ارزیابی شاخص‌های پایداری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی: مطالعه موردی محصول گندم در شهرستان مرودشت

هادی هادی پور[۱]، سید نعمت الله موسوی[۲*] و بهاءالدین نجفی[۳]

۱۳۹۷/۶/۲۰ ۱۳۹۷/۷/۱۴

چکیده

ارزیابی شاخص‌های پایداری کشاورزی حافظتی با توجه به مقوله‌هایی مهم همچون تغییر اقلیم، بحران منابع آب و خاک از اهمیتی انکارناپذیر برخوردار است، ولی توسعه کشاورزی حفاظتی در ایران در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته بسیار اندک است. لذا، در این پژوهش به بررسی و ارزیابی شاخص‌های پایداری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی پرداخته شد. برای این منظور، داده‌ها از راه توزیع پرسش‌نامه بین ۳۷۵ گندمکار شهرستان مرودشت گردآوری شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از تحلیل مالی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. نتایج تحلیل مالی نشان دادند که کشاورزی حفاظتی منجر به ۲۹/۷۳ درصد کاهش نیروی کار، ۴۸/۱۲درصد کاهش مصرف آب، ۲۵درصد کاهش بکارگیری ماشین‌آلات، ۱۷/۶۳درصد کاهش بذر، ۱۷/۹۸درصد کاهش کود، ۲۹/۰۳ درصد کاهش سموم شیمیایی و ۱۹/۶۹درصد افزایش عملکرد گندم می‌شود. هم‌چنین، هر هکتار کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم، از ۲۱/۷۶درصد درآمد بیش‌تر، ۳۷۴۳ ریال هزینه کم‌تر به ازای هر کیلوگرم تولید گندم و ۲۴۷۱۵ ریال سود ناخالص بیش‌تر برخوردار می‌باشد. نتایج AHP نشان دادند که در میان معیارهای اصلی پایداری کشاورزی حفاظتی، به‌ترتیب: شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی اولویت دارند. هم‌چنین، در میان زیرمعیارهای اقتصادی، بهبود بهره‌وری و کارایی، در میان زیرمعیارهای اجتماعی، تولید و امنیت غذایی، و در نهایت، در میان زیرمعیارهای زیست‌محیطی، حفاظت از منابع آب اولویت دارند.

طبقه بندی JEL: Q14, Q20, O10

واژه‌های کلیدی: پایداری، کشاورزی حفاظتی، تجزیه و تحلیل مالی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

[۱] - دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد مرودشت.

[۲] -دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد مرودشت.

[۳] -استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد مرودشت.

*- نویسنده مسئول مقاله: seyed_1976mo@yahoo.com

پیشگفتار

استفاده گسترده از سوخت‌های فسیلی، تغییر کاربری اراضی و افزایش جمعیت جهان و در پی آن گسترش روزافزون فعالیت‌های صنعتی و مصرف سوخت‌های فسیلی برای تأمین نیازهای جمعیت کره زمین موجب شد تا پس از انقلاب صنعتی به تدریج تغییرات مشهودی در اقلیم کره زمین بوجود آید که بارزترین آن افزایش میانگین دمای زمین، افزایش پدیده‌های حدی اقلیمی نظیر سیل، توفان، تگرگ، امواج گرمایی، بالاآمدن سطح آب دریاها، ذوب شدن یخ های قطبی و در نتیجه افزایش فراوانی، شدت و طول دوره خشکسالی ها می باشد. افزایش این رخدادها در سال‌های اخیر به دغدغه اصلی اقلیم شناسان و سران کشورهای جهان تبدیل شده است (ارندت و تورلو، ۲۰۱۵)[۱]. هم‌چنین، ایران در پهنه‌بندی اقلیمی کمیته بین الدولی تغییر اقلیم [۲] (IPCC) جزء مناطق خشک و نیمه خشک دنیا قرار می‌گیرد که شواهد داده‌های تاریخی هواشناسی و پیش بینی‌های صورت گرفته از وضعیت اقلیم این منطقه نشان دهنده وقوع پدیده تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر و ادامه این روند در آینده است (الشناوی و همکاران، ۲۰۱۶)[۳]. از سوی دیگر، کشاورزی حفاظتی به عنوان راهبردی برای رسیدن به اهداف تولید پایدار کشاورزی از دهه ۱۹۷۰ میلادی ظهور پیدا کرده و با این بالا بردن بهره‌وری نظام تولید، پتانسیل بالایی برای رویارویی با نگرانی‌ها و مسایل جدی مربوط به تخریب منابع طبیعی، آلودگی محیط زیست و تغییر اقلیم دارد (لاس و همکاران، ۲۰۱۵)[۴]. فائو کشاورزی حفاظتی را گزینه ای برای تولید محصولات کشاورزی همراه با حفظ کارآمدی منابع براساس مدیریت یکپارچه منابع آب، خاک و زیستی معرفی کرده است. کشاورزی حفاظتی در برگیرنده سه اصل حداقل خاک‌ورزی، پوشش دایمی خاک با بقایایی گیاهی و تناوب زراعی با هدف کاهش اثرات منفی فعالیت‌های کشاوزی متداول مانند فرسایش خاک، کاهش ماده آلی خاک، هدر رفت آب، تخریب ساختمان فیزیکی خاک و استفاده از انرژی است (فائو، ۲۰۱۳)[۵]. به بیان دیگر، حاصلخیزی پایدار خاک، حفظ رطوبت خاک، کاهش رواناب، افزایش دسترسی گیاه به آب و در نتیجه، مقاومت به خشکسالی، بهبود تغذیه آبخوان‌ها، کاهش اثرات افزایش تغییرات اقلیمی، صرفه جویی در نیروی کار و انرژی، کاهش هزینه تولید و حفظ محیط زیست از مزایای مهم کشاورزی حفاظتی می باشند. این نظام کشاورزی با تغییر در رفتار کشاورزان با رعایت تناوب زراعی، مدیریت حاصلخیزی خاک با حفظ بقایای گیاهی و انجام کم‌ترین

