرفته می‌شود. به ویژه زمانی که این مدل‌ها شامل متغیرهای پنهان و پارامترهای نامشخص هستند (۱۹). این الگوریتم شامل دو مرحله‌ی محاسبه امید ریاضی^۲ و مرحله حداکثرسازی^۳ است. با در نظر گرفتن مقادیر اولیه برای پارامترها، در مرحله امید ریاضی، امید شرطی لگاریتم درستنمایی برای همه اطلاعات مشروط بر مقادیر اولیه پارامترها و داده‌های مشاهده شده محاسبه می‌شود. سپس امید شرطی مقادیر متغیرهای پنهان در فرم کامل تابع درستنمایی جایگزین می‌شود. در مرحله بعد یعنی حداکثرسازی، لگاریتم درستنمایی انتظاری که در مرحله قبل شکل گرفته حداکثر می‌شود و برآورد جدیدی از پارامترها را ارائه می‌کند. با جایگزین کردن پارامترهای برآورد شده در مرحله حداکثرسازی به جای پارامترهای اولیه در مرحله اول یعنی مرحله امید ریاضی، این حلقه دوباره تکرار می‌شود و تا رسیدن به همگرایی پارامترها در مقادیر مشخص ادامه می‌یابد.

بمنظور بررسی معناداری ضرایب برآوردی در الگوی چانه‌زنی ارائه شده از روش بوت استرپینگ با ۱۵۰۰ تکرار استفاده شد. این روش یک شیوه نمونه‌گیری دورن نمونه‌ای بر گرفته از شبیه‌سازی مونت کارلو است که برای تعیین دقت آماری و یا برآورد کردن توزیع از روی آماره‌های نمونه بکار گرفته می‌شود. در این شیوه با استفاده از ضرایب بدست آمده از ۱۵۰۰ بار تخمین، خطای معیار ضرایب محاسبه و فاصله اطمینان برای بررسی معنادارای ضرایب به ترتیب زیر ساخته می‌شود:

$$SE(\hat{\theta}) = \sqrt{\sum (\hat{\theta} - \bar{\theta})^2 / (r - 1)} \quad \bar{\theta} \pm 1.96SE(\hat{\theta})$$

1- Maximum likelihood
2- Expectation
3- Maximization

تخصیص بهینه آب سد قلعه چای عجب شیر بین محصولات کشاورزی در شرایط عدم حتمیت

مریم جعفری ثانی^۱ - باب اله حیاتی^۲ - جواد نعمتیان^{۳*} - محمد قهرمان زاده^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۲۵

چکیده

با توجه به اقلیم خشک و پراکنش نامناسب بارش در ایران، کشاورزی پایدار منوط به استفاده صحیح و علمی از منابع آب است. در مطالعه حاضر تخصیص بهینه آب سد قلعه چای عجب شیر در بخش کشاورزی با کاربرد مدل برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز محصولات منتخب منطقه (گندم، جو، سیب زمینی، پیاز، انگور، گردو، بادام و سیب) در سال ۹۵-۱۳۹۴ از سازمان آب منطقه‌ای و جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی و در مواردی از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری با کشاورزان به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده گردآوری گردید و الگوریتم‌های لازم برای حل مدل، در بسته نرم‌افزاری GAMS نوشته شد. نتایج مدل برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای نشان داد که در صورت استفاده از روش بهینه‌سازی، در سطح جریان کم مقدار آب تخصیصی برای همه محصولات به غیر از بادام صفر بوده و در سطح جریان متوسط فقط به سیب زمینی، پیاز، گردو، بادام و سیب، آب اختصاص می‌یابد. در سطح جریان زیاد کل نیاز آبی گیاهان تأمین شده و کمبودی وجود نخواهد داشت. برای جبران کمبود آب در سطوح مختلف جریان، کشاورز می‌تواند از منابع کمکی استفاده کند که با استفاده از مدل توسعه یافته برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای، آلترناتیوهای بهینه برای هر محصول ارائه گردیده است. با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت با ارائه مدل بهینه، کشاورزان بهترین تصمیم ممکن را برای رسیدن به بیشترین سود اتخاذ می‌کنند و به سیاست‌گذاران بخش مدیریت منابع آب کمک می‌کند که در شرایط بحرانی از منابع آب به شکل بهینه استفاده کنند که در این صورت کمترین ناپایداری در استفاده از منابع آبی وجود خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای، سد قلعه‌چای، عجب شیر، عدم حتمیت، منابع آب

مقدمه

خشک جهانی قرار دارد (۱). محدودیت شدید حاکم بر منابع آب موجود و خشکسالی و پیش‌بینی ادامه آن در آینده، احتمال به خطر افتادن معاش و رفاه اقتصادی کشاورزان را بالا برده است. طراحی بهینه سیاست‌های مدیریت منابع آب، پتانسیل ویژه‌ای برای بهبود تخصیص‌های آب به مصارف مختلف بوجود خواهد آورد (۱۱). در زمینه بهینه‌سازی مصرف آب مطالعات زیادی انجام شده است در این قسمت به برخی از مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج کشور اشاره شده است.

هانگ و لوکس (۹)، مدل برنامه ریزی تصادفی دو مرحله‌ای نادقیق را برای تصمیم‌گیری در مورد مخازن آب در کانادا به کار بردند. نتایج نشان داد که این مدل نسبت به مدل تک مرحله‌ای نتایج واقعی‌تری را برای مدیریت منابع آب ارائه می‌دهد.

ستی و همکاران (۲۴)، بهینه‌سازی تخصیص منابع آب و الگوی کشت به صورت توأم در منطقه اریسا در کشور هند را با استفاده از برنامه ریزی خطی با محدودیت‌های تصادفی و برنامه ریزی قطعی و سناریوهای مختلف الگوی کشت و سطوح متفاوتی از ریسک مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که ۴۰ درصد انحراف از

امروزه رشد اقتصادی و افزایش جمعیت باعث افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی شده است که مصرف بیشتر آب در بخش کشاورزی را در پی دارد. آب نقشی حیاتی در بهبود امنیت غذایی و توسعه اقتصادی - اجتماعی دارد (۲۵). با این وجود اکثر مناطق دنیا با بحران کم آبی مواجه می‌باشند (۵). از طرف دیگر، می‌توان پیش‌بینی کرد که در سال‌های آتی، آب به عنوان منبع قدرت کشورها به شمار خواهد رفت و کشورهای قدرتمند، کشورهایی باشند که ذخایر آبی فراوان دارند یا در زمینه مدیریت آب پیشرفته‌اند (۲). ایران با میانگین بارندگی سالانه کمتر از ۲۴۰ میلی‌متر در پهنه‌بندی خشک و نیمه

۱- دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز و مربی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور

۲ و ۴- استاد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مکانیک، دانشگاه تبریز

(*)- نویسنده مسئول، (Email: jnematian@tabrizu.ac.ir)

DOI: 10.22067/jead2.v32i3.73471

الگوی کشت فعلی برای تأمین حداقل نیاز غذایی کافی است. لی و همکاران (۱۲)، مدل برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای با پارامتر بازه‌ای را برای مدیریت منابع آب در کانادا تحت سناریوهای متفاوت به کار گرفتند. آنها در مطالعه خود علاوه بر تخصیص آب بین مصارف مختلف به بررسی مبادله بین اهداف محیط زیستی و اقتصادی پرداختند. در مطالعه‌ای دیگر لی و همکاران (۱۳)، برنامه‌ریزی چند مرحله‌ای فازی بازه‌ای را برای بهینه‌سازی آب سد در کانادا به کار گرفتند. این مدل از روش برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای با در نظر گرفتن عدم قطعیت به صورت مجموعه‌های فازی، پارامترهای بازه‌ای و تابع توزیع احتمال در چارچوب مدل بهینه‌سازی تشکیل شده است. گیو و همکاران (۱۴)، روش برنامه‌ریزی دو مرحله‌ای را برای مدیریت منابع محدود تحت شرایط احتمالی و فازی پیشنهاد نمودند. دای و لی (۱۵)، از یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای برای تعیین الگوی کشت بهینه در شرایط عدم قطعیت در حوضه رودخانه ژانگ و ننگ استفاده کرده و با استفاده از سناریوهای متفاوت عدم قطعیت میزان بهینه تخصیص آب و الگوی کشت را به دست آورده‌اند. هانگ و همکاران (۱۶)، مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای را برای حوضه رودخانه تریم چین استفاده کرده و یادآوری کردند که نتایج حاصل از مطالعه برای سیاست‌گذاران در جهت حداکثرسازی حاصل از تخصیص بهینه آب و حداقل سازی ریسک شکست سیستم مفید می‌باشد.

لی و گو (۱۷)، در مطالعه‌ای با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدفه در شرایط عدم حتمیت به تخصیص بهینه آب در چین پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه به منظور حمایت از الگوهای موجود آبیاری و شناسایی یک برنامه چندگانه تخصیص بهینه آب تحت شرایط عدم قطعیت ارزشمند بودند. در مطالعه دیگری نیو و همکاران (۱۸)، در حوضه رودخانه هیتائو در چین مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای را برای تعیین الگوی کشت و تخصیص منابع آبی در شرایط عدم قطعیت و تحت سناریوهای مختلف به کار گرفتند و منافع اقتصادی حاصل از تخصیص بهینه آب را محاسبه کردند.

صبوحی و همکاران (۲۲)، با استفاده از روش برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای فازی در شرایط عدم قطعیت، تخصیص بهینه آب سد طرق را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه دو نوع مصرف شرب و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج مدل نشان داد که سود بخش کشاورزی نسبت به تخصیص آب حساس‌تر است. مؤمنی و رضایی (۱۶) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی پویای تصادفی و قطعی، بهره‌برداری بهینه از مخزن سد ارس را بررسی کردند و نتایج حاصل نشان داد که مدل تصادفی مقدار آب بیشتری را برای مصارف کشاورزی و برق آبی در اختیار می‌گذارد. صبوحی و مجرد (۲۳)، در مطالعه‌ای به مدیریت منابع آب زیرزمینی حوزه آبریز اترک با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی نظریه بازی‌ها پرداختند. نتایج نشان داد زمانی

که به اهداف محیطی و اقتصادی وزن یکسانی داده شود بهترین سناریوی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بین ۶۴ تا ۱۱۷ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد. همایونی‌فر و رستگاری‌پور (۷)، به ارزیابی نحوه تخصیص بهینه آب سد لتیان بین محصولات کشاورزی مختلف پرداخته‌اند. ایشان از دو نوع مدل بهینه‌سازی دو مرحله‌ای نادقیق و مدل برنامه‌ریزی فازی بازه‌ای استفاده کرده‌اند. همچنین نتیجه گرفتند که مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای فازی نادقیق به طور همزمان سود و قطعیت سیستم را افزایش می‌دهد. رستگاری و صبوحی صابونی (۲۰)، در مطالعه‌ای به بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخزن سد کارده با استفاده از برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌ای و در شرایط عدم قطعیت پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است که طی سه سال آینده آب در بخش شرب و در بخش کشاورزی کاهش خواهد یافت. از این رو بایستی در هر دو بخش شرب و کشاورزی افزایش راندمان مناسب اتفاق بیفتد. رستگاری‌پور و کرباسی (۱۹)، در مطالعه‌ای مدیریت سد لار را با استفاده از روش برنامه‌ریزی تصادفی نادقیق پنج مرحله‌ای مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل نشان داد که در بدترین شرایط طی سه سال آینده در بخش شهری و در بخش کشاورزی، کمبود آب رخ خواهد داد لذا توصیه گردیده است مدیران جهت افزایش راندمان آبیاری کشاورزی و آموزش کشاورزان گام‌های مؤثری بردارند.

بررسی ادبیات موضوع در داخل و خارج نشان می‌دهد که بحران منابع آبی در آینده امری اجتناب‌ناپذیر است و بخش کشاورزی نسبت به بحران آب بسیار آسیب‌پذیر است و همانطور که اشاره شد افزایش تقاضای مواد غذایی در نتیجه رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی و محدودیت شدید حاکم بر منابع آب، شرایط بحرانی را برای منابع آب کشور ایجاد کرده است که شهرستان عجب‌شیر از این امر مستثنی نمی‌باشد. همچنین این شهرستان یکی از قطب‌های کشاورزی استان آذربایجان شرقی است که با دارا بودن زمین‌های مرغوب و حاصلخیز از تولیدکنندگان عمده گندم، جو، سیب‌زمینی، پیاز و محصولات باغی انگور، گردو، بادام و سیب در استان و شمال غرب کشور است و بیشتر ساکنان ۴۰ روستای این شهرستان و حتی افراد ساکن در شهر عجب‌شیر نیز فقط از راه کشاورزی امرار معاش می‌کنند. افزون بر این منابع آب کشاورزی با متغیرهای غیرقطعی مانند رطوبت خاک، بارندگی، دما، تقاضای بازار در ارتباط است که غیرقابل کنترل می‌باشند. در نتیجه تعامل بین پارامترهای عدم حتمیت و متغیرهای اقتصادی، مدیریت سیستم منابع آبی را پیچیده کرده است (۲۱).

بر این اساس در نظر گرفتن عدم حتمیت جریان عرضه آب در تصمیم‌گیری مدیریت و تخصیص منابع آب دارای اهمیت است و به منظور کاهش میزان خسارت به کشاورزان و اثرات و تبعات نامطلوب کمبود آب، برنامه‌ریزی در راستای مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی این منطقه ضروری می‌باشد. در این مطالعه سعی شد مسئله

تخصیص آب سد قلعه چای عجب شیر بین محصولات کشاورزی در شرایط عدم حتمیت مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

سد قلعه چای عجب شیر با حجم کل ۴۰ میلیون متر مکعب دارای حوزه آبریز با مساحت ۲۵۰ کیلومتر مربع است. از طریق متوسط بارندگی سالانه ۳۴۵ میلی متر تغذیه می گردد. شبکه قلعه چای با تحت پوشش قرار دادن حدود ۷۰۰۰ هکتار از اراضی منطقه بهبود^۱ و ۲۵۰۰ هکتار از اراضی توسعه^۲ جز شبکه های منحصر به فرد از لحاظ وسعت اراضی می باشد (۴). محدوده مورد بررسی در حاشیه دریاچه ارومیه و در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غربی تبریز در استان آذربایجان شرقی است. تغییرات اقلیمی و بهره برداری بی رویه از آب های زیرزمینی و اثرات خشکسالی کم سابقه سال های اخیر منجر به کاهش جریان های سطحی و وارد آمدن فشار مضاعف و خارج از ظرفیت به سفره های منطقه گردیده و همین امر سبب افت شدید سطح آب های زیرزمینی منطقه و تأثیرات نامطلوب بر منابع آب ورودی به دریاچه ارومیه شده است. تداوم چنین روندی در بهره برداری از منابع آب زیرزمینی و اختصاص اراضی به کشت های با نیاز آبی بالا بر شدت خشک شدن و کاهش آبدی و کیفیت نامطلوب آب اکثر چاه های منطقه و وضعیت بحرانی دریاچه ارومیه، خواهد افزود و هزینه های مضاعفی را بر کشاورزان منطقه تحمیل خواهد کرد. در مطالعه حاضر تخصیص بهینه آب این سد مورد بررسی قرار می گیرد.

مدل های برنامه ریزی تصادفی از جمله روش هایی هستند که در مدیریت منابع آب به کار می روند و مربوط به تصمیماتی می شوند که در آنها برخی از داده های برنامه نامطمئن است. واضح است که به کار گرفتن یک روش بهینه سازی قطعی در یک مسئله تصادفی سبب نادیده گرفتن ذات احتمالی پدیده های مسئله شده و به این ترتیب سبب دست نیافتن به جواب منطقی و کاربردی برای مسئله خواهد شد. در مقابل استفاده از یک روش بهینه سازی تصادفی در یک مسئله قطعی غیرعقلانه خواهد بود و پیچیدگی های غیرمنطقی و غیرلازم را به حل مسئله می افزاید (۹). در این رابطه، برنامه ریزی تصادفی دو مرحله ای با پارامترهای بازه ای^۳ یکی از روش های رایج بهینه سازی می باشد. این مسئله شامل دو مرحله می شود. در مرحله اول قبل از

اینکه مقادیر متغیرهای تصادفی معلوم شوند تصمیم گیری اولیه اتخاذ می شود و سپس در مرحله دوم تصمیم مناسب بعد از مشخص شدن متغیرهای تصادفی گرفته می شود. در نتیجه مقدار تخصیص نهایی آب از مقدار بهینه آب وعده داده شده به هر یک از مصرف کنندگان متفاوت است (۱۲). همچنین مدل مذکور مقادیر کمبود آب در طی دوره برنامه ریزی را ارائه و به مدیر سیستم و مصرف کنندگان، فرصت سیاست گذاری برای رویارویی با بحران آب را می دهد. افزون بر آن، این تکنیک تخصیص نهایی آب بین مصرف کنندگان رقیب را با توجه به هدف حداکثرسازی سود کل سیستم ارائه می دهد (۹). مسئله به صورت حداکثر نمودن ارزش مورد انتظار خالص سیستم می باشد. بر پایه سیاست های مدیریت آب، یک مقدار از پیش تعیین شده برای آب مورد نیاز هر گیاه باید تعیین شود (نیاز آبی گیاه^۴) و این همان مقدار آب وعده داده شده برای گیاه می باشد. اگر مقادیر وعده داده شده آب رها شود سبب سوددهی سیستم و در غیر این صورت سیستم ضرر خواهد نمود. مدل برنامه ریزی تصادفی دو مرحله ای ۵ برای برنامه ریزی سیستم های منابع آب به صورت مدل (۱) می باشد (۱۸):

$$\text{Maximize } f = \sum_{i=1}^m NB_i W_i - \sum_{i=1}^m C_i \sum_{j=1}^n p_j S_{ij} \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m (W_i - S_{iQ}) (1 + \delta) \leq Q \quad (\text{محدودیت مقدار آب موجود})$$

$$S_{iQ} \leq W_i \leq W_{imax}, \quad \forall i \quad (\text{محدودیت مقدار آب اختصاصی مجاز})$$

$$S_{iQ} \geq 0, \quad \forall i \quad (\text{محدودیت غیرمنفی بودن متغیرهای تصمیم})$$

که در این مدل f سود خالص سیستم، NB_i سود خالص محصول i از هر متر مکعب آب تخصیصی، W_i مقدار آب وعده داده شده برای محصول i بر حسب متر مکعب (متغیر تصمیم مرحله اول)، $\sum_{i=1}^m C_i \sum_{j=1}^n p_j S_{ij}$ ارزش انتظاری متغیر تصادفی هزینه، C_i ضرر محصول i به ازای هر واحد آب وعده داده شده ای که تخصیص نیافته، S_{iQ} (متغیر تصمیم مرحله دوم) کمبود آب برای محصول i وقتی مقدار جریان Q می باشد. Q مقدار کل عرضه آب و دارای مقادیر q_j با احتمالات p_j ($j=1, 2, \dots, n$) می باشد، δ نرخ اتلاف آب حین انتقال به مصرف کنندگان، W_{imax} بیشترین مقدار آب وعده داده شده برای محصول i ، m تعداد کل محصولات، i نوع محصول، $i =$

۱- منظور آن بخش از اراضی که هم اینک از شبکه آبیاری قلعه چای حق آبه دارند و به عنوان اراضی آبی شناخته شده می باشند.

۲- منظور آن بخش از اراضی که هم اینک به صورت دیم کشت می شوند و در طرح اولیه مقرر شده بود در آینده با استفاده از شبکه آبیاری قلعه چای به زیر کشت آبی بروند.

3- Interval-parameter two-stage stochastic programming (IPTSP)

۴- مقدار آبی است که گیاه در یک منطقه کشت در کل فصل رشد برای رشد کامل و محصول دهی به آن نیاز دارد.

$$z_i \in [0,1]$$

z_i به عنوان یک متغیر تصمیم برای تعریف بازه بهینه W_i^+ به کار می رود. وقتی که z_i در بالاترین حد خود قرار دارد ($z_i = 1$)، اگر آب مورد نیاز محصول تأمین شود، سود سیستم به حداکثر می رسد و اگر تأمین نشود، بیشترین میزان ضرر برای سیستم حاصل می شود. ولی اگر z_i در پایین ترین حد خود باشد ($z_i = 0$)، اگر آب مورد نیاز محصول تأمین شود، کمترین مقدار سود و اگر تأمین نشود کمترین مقدار ضرر به دست می آید. با جایگذاری معادله شماره (۳) در مدل (۲)، مدل شماره (۴) به صورت زیر ارائه می شود:

$$\text{Maximize } f^+ = \sum_{i=1}^m NB_i^+ (W_i^- + \Delta W_i z_i) - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j C_i^+ S_{ij}^+ \quad (4)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m (W_i^- + \Delta W_i z_i - S_{ij}^+) (1 + \delta^+) \leq q_j^+, \quad \forall j$$

$$W_i^- + \Delta W_i z_i \leq W_{imax}^+, \quad \forall i$$

$$-\Delta W_i z_i + S_{ij}^+ \leq W_i^-, \quad \forall i, j$$

$$S_{ij}^+ \geq 0, \quad \forall i, j$$

$$0 \leq z_i \leq 1, \quad \forall i$$

در مدل بالا z_i و S_{ij}^+ متغیرهای تصمیم می باشند. مدل شماره (۴) برای حل با استفاده از روش هانگ (۸) به دو زیرمدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط قطعی تبدیل خواهد شد. زمانی که هدف حداکثر کردن سود خالص سیستم است، ابتدا زیر مدلی که f^+ را به دست می دهد تعریف می شود که ترکیبی از حد بالای ضرایب سود و متغیرهای تصمیم و حد پایین ضرایب ضرر می باشد و مقدار f^- ترکیبی از حد پایین ضرایب سود و متغیرهای تصمیم و حد بالای ضرایب ضرر را به دست خواهد داد.

وقتی جریان آب کمتر از مقدار نیاز آبی گیاه باشد کشاورز با کمبود آب مواجه بوده لذا به دنبال منبع جایگزین برای جبران کمبود آب می باشند. در چنین مواردی مدل برنامه ریزی تصادفی بازه ای دو مرحله ای توسعه داده شده^۱ طبق مدل (۵) کاربرد فراوانی در تحلیل های مربوط به مقابله با کمبود آب دارد (۱۷).

$$\text{Maximize } f^+ = \sum_{i=1}^m NB_i^+ W_i^+ - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j C_i^+ S_{ij}^+ - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j \sum_{K=1}^K E_{ik}^+ \Delta T_{ik}^+ x_{ijk} \quad (5)$$

Subject to:

$m, 1, 2, 3, \dots$ می باشند. پارامترهایی مانند منافعی (NB_i) و ضررها (C_i) به ندرت به صورت قطعی مشخص می شوند. در نتیجه پارامترهای بازه ای در چارچوب مدل برنامه ریزی تصادفی دومرحله ای برای بهینه سازی بکار گرفته می شوند. مدل برنامه ریزی تصادفی بازه ای دومرحله ای به صورت مدل (۲) می باشد (۱۷):

$$\text{Maximize } f^+ = \sum_{i=1}^m NB_i^+ W_i^+ - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j C_i^+ S_{ij}^+ \quad (2)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m (W_i^+ - S_{ij}^+) (1 + \delta^+) \leq q_j^+, \quad \forall j$$

محدودیت

مقدار آب موجود

$$S_{ij}^+ \leq W_i^+ \leq W_{imax}^+, \quad \forall i$$

محدودیت

مقدار آب اختصاصی

مجاز

$$S_{ij}^+ \geq 0, \quad \forall i, j$$

محدودیت

نامنفی بودن

متغیرهای تصمیم

که در این مدل $W_{imax}^+, q_j^+, \delta^+, S_{ij}^+, C_i^+, W_i^+, NB_i^+$ پارامترها و متغیرهای بازه ای می باشند. این فواصل به صورت حد بالا و پایین می باشند ولی توزیع احتمالات آنها مشخص نمی باشد (۱۴) و (۹). در مدل بهینه سازی دو مرحله ای نادقیق در مواجهه با عدم قطعیت جریان رودخانه (q_j^+)، مقدار آب وعده داده شده بهینه (W_{iopt}^+) مشخص شده و همچنین متغیر کمبود آب (S_{ij}^+) برای حالات مختلف جریان محاسبه خواهد شد. در مدل برنامه ریزی تصادفی بازه ای دومرحله ای، تصمیم گیری در مورد تخصیص آب بین محصولات کشاورزی بر اساس نیازهای آنها و بدون توجه به عدم قطعیت جریان رودخانه را تصمیم گیری مرحله اول می گویند که در آن متغیرهای تصمیم گیری مرحله اول (مقدار بهینه آب وعده داده شده برای هر محصول) به دست می آید. بعد از حل مدل و مشخص شدن عدم قطعیت رودخانه در مرحله بعد تصمیم گیری در مورد تخصیص نهایی آب بین محصولات مختلف کشاورزی انجام می گیرد که به آن تصمیم گیری مرحله دوم گویند (۲۲). در حل مدل شماره ۲ نمی توان به طور مستقیم از برنامه ریزی خطی ساده استفاده نمود زیرا متغیر W_i^+ به صورت بازه ای در مدل لحاظ شده است. برای حل این مسئله، مطابق روش هانگ و لوکاس (۹)، متغیر تصمیم z_i به صورت معادله شماره (۳) تعریف می شود:

$$W_i^+ = W_i^- + \Delta W_i z_i \quad (3)$$

$$\Delta W_i = W_i^+ - W_i^-$$

مقادیر S_{ijopt}^- و Z_{iopt} و $x_{ijkopt}(f^+)$ از زیر مدل مثبت استفاده می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Maximize } f^- = & \sum_{i=1}^m NB_i^- (W_i^- + \Delta W_i Z_{iopt}) \\ & - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j C_i^+ S_{ij}^+ \\ & - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j \sum_{K=1}^l E_{ik}^+ \Delta T_{ik}^+ x_{ijk} \end{aligned} \quad (7)$$

Subject to:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m (W_i^- + \Delta W_i Z_{iopt} - S_{ij}^+) & \leq q_j^-, \quad \forall j \\ S_{ij}^+ & \leq (W_i^- + \Delta W_i Z_i) \leq W_{imax}^-, \quad \forall i, j \\ \sum_{j=1}^n x_{ijk} & \leq 1, \quad \forall i, j \\ \sum_{k=1}^l \Delta T_{ik}^+ x_{ijk} & \geq S_{ij}^+, \quad \forall i, j \\ S_{ij}^+ & \geq 0, \quad \forall i, j \\ x_{ijk} & \geq x_{ijkopt}(f^+), \quad \forall i, j \\ S_{ij}^+ & \geq S_{ijopt}^-, \quad \forall i, j \\ x_{ijk} & \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \end{aligned}$$

که در آن x_{ijk} و S_{ij}^+ متغیرهای تصمیم می‌باشند. زیرمدل‌های f^+ و f^- در مدل‌های شماره ۶ و ۷ مدل‌های برنامه‌ریزی خطی قطعی می‌باشند و از حل آنها مقادیر بهینه مدل شماره ۵ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$S_{ijopt}^\pm = [S_{ijopt}^-, S_{ijopt}^+], \quad \forall i, j \quad (8)$$

$$f_{opt}^\pm = [f_{opt}^-, f_{opt}^+]$$

که S_{ijopt}^- و f_{opt}^+ مقادیر بهینه شده مدل ۶ و S_{ijopt}^+ و f_{opt}^- مقادیر بهینه مدل ۷ می‌باشند. مقدار بهینه واقعی آب تخصیص یافته نیز بوسیله رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$A_{ijopt}^\pm = W_{iopt}^\pm - S_{ijopt}^\pm, \quad \forall i, j \quad (9)$$

با توجه به ماهیت مطالعه، آمار و اطلاعات مربوط به عرضه آب، بارندگی ماهانه، هزینه‌ها و درآمدهای حاصل از تولید محصولات مختلف کشاورزی در حوضه سد قلعه چای عجب‌شیر از سازمان آب منطقه‌ای و جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی در سال ۹۵-۱۳۹۴ جمع‌آوری شده و در مواردی از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری با کشاورزان به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده داده‌های مورد نیاز گردآوری گردید و با استفاده از این اطلاعات، الگوریتم‌های لازم برای حل مدل برنامه‌ریزی، در بسته نرم‌افزاری GAMS نوشته

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m (W_i^+ - S_{ij}^+) & \leq q_j^+, \quad \forall j \\ S_{ij}^+ & \leq W_i^+ \leq W_{imax}^+, \quad \forall i \\ \sum_{j=1}^n x_{ijk} & \leq 1, \quad \forall i, j \\ \sum_{k=1}^l \Delta T_{ik}^\pm x_{ijk} & \geq S_{ij}^\pm, \quad \forall i, j \\ S_{ij}^+ & \geq 0, \quad \forall i, j \\ x_{ijk} & \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \end{aligned}$$

در مدل فوق، $E_{ik}^\pm$ هزینه مصرف یک واحد آب از آلترناتیو k برای محصول i ؛ تعداد کل آلترناتیوها؛ $\Delta T_{ik}^\pm$ مقدار آب در دسترس برای محصول i از طریق آلترناتیو k ؛ x_{ijk} متغیر تصمیم صفر و یک می‌باشد که برابر یک است اگر برای محصول i ، آلترناتیو k در سطح جریان j مورد استفاده قرار گیرد. سایر پارامترها و متغیرهای این مدل مانند رهیافت برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای می‌باشد و مدل را می‌توان به صورت دو زیر مدل f^+ و f^- نوشت:

$$\begin{aligned} \text{Maximize } f^+ = & \sum_{i=1}^m NB_i^+ (W_i^- + \Delta W_i Z_i) \\ & - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j C_i^- S_{ij}^- \\ & - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j \sum_{K=1}^l E_{ik}^- \Delta T_{ik}^- x_{ijk} \end{aligned} \quad (6)$$

Subject to:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m (W_i^- + \Delta W_i Z_i - S_{ij}^-) & \leq q_j^+, \quad \forall j \\ S_{ij}^- & \leq (W_i^- + \Delta W_i Z_i) \leq W_{imax}^+, \quad \forall i, j \\ \sum_{j=1}^n x_{ijk} & \leq 1, \quad \forall i, j \\ \sum_{k=1}^l \Delta T_{ik}^- x_{ijk} & \geq S_{ij}^-, \quad \forall i, j \\ S_{ij}^- & \geq 0, \quad \forall i, j \\ x_{ijk} & \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \\ 0 \leq Z_i & \leq 1, \quad \forall i \end{aligned}$$

Z_i و S_{ij}^- متغیرهای تصمیم و Z_{iopt} و S_{ijopt}^- مقادیر بهینه زیرمدل اول می‌باشند. بنابراین مقدار آب تخصیصی بهینه با استفاده از معادله $W_{iopt}^+ = W_i^- + \Delta W_i Z_{iopt}$ محاسبه می‌شود. زیرمدل f^- نیز به صورت زیر ارائه می‌شود که در آن

و محاسبه گردید.