---

[۱]- Arndt and Thurlow, 2015
[۲]- Intergovernmental panel on climate change
[۳]- Elshennawy et al, 2016
[۴]- Loss et al, 2015
[۵]- FAO, 2013

خاک‌ورزی منجر به اقتصادی شدن و پایداری تولید می‌شود (تیرفلدر و همکاران، ۲۰۱۵)[۱]، ولی با وجود نتایج مثبت کشاورزی حفاظتی مقدار توسعه آن در اراضی کشور در مقایسه با کشورهای توسعه یافته بسیار کم است، به گونه‌ای که از سال ۱۳۸۶ که طرح توسعه کشاورزی حفاظتی در کشور به اجرا در آمده است تا سال ۱۳۹۳ تنها نزدیک به ۵ درصد از اراضی زراعی زیر پوشش کشاورزی حفاظتی قرار گرفته اند (لطیفی و همکاران، ۱۳۹۵). این در حالی است که برای رویارویی با چالش‌های بخش کشاورزی کشور در شرایط حال و آینده، توسعه کشاورزی حفاظتی از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو، در این پژوهش به بررسی و ارزیابی پایداری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی به عنوان راهکاری جهت انطباق با تغییر اقلیم با مطالعه موردی محصول گندم دراستان فارس شهرستان مرودشت پرداخته می‌شود. برای این منظور، در بخش دوم مقاله به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش، در بخش سوم به روش پژوهش، در بخش چهارم به تجزیه و تحلیل داده‌ها و سرانجام در بخش پنجم به جمع بندی و ارایه پیشنهادها پرداخته می‌شود.

ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش

اهمیت تکنولوژی کشاورزی حفاظتی و وضعیت آن در کشور

خاک یکی از منابع مهم و اساسی است که نقش بزرگی را در تأمین و تهیه نیازهای اولیه و ضروری انسان، بالاخص غذا و چوب ایفا می کند، در حالی‌که خاک که این منابع تجدید شونده (غذا و چوب) را تولید می کند، خود چنان به کندی تشکیل می شود که در عمل، یک منبع تجدید ناپذیر بشمار می‌رود (دوگیل و همکاران، ۲۰۱۶)[۲]. در دنیای امروزی، رشد سرسام آور جمعیت از یک سو و فشار بیش از حد بر زمین و بهره برداری نامناسب و نادرست از خاک از سوی دیگر، موجب وارد کردن خسارات زیادی بر این منبع مهم شده و باعث شده است که بیش‌تر از یک سوم کل اراضی دنیا در معرض فرسایش شدید قرار گیرند و سالیانه نزدیک به ۵ تا ۷ میلیون هکتار زمین زراعی خوب به علت نبود مدیریت مناسب، استفاده از روش‌های زراعی نامناسب، چرای بیش از حد و غیره در اثر فرسایش و تباهی از بین برود و حدود ۲۵ میلیارد تن از خاک زراعی زمین‌های کشاورزی در جهان از سطح زمین شسته و به رودخانه‌ها و در نهایت، به دریاها و اقیانوس‌ها ریخته شده و از این راه، بزرگ‌ترین دغدغه خاطر انسان امروزی، یعنی تغذیه و امنیت غذایی، را با حادترین وضع ممکن روبه‌رو سازد (لطیفی و همکاران، ۱۳۹۶). بنابر آمار و داده‌های موجود، آسیا بیش‌تر از هر قاره دیگری از مسئله فرسایش خاک رنج می‌برد و در میان کشورهای