نتایج و بحث

در این بخش ابتدا نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای برای تقاضای آب هدف مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه داده شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

جدول ۱- عرضه آب در سطوح مختلف جریان و احتمال انواع سطح جریان در سد قلعه‌چای عجب‌شیر

Table 1- Water supply under different flow levels and associated probability in Ajabshir Qalea Chay dam

عرضه آب (هزار متر مکعب) Water supply ($10^3 m^3$)	احتمال (%) Probability (%)	سطح جریان Flow level
[6, 34]	0.31	کم Low
[87, 200]	0.42	متوسط Medium
[267, 466]	0.27	زیاد High

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

کاهش محصول را انتخاب کند. تفاوت بین قیمت خرید یک واحد آب از سایر منابع و قیمت حقابه به عنوان کاهش در سود هر یک از محصولات در نظر گرفته شد و با استفاده از داده‌های درآمد-هزینه، کاهش در سود خالص به ازای یک واحد کاهش آب وعده شده و همچنین سود خالص به ازای یک واحد آب رها شده محاسبه گردیده و نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

مقادیر آب وعده داده شده برای محصولات مختلف، توسط نیاز ناخالص آبیاری محاسبه و حد بالا و پایین آن با در نظر گرفتن حد بالا و پایین راندمان آبیاری منطقه بدست آمده است و متغیر حداکثر میزان تخصیص آب به محصولات مختلف با در نظر گرفتن نامطلوبترین راندمان آبیاری منطقه محاسبه گردید. اگر آب وعده داده شده به کشاورز تأمین نشود، او دو گزینه در پیش رو دارد یا اینکه آب را باید از منبع دیگر و به قیمت بالاتر خریداری کند و یا اینکه ضرر حاصل از

جدول ۲- اطلاعات اقتصادی مربوط به آب وعده داده شده بین محصولات کشاورزی در سد قلعه‌چای عجب‌شیر

Table 2- Related economic data and promised target of water allocation quantity for crops in Ajabshir Qalea Chay dam

محصول Crop	آب وعده داده شده ($W_i^{\pm}$) (هزار متر مکعب) Promised target of water allocation ($10^3 m^3$)	سود خالص به ازای یک متر مکعب آب تخصیصی ($NB_i^{\pm}$) (ریال) Net benefit for water allocation	کاهش در سود خالص به ازای یک متر مکعب کاهش آب وعده شده ($C_i^{\pm}$) (ریال) Shortage cost
گندم Wheat	[7.3, 11.4]	[2217, 2710]	[1713, 2093]
جو Barley	[7.3, 11.4]	[1785, 2182]	[1370, 1675]
سیب زمینی Potato	[17.3, 27.1]	[3928, 4801]	[2728, 3335]
پیاز Onion	[18.2, 28.6]	[4697, 5741]	[3664, 4479]
انگور Grape	[17.3, 27.1]	[2264, 2767]	[2597, 3174]
گردو Walnut	[22.7, 35.7]	[38532, 47094]	[5426, 6241]
بادام Almond	[20, 31.4]	[47397, 57930]	[6449, 7882]
سیب Apple	[20, 31.4]	[1184, 1447]	[6371, 7656]

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

حاصل از مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای که به صورت

جدول ۳ مقدار آب تخصیصی از سد در وضعیت فعلی و نتایج

جو، سیب زمینی، پیاز، انگور و گردو وجود دارد و مقدار کمبود برای بادام و سیب صفر می باشد. همچنین مقادیر تخصیص نهایی آب برای محصولات سیب زمینی، پیاز، گردو، بادام و سیب به ترتیب [۰، ۵/۴۹]، [۰، ۲۸/۵۷]، [۱/۳۰، ۳۵/۷۱] و ۳۱/۴۳ و ۲۰ هزار متر مکعب و برای بقیه محصولات صفر می باشد. در سطح جریان زیاد کمبود آب برای محصولات گندم، جو و انگور به ترتیب [۰، ۱۱/۴۲]، [۰، ۱۱/۴۲] و [۰، ۸/۱۸] هزار متر مکعب می باشد و مقادیر تخصیص نهایی آب برای محصولات گندم، جو، سیب زمینی، پیاز، انگور، گردو، بادام و سیب به ترتیب برابر [۰، ۱۱/۴۲]، [۰، ۱۱/۴۲]، [۰، ۲۷/۱۴]، [۰، ۲۸/۵۷]، [۰، ۲۷/۱۴]، [۱۸/۹۶]، [۳۵/۷۱] و ۳۱/۴۳ و ۲۰ خواهد بود. با توجه به نتایج می توان گفت اگر کشاورزان از این روش بهینه سازی استفاده کنند بیشترین سود و کمترین هزینه را متحمل خواهند شد و به شکل بهینه از منابع آبی استفاده خواهد شد و نهایتاً دارای کمترین ناپایداری در استفاده از منابع آبی خواهیم بود. نتایج الگوی تخصیص بهینه سد در شکل ۱ نمایش داده شده است.

بازه ای می باشد را نشان می دهد. همانطور که در جدول مشاهده می شود با توجه به مقدار بهینه آب وعده داده شده که بر اساس نیاز ناخالص آبی گیاه می باشد در وضعیت فعلی همه محصولات با کمبود آب مواجه می باشند. برای حداکثر کردن سود خالص سیستم، در صورت استفاده کشاورز از روش های بهینه سازی، در سطح جریان کم و در خشکسالی برای همه محصولات کمبود کامل وجود خواهد داشت به غیر از محصول بادام که در سال خشک مقدار کمبود آب آن در فاصله [۲۷/۷۹، ۱۰/۸۲] خواهد بود یعنی در این شرایط مقدار کمبود آب برای محصول بادام عدد بازه ای [۲۷/۷۹، ۱۰/۸۲] می باشد که در آن ۱۰/۸۲ حد پایین کمبود آب و ۲۷/۷۹ حد بالای کمبود آب می باشد و در این شرایط مقادیر تخصیص نهایی آب برای همه محصولات صفر می باشد به غیر از بادام که تخصیص نهایی آب برای آن در فاصله [۲۰/۶۱، ۳/۶۴] است. در سطح جریان متوسط به ترتیب مقادیر [۱۱/۴۲، ۱۱/۴۲]، [۲۷/۱۴، ۲۱/۶۴]، [۰، ۲۸/۵۷]، [۰، ۲۷/۱۴] و [۰، ۳۴/۴۱] هزار متر مکعب کمبود آب برای کشت محصولات گندم،

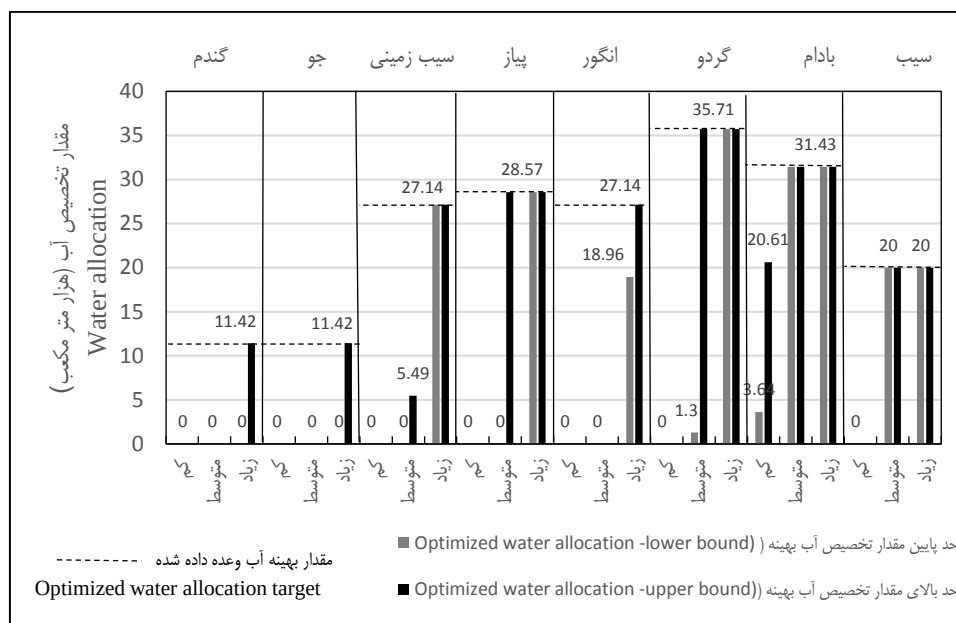
جدول ۳- جواب های بهینه مدل برنامه ریزی تصادفی بازه ای دو مرحله ای تحت مقدار بهینه آب وعده داده شده در سد قلعه چای عجب شیر (واحد: هزار متر مکعب)

Table 3- Optimized solutions of ITSP method under optimized water allocation targets in Ajabshir Qalea Chay dam ($10^3 m^3$)

	سیب Apple	بادام Almond	گردو Walnut	انگور Grape	پیاز Onion	سیب زمینی Potato	جو Barley	گندم Wheat	
مقدار آب تخصیصی در وضعیت فعلی Allocated water	14.85	17.03	13.07	14.67	15.16	13.57	9	9	
مقدار بهینه آب وعده داده شده (W_{lopt}^+) Optimized water allocation targets	20	31.42	35.71	27.14	28.57	27.14	11.42	11.42	
سطح جریان کم Low level	20	[10.82, 27.79]	35.71	27.14	28.57	11.42	11.42	35.71	
سطح جریان متوسط کمبودها (S_{ijopt}^+) Shortages	0	0	[0, 34.41]	27.14	[0, 28.57]	11.42	11.42	[0, 34.41]	
سطح جریان زیاد High level	0	0	0	[0, 8.18]	0	[0, 11.42]	[0, 11.42]	0	
سطح جریان کم Low level	0	[3.64, 20.61]	0	0	0	0	0	0	
سطح جریان متوسط تخصیص نهایی آب (A_{ijopt}^+) Actual water allocation	20	31.43	[1.30, 35.71]	0	[0, 28.57]	0	0	[1.30, 35.71]	
سطح جریان زیاد High level	20	31.43	35.71	[18.96, 27.14]	28.57	[0, 11.42]	[0, 11.42]	35.71	
سود خالص سیستم (ریال) Net benefit	[2690300.891, 3678284.502]								

Source: Research findings

منبع: یافته های تحقیق



شکل ۱- الگوی تخصیص بهینه آب سد قلعه چای بر اساس مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای بر اساس سطوح مختلف جریان
Figure 1- Optimized water allocation patterns through the ITSP model under low, medium and high flows in Ajabshir Qalea Chay dam

ترسالی کمبود آب در همه محصولات صفر بوده به غیر از محصول سیب زمینی که مقدار کمبود [۰، ۲۳/۳۹] هزار متر مکعب است و در این حالت مقادیر تخصیص نهایی آب برای محصولات برابر نیاز آبی گیاه می‌باشد. این مقادیر را می‌توان با استفاده از شکل ۲ به خوبی مقایسه نمود.

با توجه به کمبود آب موجود در سطوح مختلف جریان کشاورز می‌تواند از منابع کمکی برای جبران کمبود آب استفاده کند. نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه داده شده نشان می‌دهد که برای گندم، جو، پیاز، انگور و بادام در سطح جریان کم آلترناتیو سوم و در سطح جریان نرمال آلترناتیو اول و برای سیب‌زمینی و سیب در سطح جریان کم آلترناتیو اول و در سطح جریان نرمال آلترناتیو سوم مناسب می‌باشد. برای گردو در سطح جریان کم هر دو آلترناتیو اول و سوم مناسب می‌باشد. در ترسالی هیچکدام از محصولات نیازی به منبع کمکی ندارد. آلترناتیوهای مورد استفاده برای محصولات در سطوح مختلف جریان در جدول ۶ گزارش شده است.

مقایسه نتایج دو مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای و برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای توسعه داده شده نشان می‌دهد با استفاده از منابع جایگزین کمبود آب برخی از محصولات جبران شده و مقادیر تخصیص نهایی آب افزایش یافته است. شکل ۳ نشان می‌دهد حد پایین سود در مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای و برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای توسعه داده شده به ترتیب ۲۶۹۰/۳ و ۲۲۴۱/۶ هزار ریال و حد بالای سود به ترتیب

برای حل مشکل مدیریت آب، مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه داده شده به کار برده می‌شود تا فاصله بین مقدار آب وعده داده شده و آب تخصیص یافته واقعی جبران شود. در این مدل کشاورز قصد دارد با انتخاب آلترناتیوهای مختلف همچون خرید سهم آب سد مزرعه همجوار (آلترناتیو ۱)، استفاده از آب چاه موجود در مزرعه (آلترناتیو ۲) و یا انتقال آب از چاه مزرعه همجوار (آلترناتیو ۳) نیاز آبی گیاه را تأمین کند که مشخصاً هزینه‌های تولید افزایش خواهد یافت. جدول ۴ هزینه تأمین یک متر مکعب آب ($B_{ik}^{\pm}$) و مقدار آب قابل دسترس برای محصولات مختلف از سایر آلترناتیوها ($\Delta T_{ik}^{\pm}$) را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه داده شده در جدول ۵ ارائه شده است. کمبودها در سطوح مختلف جریان برای محصولات مختلف بر اساس مقدار آب وعده داده شده و مقدار تخصیص نهایی آب برای محصولات مختلف محاسبه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد در سطح جریان کم برای همه محصولات کمبود وجود دارد و مقدار تخصیص نهایی آب را می‌توان صفر در نظر گرفت به غیر از گردو و بادام که مقدار تخصیص نهایی آب به ترتیب [۰، ۱۰/۷۱] و [۳/۶۴، ۶/۴۳] می‌باشد. در سطح جریان نرمال کمبودها برای محصولات گندم، جو، سیب زمینی، پیاز، انگور، گردو، بادام و سیب به ترتیب [۰، ۹]، [۹، ۲۶/۸۹]، [۲۶، ۲۳]، [۰، ۲۲]، [۲۰، ۲۱/۵۹] و [۰، ۲۰] هزار متر مکعب می‌باشند همچنین مقادیر تخصیص نهایی آب برای محصولات مذکور به ترتیب عبارتند از [۰، ۱]، صفر، [۰، ۰/۸۹]، [۵/۵۷، ۲۸/۵۷]، [۳/۶۱، ۱/۶۱]، [۳۵/۷۱، ۳۱/۴۳]، [۹/۸۴، ۲۰] و در سطح جریان زیاد و

محصولات مختلف کشاورزی در شرایط عدم حتمیت با کاربرد مدل برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بهینه حاصل از مدل برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای نشان داد که با توجه به مقدار بهینه آب وعده داده شده، در سطح جریان کم برای همه محصولات کمبود کامل آب وجود دارد به غیر از محصول بادام و در این شرایط برای همه محصولات آبی اختصاص نیافته به غیر از بادام که مقداری آب به آن تخصیص داده شده است.

۳۶۷۸/۲ و ۳۵۰۶/۶ هزار ریال می‌باشد. با مقایسه این مقادیر می‌توان اظهار داشت که با به کارگیری منابع کمکی برای جبران کمبود آب در مدل برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دومرحله‌ای توسعه داده شده، سود خالص سیستم کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر تخصیص بهینه آب سد قلعه چای عجب شیر بین

جدول ۴- هزینه تأمین یک متر مکعب آب و مقدار آب قابل دسترسی از سایر آلترناتیوها در سد قلعه چای عجب شیر (واحد: ریال/ هزار متر مکعب)
Table 4- Cost of increasing 1m³ of water and available amount of water from other alternatives in Ajabshir Qalea Chay dam (Rials/10³m³)

	$(E_{ik}^{\pm})$			$(\Delta T_{ik}^{\pm})$		
	K=1	K=2	K=3	K=1	K=2	K=3
گندم Wheat	[1028,1047]	[1713,2093]	[857,1256]	[9,12]	[9,11]	[10,13]
جو Barley	[685,1005]	[1370,1675]	[822,838]	[9,12]	[9,11]	[10,13]
سیب زمینی Potato	[1637,1668]	[2728,3335]	[1364,2001]	[25,27]	[22,24]	[26,28]
پیاز Onion	[1832,2687]	[3664,4479]	[2198,2240]	[21,23]	[27,29]	[27,29]
انگور Grape	[1558,1587]	[2597,3174]	[1298,1904]	[20,22]	[27,29]	[27,29]
گردو Walnut	[2713,3745]	[5426,6241]	[3256,3121]	[25,28]	[34,36]	[34,36]
بادام Almond	[3869,3941]	[6449,7882]	[3225,4729]	[28,32]	[26,30]	[25,29]
سیب Apple	[3186,4594]	[6371,7656]	[3823,3828]	[28,32]	[26,29]	[25,29]

Source: Research findings

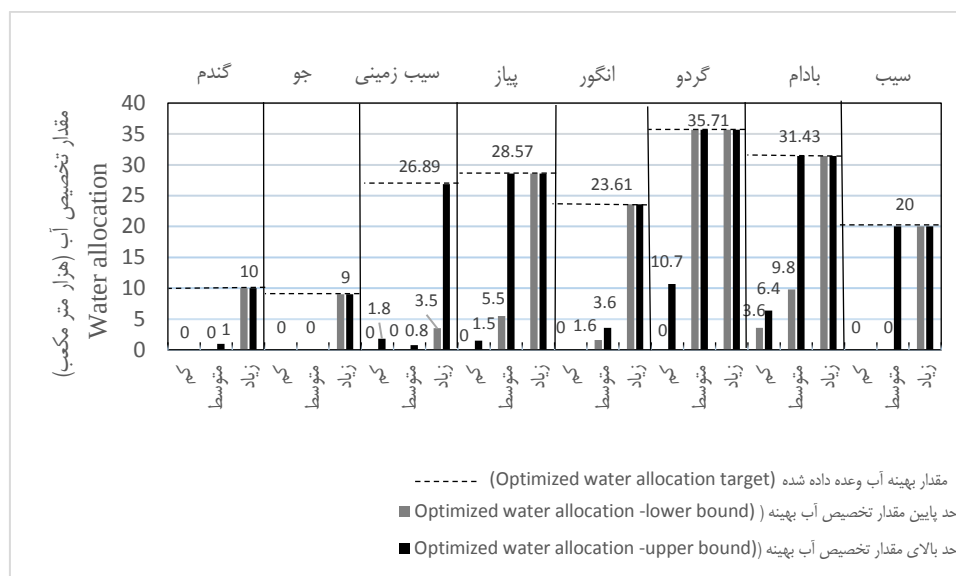
منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵- جواب‌های بهینه مدل برنامه ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه یافته تحت مقدار بهینه آب وعده داده شده در سد قلعه چای عجب شیر (واحد: هزار متر مکعب)
Table 5- Optimized solutions of extended ITSP method under optimized water allocation targets in Ajabshir Qalea Chay dam (10³m³)

	گندم Wheat	جو Barley	سیب زمینی Potato	پیاز Onion	انگور Grape	گردو Walnut	بادام Almond	سیب Apple
مقدار بهینه آب وعده داده شده ($W_{iopt}^{\pm}$) Optimized water allocation targets	10	9	26.89	28.57	23.61	35.71	31.43	20
سطح جریان کم Low level	10	9	[25,26.89]	[27,28.57]	27.14	[25,35.71]	[25,27.79]	20
سطح جریان متوسط Medium level	[9,10]	9	[26,26.89]	[0,23]	27.14	0	[0,21.59]	[0,20]
سطح جریان زیاد High level	0	0	[0,23.39]	0	[0,8.18]	0	0	0
سطح جریان کم Low level	0	0	[0, 1.89]	[0,1.57]	0	[0,10.71]	[3.64,6.43]	0
سطح جریان متوسط Medium level	[0,1]	0	[0,0.89]	[5.57,28.57]	0	35.71	[9.84,31.43]	[0,20]
سطح جریان زیاد High level	10	9	[3.5,26.89]	28.57	[18.96,27.14]	35.71	31.43	20
سود خالص سیستم (ریال) Net benefit	[2241602.08,3506696.74]							

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۲- الگوی تخصیص بهینه آب سد قلعه چای بر اساس مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازهای دو مرحله‌ای توسعه یافته بر اساس سطوح مختلف جریان

Figure 2- Optimized water allocation patterns through the extended ITSP model under low, medium and high flows

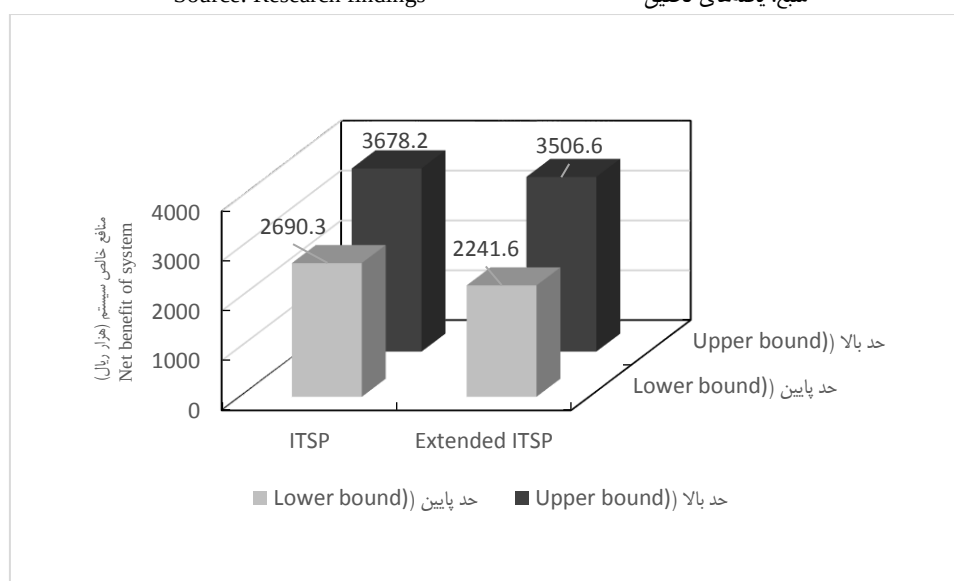
جدول ۶- تصمیم بهینه برای انتخاب آلترناتیوها در سطوح مختلف جریان برای محصولات مختلف در سد قلعه چای عجب شیر

Table 6- Optimal decision to choose alternatives for crops under different levels of water flows in Qalea Chay dam of Ajabshir

Alternative K		آلترناتیو K		
محصول (i)	سطح جریان (j)	Alternative K		
		K=1	K=2	K=3
گندم (i=۱) Wheat	j=۱	-	-	●
	j=۲	●	-	-
	j=۳	-	-	-
جو (i=۲) Barley	j=۱	-	-	●
	j=۲	●	-	-
	j=۳	-	-	-
سیب زمینی (i=۳) Potato	j=۱	●	-	-
	j=۲	-	-	●
	j=۳	-	●	-
پیاز (i=۴) Onion	j=۱	-	-	●
	j=۲	●	-	-
	j=۳	-	-	-
انگور (i=۵) Grape	j=۱	-	-	●
	j=۲	●	-	-
	j=۳	-	-	-
گردو (i=۶) Walnut	j=۱	●	-	●
	j=۲	-	-	-
	j=۳	-	-	-
بادام (i=۷) Almond	j=۱	-	-	●
	j=۲	●	-	-
	j=۳	-	-	-
سیب (i=۸) Apple	j=۱	●	-	-
	j=۲	-	-	●
	j=۳	-	-	-

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۳- مقایسه حد بالا و پایین سود خالص حاصل از دو مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای و برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه داده شده در سد قلعه چای عجب شیر

Figure 3- Upper and lower bounds of net benefits obtained through ITSP and Extended ITSP in Ajabshir Qalea Chay dam

حاصل از مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای و برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه داده شده نشان می‌دهد که با به کارگیری منابع کمکی برای جبران کمبود آب، سود خالص سیستم کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت در وضعیت فعلی بر اساس نیاز ناخالص آبی گیاهان برای محصولات کشاورزی منطقه کمبود آب وجود دارد. لذا با بررسی شرایط منطقه، وضعیت منابع آبی آن و با توجه به نتایج حاصل، ارائه مدل بهینه باعث خواهد شد کشاورزان بهترین تصمیم ممکن را برای رسیدن به بیشترین سود اتخاذ کنند و سیاست‌گذاران بخش مدیریت منابع آب در شرایط بحرانی از منابع آب به شکل بهینه استفاده کنند که در این صورت کمترین ناپایداری در استفاده از منابع آبی وجود خواهد داشت.

در سطح جریان متوسط برای محصولات گندم، جو، سیب‌زمینی، پیاز، انگور و گردو کمبود وجود دارد و مقدار کمبود برای بادام و سیب صفر می‌باشد. در سطح جریان زیاد، کمبود آب فقط برای محصولات گندم، جو و انگور وجود دارد. کشاورز می‌تواند برای جبران کمبود آب از منابع کمکی استفاده کند در این صورت مدل برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای دو مرحله‌ای توسعه یافته برای بهینه‌سازی سیستم به کار گرفته شد و نتایج نشان داد که در تمامی سطوح جریان کمبود منابع آبی نسبت به مدل قبلی کاهش یافته و مقادیر تخصیص نهایی آب افزایش یافته است به طوری که در سطح جریان زیاد کمبود آب در همه محصولات صفر بوده به غیر از محصول سیب زمینی که مقداری کمبود وجود دارد و در این حالت مقادیر تخصیص نهایی آب برای محصولات برابر نیاز آبی گیاه می‌باشد. مقایسه ارزش تابع هدف

منابع

- 1- Azarakhshi M., Farzad Mehr J., Eslah M., and Sahabi H. 2013. Investigation of annual and seasonal changes in rainfall and temperature parameters in Iran's different whether regions. Journal of Rangeland and Watershed Management, 66(1): 1-16. (In Persian)
- 2- Bahrami Nasab M., Dourandish A., Shahnoushi N., and Kohansal M.R. 2015. Determine the optimal cropping pattern of Esfaryen county (Application of interval-valued fuzzy programming based on Infinite Alpha-Cuts). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 46(1): 61-73. (In Persian with English abstract)
- 3- Dai Z.Y., and Li Y.P. 2013. A multistage irrigation water allocation model for agricultural land use planning under uncertainty. Agricultural Water Management, 129: 69-79.
- 4- East Azarbaijan Regional Water Authority. 2013.
- 5- Garg N.K., and Dadhich S.M. 2014. Integrated non-linear model for optimal cropping pattern and irrigation scheduling under deficit irrigation. Agricultural Water Management, 140: 1-13.

- 6- Guo P., Huang G.H., Zhu H., and Wang X.L. 2010. A two-stage programming approach for water resources management under randomness and fuzziness. *Environmental Modelling and Software*, 25(12): 1573-1581.
- 7- Homayounifar M., and Rastegaripour F. 2010. Water allocation of Latyan dam between agricultural products under uncertainty. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 24(2): 259-267. (In Persian)
- 8- Huang G. H., 1996. IPWM: an interval parameter water quality management model. *Engineering Optimization + A35*. 26(2): 79-103.
- 9- Huang G.H., and Loucks D.P. 2000. An inexact two-stage stochastic programming model for water resources management under uncertainty. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 17(2): 95-118.
- 10- Huang Y., Li Y.P., Chen X., and Ma Y.G. 2012. Optimization of the irrigation water resources for agricultural sustainability in Tarim river basin, China. *Agricultural Water Management*, 107: 74-85.
- 11- Kang M., and Park S. 2014. Modeling water flows in a serial irrigation reservoir system considering irrigation return flows and reservoir operations. *Agricultural Water Management*, 143: 131-141.
- 12- Li Y.P., Huang G.H., and Nie S.L. 2006. An interval-parameter multi-stage stochastic programming model for water resources management under uncertainty. *Advances in Water Resources*, 29(5): 776-789.
- 13- Li Y. P., and Huang G. H. 2008. Interval-parameter two-stage stochastic nonlinear programming for water resources management under uncertainty. *Water Resources Management*, 22(6): 681-698.
- 14- Li M., and Guo P. 2014. A multi- objective optimal allocation model for irrigation water resources under multiple uncertainties. *Applied Mathematical Modelling*, 19: 4897-4911.
- 15- Miao D.Y., Huang W.W., Li Y.P., and Yang Z.F. 2014. Planning water resources systems under uncertainty using an interval-fuzzy de novo programming method. *Journal of Environmental Informatics*, 24(1): 11-23.
- 16- Momeni M., and Rezai N. 2009. Operation model of the Aras dam reservoir using dynamic programming. *Journal of Industrial Management*, 1: 139-152. (In Persian)
- 17- Nematian J. 2016. An extended two- stage stochastic programming approach for water resources management under uncertainty. *Journal of Environmental Information*, 27(2): 72-84.
- 18- Niu G., Li Y.P., Huang G.H., Liu J., and Fan Y.R. 2016. Crop planning and water resource allocation for sustainable development of an irrigation region in China under multiple uncertainties. *Agricultural Water Management*, 166: 53-69.
- 19- Rastegaripour F., and Karbasi A. 2014. Optimal utilization of Lar dam reservoir inexact five stage stochastic programming. *Agricultural Economics Research*, 6(4): 21-37. (In Persian)
- 20- Rastegaripour F., and Sabouhi M. 2010. An Optimization model for Kardeh reservoir operation using interval-parameter, multi-stage, stochastic programming. *Journal of Water and Sewage*, No. 3: 88-98. (In Persian).
- 21- Regulwar D.G., and Gurav J.B. 2011. Irrigation planning under uncertainty –a multi objective fuzzy linear programming approach. *Water Resource Management*, 25(5): 1387-1416.
- 22- Sabouhi, M., Rastegaripour F., and Keikha A.A. 2009. Optimal allocation of Torogh dam water between agricultural and urban sectors by an Interval Parameter Fuzzy Two Stages Stochastic Programming under Uncertainty. *Journal of Economy and Agriculture*, 3(1): 31-53. (In Persian)
- 23- Sabouhi M., and Mojarad A. 2010. Application of game theory in the management of groundwater resources the upper watershed. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 1: 1-12. (In Persian)
- 24- Sethi L.N., Panda S.N., and Nayak M.K. 2006. Optimal crop planning and water resources allocation in a coastal groundwater basin, Orissa, India. *Journal of Agricultural Water Management*, 83: 209-220.
- 25- Singh A. 2014. Simulation-optimization modeling for conjunctive water use management. *Agricultural Water Management*, 141: 23-29.
- 26- Zhao G. 2001. A log-barrier method with benders decomposition for solving two-stage stochastic linear programs. *Mathematical Programming*, 90: 507-53.

طراحی قراردادهای مشتقه شاخص‌های هواشناسی در بخش کشاورزی ایران (مطالعه موردی: شیراز)

زهرا نعمت‌الهی^۱ - سید علی حسینی یکانی^{۲*} - حمید امیرنژاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۰

چکیده

طی سال‌های اخیر، ابزاری نوین تحت عنوان بورس شاخص‌های هواشناسی، جهت مقابله با ریسک تولید معرفی شده است که در بورس‌های مطرح دنیا مبادله می‌شود. با این حال، در داخل کشور تاکنون بحث بورس آب و هوا و طراحی و قیمت‌گذاری قراردادهای مبتنی بر شاخص‌های هواشناسی، مطرح نشده است. لذا در پژوهش حاضر، به طراحی و قیمت‌گذاری قراردادهای قابل مبادله در این بورس پرداخته شده است. بدین منظور قراردادهای اختیار معامله دمایی بر پایه شاخص GDD جهت مبادله در بورس انتخاب شده است. جهت بررسی ارتباط عملکرد و دمایی دوره رشد از داده‌های تولید دو محصول گندم و برنج و همچنین داده‌های هواشناسی شیراز طی سال‌های ۹۵-۱۳۶۱ استفاده شده است. در نهایت با استفاده از شبیه‌سازی روزانه فرآیند دمایی شیراز، غرامت انتظاری و قیمت قراردادهای اختیار معامله مشخص شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، افزایش GDD، بر عملکرد گندم و برنج، تأثیر مثبت و معناداری داشته است و استفاده از قراردادهای اختیار معامله دمایی در بازه‌های زمانی در نظر گرفته شده، غرامت مثبتی را به همراه داشته است. لذا پیشنهاد می‌شود، از مشخصات تعیین شده در این پژوهش، جهت راه‌اندازی بورس آب و هوا استفاده شده و پس از راه‌اندازی بورس، بر اساس میزان استقبال فعالان بازار، قراردادهای جدیدتر با سطوح مختلف شاخص توافق تعیین شوند.

واژه‌های کلیدی: اختیار معامله دمایی، ریسک تولید، شاخص GDD، کشاورزی

مقدمه

بیشترین ریسک تولید در بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه، مربوط به شرایط آب و هوایی است و بخش اعظمی از این ریسک آب و هوا، مربوط به نوسانات دما و بارش می‌باشد. در دنیای واقعی کشاورزان از ابزارهای محدودی جهت کاهش این ریسک تولید برخوردار می‌باشند. لذا، در سال‌های اخیر ابزار مالی^۴ جدیدی جهت مدیریت ریسک رویدادهای آب و هوایی معرفی شده است. قراردادهای اختیار معامله آب و هوایی^۵ به عنوان ابزار بالقوه جهت پوشش ریسک، در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی معرفی شدند و امروزه، ایالات متحده آمریکا، انگلستان، سایر بازارهای مالی توسعه‌یافته اروپایی و ژاپن، قراردادهای اختیار معامله آب و هوا را معرفی و در سطح جهانی تجارت می‌کنند (۶، ۹، ۱۴ و ۱۷). قرارداد اختیار معامله^۶ از قراردادهای شناخته شده در بورس‌های دنیاست. در تعریف این قرارداد می‌توان گفت قرارداد اختیار معامله، قراردادی دو طرفه بین

سطح زیرکشت و عملکرد محصولات کشاورزی متأثر از عوامل مختلفی است که برخی از آنها قابل کنترل و برخی غیرقابل کنترل می‌باشند. عوامل قابل کنترل را می‌توان به دو دسته عوامل قیمتی و عوامل غیرقیمتی تقسیم نمود. از مجموعه عوامل قیمتی، قیمت محصولات کشاورزی و نهاده‌های مربوط به آن است که نقش بسیار مهمی را در اقدام به کشت و یا گسترش سطح زیرکشت ایفا می‌کنند (۱۰). همچنین، میزان مصرف نهاده‌هایی همچون بذر، کود و سم از جمله عوامل غیرقیمتی قابل کنترل به شمار می‌روند. از سوی دیگر بحث تأثیر عوامل غیرقابل کنترل نیز بر افزایش سطح زیر کشت و حتی اقدام به کشت محصولات کشاورزی مطرح می‌گردد. یکی از مهم‌ترین این عوامل شرایط آب و هوایی و شرایط اقلیمی است (۵).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشجویان اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(Email: hosseiniyekani@gmail.com
*)- نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jead2.v32i3.74311

4- Financial instruments
5- Weather derivatives
6- Option

خریدار^۱ و فروشنده^۲ است که بر اساس آن، به خریدار این حق داده می‌شود، بدون هیچ التزام و تعهدی، مقدار معینی از دارایی هم‌پیوند با قرارداد^۳ را با قیمت توافقی معین، در یک سررسید معین (اختیار معامله اروپایی^۴) یا در طول زمان رسیدن به سررسید (اختیار معامله آمریکایی^۵)، بخرد یا بفروشد. فروشنده نیز در ازای این امتیاز مبلغی را تحت عنوان حق بیمه^۶ که در واقع همان قیمت اختیار^۷ است، از طرف خریدار دریافت می‌نماید و در مقابل متعهد می‌گردد، در صورتیکه خریدار بخواهد از حق خود مبنی بر خرید یا فروش دارایی مورد نظر استفاده نماید، آن دارایی را به وی بفروشد یا از او بخرد. در عرصه بین‌الملل در مطالعات فراوانی بر کارایی قراردادهای اختیار معامله آب و هوایی در پوشش ریسک تولید در بخش کشاورزی تأکید شده است. با این حال، تاکنون در ایران هیچ مطالعه‌ای در زمینه معرفی، طراحی و بررسی کارایی این قراردادها انجام نشده است و تنها به بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصولات کشاورزی اکتفا شده است. در این راستا، در مطالعه نوروزیان و همکاران (۲۴)، تأثیر دما، بارش و سایر نهاده‌های کشاورزی (بذر، کود، سم، ماشین‌آلات) بر عملکرد پنبه مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد، افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد پنبه اثر منفی می‌گذارد، به طوری که میزان عملکرد در هکتار به ازای افزایش یک درجه دما، به میزان ۳۸ درصد کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه مؤمنی و زیبایی (۲۱)، نشان داده است، دما و بارندگی اثری معنی‌دار و غیریک‌نواخت بر عملکرد محصولات بر جای می‌گذارند. مطالعه اشک تراب و همکاران (۵)، نشان داده است، بارندگی بر خلاف دما بر عملکرد ذرت اثر معنی‌داری داشته و افزایش بارندگی و به عبارتی افزایش عرضه آب، به افزایش سطح زیر کشت ذرت منجر شده است. عینی نرگسه و همکاران (۱۲)، نشان دادند در آینده دمای کمینه و بیشینه در استان فارس روند افزایشی خواهد داشت. بر این اساس، بیشترین عملکرد در دوره پایه در شهرستان‌های شیراز و فسا و کمترین عملکرد در شهرستان لار مشاهده شده است. علی‌رغم پژوهش‌های داخلی، در پژوهش‌های خارجی به بازار بورس آب و هوا و طراحی قراردادها و قیمت‌گذاری آنها توجه ویژه‌ای شده است. ادنینگ و همکاران (۲۵)، ژو و همکاران (۳۱) و موشوف و همکاران (۲۲) در مطالعات خود جهت قیمت‌گذاری قراردادهای اختیار معامله آب و هوا از دو روش تحلیل برن^۸ و شبیه‌سازی روزانه استفاده نموده‌اند. نتایج مطالعات یاد

- 1- Buyer
- 2- Writer
- 3- Underlying Asset
- 4- European Options
- 5- American options
- 6- Premium
- 7- Option price
- 8- Burn analysis

شده، حاکی از برتری مدل‌های قیمت‌گذاری بر پایه شبیه‌سازی روزانه متغیرهای آب و هوایی بوده است. مانفردو و ریچارد (۲۰) در مطالعه خود بیان داشته‌اند که اغلب ارتباط غیرخطی بین متغیرهای آب و هوایی و عملکرد بخش کشاورزی وجود دارد و بنابراین استفاده از قراردادهای اختیار معامله را در این بخش توصیه نموده‌اند. اسپیکا (۳۰) و اسپیکا و هیلیکا (۲۹)، روش تحلیل برن بر پایه خودراندازی پارامتری را جهت قیمت‌گذاری قراردادهای اختیار معامله در بخش کشاورزی چک به کار برده‌اند. آنان بیان نمودند که با استفاده از ابزار خودراندازی مناسب، ناطمینانی در مورد بازدهی و قیمت قرارداد اختیار معامله و آماره توزیع احتمال مربوط به درآمد به خوبی قابل برآورد خواهد بود. اندر و ژانگ (۱۳) کارایی قراردادهای اختیار خرید در پوشش ریسک کشاورزان چینی را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور قراردادهای اختیار خرید بر پایه میزان دمای مورد نیاز گیاه طی دوره رشد (GDD^۹) تنظیم شده است. نتایج این مطالعه نشان داد، مدل عملکرد- دمای منظور شده از قدرت پیش‌بینی بالایی برخوردار بوده است و استفاده از ابزار فوق کارایی بالایی در پوشش ریسک کشاورزان داشته است.

با توجه به اینکه خسارت‌های طبیعی و آب و هوایی قابل کنترل نبوده و به سختی قابل پیش‌بینی می‌باشند و همچنین از آنجا که تولید در بخش‌های زیادی نسبت به آب و هوا حساس می‌باشد (۱۶ و ۲۳)، انتظار می‌رود، تقاضای فزاینده‌ای برای قراردادهای اختیار معامله آب و هوایی که می‌تواند ریسک تولید مرتبط به شرایط اقلیمی را کاهش دهد، وجود داشته باشد. لذا در مطالعه حاضر به طراحی و قیمت‌گذاری قراردادهای اختیار معامله دمایی پرداخته شده است. بدین منظور با استفاده از داده‌های تولید دو محصول برنج و گندم و آمار هواشناسی شیراز، قراردادهای دمایی مربوطه طراحی و سپس به قیمت‌گذاری قراردادهای تنظیم شده، بر اساس شبیه‌سازی روزانه فرآیندهای دما پرداخته شده است. انتخاب دو محصول یاد شده به دلیل ویژگی‌های جغرافیایی و زیستی این دو محصول صورت گرفته است. دوره رشد گندم اکثراً در فصول سرد می‌باشد و دوره رشد برنج اغلب فصول گرم سال را در برمی‌گیرد. استان فارس قطب مهم تولید گندم ایران محسوب می‌شود و بر اساس گزارش آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۵، این استان در تولید گندم، رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. همچنین، در بین شهرستان‌های استان فارس، شهرستان شیراز، بیشترین سطح زیر کشت و عملکرد گندم را داشته است. برنج در میان محصولات کشاورزی دومین محصول پرمصرف پس از گندم در ایران و جهان است. استان فارس با ۲۲۵۰۳ هکتار، بعد از استان‌های شمالی کشور (مازندران، گیلان و گلستان) مهم‌ترین تولیدکننده این محصول محسوب می‌شود (۱).

9- Growing degree days

رابطه (۴) برای دو محصول گندم و برنج بازنویسی نمود:

$$g(h)w = \begin{cases} h - 4.4 & h > 4.4 \text{ C}^\circ\text{R} \\ 0 & h \leq 4.4 \text{ C}^\circ\text{R} \end{cases} \quad (4)$$

$$g(h)r = \begin{cases} h - 10 & h > 10 \text{ C}^\circ\text{R} \\ 0 & h \leq 10 \text{ C}^\circ\text{R} \end{cases}$$

انتگرال در رابطه (۳)، از طریق جمع تابع $g(h)$ در بازه‌های دمایی یک درجه سانتی‌گراد قابل محاسبه می‌باشد. لذا می‌توان رابطه (۳) را از طریق رابطه (۵) محاسبه نمود:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sum g(h) [\phi_{it}(h+1) - \phi_{it}(h)] + \beta_2 S_t + u_{it} \quad (5)$$

با توجه به اینکه مناسب‌ترین شاخص هواشناسی در بیشتر قراردادهای اختیار معامله در بخش کشاورزی، شاخص GDD می‌باشد (۱۳ و ۲۸)، تابع $g(h)$ و دمای پایه c (۴/۴) درجه سانتی‌گراد برای گندم و ۱۰ درجه سانتی‌گراد برای برنج)، را می‌توان در فواصل n روزه به شکل رابطه (۶) تعریف نمود:

$$GDD_n = \sum_{i=1}^n \max\{T_i - c, 0\} \quad (6)$$

در رابطه (۶)، GDD مجموع گرمای دوره رشد در بازه زمانی n روزه، T دمای روزانه و c دمای پایه می‌باشند. در ارتباط با مشخصات این قراردادها لازم به ذکر است که وقتی مقدار تحقق‌یافته شاخص اندازه‌گیری شده، در جهت نامطلوب از سطح توافقی بیشتر شود، پرداخت بر اساس قرارداد شروع می‌شود. غرامت یک واحد تغییر در شاخص، ارزش پولی یک واحد تغییر در ارزش شاخص است. پرداخت برای هر قرارداد، برابر با غرامت یک واحد تغییر در شاخص ضرب در تفاوت بین سطح توافقی شاخص و میزان واقعی آن در طول دوره قرارداد است. بنابراین ساختار حاصل از قرارداد اختیار معامله دمایی خطی است و در مورد یک قرارداد اختیار معامله خرید شکل تابعی به صورت رابطه (۷) را خواهد داشت (۱۵):

$$X = a \times \max [0, K - GDD] \quad (7)$$

در رابطه (۷)، a ، غرامت یک واحد تغییر در شاخص است که در این مطالعه برابر واحد در نظر گرفته شده است و x تابع غرامت تصادفی است. K ، سطح توافقی شاخص^۵ است که از پیش تعیین شده و غرامت بر اساس تغییرات شاخص (GDD) از این سطح توافقی (K)، محاسبه می‌شود. در قراردادهای اختیار معامله دمایی، سطح توافقی برابر با میانگین بلندمدت شاخص GDD در نظر گرفته می‌شود. چنانچه GDD واقعی محاسبه شده در مدت زمان قرارداد، از میانگین بلندمدت آن (K)، کمتر باشد، غرامت محاسبه شده مثبت بوده و بدین ترتیب کاهش درآمد کشاورزان، از طریق اعمال این قرارداد، جبران خواهد شد. اگر GDD واقعی از سطح توافقی قید شده

مواد و روش‌ها

تولید کشاورزی به عنوان سیستمی پیچیده توصیف می‌شود که متأثر از شرایط زیستی محصولات کشاورزی، شرایط آب و هوایی منطقه، تکنولوژی کشاورزی و اقتصاد کشاورزی می‌باشد. بر اساس عوامل اقتصادی و خصوصیات محیطی تولید کشاورزی، تولید واقعی این بخش^۱ (Y_a)، را می‌توان به سه بخش مجزا تقسیم‌بندی نمود (رابطه ۱): روند زمانی^۲ (Y_t)، نوسانات عملکردی^۳ (Y_f) و عملکرد تصادفی^۴ (Y_r) (۱۳).

$$Y_a = Y_t + Y_f + Y_r \quad (1)$$

روند زمانی مربوط به تغییرات تولید بخش کشاورزی در اثر پیشرفت تکنولوژی آبیاری، کود، مدیریت زراعی، اصلاح بذر و ... می‌باشد. نوسانات عملکردی، مربوط به تغییرات تولید در بخش کشاورزی ناشی از تغییر شرایط محیطی و آب و هوایی مانند دما، بارش، شدت نور و ... است و نااطمینانی در تولید که در اثر حوادث طبیعی مانند زلزله، خشکسالی، سیل و ... ایجاد می‌شود، به عنوان عملکرد تصادفی در رابطه (۱)، منظور شده است.

در مطالعه حاضر جهت طراحی قراردادهای اختیار معامله بر پایه دما، همانند مطالعه اسکالنگر و رابرت (۲۸) و اندر و ژانگ (۱۳)، فرض می‌شود که دما، تاثیر تجمعی بر عملکرد در طی دوره رشد دارد. از آنجا که پیشرفت تکنولوژی وابسته به زمان می‌باشد، از روابط (۲) و (۳) جهت بررسی تاثیر دما بر عملکرد محصولات مورد بررسی استفاده شده است.

$$y_{it} = \log(Y_{it}^A) \quad (2)$$

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \int g(h) \phi_{it}(h) dh + \beta_2 S_t + u_{it} \quad (3)$$

در روابط فوق، Y_{it}^A عملکرد واقعی محصول نام در سال t است. $\phi_{it}(h)$ تابع توزیع تجمعی دما طی فصل رشد محصول است و S_t ، نشان‌دهنده روند زمانی یا پیشرفت‌های تکنولوژی می‌باشد (۲۸؛ ۷؛ ۸). تابع $g(h)$ در رابطه (۳)، تابعی شبه خطی است که مقدار آن برابر با صفر یا اختلاف بین دما و پایه دمایی (c) است. دمای پایه برای گندم برابر با ۴/۴ درجه سانتی‌گراد یا ۴۰ درجه فارنهایت است که بر اساس دمای بحرانی کشاورزی برای گندم انتخاب شده است. زیرا طی مراحل رشد گندم، حداقل ۴/۴ درجه سانتی‌گراد برای رشد طبیعی گندم و تغییر فاز از یک مرحله رشد به مرحله دیگر لازم است. پایه دمایی برای برنج برابر با ۱۰ درجه سانتی‌گراد (۵۰ درجه فارنهایت) می‌باشد (۲۱). بنابراین می‌توان تابع $g(h)$ را به شکل

1 Actual Crop Yield

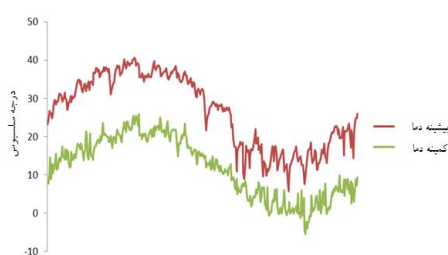
2 Trend Yield

3- Fluctuated yield

4- Random yield

$$T_t^m(T_t, t) = \gamma_0 + \gamma_1 \sin \alpha_1 \left(\frac{2\pi t}{365} \right) + \gamma_2 \cos \alpha_2 \left(\frac{2\pi t}{365} \right) + \gamma_3 t + \sum_{j=1}^p \rho_j T_{t-j} \quad (9)$$

در رابطه (۹)، t بیانگر زمان (روز) است و چون دوره‌های زمانی یک‌ساله هستند، در توابعی سینوسی از $\left(\frac{2\pi t}{365}\right)$ استفاده شده است. به بیانی دیگر ۳۶۵ روز طول می‌کشد تا یک سیکل کامل (2π) طی شود. T_{t-j} نشان‌دهنده وقفه‌های دما است که به عبارتی نشان می‌دهد، دمای هر روز به دمای روزهای قبل بستگی دارد. تعداد وقفه‌های بهینه (j) بر اساس معیارهای AIC و SBC انتخاب می‌شوند.



شکل ۱- فرآیند دمای روزانه شیراز در سال ۱۳۹۶
Figure 1- Daily temperature of Shiraz in 2017

قیمت قرارداد اختیار معامله دمایی از رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$P(t) = e^{-r(t_n-t)} E^Q[\max\{K - GDD, 0\} \mid \mathcal{F}_t] \quad (10)$$

در رابطه (۱۰)، P برابر است با قیمت قرارداد اختیار معامله دما، e نمایانگر تابع نمایی، r نرخ بهره بدون ریسک، t_n زمان سررسید قرارداد، t زمان شروع قرارداد و E^Q ، میانگین انتظاری گرامت طی دوره زمانی اجرای قرارداد می‌باشد. با توجه به اینکه دما بر اساس فرآیند تصادفی شبیه‌سازی شده است، ترکیب خطی دما (جمع دما طی دوره قرارداد GDD) نیز دارای توزیع نرمال می‌باشد. لذا جهت محاسبه قیمت قرارداد اختیار معامله، میانگین انتظاری و واریانس GDD با استفاده از روابط (۱۱) و (۱۲) محاسبه می‌شود (۲):

$$E^Q[K - GDD \mid \mathcal{F}_t] = E^Q[K - \sum_{i=1}^n (T_{it}) \mid \mathcal{F}_t] = K - \left[\sum_{i=1}^n E^Q(T_{it} \mid \mathcal{F}_t) \right] \quad (11)$$

$$Var[K - GDD \mid \mathcal{F}_t] = \sum_{i=1}^n Var[T_{it} \mid \mathcal{F}_t] + 2 \sum \sum Cov[T_{ti} T_{tj} \mid \mathcal{F}_t] \quad (12)$$

چنانچه میانگین انتظاری (E^Q) محاسبه شده از رابطه (۱۱) را با μ_n و واریانس (Var) به دست آمده از رابطه (۱۲) را با σ_n^2 نشان دهیم، با جایگذاری آنها در رابطه (۱۰)، قیمت قرارداد اختیار معامله به شکل رابطه (۱۳) به دست می‌آید:

$$P(t) = e^{-r(t_n-t)} \left[(K - \mu_n) \Phi\left(-\frac{K - \mu_n}{\sigma_n}\right) - \Phi\left(-\frac{\mu_n}{\sigma_n}\right) + \frac{\sigma_n}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{(K - \mu_n)^2}{2\sigma_n^2}} - e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu_n}{\sigma_n}\right)^2} \right) \right] \quad (13)$$

Φ در رابطه (۱۳)، نمایانگر تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد می‌باشد. روابط فوق در صورتی برقرار است که احتمال

در قرارداد بیشتر باشد، گرامت قرارداد منفی بوده و خریدار اختیار خرید، از اختیار خود استفاده نخواهد کرد و تنها مبلغی برابر با قیمت اختیار را پرداخت می‌کند. در این صورت، قیمت پرداختی بابت خرید اختیار خرید از طریق افزایش عملکرد محصول ناشی از افزایش GDD، جبران می‌شود.

در اکثر مطالعاتی که اخیراً در زمینه ابزارهای مشتقه شاخص‌های هواشناسی انجام شده‌اند، از مدل‌های پویا که به طور مستقیم رفتار آتی متغیرها را شبیه‌سازی می‌نمایند، جهت قیمت‌گذاری قراردادهای استفاده شده است. مدل‌های پویا، به دلیل استفاده کامل از داده‌های تاریخی موجود، از دقت بیشتری برخوردار بوده و در نتیجه پیش‌بینی‌های بهتری ارائه خواهند داد (۴). لذا، در مطالعه حاضر از روش شبیه‌سازی روزانه جهت قیمت‌گذاری قرارداد دمایی طراحی شده، استفاده شده است. در این روش به جای استفاده از داده‌های سال‌های گذشته (روش عقب‌گرد)، از داده‌های شبیه‌سازی شده برای دوره زمانی آتی (فرآیند تصادفی) استفاده می‌شود و ارزش اختیار معامله دمایی بر اساس شبیه‌سازی‌های روزانه از فرآیندهای دما، تعیین می‌شود. بنابراین، دما بایستی به گونه‌ای شبیه‌سازی شود که شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر را به خوبی منعکس نماید. جهت شبیه‌سازی فرآیندهای دمایی، از الگوی جنبش براونی بازگشت به میانگین^۱ با جهش‌های لگاریتمی-نرمال^۲ و نوسانات فصلی^۳ استفاده شده است.

فرآیند دمای شیراز در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نمودار دمایی رسم شده، دما دارای روند فصلی در میانگین و واریانس است، بنابراین مؤلفه فصلی باید به درستی در مدل منظور شود. تخمین صحیح و دقیق سرعت بازگشت به میانگین و انتخاب درست توزیع باقیمانده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. فرآیند دمای روزانه در کوتاه‌مدت دارای نوسان است اما در بلندمدت روندهای غیرمنظم از میانگین پایدار نبوده و از بین می‌روند. بنابراین از رابطه (۸) می‌توان جهت شبیه‌سازی دما استفاده نمود (۲):

$$dT_t = \kappa(T_t^m - T_t)dt + \sigma dz \quad (8)$$

در رابطه (۸)، κ نرخ بازگشت به میانگین و T_t^m میانگین آنی دما می‌باشد. اگر نرخ بازگشت به میانگین در فرآیندی برابر با یک باشد، دمای روزانه به سمت میانگین آنی دمای روزانه برگشت پیدا می‌کند. به عبارتی، چنانچه نرخ بازگشت به میانگین برابر با صفر باشد، روند غیرمنظم ایجاد شده در داده‌ها به میانگین بلندمدت خود همگرا نمی‌شود و از فرآیند تصادفی پیروی می‌کند. به منظور محاسبه روند فصلی، روند زمانی و روند خودتوضیحی داده‌ها، میانگین آنی دما را می‌توان به صورت رابطه (۹) محاسبه نمود:

- 1 Mean-Reverting Brownian Motion
- 2- Log-normal Jumps
- 3- Seasonal volatility

بودن متغیرها، مسئله رگرسیون ساختگی مصداق خواهد داشت و مشاهده R^2 بالا ناشی از وجود متغیر زمان به واسطه ارتباط حقیقی بین متغیرها نمی‌باشد (۲۷). بنابراین کاربرد آزمون ریشه واحد جهت تضمین صحت و اعتبار نتایج امری ضروری خواهد بود. نتایج مربوط به بررسی ایستایی متغیرها در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که فرضیه صفر نایستایی در سطح متغیرها در سطح ۵٪ رد می‌شود. لذا متغیرهای مورد بررسی در سطح پایا می‌باشند و در نتیجه احتمال برآورد رگرسیون ساختگی وجود نخواهد داشت. نتایج مربوط به تخمین‌های مربوطه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد داده

Table 2- Results of Unit Root test

متغیر Variable	سطح Level	وضعیت Result
عملکرد گندم Wheat yield	-2.53 (0.005)	I(0)
عملکرد برنج Rice yield	-1.99 (0.02)	I(0)
دمای دوره رشد گندم Wheat g(h)	-3.99 (0.000)	I(0)
دمای دوره رشد برنج Rice g(h)	-1.86 (0.03)	I(0)

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

تأثیر دما بر عملکرد گندم و برنج در شیراز، با استفاده از روش داده‌های تلفیقی صورت گرفته است. بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۳)، ضریب مربوط به دمای تجمعی طی دوره رشد در هر دو محصول گندم و برنج مثبت و معنادار بوده است؛ به این معنا که با افزایش دمای تجمعی دوره رشد، عملکرد محصولات مورد بررسی افزایش می‌یابد. علامت متغیر دمای تجمعی در مورد گندم کمتر از برنج به دست آمده است و نشان‌دهنده تأثیر کمتر دما بر این محصول می‌باشد. با توجه به فصل رشد این دو محصول و اینکه گندم عموماً در زمستان و برنج در تابستان کشت می‌شود، نتایج به دست آمده دور از انتظار نمی‌باشد. ضریب تعیین به دست آمده نیز حاکی از این است که ۷۶ درصد از تغییرات در عملکرد محصولات گندم و برنج، بوسیله دما دوره رشد توضیح داده شده است. در مطالعه زرعیانی و همکاران (۳۱) نیز رابطه مستقیم بین دمای کمینه و بیشینه و عملکرد گندم در خراسان شمالی مشاهده شده است. تأثیر مثبت دما بر عملکرد گندم و برنج در مطالعات مختلفی از جمله اندر و ژانگ (۱۳)، بائوجینگ و همکاران (۸)، موشف و همکاران (۲۲) نیز مشاهده شده است. در مطالعه محمودی و پرهیزکاری (۱۹) دما بر عملکرد گندم تأغذی منفی داشته است. افزایش یک درجه دما در مطالعه پرهیزکاری و همکاران (۲۶)، عملکرد گندم آبی در دشت شاهرود را ۰/۶۸۳ درصد کاهش داده است. همچنین تأثیر منفی دما بر عملکرد گندم در مطالعه علیخانی و همکاران (۳) نیز نشان داده شده است.

$\max\{T_i - c, 0\} = 0$ اندک باشد (۲ و ۱۳). در مورد گندم، به دلیل اینکه فصل رشد این محصول، فصول سرد سال را شامل می‌شود، شرط فوق برقرار نبوده و از رابطه (۱۳)، نمی‌توان قیمت قرارداد اختیار معامله را به دست آورد. از این رو روش قیمت‌گذاری بر اساس شبیه‌سازی مونت کارلو به عنوان روش جایگزین ارائه شده است. در روش شبیه‌سازی مونت کارلو، جهت تعیین قیمت قرارداد اختیار معامله، ارزش قرارداد اختیار، برابر است با میانگین ۱۰۰۰۰ قیمت قرارداد اختیار معامله که از طریق شبیه‌سازی مونت کارلو و بر اساس پارامترهای تخمین زده شده از فرآیندهای تصادفی دمایی (روابط ۸ و ۹) به دست آمده‌اند.

داده‌های مورد نیاز این پژوهش، شامل دو بخش داده‌های مربوط به عملکرد محصولات کشاورزی شیراز و همچنین داده‌های مربوط به دمای روزانه شیراز بوده است. آمار مربوط به عملکرد محصولات کشاورزی طی سال‌های ۹۵-۱۳۶۱، از سازمان جهاد کشاورزی و همچنین داده‌های هواشناسی روزانه از اداره کل هواشناسی شهرستان شیراز جمع‌آوری شده است. برآورد تابع عملکرد با استفاده از نرم‌افزار Stata 14 و شبیه‌سازی‌های دما با استفاده از Matlab 14 انجام شده است.

نتایج و بحث

میانگین عملکرد و سطح زیر کشت دو محصول گندم و برنج در شیراز طی سال‌های ۹۵-۱۳۶۱، در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات جدول ۱، گندم سطح زیر کشت بیشتری نسبت به برنج طی دوره مورد بررسی به خود اختصاص داده است. همچنین مقایسه عملکردهای دو محصول نشان می‌دهد، برنج طی دوره مورد بررسی، از عملکرد بیشتری برخوردار بوده است.

جدول ۱- میانگین سطح زیر کشت و عملکرد گندم و برنج در شیراز طی سال‌های ۹۵-۱۳۶۱ (کیلوگرم در هکتار)

Table 1- Average of yield and area of rain-fed wheat and Rice in Shiraz in 1982-2016 (Kg/hect)

محصول Product/city	گندم Wheat	برنج Rice
عملکرد Yeild	756	4274.8
سطح زیر کشت Area	27203.6	16758.6

منبع: سازمان جهاد کشاورزی Source: Agricultural institution

با توجه به ماهیت سری زمانی داده‌ها، لازم است ابتدا ایستایی متغیرها بررسی شود. در مدل‌های سری زمانی در صورت غیرایستایی

جدول ۳- نتایج برآورد تأثیر دما بر عملکرد گندم و برنج

Table 3- Regression analysis of the effect of temperature on crop yield of wheat and rice

متغیر Variable	ضریب Coefficient	انحراف معیار Std.err
Intercept ضریب ثابت	9.25***	1.04
g(h) دمای تجمعی گندم	0.18***	0.005
Wheat cumulated weather		
g(h) دمای تجمعی برنج	0.22***	0.004
Rice cumulated weather		
t زمان	0.011	0.015
R ² = 0.76		Durbin-Watson stat = 2.01

*** significant at 1% level معنادار در سطح ۱ درصد

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

محصولات زراعی در دوره‌های مختلف رشد نسبت به دما، مشخصات قراردادهای اختیار معامله دمایی به تفکیک دوره‌های مختلف رشد گیاهان زراعی، تعیین شده است. بدین منظور سیکل رشد دو محصول مورد بررسی و تاریخ‌های گذار از هر مرحله در جدول ۴ نشان داده شده است. لازم به ذکر است، تاریخ‌های ذکر شده با توجه به نظر کارشناسان مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شیراز و با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، تعیین شده است.

با توجه به ضرایب تعیین بالای مدل و همچنین تأثیر دمای تجمعی بر عملکرد دو محصول (جدول ۳)، طراحی قراردادهای اختیار معامله دمایی جهت پوشش ریسک کشاورزان از کارایی بالایی برخوردار خواهد بود. در مطالعات صورت گرفته جهت تعیین مشخصات قراردادهای اختیار معامله در بخش کشاورزی، دوره قرارداد برابر یک سال زراعی در نظر گرفته شده است، در این پژوهش با توجه به دوره متفاوت رشد محصولات و همچنین حساسیت متفاوت

جدول ۴- سیکل رشد دو محصول گندم و برنج در شهر شیراز

Table 4- Life cycle for wheat and rice in Shiraz

محصول / دوره فنولوژی Growth phase / Crop	گندم Wheat	برنج Rice
سبز شدن/انتقال نشا Emergence/ Returning green	۲۰ آبان ۱۱ Nov.	۱۵ خرداد ۵ June.
پنجه‌زنی Tillering	۱ آذر ۲۲ Nov.	۳۰ خرداد ۲۰ June.
ساقه‌روی Stem elongation	۱۵ اسفند ۶ March.	۲۰ تیر ۱۱ July.
آبستنی Gravidity	۱۵ فروردین ۴ April.	۳۰ تیر ۲۱ July.
گلدهی Flowering	۳۰ فروردین ۱۹ April.	۱۵ مرداد ۶ Aug.
پرشدن دانه Milky ripe	۱۵ اردیبهشت ۵ May.	۲۷ مرداد ۱۸ Aug.
رسیدن Maturity	۳۰ خرداد ۲۰ June.	۱۵ مهر ۷ Oct.

Source: Agricultural research club of Shiraz منبع: موسسه تحقیقات کشاورزی شهر شیراز

محاسبه شده است. نتایج مربوط به سطح توافقی شاخص GDD به تفکیک محصولات مورد بررسی در جدول ۵ نشان داده شده است. لازم به ذکر است، قرار داد اختیار معامله مربوط به هر محصول، در تاریخ شروع یک سیکل رشد، آغاز شده و تاریخ انقضای قرارداد، تاریخ شروع دوره بعدی رشد می‌باشد. لذا با توجه به اینکه هفت سیکل رشد برای دو محصول در جدول ۴، بیان شده است، تعداد دوره‌های طراحی قرارداد، شش دوره مطابق جدول ۵ می‌باشد. چنانچه نتایج جدول ۵ نیز نشان می‌دهد، مطابق انتظار، در بیشتر

بر اساس جدول ۴، دوره رشد گندم عموماً در فصول سرد و دوره رشد برنج فصول گرم را در بر می‌گیرد. دوره رشد گندم از مرحله سبز شدن تا برداشت، در شیراز ۲۲۲ روز می‌باشد. این در حالی است که کشت برنج در شیراز از اواسط خرداد شروع شده و تا اواسط مهر ادامه دارد و دوره رشد آن در شیراز ۱۲۵ روزه می‌باشد. بنابراین جهت تعیین سطح توافقی شاخص (strike)، با استفاده از آمار بلندمدت دمایی موجود شیراز، سال‌های ۹۶ - ۱۳۳۰، با توجه به تاریخ‌های فوق (جدول ۴)، سطح بهینه شاخص GDD با استفاده از رابطه (۶)

از شبیه‌سازی مونت کارلو محاسبه شده است. بر این اساس فرآیندهای دمایی شیراز، شبیه‌سازی و با استفاده از روش مونت کارلو، ۱۰۰۰۰ شبیه‌سازی تصادفی ایجاد شده است. غرامت انتظاری قراردادهای با توجه به رابطه (۷) برای هر حالت شبیه‌سازی شده، محاسبه و در نهایت قیمت قراردادهای اختیار معامله فروش، برابر با میانگین قیمت ۱۰۰۰۰ قرارداد شبیه‌سازی شده، با استفاده از رابطه (۱۰) به دست آمده است. جهت محاسبه قیمت قراردادهای، نرخ بهره سالانه بدون ریسک، بر اساس آمار بانک مرکزی، برابر با ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است. نتایج مربوط به غرامت انتظاری و قیمت قراردادهای به تفکیک محصول در جدول ۶ ارائه شده است.

دوره‌های مور بررسی، میزان GDD محصول برنج در شیراز از میزان GDD گندم، بیشتر بوده است. میزان GDD گندم طی دوره رشد، برابر با ۲۰۶۰ درجه-روز در شیراز بوده است. همچنین در مورد محصول برنج، GDD کل دوره رشد، در شیراز برابر با ۲۱۲۵ درجه-روز می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج جدول ۵، میزان GDD مورد نیاز دو محصول در مراحل مختلف رشد متفاوت بوده است که این امر اهمیت در نظر گرفتن دوره‌های مختلف رشد جهت طراحی قراردادهای را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج جدول ۵، هر دو محصول در دوره پر شدن دانه-رسیدگی بیشترین نیاز گرمایی را داشته‌اند پس از محاسبه سطوح توافقی شاخص به تفکیک مراحل رشد، میزان غرامت انتظاری و در نتیجه قیمت قراردادهای مربوطه با استفاده

جدول ۵- سطوح توافقی شاخص GDD به تفکیک محصول در شیراز

Table 5- Strike price of GDD put option for wheat and rice in Shiraz

قرارداد/ محصول Contract / Crop	دوره Period	گندم Wheat	برنج Rice
قرارداد ۱ Option 1	سبز شدن - پنبه‌زنی Emergence- Tillering	85	267
قرارداد ۲ Option 2	پنبه‌زنی - ساقه‌روی Tillering- Stem elongation	387	391
قرارداد ۳ Option 3	ساقه‌روی - آبستنی Stem elongation- Gravidity	240	215
قرارداد ۴ Option 4	آبستنی - گلدهی Gravidity- Flowering	189	286
قرارداد ۵ Option 5	گلدهی - پر شدن دانه Flowering- Milky ripe	216	225
قرارداد ۶ Option 6	پر شدن دانه - رسیدن Milky ripe- Maturity	943	741

مأخذ: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

گرمی را داشته باشد، بر اساس قراردادهای طراحی شده در این پژوهش، دو انتخاب پیش روی خویش دارد. ۱- خرید قرارداد اختیار معامله در بازه ۱۵ اردیبهشت تا ۳۰ خرداد با سطح توافقی شاخص GDD، ۹۴۳ درجه-روز و ۲- خرید قرارداد اختیار در بازه ۱۵ خرداد تا ۳۰ خردادماه با سطح توافقی GDD، ۲۶۷ درجه-روز. در صورت انتخاب هر یک از قراردادهای فوق، چنانچه میزان شاخص تحقق یافته طی دوره ذکر شده در قرارداد، از سطح توافقی مشخص شده (strike)، کمتر باشد، پرداخت غرامت صورت می‌گیرد. مشخصات کلی قراردادهای طراحی شده در جدول ۷، بیان شده است.

لازم به ذکر است، مقادیر محاسبه شده به عنوان مشخصات قراردادهای اختیار معامله دمایی در این مطالعه، مقادیری اولیه جهت راه‌اندازی بازار بورس آب و هوا در ایران می‌باشند. بنابراین، لازم است پس از راه‌اندازی این بورس، مقادیر و مشخصات تعیین شده اولیه، با انجام مطالعات مختلفی در زمینه آثار تغییر این مشخصات بر

بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۶)، بیشترین غرامت گندم در شیراز، مربوط به قرارداد دوم و از اول آذر ماه تا ۱۵ اسفند ماه بوده است. لذا استفاده از اختیار معامله دمایی در این دوره، کاهش عملکرد کشاورزان را جبران می‌سازد. در مورد محصول برنج نیز، بیشترین غرامت در شیراز در قرارداد ششم (۲۷ مرداد تا ۱۵ مهرماه) اتفاق افتاده است. به این معنی که در این بازه‌های زمانی، مجموع دمای دوره رشد مورد نیاز گندم و برنج تأمین نشده است. تذکر این نکته ضروری است که قراردادهای اختیار معامله دمایی، طراحی شده تنها جامعه کشاورزان گندم‌کار و برنج‌کار را در بر نمی‌گیرد، بلکه تمام گروه‌های فعالیتی که تغییرات دما، تولید و درآمد آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، همچون عرضه‌کنندگان انرژی، فعالان گردشگری و ...، خریداران بالقوه این قراردادها محسوب می‌شوند. انتخاب قرارداد و در نتیجه غرامت انتظاری و قیمت‌ها، بر اساس انتظارات افراد متفاوت خواهد بود. به عنوان مثال چنانچه فردی انتظار مواجه شدن با خرداد ماه

کشاورزان و سایر فعالان در بورس آب و هوا، مورد تغییر و تجدید نظر قرار گیرند. همچنین می‌توان پس از راه‌اندازی بورس آب و هوا، بر اساس نیاز فعالان و میزان استقبال آنان، قراردادهایی در بازه‌های زمانی مختلف و با سطوح مختلف شاخص توافقی و قیمت، طراحی و عرضه نمود.

جدول ۶- غرامت انتظاری و قیمت قراردادهای اختیار معامله دمایی شهر شیراز (ریال)

Table 6- Expected payoff and price of temperature based weather derivatives of Shiraz (Rials)

قرارداد/ محصول Option / Crop	Wheat گندم			Rice برنج		
	مدت قرارداد Contract in days	غرامت Payoff	قیمت Price	مدت قرارداد Contract in days	غرامت Payoff	قیمت Price
قرارداد ۱۱ option 1	12	0.89	0.54	16	1.35	0.70
قرارداد ۲ option 2	103	5.32	0.08	21	1.64	0.69
قرارداد ۳ option 3	29	0.24	0.07	11	0.99	0.63
قرارداد ۴ option 4	16	1.54	0.80	15	1.17	0.63
قرارداد ۵ option 5	16	0.39	0.20	12	1.54	0.94
قرارداد ۶ option 6	46	2.58	0.39	50	3.11	0.40

Source: Research findings مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- مشخصات قراردادهای اختیار معامله دمایی شهر شیراز

Table 7- Parameter of temperature based weather derivatives of Shiraz

مشخصات/قرارداد option / Parameter	ایستگاه Weather station	شاخص Index	نوع Type	دوره زمانی Period	سطح توافقی Strike	قیمت Price
قرارداد ۱ Option 1	شیراز Shiraz	GDD	Put	۲۰-۳۰ آبان Nov-11- 21	85	0.54
قرارداد ۲ Option 2	شیراز Shiraz	GDD	Put	۱ آذر- ۱۵ اسفند Nov. 22- March 6	387	0.08
قرارداد ۳ Option 3	شیراز Shiraz	GDD	Put	۱۶ اسفند- ۱۵ فروردین March7- Apr. 4	240	0.07
قرارداد ۴ Option 4	شیراز Shiraz	GDD	Put	۱۶- ۳۰ فروردین Apr.5-. 19	189	0.80
قرارداد ۵ Option 5	شیراز Shiraz	GDD	Put	۳۱ فروردین- ۱۵ اردیبهشت Apr. 20- May. 5	216	0.20
قرارداد ۶ Option 6	شیراز Shiraz	GDD	Put	۱۶ اردیبهشت- ۳۰ خرداد May. 6-Jun. 20	943	0.39
قرارداد ۷ Option 7	شیراز Shiraz	GDD	Put	۱۵- ۳۰ خرداد June 6- 20	267	0.70
قرارداد ۸ Option 8	شیراز Shiraz	GDD	Put	۳۱ خرداد- ۲۰ تیر June 21-july 11	391	0.69
قرارداد ۹ Option 9	شیراز Shiraz	GDD	Put	۲۱- ۳۰ تیر July 12-21	215	0.63
قرارداد ۱۰ Option 10	شیراز Shiraz	GDD	Put	۳۱ تیر- ۱۵ مرداد July 22-aug 6	286	0.63
قرارداد ۱۱ Option 11	شیراز Shiraz	GDD	Put	۱۶- ۲۷ مرداد Aug. 7-18	225	0.94
قرارداد ۱۲ Option 12	شیراز Shiraz	GDD	Put	۲۸ مرداد- ۱۵ مهر Aug. 19- oct7	741	0.40

Source: Oesearch findings مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بخش کشاورزی همواره در معرض ریسک‌های مختلف قرار داشته است. در این بین، ریسک ناشی از تغییرات آب و هوا، از جمله مواردی است که عملکرد و فعالیت در این بخش را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، کشاورزان یا مدیران واحدهای کشاورزی، از گزینه‌های حمایتی چندانی جهت مواجهه با این ریسک برخوردار نمی‌باشند. قراردادهای مبتنی بر شاخص‌های هواشناسی و قابل مبادله در بورس، از جمله ابزارهای نوینی به‌شمار می‌روند که از سال ۱۹۹۷، در بازارهای بورس مطرح دنیا معرفی شده‌اند و به سرعت مورد توجه محققان قرار گرفته و حجم زیادی از پژوهش‌های حوزه مدیریت ریسک را به خود اختصاص داده‌اند. با این حال در داخل کشور تاکنون بحث بورس آب و هوا و طراحی و قیمت‌گذاری قراردادهای مبتنی بر شاخص‌های هواشناسی، مطرح نشده است. لذا، در این پژوهش، ضمن معرفی ساز و کار بورس آب و هوا و قراردادهای اختیار معامله مبتنی بر شاخص‌های هواشناسی، به طراحی و قیمت‌گذاری قراردادهای اختیار خرید بر پایه دما در شیراز پرداخته شده است. بدین منظور شاخص GDD به عنوان یکی از شاخص‌های دمایی پرکاربرد در بخش کشاورزی، انتخاب شده است. شاخص GDD بر اساس داده‌های دمایی و طول دوره رشد محصولات گندم و برنج در شیراز، محاسبه و میزان این شاخص در بلند مدت به عنوان سطح توافقی شاخص (Strike)، منظور شده است. جهت قیمت‌گذاری قراردادهای مورد نظر نیز از روش شبیه‌سازی مبتنی بر داده‌های روزانه دمایی استفاده شده است. در نهایت، غرامت انتظاری و قیمت قراردادهای اختیار معامله طراحی شده، با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو، تعیین شده است. قراردادهای اختیار دمایی برای هر محصول بر اساس دوره‌های مختلف رشد محصولات، طراحی شده‌اند و از این رو دوازده بازه زمانی و در نتیجه دوازده قرارداد مختلف را شامل می‌شوند. بر اساس نتایج به دست آمده، ارتباط مثبت و معناداری بین میزان درجه حرارت دوره

منابع

- 1- Agricultural institution. 2015.
- 2- Alaton P., Djehiche B., and Stillberger D. 2002. On Modelling and pricing weather derivatives, Applied Mathematical Finance, 9(1): 1-20.
- 3- Alikhani F., Karbasi A., and Mozafari Mosen M. 2011. Effect of temperature and rainfall on wheat yield of Iran, Agricultural Economics and Development, 19(76): 143-166. (In Persian)
- 4- Antonis K., Alexandridis A., and Kampouridis M. 2013, A. Temperature forecasting in the concept of weather derivatives: a comparison between wavelet networks and genetic programming, Communications in Computer and Information Science, 383: 12-21.
- 5- Ashktorab N., Layani Gh., and Soltani Gh.R. 2015. Evaluation of the effects of climate change and government

- policies on yield and crop area of corn in Iran: Panel data approach, *Journal of Agricultural Economics and Development*, 29(1): 31-42. (In Persian)
- 6- Bae K.I., and Choung J.H. 2009. A study on the market price of weather risk in pricing weather derivatives. *Journal of Derivatives Korea*, 27(2): 49-66.
 - 7- Baojing S., and van Kooten G.C. 2012. Climate impacts on Chinese corn yields: a fractional polynomial regression model, working paper, Department of Economics, University of Victoria, Victoria.
 - 8- Baojing S., Guo C., and van Kooten G.C. 2013. Weather derivatives and crop insurance in China, working paper, Department of Economics, University of Victoria, Victoria.
 - 9- Chen J.H., Yang L.R., Suc, M.C., and Lina J.Z. 2010. A rule extraction based approach in predicting derivative use for financial risk hedging by construction companies, *Expert Systems with Applications*, 37(9): 6510-6514.
 - 10- Cheng H.T., and Capps O.J. 1988. Demand analysis of fresh and frozen finfish and shellfish in the United States, *American Journal of Agricultural Economics*, 70: 533-42.
 - 11- Chow G.C. 1960. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions, *Econometrica*, 28: 591-605.
 - 12- Eini Nargese H., Deihimfard R., Soufizadeh S., Haghighat M., and Nouri A. 2015. Prediction of climate change effects on wheat yield of Fars province using APSIM model. *Crop production publication*, 8(4): 203-224. (In Persian)
 - 13- Ender M., and Zhang R. 2015. Efficiency of weather derivatives for Chinese agriculture industry, *China Agricultural Economic Review*, 7(1): 102-121.
 - 14- Kapphan I. 2012. Weather risk management in light of climate change using financial derivatives, Ph.D dissertation of ETH Zurich.
 - 15- Lazo J.K., Lawson M., Larsen P.H., and Waldman D.M. 2011. US economic sensitivity to weather variability. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92: 709-720.
 - 16- Lee C.S., Jin Z.Z., and Song C.G. 2011. A study on pricing and risk evaluation of weather insurance based on multivariate temperature model. *Actuarial Studies*, 3(1): 83-106.
 - 17- Li L., and Zhang Y. 2012. The financial management of natural risks in agriculture, Dongbei University of Finance, Dongbei.
 - 18- Mahmoodi A., and Parhizkari A. 2016. Economic analysis of the climate change impact on production yield, cropping pattern and farmers gross margin (case study: Qazvin plain), *Growth and Development of Rural & Agricultural Economics*, Special Issue of Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research, 1(2): 25-40. (In Persian)
 - 19- Manfredo M.R., and Richards T.J. 2009. Hedging with weather derivatives: a role for options in reducing basis risk, *Applied Financial Economics*: 19:87-97.
 - 20- Momeni S., and Zibaei M. 2013. Potential effects of climate change on agriculture in Fars province. *Journal of Economic and Agricultural Development*, 3: 169- 179. (In Persian)
 - 21- Mushoff O., Odening M., and Xu W. 2011. Management of climate risks in agriculture – will weather derivatives permeate?, *Applied Economics*, 43: 1067-1077.
 - 22- Nadolnyak D., and Hartarska V. 2012. Agricultural disaster payments in the southeastern US: do weather and climate variability matter?, *Applied Economics*, 44: 4331 -4342.
 - 23- Norouzian M., Sabouhi M., and Parhizkari A. 2013. Economic analysis of climate change on cotton yield in selected provinces, *Agricultural Meteorology Journal*, 2(1): 93-99. (In Persian)
 - 24- Odening M., Mushoff O., and Xu W. 2007. Analysis of rainfall derivatives using daily precipitation models: opportunities and pitfalls, *Agricultural Finance Review*, 67(1): 135-156.
 - 25- Parhizkari A., Mozaffari M.M., and Hoseini Khodadadi. 2015. Economic analysis of climate change on yield of irrigated wheat in Shahrood watershed, 18: 88- 100. (In Persian)
 - 26- Pedroni P.L. 2004. Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the ppp hypothesis, *Econometric Theory*, 20(3): 597- 625.
 - 27- Schlenker W., and Roberts M. 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37): 15594-15598.
 - 28- Spicka J., and Hnilica J. 2013. A methodical approach to design and valuation of weather derivatives in agriculture, *Hindawi Publishing Corporation Advances in Meteorology*, 2: 1- 8.
 - 29- Spicka J. 2011. Weather derivative design in agriculture – a case study of barley in the Southern Moravia Region, *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 3: 53- 59.
 - 30- Xu W., Odening M., and Mußhoff O. 2008. Indifference pricing of weather derivatives. *American Journal of Agricultural Economics*, 90(4): 979-993.
 - 31- Zarkani F., Kamali Gh.A., and Chizari A.H. 2014. The effects of climate change on rain-fed wheat (case study: north Khorasan), *Journal of Agroecology*, 6(2): 301-310. (In Persian)



تعیین تاب‌آوری و پایداری واحدهای صنعتی گاوشیری شهرستان مشهد و حومه

لیلا حسنی^۱ - محمود دانشور کاخکی^{۲*} - محمود صبحی صابونی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۷

چکیده

استفاده بیش از حد از منابع طبیعی، تأثیرات نامطلوب فرآیند تولید بر محیط‌زیست و افزایش نگرانی در این زمینه، دلیل اصلی توجه به پایداری است. بنابراین، اقدام به ایجاد پایداری در فرآیند تولید برای اطمینان از تاب‌آوری و پایداری، امری ضروری است. هدف از این مقاله، دستیابی به یک استراتژی مناسب برای تولید بهینه با حداکثر تاب‌آوری و پایداری در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری است. از این‌رو، در این پژوهش، شاخص تاب‌آوری و پایداری از طریق ادغام شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی، تکنولوژیکی و سیاسی، و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی، طراحی و مدل‌سازی گردید. شاخص پیشنهادی در واحدهای صنعتی پرورش گاوشیری استان خراسان رضوی (شهرستان مشهد و حومه) در سال ۱۳۹۵ مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک هوشمند نشان داد که مدل پیشنهاد شده می‌تواند تاب‌آوری و پایداری تولید در واحدهای پرورش گاو شیری را بهبود و سبب کاهش روند تخریب محیط‌زیست ناشی از تولید گردد. همچنین، شاخص تاب‌آوری و پایداری به میزان ۰/۵ درصد و شاخص سودآوری حدود ۰/۲۳ درصد، افزایش، و انتشار گازهای گلخانه‌ای و شدت انرژی به ترتیب ۰/۰۹ درصد و ۰/۰۲ درصد، کاهش یافتند. مدل ارائه شده می‌تواند در زمینه‌های مختلف به‌منظور بهبود قابلیت تاب‌آوری و پایداری واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری و سایر سیستم‌های تولید استفاده شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود فاکتورهایی چون میزان تولید شیر و هزینه تمام شده یک لیتر شیر، به مدل پیشنهادی اضافه، تا امکان مدیریت همزمان عوامل اثرگذار بر تاب‌آوری و پایداری واحد تولیدی برای مدیر واحد (دامدار) فراهم گردد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم ژنتیک، الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی، شاخص تاب‌آوری و پایداری، واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری

مقدمه

جهانی یعنی، "توسعه دادن نیازهای فعلی بدون به‌خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهای خود"، است (۸).

دامپروری یک نوع از سیستم تولید است که نقش بسزایی در جوامع بشری، بهبود منابع از قبیل پروتئین، کود، سوخت و غیره دارد. در ایران، صنعت دامپروری یکی از مهمترین زیر بخش‌های کشاورزی و تولید کننده اساسی‌ترین مواد غذایی پروتئینی یعنی شیر و گوشت می‌باشد که هر ساله با توجه به افزایش جمعیت و نیاز آن‌ها به محصولات پروتئینی و لبنی، سیاستگذاران این عرصه را برآن داشته تا برنامه‌هایی جهت افزایش تولید شیر و گوشت اتخاذ نمایند (۲۵). بر اساس آخرین سالنامه‌ی آماری وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۴)، وضعیت جمعیت دام کشور (گوسفند، بره، بز، بزغاله، گاو و گوساله (اصیل، دورگ، بومی)، گاو میش و شتر)، بیش از ۷۶ میلیون رأس برآورد گردید که سهم استان خراسان رضوی از این آمار، بیش از ۸ میلیون رأس بوده است. با توجه به پتانسیل‌ها و قابلیت‌های بخش کشاورزی در استان خراسان رضوی از قبیل؛ بالا بودن سطح تولیدات دامی در استان، حضور فعال بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری در طرح‌های دامپروری، امکان گسترش صنایع تبدیلی و بسته‌بندی

تولید یک ضرورت حیاتی برای توسعه اقتصادی کشور است. در فرآیند تولید، مجموعه‌ای از ورودی‌ها به خروجی تبدیل می‌شوند و روند این تحولات، باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای، استفاده ناکارآمد از منابع موجود و غیره می‌گردد. براین اساس، محققان و دانشمندان تلاش‌هایی را برای کاهش اثرات نامطلوب فرآیندهای تولید انجام داده‌اند (۱۴). طی دو دهه گذشته، آگاهی از تاب‌آوری و پایداری و همچنین تلاش برای کاهش الگوهای نامناسب تولید، به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. از این‌رو در نظر گرفتن تاب‌آوری و پایداری سیستم‌های تولید ضروری است (۱۲). تاب‌آوری بیان می‌کند که یک سیستم تولیدی چطور می‌تواند در برابر خطرات ایستادگی کند و دوباره به حالت اولیه بازگردد (۱۷) و مفهوم پایداری بر اساس کمیسیون

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

(*) نویسنده مسئول:

(Email: daneshvar@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/jead2.v32i3.73994

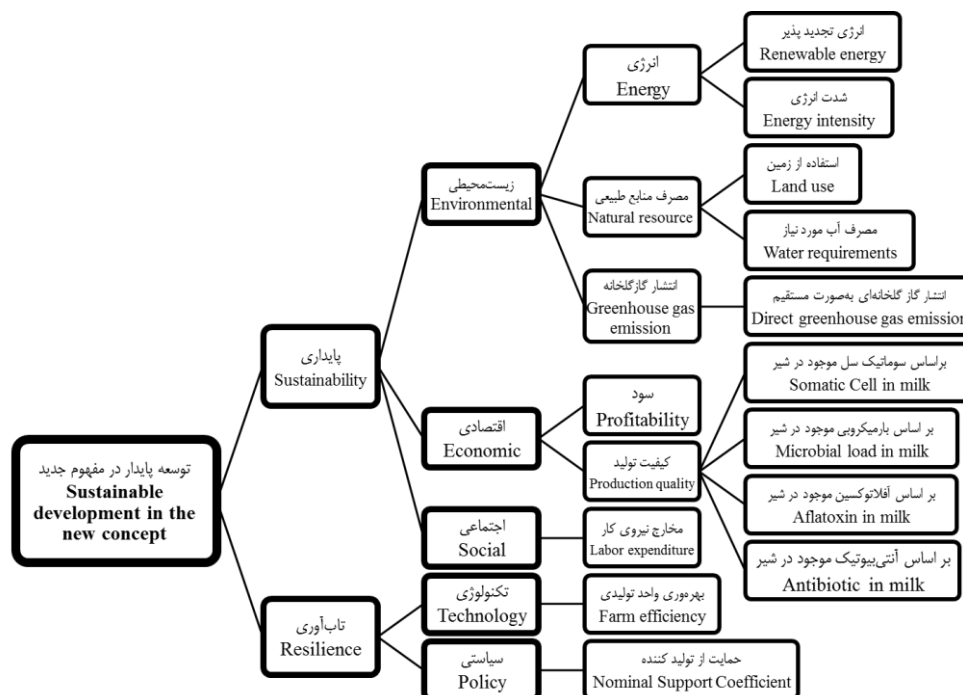
محصولات دامی با توجه به میزان بالای تولیدات و وجود برخی مشکلات و محدودیت‌هایی چون، شیوه‌های سنتی در تولید محصولات دامی، عدم تضمین خرید محصولات دامی، ناکافی بودن اجرای سیستم قرنطینه‌ای بهداشتی در امر کنترل تردد دام و فرآورده‌های دامی و همچنین، چالش‌ها و تهدیدهایی چون؛ عدم توجه به کشاورز و مهاجرت به شهر، عدم توجه به کیفیت محصولات دامی و همچنین، تنوع تولید با عملکرد و کیفیت بالا و هزینه تولید پایین، ایجاد فرصت شغلی و کاهش مهاجرت روستائیان، و مهم‌تر اینکه افزایش تولید به همراه حفظ محیط‌زیست، از جمله استراتژی‌هایی هستند که در نظام کشاورزی، سبب تقویت تاب‌آوری در تولید و توسعه کشاورزی و روستایی می‌گردند. تولیدات دامی و اثرات آن بر منابع طبیعی، یکی از ویژگی‌های غالب صنعت دامپروری در زمینه‌ی تاب‌آوری و پایداری است (۲۵)، اگرچه نقش دامپروری و پرورش گاوهای شیری در برنامه توسعه پایدار کشاورزی، به‌ویژه در تولید پایدار، در سراسر جهان کم اهمیت است (۳۸). با این حال، تقاضا برای محصولات دامی از یک سو، و تخریب محیط‌زیست به واسطه دام‌ها از قبیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، فرسایش خاک و غیره از سویی دیگر، منجر به توسعه مطالعات در مورد پایداری و تاب‌آوری در واحدهای دامپروری شده است. در این راستا، و با توجه به اهمیت و نقش تاب‌آوری در تحقق اهداف توسعه کشاورزی پایدار، در این پژوهش، شاخص‌های پایداری و تاب‌آوری و نقش آن‌ها در جهت دستیابی به نظام تولید پایدار در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری استان خراسان رضوی، در نظر گرفته شد. در جدول ۱، به مقایسه و بررسی برخی مطالعات پیشین در این زمینه پرداخته شده است. نکته قابل تأمل این است که، در همه‌ی مطالعات، تاب‌آوری و پایداری به صورت مجزا بررسی و مطالعه شده است. در حالی که، تاب‌آوری به صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست (۶) و تاکنون براساس حدس و گمان و تلفیق چند متغیر، ارائه شده است. مهم‌ترین مسأله در مورد قابلیت تاب‌آوری و پایداری و ارتباط آن با تاب‌آوری سیستم‌های کشاورزی، این است که آیا تاب‌آوری یا پایداری می‌توانند به عنوان یک ویژگی از یک سیستم در نظر گرفته شوند؟ و یا باید به عنوان یک فرآیند در نظر گرفته شوند. زیرا، اساساً هر دو واژه مخالف هم نیستند اما پیامدهای متفاوتی به لحاظ نظری و متدولوژیکی دارند (۶). بنابراین، تلفیق شاخص تاب‌آوری با پایداری و ارائه‌ی شاخص تاب‌آوری و پایداری به صورت توأم، ضروری است. بدین منظور، یک تابع هدف هوشمند جهت ایجاد تعادل بین سیستم‌های تولیدی و ابعاد تولید پایدار به منظور تحقق بخشیدن به مزایای اقتصادی و منافع زیست‌محیطی و غیره، الزام‌آور است.

براساس مقالات منتشر شده‌ی موجود، هیچ مطالعه‌ای در راستای تلفیق شاخص تاب‌آوری و پایداری با استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفه غیرخطی و الگوریتم‌های هوشمند در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری استخراج نشده است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر، مدل‌سازی شاخص تاب‌آوری و پایداری اتوماتیک برای گاوداری‌های صنعتی شیری است. زیرا این واحد تولیدی همانند سایر نظام‌های تولید، یکسری نهاده‌ها را دریافت و به ستانده تبدیل می‌کند و طی فرایند تولید، اثرات اقتصادی، زیست‌محیطی و غیره بر محیط اطرافش دارد (۱ و ۱۴). بنابراین، برای اطمینان از تاب‌آوری و پایداری گاوداری‌های صنعتی شیری و کاهش هرگونه اثرات جانبی ناشی از آن‌ها، برنامه‌ریزی آگاهانه امری حیاتی است. هدف کلاسیک، تنها به حداکثر رساندن سود اقتصادی این سیستم تولیدی توجه دارد که متعاقب آن، واحد گاوداری جهت بهینه نمودن پایداری تولید، قطعاً با مشکل برنامه‌ریزی مواجه می‌شود (۲۹). میزان مصرف منابع، و همچنین میزان تولید، توسط برخی از برنامه‌ریزی‌ها، تعیین می‌شوند. علاوه بر سازماندهی تولید، اکثر تصمیمات عملیاتی به منظور افزایش کارایی و عملکرد گاوداری‌های صنعتی شیری باید اعمال گردد. از جمله این تصمیمات می‌توان به میزان مصرف آب و انرژی، نیازهای تغذیه‌ای دام، کمیت خوراک دام، بهداشت، سلامت و بهره‌وری حیوان اشاره نمود (۲۹). این تصمیمات، جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، تکنولوژیکی و سیاستی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و بدین ترتیب، تاب‌آوری و پایداری واحد تولیدی را تعیین می‌نمایند. هدف از طراحی و مدل‌سازی شاخص تاب‌آوری و پایداری براساس الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی و الگوریتم‌های فراابتکاری در پژوهش حاضر این است که به مدیران واحدهای پرورش گاو شیری، کشاورزان و تصمیم‌گیران جهت تنظیم پارامترهای مناسب تولید و حداکثرسازی پایداری در تولید، کمک نماید. الگوی مفهومی مدل پیشنهادی در شکل ۱ آورده شده است.

به طور کلی هدف از این تحقیق، تعیین تاب‌آوری و پایداری گاوداری‌های صنعتی شیری، از طریق تلفیق جنبه‌های پایداری (اقتصادی، محیطی و اجتماعی) و تاب‌آوری (فن آوری و سیاست) است که به منظور برنامه‌ریزی در فرایند تولید پایدار ارائه خواهد شد. تنظیم پارامترهای عمده تولید هم‌چون هزینه و میزان خوراک دام، مصرف انرژی و غیره، تعیین‌کننده اصلی تاب‌آوری و پایداری در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری هستند. این مطالعه به طور سیستماتیک می‌تواند به برنامه‌ریزی و بهبود فعالیت‌های تولید پایدار در گاوداری‌های صنعتی شیری کمک نماید.

جدول ۱- خلاصه‌ای از مطالعات پیشین
 Table 1- The summary of previous studies

عنوان مطالعه Research title	روش تحقیق Methods	نتایج بدست‌آمده Results	رفرنس References
تاب‌آوری واحدهای گاوشیری هلند The resilience of Dutch dairy farms.	مدل‌های سیستمی System models	این مدل‌ها نیروهای تثبیت کننده و بی‌ثبات کننده، متغیرهای در حال تغییر و آستانه‌ها را جهت ایجاد تاب‌آوری یک سیستم تولید را تعیین می‌کنند. و در نهایت، آن‌ها دریافتند که این مدل‌ها می‌توانند مفید باشند. These models identify stabilizing and destabilizing forces, the changing variables, and thresholds that determine the resilience of a system. So, they found these models are beneficial.	(۳۵)
طراحی ساختار کلی جهت درک تاب‌آوری Design the fundamental structure to understand a resilience	سیستم - تهدید + راهبردهای سازگاری $\leq$ حد آستانه System - Threat + Adaptive Strategy $\geq$ Threshold.	سیستم زیر حد آستانه نباید باشد. در اینجا، سیستم همان واحد تولیدی، تهدید به معنی نگرانی و آسیب‌پذیری؛ استراتژی انطباق منابع را در حفظ یا تغییر سیستم به حالت پایدار نشان می‌دهد که بر اساس مدیریت ریسک استفاده می‌شود و آستانه، نقطه تغییرات سیستم را به صورت کیفی نشان می‌دهد. The system should not be below the threshold. "Where System expressed the farm, etc.; Threat means the concerns and vulnerabilities; Adaptive Strategy shows resources at maintaining or shifting the system to a steady state that used based on risk management; and, Threshold illustrates the point of system changes qualitatively."	(۱۷)
ارزیابی مفهوم تاب‌آوری مدیریت مزرعه در مواجهه با عدم قطعیت اقتصادی و تغییرات آب و هوایی Examination the concept of farm management resilience in the face of economic uncertainty and climate change	شاخص‌های سیاستی Policy index	تاب‌آوری مزارع با اقدامات سیاسی می‌تواند تقویت و یا نابود شود. The farm resilience can be reinforced or destroyed by policy measures.	(۹)
ارزیابی پایداری در تولید شیر پاستوریزه Evaluation of the sustainability of pasteurized milk production	ارزیابی چرخه زندگی LCA	نتایج حاکی از این است که، خوراک دام از لحاظ مصرف انرژی، اثرات زیست‌محیطی و هزینه‌های اقتصادی نقطه‌ای داغ در فرایند تولید شیر پاستوریزه است. The results clearly demonstrate that the feed production stage was the hot spot in pasteurized milk production in terms of energy consumption, environmental burdens, and economic costs.	(۳۰)
توسعه‌ی اندازه‌گیری پایداری برای شرکت‌های کوچک و متوسط Development a sustainability measure for small and medium-sized enterprises (SMEs)	براساس ابزار پایداری تعریف شده برای این شرکت‌ها Based on a holistic sustainability assessment tool for manufacturing SMEs	این ابزار در سطح کارخانه قابل اجرا است، پشتیبانی تصمیم برای بهبود را فراهم می‌کند و مقایسه در بین صنعت را ایجاد می‌نماید. The tool is applicable on a factory level with reasonable effort, provides decision support for improvements and enables a cross-industry comparison.	(۳۴)
ارزیابی پایداری صنعت پتروشیمی در مالزی Assessment the sustainability of petrochemical industry in Malaysia	چارچوب LCSP و راهنمای GRI LCSP framework and GRI guidelines	نتایج نشان داد که اکثر شاخص‌های نظارت شده مربوط به هماهنگی، عملکرد و اثرات زیست‌محیطی هستند و شاخص‌های محصولات و خدمات ضعیف در نظر گرفته شده بودند. Results indicate that the majority of the indicators monitored are related to compliance, performance and environmental impacts. The products and services indicator was weakly.	(۳۲)
تعیین پایداری صنعت پتروشیمی و تولید پایدار مخلوط Determination of sustainability of petrochemical industry and optimal products mix.	توسعه برنامه‌ریزی ریاضی خطی چندهدفه با عدد صحیح By developing a multi-objective mixed integer linear programming.	نتایج نشان از پایداری عملکرد واحد تولیدی براساس الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی است. The results showed the performance of a manufacturing unit can be sustainable using the mathematical programming.	(۱، ۱۴)
ارزیابی تاب‌آوری مدیران واحدهای گاوشیری در انگلستان برای مقابله با بیماری‌های دهان و دندان. Evaluation the resilience of dairy farmers in the UK coping with foot-and-mouth disease.		نحوه رویارویی با شوک را آزمون نمودند. It has been resilience studies of how farms cope with the shock	(۱۶)
بررسی حفظ مقاومت مدیران پرورش گاو گوشتی در فرانسه در برابر تغییرات بازار و نوسانات آب و هوایی Examination how French beef farmers maintain their resilience in the face of market variations and climatic fluctuations		نحوه رویارویی با شوک را آزمون نمودند. It has been resilience studies of how farms cope with the shock	(۳)



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی شاخص تاب‌آوری و پایداری در مدل پیشنهادی

Figure 1- Hierarchical structure of resilience and sustainability indicator in proposed model

مواد و روش‌ها

تعدادی از ابزارهای ارزیابی تاب‌آوری و پایداری به منظور اجرای برنامه‌های کاربردی در سطح مزرعه وجود دارند. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) و موسسه ملی استاندارد و فناوری (NIST) مجموعه ابزارهای پایدار و تاب‌آور را توسعه داده‌اند. این ابزار، شاخص‌های طبقه‌بندی شده بر اساس ورودی، عملیات و خروجی یک فرآیند تولید را ارائه می‌دهد. مجموعه‌ای از شاخص‌های قابل اندازه‌گیری و آسان برای دسترسی به داده‌ها، یکی از مزایای استفاده از این ابزار است (۳۷). مدل پیشنهادی مطالعه حاضر، بر اساس این مجموعه ابزار، ایجاد شده است. مطابق شکل ۱، تابع هدف، متشکل از ابعاد پایداری و تاب‌آوری است و حداکثرسازی آن مدنظر می‌باشد. ابعاد تابع هدف، از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند زیرا دارای ساختار سلسله مراتبی با ارزشی بین صفر و یک می‌باشند، لذا با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، به هر زیرشاخص، وزنی تخصیص داده شد که در ادامه به جزئیات آن پرداخته شده است. ارزش یک به معنای پایداری کامل در فرآیند تولید است.

معادلات (۱) تا (۵) به ابعاد زیست‌محیطی اشاره دارند که از سه جنبه انرژی، مصرف منابع طبیعی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بحث شده است. انرژی از طریق دو زیرشاخص، انرژی تجدیدپذیر (معادله ۱) و شدت انرژی (معادله ۲) ارائه شده است. یک واحد گاو‌داری صنعتی شیری، هم "مصرف کننده انرژی" است و هم "تولید کننده

انرژی" (۳۷). نهاده‌های ورودی جهت "مصرف" انرژی در گاو‌داری‌های شیری شامل سوخت، ماشین‌آلات، الکتریسیته، خوراک دام و نیروی انسانی و نهاده‌های خروجی یا به عبارتی دیگر انرژی "تولید شده" از مصرف نهاده‌های ورودی، شامل شیر و کود تولید شده، گوساله متولد شده و گوشت گاوهایی که به کشتارگاه هدایت می‌شوند، است (۲۹) و بدان معنی است که؛ انرژی معادل آن‌ها در نظر گرفته شده است. مقدار انرژی هر نهاده و ستانده و فرمول نحوه محاسبه انرژی معادل آن‌ها، به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

از منابع تجدیدپذیر انرژی در گاو‌داری‌های صنعتی شیری می‌توان به انرژی معادل خوراک دام و نیروی انسانی اشاره نمود (۲۹). بنابراین بر اساس معادله (۱) انرژی تجدیدپذیر توسط نسبت انرژی تجدیدپذیر به کل انرژی مصرف شده در تولید ارزیابی می‌شود. انرژی یک عامل حیاتی در فرآیند تولید است. مقدار انرژی لازم برای تولید کالای معین در کشورهای مختلف راه، شدت انرژی گویند. بنابراین، معادله (۲) براساس نسبت ارزش حامل‌های انرژی به ارزش کل نهاده‌های ورودی در فرآیند تولید، طراحی گردید. هر چه انرژی بیشتر مصرف گردد، عملیات تولید از تاب‌آوری و در نهایت از پایداری کمتر برخوردار خواهد بود. بنابراین، این نسبت از یک کسر گردید تا این اطمینان حاصل شود که یک واحد افزایش از ارزش شاخص به سمت پایداری خواهد بود.

جدول ۲- محتوای انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی در گاوداری‌های شیری

Table 2- Energy content of inputs and outputs in dairy farms

منبع References	محتوای انرژی (MJ/unit) Energy content	واحد Unit	نهاده‌های انرژی Energy input and output
			نهاده‌های ورودی Input
(19)	1.96	ساعت H	نیروی انسانی Labor
(15)	9-10	کیلوگرم kg	ماشین‌آلات Machinery
(15)	8-10	کیلوگرم kg	وزن تراکتور Weight of tractor
(15)	64.8	کیلوگرم kg	تجهیزات ثابت Fix equipment
(15)	64.8	کیلوگرم Kg	موتور الکتریکی Electronic motor
			سوخت Fuel
(15)	47.8	لیتر L	گازوئیل Diesel
(15)	49.5	متر مکعب m ³	گاز Gas
(15)	46.3	لیتر L	بنزین Gasoline
(18)	11.93	کیلووات ساعت kWh	الکتریسیته Electricity
			خوراک دام Feed
(20)	6.3	کیلوگرم kg	کنسانتره Concentrate
(26)	2.2	کیلوگرم kg	سیلاژ ذرت Silage
(21)	1.5	کیلوگرم kg	یونجه Alfalfa
(29)	12.5	کیلوگرم Kg	کاه Straw
			نهاده‌های خروجی Output
(29)	3.5	کیلوگرم kg	شیر Milk
(13)	6.5	کیلوگرم kg	گوساله Calf
(13)	9.22	کیلوگرم kg	گوشت Meat
(22)	303.1	متر مکعب m ³	کود Cow manure

جدول ۳- نحوه محاسبه انرژی معادل نهاده‌های ورودی و خروجی در گاوداری‌های شیری
Table 3- Formulas for calculating equivalent energy inputs and outputs of dairy farms

انرژی معادل Equivalent energy	روابط محاسبه انرژی Formulas	توضیحات Discussions
انرژی معادل سوخت Equivalent Energy of fuel consumption	$E_f = F_c \times E_{c,f}$	E_f : انرژی معادل مصرف سوخت (مگاژول). F_c : میزان سوخت مصرفی (لیتر یا مترمکعب). $E_{c,f}$: محتوای انرژی یک واحد سوخت (مگاژول بر لیتر). E_f : Equivalent energy of fuel consumption (MJ). F_c : Amount of fuel consumed (L). $E_{c,f}$: Unit fuel energy content (MJ/L). E_{elec} : انرژی معادل مصرف الکتریسیته (مگاژول). E_{el} : میزان برق مصرفی (کیلووات ساعت). $E_{c,el}$: محتوای انرژی یک واحد الکتریسیته (مگاژول بر کیلووات ساعت). E_{elec} : Equivalent energy of electricity consumption (MJ). E_{el} : Amount of electricity consumed (kWh). $E_{c,el}$: Unit electricity energy content (MJ/kWh).
انرژی معادل الکتریسیته Equivalent Energy of electricity consumption	$E_{elec} = E_{el} \times E_{c,el}$	E_{el} : انرژی معادل نیروی انسانی (مگاژول). N_{la} : تعداد نیروی کار (نفر). h : ساعت کار (ساعت). $E_{c,la}$: محتوای انرژی به ازای هر فرد (مگاژول به نفر). E_{la} : Equivalent energy of labor work (MJ). N_{la} : Number of labor workers. h : Hours work (h). $E_{c,la}$: Unit labor energy content (MJ/per person).
انرژی معادل نیروی انسانی Equivalent Energy of labor consumption	$E_{la} = N_{la} \times h \times E_{c,la}$	E_m : انرژی معادل ماشین آلات (مگاژول). W_m : وزن ماشین آلات (کیلوگرم). $E_{c,m}$: محتوای انرژی یک کیلوگرم ماشین (مگاژول بر کیلوگرم). E_m : Equivalent energy of machine (MJ). W_m : Mass of machine (kg). $E_{c,m}$: Unit machine energy content (MJ/kg).
انرژی معادل ماشین آلات Equivalent Energy of machinery consumption	$E_m = W_m \times E_{c,m}$	E_N : انرژی معادل مصرف خوراک دام (مگاژول). W_N : میزان خوراک مصرفی (کیلوگرم). $E_{c,N}$: محتوای انرژی یک کیلوگرم خوراک (مگاژول بر کیلوگرم). E_N : Equivalent energy of feed consumption (MJ). W_N : Feed consumed (kg). $E_{c,N}$: Unit feed energy content (MJ/kg).
انرژی معادل خوراک دام Equivalent Energy of feed consumption	$E_N = W_N \times E_{c,N}$	E_{ou} : انرژی معادل نهاده‌های تولید شده در گاوداری شیری عبارتند از: شیر، گوساله، کود و گوشت (مگاژول). W_{ou} : میزان تولید هر نهاده (کیلوگرم یا مترمکعب). $E_{c,out}$: محتوای انرژی یک واحد از هر نهاده تولیدی (مگاژول بر کیلوگرم یا مترمکعب). E_{ou} : Equivalent energy of output production including: Milk, Calf, Meat & Cow manure (MJ). W_{ou} : Output production (kg). $E_{c,kg}$: Unit output energy content.
انرژی معادل تولیدات در گاوداری Equivalent Energy of farm outputs	$E_{ou} = W_{ou} \times E_{c,out}$	ER : نسبت انرژی (درصد). ER : energy ratio (%) E_{out} : انرژی "تولید شده" (مگاژول). E_{out} : energy equivalent output (MJ). E_{in} : انرژی "مصرف شده" (مگاژول). E_{in} : energy equivalent input (MJ). Y : عملکرد شیر تولید شده (لیتر). Y : Yield of milk production (L). EP : بهره‌وری انرژی (مگاژول). EP : energy productivity (MJ). NEG : بازده خالص انرژی (مگاژول). NEG : net energy gain (MJ).
نسبت انرژی Energy ratio	$ER = E_{out} / E_{in}$	
بهره‌وری انرژی Energy productivity	$EP = Y / E_{in}$	
بازده خالص انرژی Net energy gain	$NEG = E_{out} - E_{in}$	

ارزیابی خواهند شد.

شاخص اجتماعی با در نظر گرفتن مخارج نیروی کار به کل هزینه‌های تولید در واحدهای گاوداری شیری (معادله ۱۱) بدست می‌آید. تعیین مقیاس کارایی اقتصادی واحد گاوداری به‌عنوان زیرشاخص تکنولوژی در نظر گرفته شد که از تفاضل میزان کارایی هر واحد با حداقل‌ترین کارایی بر حداکثرترین واحد (معادله ۱۲) بدست می‌آید. شاخص سیاستی، آخرین بُعد از ابعاد شاخص تاب‌آوری و پایداری است. حمایت از تولیدکننده یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها برای نشان دادن ارزش ناخالص سالانه‌ی یارانه‌ها است که توسط مصرف‌کنندگان و مالیات‌دهندگان به تولیدکنندگان پرداخت می‌شود (۱۱). شاخص برآورد حمایت از تولیدکننده^۱، ضریب کمک اسمی^۲ و ضریب حمایت اسمی^۳ انواع شاخص‌های ارزیابی حمایت از تولیدکننده هستند که در این مطالعه ضریب حمایت اسمی (معادله ۱۳) در نظر گرفته شد. ضریب حمایت اسمی تولیدکننده براساس نسبت متوسط قیمت دریافتی تولیدکنندگان (برحسب قیمت‌های داخلی) به قیمت دریافتی بر حسب قیمت مرزی محاسبه می‌شود. بنابراین اگر ضریب حمایت اسمی تولیدکننده "یک" باشد، نشان می‌دهد که حمایت دولت از تولیدکننده مناسب است.

هر کدام از ابعاد اشاره شده، اهمیت و اولویت متفاوتی در فرآیند تولید پایدار دارند. براین اساس، طبق نظر خبرگان امر و تکمیل پرسشنامه، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزار Expert choice 11، وزنی به هر کدام از اهداف تخصیص داده شد. صحت روش مذکور از طریق نسبت ناساگاری ($\frac{CI}{RI}$) محاسبه می‌گردد. که CI شاخص ثابت و RI شاخص تصادفی است و ارزش آن بسته به تعداد معیارهایی دارد که مورد قیاس قرار گرفته است. RI شاخص پایداری را وقتی ورودی‌های ماتریس مقایسه به‌طور کامل^۴ تصادفی هستند، معنی‌دار می‌نماید. مقایسه دودویی پایدار با فرض اینکه $\frac{CI}{RI}$ کمتر از یک دهم ($0/1$) باشد، پذیرفته می‌شود و در غیر این‌صورت، فرآیند تکمیل پرسشنامه باید تجدید گردد (۳۱). ساختار ۵ رکن اصلی شاخص تاب‌آوری و پایداری، بعد از تعیین وزن، مطابق معادلات (۱۴) تا (۱۸) می‌باشد. این معادلات به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که مجموعه‌ای از متغیرهای تصمیم و وزن مربوط به هر مجموعه را شامل می‌شود. و بدان معنا است که به‌طور همزمان، علاوه بر دستیابی به یک مجموعه کارآمد از متغیرهای تصمیم، امکان بهبود وزن‌های تخصیص داده شده هم، وجود دارد. بر این اساس از مفهوم میانگین هندسی وزنی و معیار درجه دوم، جهت تشکیل تابع هدف، استفاده

طی دهه‌های اخیر گسترش روز افزون تقاضای محصولات دامی، ضرورت استفاده از زمین را تشدید نموده است، از طرفی هر گونه نصب و راه‌اندازی تسهیلات، بر طبیعت و تنوع زیستی اثر می‌گذارد. بنابراین جهت حفظ طبیعت، بهره‌وری استفاده از زمین در تولید دام‌ها بسیار مهم است (۲۳). معادله (۳) با به حداقل رساندن نسبت زمین مورد نیاز برای ایجاد یک واحد پرورش گاو شیری به زمین مورد استفاده بدست می‌آید. آب برای پرورش دام و تولیدات دامی، حیاتی است و باید به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر از مدیریت منابع آب کشاورزی مورد توجه قرار گیرد (۳۳). نسبت آب آشامیدنی مورد نیاز برای گاوداری‌های شیری و گاو شیرده، مطابق با استانداردهای شورای تحقیقات ملی کشاورزی و منابع طبیعی آمریکا (NRC)، نسبت به کل مصرف آب، در معادله (۴) نشان داده شده است. انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن (CO_2)، متان (CH_4) و اکسید نیتروس (N_2O) طی فرآیند تولید، به‌عنوان یک عنصر از شاخص تاب‌آوری و پایداری در مطالعه حاضر، در نظر گرفته شد که مطابق معادله (۵) محاسبه خواهد شد. CO_2 منتشر شده از طریق مصرف سوخت و برق در واحدهای پرورش گاو شیری و براساس معادل دی‌اکسیدکربن ($Kg\ CO_2\ eq$) محاسبه می‌شود. انتشار گاز متان، حاصل فعالیت‌های زیستی دام است که از تخمیر میکروبی مواد خوراکی در شکمبه و کود تولیدی می‌باشد و اکسید نیتروس هم از انباشت کود تولیدی دام منتشر می‌شود. اثر انتشار گاز متان، ۲۵ برابر و اکسید نیتروس ۳۰۰ برابر دی‌اکسیدکربن است (۲۸). به‌منظور سهولت در محاسبه، میزان انتشار گاز متان و اکسید نیتروس به معادل CO_2 تبدیل شدند. شاخص اقتصادی برای واحدهای پرورش گاو شیری با توجه به داده‌های مربوط به سودآوری و فاکتورهای کیفیت در تولید شیر، ارزیابی می‌شود. تفاوت بین درآمد حاصل از فروش تولیدات و هزینه‌ی فرصت نهاده‌های مصرفی را سود اقتصادی گویند (۳۶)، بنابراین سودآوری، توانایی یک واحد تولیدی در دستیابی به سود است (۲۷). روش‌های مختلفی جهت محاسبه و ارزیابی شاخص سودآوری تعریف و ارائه گردیده است. در این مطالعه، نسبت سودآوری واحدهای گاوشیری از طریق نسبت هزینه‌های کل به درآمد کل مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت که در معادله (۶) به آن اشاره شده است. مدیریت کیفیت محصول، اهمیت استراتژیک جدیدی را طی دهه گذشته به ارمغان آورده است که موجب شده است مصرف‌کنندگان با انتخاب قیمت مشابه و محصولات با کیفیت مواجه شوند (۲۴). بنابراین، در نظر گرفتن فاکتورهای کیفیت تولید شیر در واحدهای پرورش گاو شیری، به‌عنوان ابعاد شاخص اقتصادی، امری ضروری است. به‌منظور محاسبه بار میکروبی، آفلاتوکسین، آنتی‌بیوتیک و سلول‌های سوماتیک سل موجود در شیر، مقدار هر عامل براساس آزمایش شیر و کنترل کیفیت، از طریق معادله (۷) تا معادله (۱۰)

1- PSE (Producer Support Estimate)

2- NAC (Nominal Assistance Coefficient)

3- NPC (Nominal Protection Coefficient)

محدودیت/اقلام غذایی: به منظور دستیابی به تاب‌آوری در واحدهای صنعتی گاو شیری، توجه به تغذیه‌ی دام‌ها ضروری است. واحدی سودآور خواهد بود که جیره غذایی متناسب با نیازهای یک گاو شیری را با حداقل هزینه تأمین نماید. این محدودیت در معادله (۲۰) بیان شده است، برای هر ماده غذایی، بازه‌ای لحاظ گردید تا این اطمینان حاصل شود که؛ حداقل نیازهای یک گاو شیرده اعم از انرژی، پروتئین، کلسیم، فسفر و ماده خشک به تفکیک هر گروه گاو نماینده در مدل، مطابق نظر متخصصین علوم دام و انجمن تحقیقات ملی آمریکا، برآورده می‌گردد.

محدودیت مصرف حامل‌های انرژی و ساعت نیروی کار: این محدودیت (معادله ۲۱) بیان‌کننده مصرف حامل‌های انرژی و ساعت نیروی کار به‌ازای هر راس گاو شیری در مدل پیشنهادی است.

محدودیت کران متغیرها: معادله (۲۲) این اطمینان را می‌دهد که مقدار هر زیرشاخص نمی‌تواند از حداکثر میزان مجاز خود، "یک"، بیشتر باشد.

محدودیت تعداد دام: معادله (۲۳) بیان می‌دارد، مجموع هر گروه از دام‌های حاصل از فرآیند بهینه‌سازی، حداقل به تعداد دام‌های موجود در نمونه‌های مورد مطالعه و حداکثر تا ۱۵ درصد بیش از تعداد موجود در نمونه باشند. همچنین نسبت تولد گوساله و گاوهای حذفی در گله، مطابق استاندارد گاوداری، در نظر گرفته شده است.

محدودیت کود تولیدی: بر اساس نظر کارشناسان تغذیه نشخوارکنندگان، ۰٫۳ از جیره غذایی خورنده شده به دام، تبدیل به کود می‌گردد، لذا این محدودیت طبق معادله (۲۴) اطمینان می‌دهد که میزان کود تولیدی برابر با ۰٫۳ مجموع اقلام غذایی بدست آمده در مدل خواهد بود. معادله (۲۵) بیان می‌کند که مجموع وزن‌های تخصیص داده شده به هر هدف برابر با یک خواهد بود. معادله (۲۶) عدد صحیح بودن تعداد دام‌ها و معادله (۲۷) به غیرمنفی بودن تمام متغیرهای تصمیم اشاره دارد.

گردید. زیرا هر مجموعه دارای ویژگی چندگانه بوده و طیف‌های گوناگون عددی را دارا می‌باشند. همچنین، جهت اندازه‌گیری تغییرات تفاوت‌های زوجی در نقاط داده برای مجموعه دودویی، از معیار درجه دوم استفاده می‌شود (۵). بنابراین، برای رسیدن به نتیجه‌ای که نشان‌دهنده اندازه‌گیری تاب‌آوری و پایداری است، تابع هدف مطابق معادله (۱۹) توسعه داده شد. وزن‌های تخصیص داده شده در مدل پیشنهادی از اهمیت بالایی برخوردار هستند، لذا، محدودیت وزن‌ها به‌صورت جریمه به تابع هدف اضافه گردید. زیرا، نقطه‌ای که شرط را رعایت نکند اما نزدیک نقطه بهینه باشد اطلاعات بسیار مفیدتری از نقطه‌ای که از بهینگی دور باشد اما شرط را رعایت کند ارائه خواهد داد (۱۰). همچنین، حداکثرسازی تابع هدف مورد انتظار است که مطابق جدول ۴، حداکثر مقدار ممکن برای آن، "یک" است، که تاب‌آوری و پایداری کامل را نشان می‌دهد. علائم اختصاری مدل پیشنهادی در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴- تعیین سطح شاخص تاب‌آوری و پایداری
Table 4- Determination resilience and sustainability indicator levels

ارزش شاخص تاب‌آوری و پایداری	سطح شاخص تاب‌آوری و پایداری
Value of resilience and sustainability	Level of resilience and sustainability
کمتر از ۰/۶	کم
$I_{Re\&S} < 0.6$	Low
بین ۰/۶ و ۰/۸	متوسط
$0.6 \leq I_{Re\&S} \leq 0.8$	Middle
بالای ۰/۸	بالا
$I_{Re\&S} > 0.8$	High

هشت نوع مجموعه محدودیت در مدل پیشنهادی در نظر گرفته شد، عبارتند از:

جدول ۵- علائم اختصاری در مدل پیشنهادی

Table 5- Nomenclature of model

شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها Indicator and sub-indicator					
I_{EN} :	شاخص زیست محیطی Environmental indicator	$I_{EN_e_re}$:	انرژی تجدیدپذیر Renewable energy	$I_{EC_Q_SCC}$:	سلول‌های سوماتیک Somatic cell count
I_{EC} :	شاخص اقتصادی Economic indicator	$I_{EN_e_int}$:	شدت انرژی Intensity Energy	$I_{EC_Q_MC}$:	بار میکروبی Microbial load
I_{SC} :	شاخص اجتماعی Social indicator	$I_{EN_resurc_Land}$:	استفاده از زمین Land use	$I_{EC_Q_AF}$:	آفلاتوکسین Aflatoxin
I_{Tech} :	شاخص تکنولوژی Technology indicator	$I_{EN_resurc_WU}$:	مصرف آب Water use	$I_{EC_Q_AN}$:	آنتی‌بیوتیک Antibiotic
I_{Policy} :	شاخص سیاستی Policy indicator	$I_{EN_GHG_D}$:	انتشار مستقیم گاز گلخانه Direct GHG	I_{SC_exp} :	مخارج نیروی کار Labor expenditure
$I_{Re\&S}$:	شاخص تاب‌آوری و پایداری Resilience and sustainability indicator	I_{EC_Profit} :	سودآوری Profitability	I_{Tech_effi} :	کارایی واحد تولیدی Farm efficiency
		Ral :	شاخص تصادفی Random indicator	I_{Policy_NPC} :	ضریب حمایت اسمی NPC
متغیرهای تصمیم Decision variables					
a :	یونجه Alfalfa	la :	نیروی کار Labor	$elec$:	برق Electricity
cs :	سیلاژ ذرت Corn Silage	D :	گازوئیل Diesel	hmc :	گاوپر شیر High milk cow
ws :	کاه Wheat strew	gas :	گاز Gas	mmc :	گاو متوسط شیر Middle milk cow
co :	کنسانتره Concentrate	G :	بنزین Gasoline	lmc :	گاو کم شیر Low milk cow
				cal :	گوساله Calf
				dc :	گاو خشک Dry cow
				$manure$:	کود Cow manure
				w 1, ..., 13 :	وزن برای هر شاخص Weighted per indicator
پارامترها Parameters					
C_a : (MJ/kg)	محتوی انرژی یونجه Energy content of Alfalfa	p_a :	قیمت یونجه Price of Alfalfa (IRR)		
C_{cs} : (MJ/kg)	محتوی انرژی سیلاژ ذرت Energy content of Corn Silage	p_{cs} :	قیمت سیلاژ ذرت Price of Corn Silage (IRR)		
C_{ws} : (MJ/kg)	محتوی انرژی کاه Energy content of Wheat strew	p_{ws} :	قیمت کاه Price of Wheat strew (IRR)		
C_{co} : (MJ/kg)	محتوی انرژی کنسانتره Energy content of Concentrate	p_{co} :	قیمت کنسانتره Price of Concentrate (IRR)		
C_{la} : (MJ/hours)	محتوی انرژی نیروی انسانی Energy content of labor	p_{la} :	دستمزد نیروی کار Salary of Labor (IRR)		
C_D : (MJ/liter)	محتوی انرژی گازوئیل Energy content of diesel	p_D :	قیمت گازوئیل Price of Diesel (IRR)		
C_{gas} : (MJ/m ³)	محتوی انرژی گاز Energy content of gas	p_{gas} :	قیمت گاز Price of gas (IRR)		
C_G : (MJ/liter)	محتوی انرژی بنزین Energy content of gasoline	p_G :	قیمت گازوئیل Price of Gasoline (IRR)		
C_{elec} : (MJ/kWh)	محتوی انرژی برق Energy content of electricity	p_{elec} :	قیمت برق Price of electricity (IRR)		
$Total\ land$:	کل زمین استفاده شده در مطالعه (مترمربع) Total land usage across study (m ²)	$Land$:	زمین مورد نیاز برای هر دام Land needed per dairy cow (m ²)		
$Total\ Water$:	کل آب مورد استفاده در مطالعه Total water usage across study (liter)	WU :	آب مورد نیاز برای هر دام Water needed per dairy cow (liter)		
SCC :	سلول‌های سوماتیک Somatic cell count in milk	GHG_D :	انتشار گاز گلخانه از طریق گازوئیل GHG Emission by Diesel (kg CO ₂)		
MC :	بار میکروبی Microbial load in milk	GHG_{gas} :	انتشار گاز گلخانه از طریق گاز GHG Emission by gas (kg CO ₂)		
AN :	آنتی‌بیوتیک Antibiotic	GHG_G :	انتشار گاز گلخانه از طریق بنزین		

AF :	Antibiotic in milk آفلاتوکسین در شیر	GHG_{elec} :	GHG Emission by Gasoline (kg CO ₂) انتشار گاز گلخانه از طریق برق
$effi_{farm}$:	Aflatoxin in milk کارایی واحد دامی	GHG_{hmc} :	GHG Emission by electricity (kg CO ₂) انتشار گاز گلخانه از طریق گاوپر شیر
min_{effi} :	Farm efficiency حداقل کارایی از دامداری	GHG_{mmc} :	GHG Emission by High milk cow (kg eq. CO ₂) انتشار گاز گلخانه از طریق گاو متوسط شیر
max_{effi} :	Minimum efficiency of farm حداکثر کارایی از دامداری	GHG_{lmc} :	GHG Emission by middle milk cow (kg eq. CO ₂) انتشار گاز گلخانه از طریق گاو کم شیر
$Total\ cost$:	Maximum efficiency of farm کل هزینه های دامداری	Q_p :	GHG Emission by Low milk cow (kg eq. CO ₂) کیفیت شیر تولیدی
Rev_{milk} :	Total cost across farm (IRR) درآمد حاصل از شیر	p_d :	Quantity of milk production (liter) قیمت داخلی شیر
Rev_{calf} :	Revenue of milk (IRR) درآمد حاصل از گوساله	p_{ab} :	Domestic price of milk (IRR) قیمت خارجی شیر
Rev_{dc} :	Revenue of calf (IRR) درآمد حاصل از گاو خشک	We_I :	Abroad price of milk (IRR) وزن تخصیصی برای هر شاخص
Rev_{manure} :	Revenue of dry cow (IRR) درآمد حاصل از کود	$\omega \& \lambda$:	Weight per indicator پارامترهای تصادفی
lb :	Revenue of manure (IRR) حد پایین در محدودیت ها	ub :	Random parameter حد بالا در محدودیت ها
	Lower bound in constraint		Upper bound in constraint

$$I_{EN_e_re} = \frac{hmc (c_a a_{hmc} + c_{cs} cs_{hmc} + c_{ws} ws_{hmc} + c_{co} co_{hmc}) + mmc (c_a a_{mmc} + c_{cs} cs_{mmc} + c_{ws} ws_{mmc} + c_{co} co_{mmc}) + lmc (c_a a_{lmc} + c_{cs} cs_{lmc} + c_{ws} ws_{lmc} + c_{co} co_{lmc})}{hmc (c_a a_{hmc} + c_{cs} cs_{hmc} + c_{ws} ws_{hmc} + c_{co} co_{hmc}) + mmc (c_a a_{mmc} + c_{cs} cs_{mmc} + c_{ws} ws_{mmc} + c_{co} co_{mmc}) + lmc (c_a a_{lmc} + c_{cs} cs_{lmc} + c_{ws} ws_{lmc} + c_{co} co_{lmc}) + c_{la} la + c_D D + c_{gas} gas + c_G G + c_{elec} elec} \left(\frac{MJ}{MJ} \right) \quad (1)$$

$$I_{EN_e_int} = 1 - \frac{P_D D + P_{gas} gas + P_G G + P_{elec} elec}{hmc(P_a a_{hmc} + P_{cs} cs_{hmc} + P_{ws} ws_{hmc} + P_{co} co_{hmc}) + mmc(P_a a_{mmc} + P_{cs} cs_{mmc} + P_{ws} ws_{mmc} + P_{co} co_{mmc}) + lmc(P_a a_{lmc} + P_{cs} cs_{lmc} + P_{ws} ws_{lmc} + P_{co} co_{lmc}) + P_{la} la + P_D D + P_{gas} gas + P_G G + P_{elec} elec} \left(\frac{IRR^1}{IRR} \right) \quad (2)$$

$$I_{EN_resourc_Land} = 1 - \frac{Land_{hmc} * hmc + Land_{mmc} * mmc + Land_{lmc} * lmc + other}{Total\ land\ under\ study} \left(\frac{m^2}{m^2} \right) \quad (3)$$

$$I_{EN_resourc_WU} = 1 - \frac{WU_{hmc} * hmc + WU_{mmc} * mmc + WU_{lmc} * lmc + WU_{calf} * calf + WU_{dc} * dc + other}{Total\ water\ usage\ under\ study} \left(\frac{liter}{liter} \right) \quad (4)$$

$$I_{EN_GHG_D} = 1 - \frac{GHG_D D + GHG_{gas} gas + GHG_G G + GHG_{elec} elec + GHG_{hmc} hmc + GHG_{mmc} mmc + GHG_{lmc} lmc}{D + gas + G + hmc(a_{hmc} + cs_{hmc} + ws_{hmc} + co_{hmc}) + mmc(a_{mmc} + cs_{mmc} + ws_{mmc} + co_{mmc}) + lmc(a_{lmc} + cs_{lmc} + ws_{lmc} + co_{lmc})} \left(\frac{kg}{kg} \right) \quad (5)$$

$$I_{EC_Profit} = \frac{hmc(P_a a_{hmc} + P_{cs} cs_{hmc} + P_{ws} ws_{hmc} + P_{co} co_{hmc}) + mmc(P_a a_{mmc} + P_{cs} cs_{mmc} + P_{ws} ws_{mmc} + P_{co} co_{mmc}) + lmc(P_a a_{lmc} + P_{cs} cs_{lmc} + P_{ws} ws_{lmc} + P_{co} co_{lmc}) + P_{la} la + P_D D + P_{gas} gas + P_G G + P_{elec} elec}{Rev_{milk_hmc} hmc + Rev_{milk_mmc} mmc + Rev_{milk_lmc} lmc + Rev_{calf} calf + Rev_{dc} dc + Rev_{manure}} \left(\frac{IRR}{IRR} \right) \quad (6)$$

$$I_{EC_Q_SCC} = \frac{The\ standard\ of\ SCC\ in\ milk\ (cell\ per\ milliliter)}{Total\ of\ SCC\ in\ milk\ across\ all\ farms\ (cell\ per\ milliliter)} \quad (7)$$

$$I_{EC_Q_MC} = \frac{\text{The standard amount of MC in milk (CFU/ml)}}{\text{Total amount of MC in milk across all farms (CFU/ml)}} \quad (۸)$$

$$I_{EC_Q_AF} = \frac{\text{The standard amount of Aflatoxin in milk (ppb)}}{\text{Total amount of Aflatoxin in milk across all farms (ppb)}} \quad (۹)$$

$$I_{EC_Q_AN} = \frac{\text{The standard amount of Antibiotic in milk (mg/kg)}}{\text{Total amount of Antibiotic in milk across all farms (mg/kg)}} \quad (۱۰)$$

$$I_{SC_exp} = \frac{P_{la} \text{ (IRR/day)}}{\text{Total Cost across all farms (IRR/day)}} \quad (۱۱)$$

$$I_{Tech_effi} = \frac{effi_{farm} - min_{effi}}{max_{effi}} \quad farm = 1, \dots, n \quad (۱۲)$$

$$I_{Policy_NPC} = \left[\frac{P_d - P_{ab}}{P_{ab}} \right] + 1 \quad (۱۳)$$

$$I_{EN} = w_{re}I_{re} + w_{int}I_{int} + w_{Land}I_{Land} + w_{WU}I_{WU} + w_{GHG}I_{GHG} \quad (۱۴)$$

$$I_{EC} = w_{prof}I_{prof} + w_{SCC}I_{SCC} + w_{MC}I_{MC} + w_{AF}I_{AF} + w_{AN}I_{AN} \quad (۱۵)$$

$$I_{SC} = w_{exp}I_{exp} \quad (۱۶)$$

$$I_{Tech} = w_{effi}I_{effi} \quad (۱۷)$$

$$I_{policy} = w_{NPC}I_{NPC} \quad (۱۸)$$

$$MAX I_{re_s} : \left(\sqrt{\frac{(w_{re}I_{re})^2 + (w_{int}I_{int})^2 + (w_{Land}I_{Land})^2 + (w_{WU}I_{WU})^2 + (w_{GHG}I_{GHG})^2 + (w_{prof}I_{prof})^2 + (w_{SCC}I_{SCC})^2 + (w_{MC}I_{MC})^2 + (w_{AF}I_{AF})^2 + (w_{AN}I_{AN})^2 + (w_{exp}I_{exp})^2 + (w_{effi}I_{effi})^2 + (w_{NPC}I_{NPC})^2}{(w_{re} + w_{int} + w_{Land} + w_{WU} + w_{GHG})^2 + (w_{prof} + w_{SCC} + w_{MC} + w_{AF} + w_{AN})^2 + (w_{exp})^2 + (w_{effi})^2 + (w_{NPC})^2}} \right) - \lambda(norm(1 - \sum w_i)) - \omega(\sum w_i) \quad (۱۹)$$

S.to:

$$\begin{cases} lb \leq a \leq ub \\ lb \leq cs \leq ub \\ lb \leq ws \leq ub \\ lb < co < ub \end{cases} \quad (۲۰)$$

$$\begin{cases} la = \sum la_{cow} \\ D = \sum D_{cow} \\ gas = \sum gas_{cow} \\ G = \sum G_{cow} \\ elec = \sum elec_{cow} \end{cases} \quad (۲۱)$$

$$0 \leq I_{er}, I_{int}, I_{Land}, I_{WU}, I_{GHG}, I_{prof}, I_{SCC}, I_{MC}, I_{AF}, I_{AN}, I_{exp}, I_{effi}, I_{NPC} \leq 1 \quad (۲۲)$$

$$lb \leq hmc, mmc, lmc, calf, dc \leq ub \quad (۲۳)$$

$$manure = 0.3(a + cs + ws + co) \quad (۲۴)$$

$$\sum w_i = 1 \quad (25)$$

$$hmc, mmc, lmc, calf, dc = Integer \quad (26)$$

$$all \text{ decision variable } \geq 0 \quad (27)$$

عمل جهش، تعدادی از کروموزوم‌های فرزند به صورت تصادفی، انتخاب و به صورت تصادفی، مقادیر یک یا چند ژن آن تغییر داده می‌شود. به عبارتی، به ازای هر کروموزوم یک عدد تصادفی بین صفر و یک تولید، و اگر مقدار آن از مقدار احتمال اولیه کمتر باشد، عملیات جهش ادامه می‌یابد و در غیراین صورت جهش دادن کروموزوم متوقف می‌گردد. معمولاً فرآیند جهش با یک احتمال بسیار کم، "۰.۰۰۱"، اتفاق می‌افتد (۷). از آنجائی که، الگوریتم ژنتیک بر پایه تولید و تست است، مشخص نمی‌باشد که کدام یک از جواب‌های تولید شده، جواب بهینه‌ی مسأله و شرط خاتمه است. به همین علت، معیارهای دیگری، مبنای شرط خاتمه در نظر گرفته می‌شود که عبارتند از: (الف) تعداد مشخصی نسل، (ب) عدم بهبود در بهترین شایستگی جمعیت در طول چند نسل متوالی، (ج) واریانس شایستگی جمعیت از یک مقدار مشخص پائین تر باشد و یا طی چند نسل متوالی مشخص، تغییر نکند، و (د) بهترین شایستگی جمعیت از یک حد خاصی کمتر شود. ترکیبی از موارد فوق در این مطالعه، شرط خاتمه در نظر گرفته شد.

تعیین تاب‌آور و پایدار بودن واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری، تصمیمی حیاتی جهت ادامه‌ی فعالیت این واحدها می‌باشد. دامدار/کشاورز نیاز به ارائه محصول با توجه به تقاضای مصرف‌کننده و به حداکثر رساندن سود خود دارد. علاوه‌براین، توجه به مسائل زیست‌محیطی، اجتماعی، تکنولوژیکی و سیاستی و اثر آنها بر محصول تولید شده، امری ضروری است. بعضی از تصمیمات عملیاتی ممکن است بر تاب‌آوری و پایداری تأثیر بگذارد، به عنوان مثال؛ میزان انرژی مورد نیاز برای تولید هر لیتر شیر در گاوداری‌های شیری، و یا نحوه‌ی تنظیم تغذیه‌ی استاندارد برای یک گاو شیرده با اطمینان از این که نیازهای ضروری تغذیه‌ای دام برآورده خواهد شد. با توجه به قوانین زیست محیطی در حال ظهور و امنیت غذایی، تمام جنبه‌های تاب‌آوری و پایداری در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری باید در نظر گرفته شود. در این تحقیق، از اطلاعات ۳۰ واحد گاوداری صنعتی شیری شهرستان مشهد و حومه، براساس نمونه‌گیری غیرتصادفی و تکمیل پرسشنامه در سال ۱۳۹۵ استفاده گردید. نمونه‌گیری غیرتصادفی، نوعی نمونه‌گیری است که در آن افراد نمونه، از میان افرادی انتخاب می‌شوند که دارای خصوصیات تعریف شده‌ای می‌باشند. به عبارتی، ابتدا و با استفاده از داده‌های گردآوری شده، وضعیت موجود نمونه‌های مورد مطالعه، به لحاظ تاب‌آور و پایدار بودن، ارزیابی، و سپس، مدل پیشنهاد شده، برای یک واحد گاوداری شیری نمونه طراحی و ارائه گردید.

عواملی چون؛ غیرخطی بودن توابع هدف یا محدودیت‌ها، گسسته بودن فضای حل مسئله و اندازه مسئله بر پیچیدگی محاسباتی مدل‌های تصمیم‌گیری اثرگذار هستند که در این شرایط، روش‌های دقیق، قادر به پیدا کردن جواب بهینه در زمان قابل قبولی نیستند. همچنین، یک مسئله غیرخطی به صورت محدب یا غیرمحدب می‌تواند باشد. در حالت محدب، حداقل بهینه محلی ممکن است حداقل جهانی باشد، اما در حالت غیرمحدب، هیچ اطمینانی وجود ندارد که حکم فوق نیز رخ دهد. از سال ۱۹۶۲، یکی از تکنیک‌های شناخته شده برای حل مسائل بهینه‌سازی غیرمحدب، الگوریتم ژنتیک بوده است (۲). تابع هدف مدل پیشنهادی با ساختار برنامه‌ریزی درجه دوم- غیرخطی، به دلیل دارا بودن محدودیت عدد صحیح، غیرمحدب است (۴). الگوریتم ژنتیک یک الگوریتم جستجوی قدرتمند است که برای مسئله‌ی بهینه‌سازی و به منظور حداکثرسازی یا حداقل‌سازی تابع هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الگوریتم، با یک مجموعه اولیه از راه حل‌های تصادفی به نام جمعیت آغاز می‌شود. سپس با استفاده از فرآیند انتخاب طبیعی، جمعیت اولیه را بهبود می‌بخشد (۳۹). در این فرآیند، فرد (کروموزوم) بهتر، به وسیله تابع ارزیاب، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و نسل جدید ایجاد می‌شود. چرخ رولت، انتخاب مسابقه‌ای و رتبه‌ای از جمله روش‌های انتخاب والدین هستند. در این مطالعه، از چرخ رولت استفاده گردید زیرا بر انتخاب افراد بهتر در جمعیت اولیه تأکید دارد و فشار زیادی بر روند جستجو اعمال می‌نماید (۳۴). سپس الگوریتم ژنتیک وارد مرحله تقاطع یا ترکیب مجدد^۱ خواهد شد. این مرحله امکان ترکیب جواب‌های جزئی^۲ یافت شده و در نتیجه بدست آوردن جواب‌هایی با کیفیت بالاتر را فراهم می‌آورد. در جریان عمل بازترکیبی به صورت اتفاقی، بخش‌هایی از کروموزوم‌ها با یکدیگر تعویض می‌شوند و این موضوع باعث می‌شود که فرزندان، ترکیبی از خصوصیات والدین خود را به همراه داشته باشند و دقیقاً "مشابه یکی از والدین نباشند. تمام انواع عمل بازترکیبی از جمله بازترکیبی تک‌نقطه‌ای، دونقطه‌ای، چند نقطه‌ای و بازترکیبی کلی، در این پژوهش، در نظر گرفته شد و با توجه به ماهیت متغیرها، این مرحله به گونه‌ای کدنویسی گردید تا هر متغیر با هم نوع خود بازترکیب شود. در نهایت الگوریتم ژنتیک وارد مرحله‌ی جهش^۳ می‌شود که ویژگی تصادفی بودن و امکان فرار از نقطه بهینه محلی را فراهم می‌آورد. در

1- Crossover/Recombination

2- Partial Solutions

3- Mutation

نتایج و بحث

زیرشاخص، با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و نظر خبرگان با تکمیل پرسشنامه، وزنی تخصیص داده شده است. نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تعیین تاب‌آوری و پایداری گاوداری‌های مورد مطالعه، به‌ترتیب در جداول ۶ و ۷ آورده شده است.

ابتدا، تاب‌آوری و پایداری واحدهای مورد مطالعه، براساس اطلاعات و داده‌های گردآوری شده از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه‌ی حضوری، تعیین گردید. پیش‌تر، اشاره شد که به هر

جدول ۶- وزن تخصیص داده شده به ابعاد تاب‌آوری و پایداری در تابع هدف برای واحدهای مورد مطالعه

Table 6- Weights for the resilience and sustainability indicators in the objective function of dairy farms under study

شاخص Indicator	وزن Weight	شاخص Indicator	وزن Weight	شاخص Indicator	وزن Weight
انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای GHG emissions	0.153	میزان بارمیکروبی موجود در شیر Microbial load	0.051	انرژی تجدیدپذیر Renewable energy	0.095
سودآوری Profitability	0.105	میزان آفلاتوکسین موجود در شیر Aflatoxin	0.076	شدت انرژی Intensity energy	0.075
کارایی واحد دامی Farm efficiency	0.049	میزان آنتی بیوتیک موجود در شیر Antibiotic	0.032	استفاده از زمین Land use	0.013
حمایت از تولیدکننده Nominal protect coefficient	0.089	میزان سوماتیک سل موجود در شیر Somatic cell	0.039	حداقل آب مورد نیاز Water use	0.181
نرخ تاپایداری Consistency ratio		0.07		مخارج نیروی کار Labor expenditure	0.04

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۷- نتایج بررسی وضعیت موجود گاوداری‌های مورد مطالعه به‌لحاظ تاب‌آوری و پایداری

Table 7- The results of indicators, resilience and sustainability indicator across all farms under study

شاخص‌ها Indicators	I_{eff}	I_{exp}	I_{AN}	I_{AF}	I_{MC}	I_{SCC}	I_{Profit}	I_{GHG_D}	I_{WU}	I_{Land}	I_{Int}	I_{re}	I_{NPC}
مقادیر بدست آمده Results	0.31	0.1	0.97	0.17	0.49	0.42	0.47۴	0.58	0.39	0.25	0.94	0.45	0.26
شاخص تاب‌آوری و پایداری Resilience and sustainability indicator	0.43												

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

استفاده از نرم‌افزار متلب (۲۰۱۷) در جدول ۹ آورده شده است. شاخص تاب‌آوری و پایداری بهینه شده در مدل پیشنهادی برای یک واحد گاوداری صنعتی شیری، ۰/۹۵۹۸ (۹۵/۹۸ درصد) به‌دست آمد. مدل ارائه شده کاملاً اتوماتیک بوده و برای یک واحد گاوداری نمونه طراحی شده است و دربرگیرنده‌ی میزان مصرف انرژی (سخت و برق)، ساعت نیروی کار انسانی، مقدار کود تولیدی، حداکثر تعداد دام و جیره‌ی غذایی استاندارد و متناسب با احتیاجات دام در سه گروه گاوپر شیر، گاو متوسط شیر و گاو کم شیر می‌باشد. جیره‌ی غذایی حاصل از مدل پیشنهادی، علاوه‌بر این که، نیازهای تغذیه‌ای هر گروه از گاوهای شیرده را برآورده می‌کند، اثرات زیست‌محیطی کمتری نیز در پی دارد و یکی از دلایل اصلی بهبود تولید گازهای گلخانه‌ای از ۰/۵۸ به ۰/۶۷ و انرژی تجدیدپذیر از ۰/۴۵ به ۰/۶ است. لازم به‌ذکر است که برخی از شاخص‌ها هم‌چون شدت انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و غیره، اثر منفی بر تاب‌آوری و پایداری واحد تولیدی دارند و باید حداقل سازی شوند.

سطح تاب‌آوری و پایداری کلی نمونه‌های مورد مطالعه پایین و ۰/۴۳ به‌دست آمد. یکی از دلایل اصلی ناپایداری و عدم تاب‌آوری واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری تحت مطالعه، استفاده نامناسب از منابع و نهاده‌ها است. به‌نحوی که، نتایج مصرف انرژی در نمونه‌های مورد مطالعه، نشان داد که انرژی در فرآیند تولید ذخیره نمی‌شود. مطابق جدول ۸، میانگین مصرف انرژی در گاوداری‌های شیری مورد نظر ۷.۵×۱۰^۸ مگاژول برآورد گردید. انرژی معادل خوراک دام ۴.۹×۱۰^۸ مگاژول و نسبت ۶۶ درصد بیشترین سهم و انرژی معادل نیروی انسانی با ۶۱۴۶،۵۶ مگاژول و نسبت کمتر از ۱ درصد، کمترین سهم را در مصرف انرژی در نمونه‌های مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین، مدل پیشنهاد شده (شاخص تاب‌آوری و پایداری اتوماتیک) طراحی و بهینه‌سازی گردید. در این مدل، علاوه‌بر حداکثر سازی پایداری و تاب‌آوری واحدهای صنعتی گاو شیری، مصرف ورودی‌ها استاندارد سازی شدند. نتایج حاصل از مدل ارائه شده با

جدول ۸- میزان مصرف انرژی در گاوداری‌های مورد بررسی

Table 8- The results of energy consumption all farms under study

نهادها Inputs	انرژی مصرفی (مگاژول) Consumption energy	درصد Percent
سوخت Fuel	1.9×10^{08}	25.37
برق Electricity	6.6×10^{07}	8.8
خوراک دام Feed	4.9×10^{08}	65.69
ماشین‌آلات Machinery	1×10^{06}	0.14
نیروی انسانی Labor	6146.56	0.0008
جمع Sum	7.5×10^{08}	100

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۹- خلاصه نتایج مدل پیشنهادی

Table 9- Summary of the results

متغیر Variable	مقدار Value	واحد Unit	متغیر Variable	مقدار Value	واحد Unit	وزن Weight	ارزش بهبود یافته Optimal value	شاخص Indicator	ارزش بهبود یافته Optimal value
a_{hmc}	6.2	کیلوگرم/روز Kg/day	la	3387.2	نفر ساعت Hours	w_{re}	0.006	I_{re}	0.6
cs_{hmc}	7.1	کیلوگرم/روز Kg/day	D	6162.7	لیتر Liter	w_{int}	0.12	I_{int}	0.96
ws_{hmc}	0.9	کیلوگرم/روز Kg/day	gas	5185.1	متر مکعب M ³	w_{land}	0.04	I_{Land}	0.81
co_{hmc}	16.9	کیلوگرم/روز Kg/day	G	259.3	لیتر Liter	w_{WU}	0.05	I_{WU}	0.69
a_{mmc}	4.9	کیلوگرم/روز Kg/day	$elec$	16348	کیلووات ساعت kWh	w_{GHG}	0.06	I_{GHG}	0.67
cs_{mmc}	7.9	کیلوگرم/روز Kg/day	hmc	3000	راس Head	w_{prof}	0.08	I_{prof}	0.7
ws_{mmc}	1.4	کیلوگرم/روز Kg/day	mmc	2000	راس Head	w_{SCC}	0.14	I_{SCC}	0.9
co_{mmc}	14.9	کیلوگرم/روز Kg/day	lmc	2550	راس Head	w_{MC}	0.04	I_{MC}	0.9
a_{lmc}	4.9	کیلوگرم/روز Kg/day	$calf$	151	راس Head	w_{AF}	0.11	I_{AF}	0.9
cs_{lmc}	7.9	کیلوگرم/روز Kg/day	dc	1887	راس Head	w_{AN}	0.15	I_{AN}	0.9
ws_{lmc}	1.9	کیلوگرم/روز Kg/day	$manure$	26.2	مترمکعب M ³	w_{exp}	0.10	I_{exp}	0.9
co_{lmc}	11.4	کیلوگرم/روز Kg/day				w_{effi}	0.04	I_{effi}	0.9
						w_{NPC}	0.05	I_{NPC}	0.9
شاخص تاب‌آوری و پایداری بهینه شده در مدل پیشنهادی									0.9598
Optimized Resilience and Sustainability Indicator in proposed model									

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه، یک مدل تاب‌آور و پایدار، طی فرآیند تولید، در واحدهای گاوداری صنعتی شیری را معرفی و ارائه نموده که بیانگر ابعاد پایداری و تاب‌آوری در سطح تولید است. مزیت اصلی اندازه‌گیری شاخص تاب‌آوری و پایداری ارائه شده، داده‌های مورد نیاز برای ارزیابی شاخص پیشنهادی است که متکی بر آمار و اطلاعات واقعی و دقیق بوده که مربوط به درآمد و هزینه‌ی یک واحد گاوداری شیری، جیره‌ی غذایی دام، میزان تولید شیر، فاکتورهای کیفیت تولید شیر و امثالهم است و سبب می‌گردد تا کاربرد مدل پیشنهاد شده به لحاظ مفهوم تاب‌آوری و پایداری، مناسب باشد. بدین ترتیب، به ارتقای اجرای شیوه‌های پایدار در تولید کمک می‌نماید، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، که در آن‌ها هنوز کمبود آگاهی از تاب‌آوری و پایداری و قوانین مرتبط با آن وجود دارد. تخصیص وزن به هر زیرشاخص در تابع هدف، بسیار کاربردی است و سبب می‌شود تا مدل برای تعیین تاب‌آور و پایدار بودن یک واحد گاوداری صنعتی شیری در کشورهای درحال توسعه، مناسب باشد. تغییر وزن به مراحل مختلف اجرای تاب‌آوری و پایداری در تولید باز می‌گردد. مدل ارائه شده در زمینه‌ی تغذیه‌ی استاندارد و مطلوب گاوهای شیری، افزایش سودآوری، کاهش هزینه خوراک، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، مدیریت مصرف آب و انرژی، و غیره و به‌منظور به حداکثر رساندن تاب‌آوری و پایداری تولید در واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری، مناسب و کاربردی است. علاوه‌براین، نتایج، امکان شناسایی اقدامات آینده‌نگر جهت بهبود تاب‌آوری و پایداری را فراهم می‌آورد. براساس تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده، استراتژی‌های مناسب برای توسعه‌ی تاب‌آوری و پایداری می‌تواند تعریف شود. دراین‌رستا، می‌توان به قیمت خرید شیر (خرید تضمینی) اشاره داشت که بزرگ‌ترین مشکل و تهدیدی آشکار بر عدم تداوم و پایداری واحدهای گاوداری شیری است. مضافاً این‌که، تحقیق حاضر می‌تواند از طریق تلفیق مدل پیشنهادی با نتایج ارزیابی چرخه عمر، سایر سیاست‌های حمایت از تولیدکنندگان، گسترش ظرفیت گاوداری‌های شیری و هم‌چنین، با اعمال تغییرات جزئی در متغیرهای تصمیم‌گیری و پارامترهای مدل، برای سایر اشکال سیستم‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی، مدل پیشنهادی مطالعه‌ی حاضر، با الهام از مفهوم ایستایی تاب‌آوری، طراحی گردید و هدف، توانایی یک واحد گاوداری صنعتی شیری، در حفظ تداوم تولیدش در هنگام بروز شوک بود که با مفهوم بنیادی اقتصاد، یعنی تخصیص کارای منابع در هنگام وقوع بحران، هم‌تراز است. در واقع، حالت ایستایی دلالت بر این دارد که، یک واحد تولیدی می‌تواند بدون تعمیر و بازسازی، هم سطح جاری فعالیت، و

در این پژوهش، به‌دلیل سهولت در محاسبات و امکان حداکثر نمودن تابع هدف، فرمول‌بندی این دسته از شاخص‌ها، از یک کسر گردیده است تا این تضمین حاصل شود که یک واحد افزایش آن‌ها در راستای تاب‌آوری و پایداری سیستم تولیدی است. هم‌چنین، نتیجه‌ی بهینه‌سازی برای شاخص سودآوری، نشان می‌دهد که وضعیت اقتصادی گاوداری شیری از ۰/۴۷ به ۰/۷ افزایش یافته است و بدان معنا است که با در نظر گرفتن استانداردهای تغذیه‌ای، مصرف آب و انرژی و سایر هزینه‌های گاوداری، کاهش و به تبع آن، سودآوری افزایش می‌یابد. افزایش فاکتورهای کیفیت تولید شیر تا مرز یک، ضرورت توجه بیشتر به این امر را تأکید می‌کند و به‌عبارتی، دولتمردان باید سیاست‌های تشویقی جهت بهبود کیفیت تولید شیر را گسترش و اعمال نمایند. براین اساس، این‌طور می‌توان استنباط کرد که مدل پیشنهادی در ایجاد تاب‌آوری و پایداری واحدهای صنعتی گاو شیری موفق عمل نموده است. مضافاً این‌که در تنظیم دیگر پارامترهای عملیاتی، چون، تعیین مقدار تولید کود، ساعت نیروی کار و هزینه‌های نیروی کار نیز اثرگذار می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از مدل پیشنهادی، می‌تواند به‌عنوان راهنما جهت بهبود تاب‌آوری و پایداری عملیات تولید در گاوداری‌های صنعتی شیری، مورد استفاده قرار گیرد. ارزش هر شاخص در جدول ۹، حداکثرترین ارزش (نزدیک به یک) را نشان می‌دهد و بیانگر بهبود عملکرد است. بنابراین، ارزش هر شاخص می‌تواند معیاری برای اولویت‌بندی اهداف دامداران/تصمیم‌گیران به‌منظور توسعه‌ی تاب‌آوری و پایداری واحد تولیدی خود باشد.

در این مطالعه، با توجه به این‌که وزن تخصیص داده شده به هر شاخص در ساختار تابع هدف، قابلیت تغییر و به‌روزرسانی را دارد، لذا امکان بهبود تاب‌آوری و پایداری بسیاری از آن‌ها وجود خواهد داشت. به‌عبارتی، به‌روزرسانی (تغییر) ارزش وزن‌های در نظر گرفته شده، که تاکنون در مطالعات پیشین مورد بررسی قرار نگرفته بود، امکان مدل‌سازی و اجرایی شدن تسهیلات را در سطوح مختلف تاب‌آوری و پایداری فراهم می‌آورد. هم‌چنین، مدل پیشنهادی، میزان تاب‌آوری و پایداری واحدهای صنعتی گاو شیری را با لحاظ تمام ابعاد پایداری و تاب‌آوری، تعیین می‌نماید که این جنبه‌ها هم، توأماً، در نظر گرفته نشده بودند. مدل ارائه شده، یک ابزار کارآمد در تنظیم پارامترهای تولید شیر برای یک واحد گاوداری شیری پایدار است. علاوه‌براین، تجزیه و تحلیل نتایج، دامداران/تصمیم‌گیرندگان را هدایت نموده تا جنبه‌های بهبود تاب‌آوری و پایداری را بیابند. به‌عنوان مثال می‌توان به مطالعه آل‌شارا و همکاران (۱) اشاره کرد. به‌منظور بهبود مدل کنونی، علاوه‌بر استفاده از الگوریتم ژنتیک، پیشنهاد می‌شود که از الگوریتم‌های فراابتکاری دیگری چون ازدحام ذرات هم در فرآیند بهینه‌سازی، استفاده و معرفی گردد.

بازگشت به عقب را دارد و مسأله سرمایه‌گذاری بلندمدت، همراه با تعمیر و بازسازی را شامل می‌شود. لذا، استفاده از مفهوم تاب‌آوری پویا، جهت گسترش مدل ارائه شده در مطالعات آتی، پیشنهاد می‌گردد.

هم مسیر زمانی آینده را تحت تأثیر قرار دهد، اما سرعتی را که یک نظام (واحد) تولیدی از یک شوک شدید بهبود می‌یابد تا حالت مطلوبش را به‌دست بیاورد را، نشان نمی‌دهد. این حالت را تاب‌آوری پویا می‌نامند و دلالت بر این دارد که یک واحد تولیدی، توانایی

منابع

- 1- Al-Sharrah G., Elkamel A., and Almansoor A. 2010. Sustainability indicators for decision-making and optimisation in the process industry: The case of the petrochemical industry. *Chemical Engineering Science*, 65(4): 1452-1461.
- 2- Aryanezhad M.B., and Hemati M. 2008. A new genetic algorithm for solving nonconvex nonlinear programming problems. *Applied Mathematics and Computation*, 199(1): 186-194.
- 3- Astigarraga L., and Ingrand S. 2011. Production flexibility in extensive beef farming systems. *Ecology and Society*, 16(1).
- 4- Beck A. 2014. *Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with MATLAB* (Vol. 19): Siam.
- 5- Beliakov G., Sola H.B., and Sánchez T.C. 2016. *A practical guide to averaging functions* (Vol. 329): Springer.
- 6- Béné C. 2013. Towards a quantifiable measure of resilience. *IDS Working Papers*, 434: 1-27.
- 7- Carr J. 2014. An introduction to genetic algorithms. *Senior Project*, 1: 40.
- 8- Commission, United Nations Brundtland. 1987. *World Commission on Environment and Development (WCED): Our Common Future*: Oxford: Oxford University Press.
- 9- Darnhofer I. 2014. Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics*, 41(3): 461-484.
- 10- De Freitas Pinto R.L.U., and Ferreira R.P.M. 2014. An exact penalty function based on the projection matrix. *Applied Mathematics and Computation*, 245: 66-73.
- 11- Erjavec E., Volk T., Rac I., Kožar M., Pintar M., and Rednak M. 2017. Agricultural support in selected Eastern European and Eurasian countries. *Post-Communist Economies*, 29(2): 216-231.
- 12- Fiksel J. 2006. Sustainability and resilience: toward a systems approach. *Sustainability: Science, Practice, and Policy*, 2(2).
- 13- Frorip J., Kokin E., Praks J., Poikalainen V., Ruus A., Veermäe I., and Ahokas J. 2012. Energy consumption in animal production-case farm study. *Agronomy research Biosystem engineering. Special*, 1: 39-48.
- 14- Galal Noha M., and Moneim Ahmed F Abdul. 2015. A mathematical programming approach to the optimal sustainable product mix for the process industry. *Sustainability*, 7(10): 13085-13103.
- 15- Gezer I., Acaroğlu M., and Haciseferoğlu H. 2003. Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 24(3): 215-219.
- 16- Glover J. 2012. Rural resilience through continued learning and innovation. *Local Economy*, 27(4): 355-372.
- 17- Hammond B., Berardi G., and Green R. 2013. Resilience in Agriculture: Small- and Medium-Sized Farms in Northwest Washington State. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(3): 316-339.
- 18- Kitani O., and Jungbluth T. 1999. *CIGR handbook of agricultural engineering. Energy and Biomass Engineering*, 5, 330.
- 19- Krebs J. 2002. McCance and Widdowson's the composition of foods: summary edition, 6th summary ed: The Royal Society of Chemistry/Food Standards Agency, Cambridge/London.
- 20- Kuhlman T., and Farrington J. 2010. What is sustainability? *Sustainability*, 2(11): 3436-3448.
- 21- Meul M., Nevens F., Reheul D., and Hofman G. 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119(1): 135-144.
- 22- Mobtaker H., Keyhani A., Mohammadi A., Rafiee Sh., and Akram A. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137(3): 367-372.
- 23- Mollenhorst H., Klootwijk C., van Middelaar C., van Zanten H., and de Boer I. 2014. A novel approach to assess efficiency of land use by livestock to produce human food. Paper presented at the Proceedings of the 9th International Life Cycle Assessment of Foods Conference (LCA Food 2014).
- 24- Morgan N.A., and Piercy Nigel F. 1998. Interactions between marketing and quality at the SBU level: influences and outcomes. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 26(3): 190-208.
- 25- Naylor Rosamond L. 2009. Managing food production systems for resilience *Principles of Ecosystem Stewardship* (pp. 259-280): Springer.
- 26- Ozkan B., Akcaoz H., and Fert C. 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29(1): 39-51.
- 27- Park C.H., and Irwin Scott H. 2004. The profitability of technical analysis: A review.

- 28- Prendergast AC. 2008. IPCC–intergovernmental panel on climate change. *Choice Curr. Rev. Acad. Libr*, 45: 1570-1571.
- 29- Qobadi M., Mohammadzamani D., and Shahrami A. 2015. Evaluation of energy indices in Qazvin dairy farms using data envelopment analysis. *Biomedical Engineering Journal*, 4(4): 16.
- 30- Rafiee S., Khoshnevisan B., Mohammadi I., Aghbashlo M., and Clark S. 2016. Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study. *Science of the Total Environment*, 562: 614-627.
- 31- Saaty Thomas L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1): 83-98.
- 32- Samuel Vijayalakshmi B., Agamuthu P., and Hashim MA. 2013. Indicators for assessment of sustainable production: A case study of the petrochemical industry in Malaysia. *Ecological Indicators*, 24: 392-402.
- 33- Schlink AC., Nguyen ML., and Viljoen GJ. 2010. Water requirements for livestock production: a global perspective. *Soil and Water Management & Crop Nutrition Subprogramme*, 6.
- 34- Tang K., Yang J., Chen H., and Gao S. 2011. Improved genetic algorithm for nonlinear programming problems. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 22(3): 540-546.
- 35- van Apeldoorn D., Kok K., Sonneveld M., and Veldkamp T. 2011. Panarchy rules: rethinking resilience of agroecosystems, evidence from Dutch dairy-farming. *Ecology and Society*, 16(1).
- 36- Von Mises, Ludwig. 2008. *Profit and loss*: Ludwig von Mises Institute.
- 37- Wells C.M. 2001. Total Energy Indicators of Agricultural Sustainability: Dairy Farming Case. Study Final Report. Report to MAF Policy. Department of Physics, University of Otago.
- 38- www.fao.org.
- 39- Yokota T., Gen M., and Li Y.X. 1996. Genetic algorithm for non-linear mixed integer programming problems and its applications. *Computers and Industrial Engineering*, 30(4): 905-917.

resilience and sustainability awareness and related legislation. Using weight is important to the application of the objective function and also makes the model suitable for its intended usage in the dairy farms of developing countries. This model is applicable in the area of the optimum dairy cattle nutrition, rising profitability, reducing feed cost, decreasing GHG, managing the water and energy consumption, etc., by maximizing resilience and sustainability in dairy farms. Additionally, the results allow also for identifying the prospective measures for improving resilience and sustainability. Through results analysis, a strategy for developing resilience and sustainability can be well defined. Furthermore, the current research can be extended by integrating the model with life cycle assessment results, another producer support policies, dairy farms' capacity expansions and could also be applicable to other forms of agricultural systems by a bit changes in the decision variables and model parameters.

Keywords: Genetic algorithm, Mathematical modeling, Resilience and sustainability indicators, Industrial dairy farms



Determination of Resilience and Sustainability of Industrial Dairy Farms in Mashhad

L. Hassani¹ – M. Daneshvar Kakhki^{2*} – M. Sabouhi Sabouni³

Received: 29-07-2018

Accepted: 09-10-2018

Introduction: Over the last two decades, awareness of resilience and sustainability and also efforts to reduce unsustainable production patterns have significantly increased. Hence, it is crucial to examine the resilience and sustainability of production systems. Resilience explains how well production systems withstand and/or rebound from aberration. Sustainability concept based on Commission's words is: "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs". The important issue relevant to resilience and sustainability and the resilience of farms/agricultural systems is, whether resilience or sustainability can be considered as a property of a system or needs to be understood as a process. Since both of them are not essentially opposed but have various theoretical and methodological implications, it is necessary to define a resilience and sustainability indicator. So, it is required to have an intelligent objective function for fairly balancing between production systems and dimensions of sustainable production to fulfill economic benefit and the resulting environmental benefit, etc. Based on the existing published literature, studies focusing on both resilience and sustainability indicators in industrial dairy farms by using multi-objective non-linear programming and swarm intelligence algorithm have not been carried out. Therefore, it is the aim of the present study to design the "automata resilience and sustainability indicator" for industrial dairy farms. The objective function has a hierarchical structure and in order to integrate these pillars into a single score, a value between zero and one, Analytic Hierarchy Process (AHP) has been used that the value of one means complete sustainability.

Material and Methods: The objective function should be maximized which has 5 main indicators including, environmental, economic, social, technological and political issues. Each indicator has some sub-indicators. So, we designed and modeled formulas for all of them. The value of objective function is normalized, therefore, its maximum possible value is "one", which indicates the complete resilience and sustainability of dairy farms. The resilience and sustainability indicator is obtained at three levels. Eight types of constraint sets are considered. Then, the model has been implemented using data of 30^r industrial dairy farms in Khorasan-Razavi province of Iran during 2016.

Results and Discussion: The resilience and sustainability indicator across all farms was obtained 0.43 and which was low. One of the main reasons of unsustainability and inflexibility of dairy farms under study is the unsuitable use of resources and inputs. Therefore, the proposed model (Automata Resilience and Sustainability Indicator Model) was designed and optimized. Based on result the optimum resilience and sustainability achievable for the proposed dairy farm is 0.9598 (95.98%). Thus, the proposed model succeeds in determining the dairy farms' resilience and sustainability. Furthermore, it helps in setting up other operational parameters as determining the amount of cow manure produced, the man-working hours and labor expenditure. The obtained results should be further used as guidance for improving the resilience and sustainability of the manufacturing operation in dairy farms.

Conclusions: This study has introduced a formulation for a resilience and sustainability problem in process of production in the industrial dairy farm. The contribution of the proposed formulation is its ability to addresses all pillars of resilience and sustainability at the producing level. One of the main advantages of the proposed measure of resilience and sustainability is data collection that relies on data usually collected in all farms for revenue and cost analysis, cattle diet and quality control. This fact makes the model applicable to facilities introducing resilience and sustainability concepts. Thus contributes to promoting the implementation of sustainable practices in agricultural production, especially in developing countries, where still have a lack of

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

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

4- This data was gathered based on non-random sampling. Because, in non-random sampling, the sample individuals are selected among individuals who have a defined characteristics and based on researcher's opinion. The proposed model is designed for a sample dairy unit. In other words, the data obtained from non-random sampling were used only to determine the status of the studied samples.

weather derivative's market. In addition, it is vital to change and revise these contracts by conducting various studies about the effects of changing contracts specifications on farmers and other Contributors in the market.

Keywords: Agricultural, GDD index, Production risk, Weather derivatives



Design of Derivative Contracts of Meteorological Indicators of Agricultural Sector in Iran (Case Study: Shiraz)

Z. Nematollahi¹- S.A. Hosseini Yekani^{2*}- H. Amirnejad³

Received: 29-07-2018

Accepted: 01-09-2018

Introduction: Weather factors such as temperature has an enormous influence on agriculture. Therefore, efficient weather risk management has become an urgent requirement for this sector. In recent years, a new instrument named weather derivatives has been introduced to cope with production risk. So, this paper aims at designing and pricing the temperature-based weather derivatives (WD) in order to reduce risk exposure for Iranian agriculture industry. For this purpose, a put option with cumulated growing degree days (GDD) as its underlying index has been selected

Materials and Methods: We first examine the relationship behavior of temperature and yield for wheat and Rice in Shiraz. Then, for designing and pricing WD in agriculture, GDD index has been selected as one of the most widely used temperature indicators in agricultural sector. We design this contract for each stage of wheat and rice life cycles instead of designing one contract for crop's growing seasons. So, the life cycles of two crops (Wheat and Rice) divided into 7 stages titled: Emergence, Tillering, and stem elongation, Gravidity, Flowering, Milky ripe and Maturity. Since contract design happens during these stages, we have 6 contracts for each product. Each contract starts with the beginning of one stage and continues until the other stage starts.

The GDD index is calculated based on the temperature data and the life cycles of the wheat and rice in Shiraz. So, the long-term mean of GDD is calculated as the Strike level of put option contract. The simulation method based on daily temperature data is used for pricing the contracts. Finally, the expected payoff and the price of the options are determined using the Monte Carlo simulation method.

Results and Discussion: The results revealed a significantly positive relationship between wheat yield and GDD as well as a positive impact of GDD on Rice yield. This implies that increasing growing degree days would increase wheat and rice yield. The R2 coefficient also indicates that 76 percent of the variations in yield of wheat and rice are explained by the growing degree day's index. Therefore, the design of temperature based weather derivatives contracts will have high efficiency in order to cover the risk of farmers.

As expected, rice has a relatively higher strike price than wheat as rice-groups accumulate GDD in warm seasons. We assume that the annual risk-free interest rate r is 15 percent and the expected payoff also the price of the contract put option is calculated based on 10000 Monte Carlo simulations. Based on the results, the most wheat payoff in Shiraz was related to the second contract (from the November 21st to the March 6st). Therefore, the use of the temperature option in this period will compensate farmers for their loss. In terms of rice, the most payoffs in Shiraz have occurred in the twelfth contract (Aug 19st to Oct 17st).

Conclusion: Financial weather derivatives (WD) are designed to serve as hedging instruments against weather risk and to balance the income of producers such as farmers. WD was first traded in 1997 and since then their popularity has increased. However, weather derivatives as well as designing and pricing of contracts based on weather has not been introduced in Iran. Therefore, in present research, while introducing the mechanism of the weather derivatives and options based on weather indicators the designing and pricing of put option contracts based on temperature have been discussed in Shiraz. For this purpose, GDD index has been selected as one of the most widely used temperature indicators in agricultural sector. The GDD index is calculated based on the temperature data and the life cycles of the wheat and rice in Shiraz. So, the long-term mean of GDD is calculated as the Strike level of put option contract. The simulation method based on daily temperature data is used for pricing the contracts. Finally, the expected payoff and the price of the options are determined using the Monte Carlo simulation method. As discussed before, the temperature options for each city and product are designed based on the different stages of life cycles of the crops so we plan and set the price of put options for six different time periods. Based on the results, the most wheat payoff in Shiraz was related to the second contract during the November 21st to the March 6st. Therefore, the utilization of the temperature option in this period will compensate farmers for their loss. In the case of rice, the most payoffs in Shiraz have occurred in the twelfth contract (Aug 19st to Oct 17st). Therefore, it is recommended to use the results of the present study to launch a

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Associate Professors of Agricultural Economics of Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Respectively

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

$$\begin{aligned}
S_{ij}^+ &\leq W_i^+ \leq W_{imax}^+, \quad \forall i \\
\sum_{j=1}^l x_{ijk} &\leq 1, \quad \forall i, j \\
\sum_{k=1}^+ \Delta T_{ik}^+ x_{ijk} &\geq S_{ij}^+, \quad \forall i, j \\
S_{ij}^- &\geq 0, \quad \forall i, j \\
x_{ijk} &\in \{0,1\}, \quad \forall i, j
\end{aligned}$$

Where E_{ik} = cost of increasing 1 m³ water for crop i while using alternative k ; l = total number of alternatives; ΔT_{ik} = available amount of water for crop i while using alternative k ; x_{ijk} is a binary decision variable that takes 1 if crop i when using alternative k and the seasonal flow is j .

Results and Discussion: The data for the selected products (wheat, barley, potato, onion, grape, walnut, almond and apple) were collected from Regional Water Authority and Agriculture Jihad Organization of East Azarbaijan in 2015-16, and in some cases, completed by a questionnaire. The model was written in the GAMS package. Results of ITSP showed that under the low flow level, the total amount of water allocated to all crops would be zero with the exception of almonds where the final allocation of water for it would be [3.64, 20.61]. therefor, Under the medium flow level, the allocation of water for potato, onions, walnuts, almonds and apples would be [0, 5.49], [0, 28.57], [1.30, 35.71], 31.43 and 20 × 1000 m³ respectively and it would be zero for others. Finally under high flow level there would be no water shortage for all products. Water shortages may occur when the seasonal water flows do not be adequate for the promised water allocation for each crop. In such cases users will have to utilize supplementary resources. The results of extended ITSP showed that for wheat, barley, onion, grape and almond the third alternative under low level and the first one under medium flow level can be used. For potato and apple under low level the first alternative and under medium flow level the third one can be applied. Both the first and the third alternative could be utilized for walnut if the flow level was low. Finally, comparing the value of the objective function of ITSP and extended ITSP showed that with the utilization of supplementary resources for satisfying the water needs, the net profit of the system decreases slightly.

Conclusion: In this paper, ITSP method was used to allocate water to agriculture products. The results showed that there was water scarcity for products on drought and normal years. Users can utilize supplementary resources to cope with water scarcity. An extended ITSP method is based on retrieving water shortage and its results revealed that the system net benefit decreases as supplementary water reservoirs were used for water shortages. Based on the results obtained, highlighting the irrigation efficiency is recommended.

Keywords: Ajabshir Qaleh Chay dam, Interval two-stage stochastic programming, Uncertainty, Water resources



Optimal Water Allocation of Ajbashir Qaleh Chay Dam among Agricultural Products under Uncertainty

M. Jafari Sani¹– B. Hayati²– J. Nematian^{3*}- M. Ghahremanzadeh⁴

Received: 11-07-2018

Accepted: 18-08-2018

Introduction: Qaleh Chay dam basin is one of the largest irrigation regions for food production in Ajabshir and household livelihood mostly depends on agriculture but the occurrence of drought periods and extraction of underground water has led to a reduction in surface water and underground aquifers. Continuing this process will reduce the agricultural production and consequently the region will encounter economic crisis. On the other hand, the uncertainties of various factors such as rainfall and temperature, which are not easily quantified, would affect agricultural resource system. In current study in order to response to mentioned crisis and uncertainties, interval two-stage stochastic programming (ITSP) has been proposed for water allocation of Ajbashir Qaleh Chay dam among agricultural products and the results have been compared with extended ITSP.

Materials and Methods: Interval two-stage stochastic programming (ITSP) is an effective alternative to deal with uncertainties and it can be formulated as follows:

$$\text{Maximize } f = \sum_{i=1}^m NB_i W_i - \sum_{i=1}^m C_i \sum_{j=1}^n p_j S_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m (W_i - S_{iQ}) (1 + \delta) \leq Q$$

(water availability constraint)

$$S_{iQ} \leq W_i \leq W_{imax}, \quad \forall i$$

(water allocation goal constraint)

$$S_{iQ} \geq 0, \quad \forall i$$

(non- negativity and technical constraint)

where f = system benefit; NB_i = net benefit to crop i per m^3 of water allocated; W_i = promised target of water allocation quantity for crop i ; C_i = deficit to crop i per m^3 of water not delivered; S_{ij} = water deficit to crop i when the flow is Q ; Q = the total amount of flow that take values q_j with probabilities p_j ; δ = water loss rate in transport process; W_{imax} = the maximum allowable allocation for crop i ; m = the total amount of crops; i = type of crop. Extended ITSP is an effective alternative to cope with water scarcity. The model can be formulated as follows:

$$\text{Maximize } f = \sum_{i=1}^m NB_i W_i - \sum_{i=1}^m C_i \sum_{j=1}^n p_j S_{ij} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j \sum_{k=1}^l E_{ik} \Delta T_{ik} x_{ijk}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m (W_i^+ - S_{ij}^+) \leq q_j^+, \quad \forall j$$

1- Ph.D. Student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz and Instructor, Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU)

2 and 4- Professor and Associate Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz

3- Associate Professor of Industrial Engineering, University of Tabriz, Tabriz

(*- Corresponding Author Email: jnematian@tabrizu.ac.ir)

consumer as a result of higher costs while only 30 percent increase in welfare as a result of cost reduction Will be given to consumers. As a result, the negotiations on the price formation of these products have been in a way that the government has diverted from its basic goal. The reason for this would be the coincidence of the duties of the government organization responsible for pricing law, consumer protection and producer protection. Therefore, it is necessary to examine the formation of independent governmental or non-governmental organizations in support of consumers and to study the appropriate ways to operate existing laws in order to support consumers.

JEL Classification C78 .D43 .Q13

Keywords: Bargaining model, Dairy products, Lerner index, Vertical and horizontal market structure



Investigation of Vertical and Horizontal Competition in Market Structure Measurement: A Case Study of the Dairy Industry in Iran

Z. Shokoohi^{1*} – A.H. Chizari² – M. Amiri³

Received: 15-04-2018

Accepted: 05-11-2018

Introduction: Economic theories and empirical results show that the economic performance and the resulting social welfare are influenced by the market mechanism, and the gap of the market structure from the competitive market implies the failure of the market and in this situation allocation of resources will be inefficient. In other words, there is a causal relationship between the existence of market power and the lost prosperity of the economy. Thus, the market structure affects market incentives and decision making process on market outcomes. Also, the analysis of the situation of market competition can affect the process of adopting supportive policies and its results. In market structure studies, economists have traditionally defined industry horizontally i.e. by including firms that make similar products. While non-competitive behavior in the market is not necessarily related to horizontal behavior and the horizontal structure only represents just a part of the market power. In fact what is known as market power is the result of combination of the vertical and horizontal competition in different levels of the markets.

Milk is one of the agricultural products that more than 70 percent of it goes into the processing industry. The average per capita consumption of milk in Iran is about 90 kg, while the average global consumption is 156 kg and in the European countries is 300 kg. Also, the statistics of dairy factories collected by the Statistical Center of Iran show that between 2004 and 2011 more than 65% of the total amount of raw milk was absorbed by less than 10% of dairy factories. This is a sign of the high concentration of this industry. Meanwhile, the industry is facing a large number of dairy consumers to sell its products with their average per capita consumption in the country much lower than that recommended by the World Health Organization. However, increasing concentration in this industry can affect the bargaining power of the processors and the formation of the price of dairy products. Therefore, the purpose of this study is evaluation of the horizontal and vertical market structure in dairy products market including pasteurized milk, yogurt and cheese.

Materials and Methods: In order to investigate the vertical structure of the market, based on the formation of the price of dairy products, a bilateral monopoly bargaining pattern with axiomatic approach was used. In estimation of the bargaining model we applied EM algorithm to overcome the hidden supply reservation price. The horizontal structure of the market was also evaluated using the Lerner index. Its needed to be explained that the statistics and information required for this study including the production of dairy products, pasteurized milk, yogurt and cheese, the amount and value of consumable inputs including labor, raw milk, milk powder, inventory of capital goods, cost of depreciation, The cost of maintenance and packaging costs for a number of dairy enterprises were collected from the Iranian Statistics Center during the period 1990-2012.

Results and Discussion: the results of this study showed that the horizontal structure of the market for these three products was far from competitive and Producers are able to raise the price of these products above the marginal cost. However, the value of Lerner index in the study period has been decreasing with many fluctuations and this meant improving the competition in the studied years. Also, the results of the bargaining model demonstrated that the bargaining power of processors in pricing these products are more than consumers. Somehow, in average about 70% of dairy trade gains owned by processors and 30% of that is the consumers' share. In all three products, in addition to the price of raw milk, the price of capital input and packaging play a significant role in the agreed price change of dairy products, especially pasteurized milk. So one percent reduction in the price of capital input with current conditions, leads to a decrease in prices of milk, cheese and yoghurt by 0.33, 0.13 and 0.15 percent, respectively.

Conclusions: The results indicate that 70 percent of the welfare loss of the manufacturer is passed on to the

1- Assistant Professor of Agricultural Economics, Shiraz University, Shiraz

(*- Corresponding Author Email: z_shokoohi @ shirazu.ac.ir)

2- Associate Professor of Agricultural Economics, University of Tehran, Tehran

3- Assistant Professor of Statistics, Hormozgan University, Hormozgan

in the feasibility studies and the pre-construction of the generating unit, the green tax should be considered in the evaluations.

Keywords: Dairy cattle, ISUR, Green tax, Translog cost function



Determination of Optimal Green Tax Rate on Greenhouse Gas Emissions in Dairy Farms of Hamadan Province

H. Balali^{1*}– Gh. Khaledian²– A. Samdeliri³

Received: 15-04-2018

Accepted: 26-08-2018

Introduction: One of the challenges faced by governments in the last century is environmental crisis such as greenhouse gasses. Due to population growth in the world, human activities including agriculture and dairy cattle industry for providing food security for peoples have increased and caused the more pollution and greenhouse gasses emission. to the extent that the amount of greenhouse gasses released by agriculture and dairy cattle's activities in the world is more than greenhouse gasses produced by transportation activities. The main agricultural greenhouse gases (GHG) are methane and nitrous oxide. Methane is produced in the rumen of the cows by methanogen microbes and are naturally present in all ruminant animals. Most methane is emitted when cattle burp. Nitrous Oxide is emitted from soil when urine, faeces and fertilizers broken down by microbes in the soil. Governments and policy makers, by applying policies and programs are struggling to overcome the problems encountered in the environmental field and reduce the negative and harmful effects of human functions on the environment. One of the ways to control and reduce environmental damages such as greenhouse gasses is using economic tools and policies such as taxes on environmental degradation activities.

Materials and Methods: This study aimed to evaluate the appropriate green tax rate on methane emissions in dairy cattle industry in Hamedan province. Therefore, of 44 dairy farms in Hamedan province were chosen by simple sampling method and data were collected about the cost of producing this section through questionnaires during 1395-96. By calculating the share of costs using shephard lemma and the Iterative Seemingly Unrelated Regressions method (ISUR), the cost function and cost sharing equations were estimated as a system. The advantage of the current model is that the ISUR estimators utilize the information present in the error correlation of the cross regressions (or equations) and consequently are more efficient than single equation estimation methods such as ordinary least squares. In the selected model the price of animal feed (P_{food}), price of medicine and vaccination ($P_{medicin}$), price of energy (P_{ene}) and labor wage (P_{wag}), are the independent variables.

Results and Discussion: The results indicated that about 52% of the pattern coefficients were significant. Thus using Translog cost function is appropriate for estimating the cost function in dairy cattle units. The calculated R^2 criterion for Translog cost function is estimated about 0.99 in this research, which implies that about 99 percent of the variations of milk's total cost are defined by the variables including animal feed price, labor wage, energy price and the price of medicine and vaccination. Parameters for the input share equations including animal feed price, labor wage, energy price and the price of medicine and vaccination, are calculated respectively as 0.53, 0.36, 0.64, 0.57 and 0.34 for the income share equation. The adjusted coefficient of determination, ($\bar{R}^2$) for the Translog cost function, is about 0.98, and parameters for the input share equations including animal feed price, labor wage, energy price and the price of medicine and vaccination is respectively 0.47, 0.28, 0.47, 0.36 and 0.22 for the income share equation. Based on the results, the D.W of the equation is 1.98, that indicates the fitted regression is true and there is no autoregressions between residuals and independent variables.

Conclusion: Based on this study results, the appropriate green tax rate for methane emissions in the dairy cattle industry is 1.1% per kilogram of milk production. The results revealed a negative relationship among green tax rate and pollution emissions coefficient and marginal cost of production. Also, a positive relationship between green tax rate and the output price has been detected. This signifies that by increasing green tax rate, the emission of pollutions by dairy cattles is reduced. So putting emphasize on the application of green taxes in order to reduce emissions of methane greenhouse gas. It is also recommended that relevant organizations such as the country's environmental organization, by examining the prevalent infrastructure in the country and providing conditions, use green taxes as an economic tool for controlling and reducing environmental pollution. Moreover,

1 and 2- Associate Professor and M.Sc. Graduated of Economics of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan
(*- Corresponding Author Email: h-balali@basu.ac.ir)

3- Assistant Professor of Economics of Agriculture, Seyed Jammaledin Asadabadi University

consumer welfare and prevent the imposition of additional costs, it is recommended a duplicate effort to be made to implement the policies of market regulation of inputs and reduce volatility in these markets.

Keywords: Chicken market, Exchange rate, Imported inputs, MVGARCH, Value at-Risk



Risk Spillover Effect of Exchange Rate on Chicken Market and its Major Inputs in Iran

F. Vajdi Hokm Abad¹- M. Ghahremanzadeh^{*2}- J. Hosseinzad²

Received: 14-03-2018

Accepted: 05-11-2018

Introduction: over the previous years, with development and expansion of broiler breeding units and its increasing production, chicken meat has become an essential commodity in the household food basket and has been attributed as one of the most important sources of protein supply for households. Recently, the chicken market pricing as well as exchange rate volatility has become one of the issues in that industry. One of the main sources of this risk in the chicken market is the exchange rate volatility, which affects the imported inputs markets.

Materials and Methods: The current analysis is based on 21 years of monthly data on exchange rate, chicken price, corn price, soybean meal price and fish powder price over the period 1995-2016 obtained from the Central Bank of the Islamic Republic of IRAN and Livestock Support Company of Iran. In present study, the risk of overflow between the exchange market and the chicken market and its major import inflows are examined. Estimation has been carried out using GARCH-type models, based on the multi variation GARCH (MV-GARCH), for both the extreme downside and upside Value-at-Risks (VaR) of exchange rate volatility risk and chicken market and its major inputs markets. It depicts market risk by means of the probability distribution of a random variable and evaluates the risk with a single real number. While the VaR method is used to measure extreme market risk, as the risk interaction and spillover effect among different markets is apparent. Furthermore, according to a new concept of Granger causality in risk, a kernel-based test is proposed to detect extreme risk spillover effect between two mentioned markets. The methodology used is Granger causality in risk provided by Hong (2001) and Hong et al. (2003). It requires that the time-varying VaR to be evaluated for each return, and then it should be determined if the historical information about risk in one market increases one's ability to forecast its occurrence in another market in terms of Granger causality concept.

Results and Discussion: According to the results of the Dickey-Fuller unit root test, all variables are stationary at first difference, and based on the results of the seasonal unit root test, seasonal behavior pattern in variables has been found. Then volatility clustering was confirmed by testing heterogeneity of conditional variance. Since the results showed cluster fluctuations in the variables, we evaluated the MGARCH and TGARCH models and then we used VaR to estimate the value series at risk for all variables. The result of VaR section showed that the upside risk of chicken and Fish powder is the highest, and soybean meal and exchange rate having the least risk. In the downside risk chicken and fish powder were known as the most risky markets, corn and exchange rate as least risky. But it is fascinating about the exchange rate that it has a higher upside risk than the downside risk. In other words, there is a greater risk for an increase in the exchange rate market. Finally, the relationship between risks of markets was investigated using risk granger causation. The results indicated that there are over and over additional risks for traders in all of these markets and there is a significant risk spillover between the exchange market and the chicken market and its major inputs markets, the severity of upside spillover is higher than the falling price of the exchange rate. There is a significant risk spillover between the chicken market and its major inputs market at the 95% and 99% confidence levels and in all interruptions, there is a spillover of upside and downside risk.

Conclusions: The exchange rate as a key variable, influences many of the government's policies and economic decisions. Any volatility in the exchange rate will have an adverse impact on both micro and macro levels. Given its impact on the imported input market, it is recommended that a coherent program of foreign exchange market management and stabilization to be developed by the central bank and the government. taking into account the high impression of the input market from volatility and exchange rate risk, it is suggested that, as far as the principle of comparative advantage allows, more strategic inputs such as corn and soybeans to be produced. Considering impressionability of Chicken markets from its inputs market in order to provide

1, 2 and 3- M.Sc. Graduated and Associate Professors of Agricultural Economic, Agricultural Department, Tabriz University, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Ghahremanzadeh@tabrizu.ac.ir)

hydroponic cultivation, which leads to increased performance and increased water productivity per unit area, and also planting kinds of rice which have advantages in each province would conclude increasing the welfare of rice producers.

Keywords: Cross sectional maximum entropy, Positive mathematical programming, Rice, Tariff, World trade organization



Effect of Trade Liberalization on Production, Consumption and Trade of Rice

L. Ravand¹- A. Dourandish^{2*}- M. Sabouhi Sabouni³

Received: 07-01-2018

Accepted: 16-09-2018

Introduction: Globalization is an inevitable process that one of its consequences is the liberalization of trade and the reduction of protectionism. Trade liberalization causing the heavily interdependent economics of the countries around the world to reduce customs and trade barriers to a minimum level, and make financial transfers between countries easily done. Rice is the most important and strategic crop after wheat and plays a significant role in trade and food security of the world and Iran. Because it provides more than 20% of human total daily calories and Almost two thirds of the world's population depends on rice for food. The total Production of Rice in Iran during 2012-2013 was about 2.3 million ton and about 93% of rice products are yielded in Gilan, Mazandaran, Khuzestan, Golestan and Fars provinces. About 88% of total production of rice in Iran is allocated to domestic consumption while just 12% of goes to the world market. Total consumption of rice in Iran is about 3.2 million ton.

Materials and Methods: The model that is used in this study is Agricultural sector partial equilibrium model with endogenous prices. The data used in present study are the average of production, consumption, export, import and area under cultivation quantity, which export and import prices for long, medium and short grain rice and import tariffs for two growing years of 2011-12 and 2012-13 are considered. These information are provided from agriculture jihad organization of Iran, Customs Office of the Islamic Republic of Iran and the book of export-import regulations. In current research, at first simple linear demand function is calibrated for long, medium and short grain rice based on demand price elasticity. The supply function involves two parts: domestic supply function and export supply function. The calibration of domestic supply is done by a Maximum Entropy integrated PMP method and calibration of export supply function is based on export supply price elasticity. It should be noted that the demand elasticities used in current study are captured from various studies and the export supply elasticities are taken as unity following Aydin et al (2004). Constraints that are used in the model are comprised of the constraints of area under cultivations, water, chemical fertilizer, variable costs, constraint of commodity balance and constraints of calibration includes area under cultivation and export.

Results and Discussion: The investigated scenarios are the reduction of import tariffs for rice by 10, 25, 50, 75, 90 and 100 percent. The results of present study showed that The area under cultivation of long and medium grain rice, compared to the base year (2012 and 2013 will decrease about 0.61 and 3.38 percent), in Mazandaran province, about 0.49 and 9.18 percent in Gilan province, about 2.82 and 4.32 percent in Golestan province , about 90 and 0.6 percent in Khuzestan province and about 24.47 and 2.47 in Fars province t. Short grain rice in Golestan province will decrease about 22.93 percent and in Fars province will decrease about 43.33 percent. Generally, with decreasing tariff rates, the long, medium and short grain rice, compared to the base year (2012 and 2013), will decrease about 21.5, 4 and 11.5 percent, respectively. Also, the consumption of long, medium and short grain rice will increase by 0.5, 1.1 and 0.7 percent, respectively. The average import of long, medium and short grain rice will increase by 5, 11 and 33.5 percent, respectively and Exports of long, medium and short grain rice also will increase by about 7.7%, 11.7% and 11.43% as a result of tariff cuts. Also, the net social welfare due to the reduction of rice tariff rates relative to the base year, will increase about 0.2 percent. The average welfare of consumers will increase about 1% and the welfare of producers will decrease about 1.7 percent compared to the base year. Also the welfare of the state will increase about 9.5 percent compared to the base year.

Conclusions: Considering small cultivated pieces of land, the high cost of production, the lack of relative advantage in the production of some types of rice and also the high waste of factories in the country, trade liberalization can be fruitful. Considering the importance of product advantages in producing, exporting and importing as well the best quality of Iranian rice, creating new technologies and new planting methods such as

1, 2 and 3- M.Sc. Graduated, Associate Professor and Professor of Agricultural Economic, Agricultural Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively

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

Contents

Effect of Trade Liberalization on Production, Consumption and Trade of Rice	29
L. Ravand- A. Dourandish- M. Sabouhi Sabouni	
Risk Spillover Effect of Exchange Rate on Chicken Market and its Major Inputs in Iran	31
F. Vajdi Hokm Abad- M. Ghahremanzadeh- J. Hosseinzad	
Determination of Optimal Green Tax Rate on Greenhouse Gas Emissions in Dairy Farms of Hamadan Province	33
H. Balali–Gh. Khaledian– A. Samdeliri	
Investigation of Vertical and Horizontal Competition in Market Structure Measurement: A Case Study of the Dairy Industry in Iran	35
Z. Shokoohi– A.H. Chizari– M. Amiri	
Optimal Water Allocation of Ajbashir Qaleh Chay Dam among Agricultural Products under Uncertainty	37
M. Jafari Sani– B. Hayati– J. Nematian- M. Ghahremanzadeh	
Design of Derivative Contracts of Meteorological Indicators of Agricultural Sector in Iran (Case Study: Shiraz)	39
Z. Nematollahi- S.A. Hosseini Yekani- H. Amirnejad	
Determination of Resilience and Sustainability of Industrial Dairy Farms in Mashhad	41
L. Hassani– M. Daneshvar Kakhki– M. Sabouhi Sabouni	

Agricultural Economics & Development

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 32

No.3

2018

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>