---

[۱]- Thierfelder et al, 2015
[۲]- Dougill et al, 2016

آسیایی، ایران دارای مقدار فرسایش بسیار بالایی می‌باشد. مطالعه‌ای که بـه وسـیله فـائو در زمینـه برآورد شدت و هزینه تباهی خاک در آسیای جنوبی انجام شده است، یافته‌های تکـان دهنـده‌ای را بدست آورده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که هشت کشور مورد مطالعه (هنـد، پاکسـتان، بنگلادش، ایران، افغانستان، نپال، سریلانکا و بوتان) سالانه در اثر تبـاهی زمـین ۱۰ میلیـارد دلار از دست می‌دهند. گفتنی است که این مقدار خسارت فقط مربوط به اثرات درون مکانی تبـاهی خـاک می باشد و در صورت محاسبه خسارات بیرون از مکان تباهی خاک، مقدار خسارت یاد شـده بسـیار بیش‌تر خواهد بود. فرسایش آبی و بادی گسترده ترین شکل تباهی خاک در منـاطق مـورد مطالعـه می‌باشد. این مطالعه هم‌چنین، نشان می‌دهد که از ۱۴۰ میلیون هکتـار زمـین زراعـی منطقـه، ۴۳ درصد آن‌ها دست‌کم تحت تأثیر یکی (یا بیش‌تر) از اشکال تباهی خاک (فرسایش آبی و بادی، شور شدن و ...) قرار دارند. ۳۱ میلیون هکتار از زمین های زراعی این مناطق بـه گونـه‌ای شـدید تحـت تاثیر تباهی خاک قرار گرفته‌اند و ۶۳ میلیون هکتار نیز به طور میانگین دچار تباهی خاک شده‌انـد. نکته قابل توجه در این مطالعه آن است که ایران دارای بدترین وضعیت از نظر تباهی خاک در میان کشورهای مورد مطالعه می‌باشد؛ ۹۴ درصد زمین های کشاورزی ایران دچار تباهی خاک می‌باشد و پس از ایران بنگلادش (۷۵٪)، پاکستان (۶۱٪)، سـریلانکا (۴۴٪)، افغانسـتان (۳۳٪)، نپـال (۲۶٪)، هندوستان (۲۵٪) و بوتان (۱۰٪) قرار گرفته‌اند (عبدالله زاده و همکاران، ۱۳۹۷). هر چند مطالـب و آمار یاد شده، به خوبی بیانگر اهمیت و جایگاه مهم حفاظت خاک و کنترل فرسـایش آن مـی‌باشـد، اما نکته اساسی که باید بیان شود ایـن اسـت کـه در پـذیرش تکنولـوژی حفاظـت خـاک از جانـب کشاورزان و به کار بستن آن ها عوامل بسیاری دخالت دارند. در بسیاری از موارد تکنولوژی تهیـه و معرفی می‌شود، امّا از سوی کشاورزان یا پذیرفته نمی‌شود یا صورت ناقص پذیرفتـه شـده و پـس از مدتی رها می‌شوند. این مسئله در زمینه تکنولوژی‌های کشاورزی و بالاخص در مورد تکنولوژی‌های حفاظتی به وفور اتـفاق افتاده است. با توجـه بـه نقشـی مهـم کـه کشـاورزان در رابطـه بـا کنتـرل فرسایش خاک و حفاظت آن ایفا می‌کنند، بررسی و شـناخت تنگناهـا، نیازهـا، امکانـات، شـرایط و جنبه‌های شناختی و رفتاری کشاورزان و جامعه روستایی امری ضروری به نظر مـی‌رسـد و تنهـا در این صورت است که می‌توان موفقیت و عملکرد بهتر و بیش‌تر برنامه‌ها و طرح‌های حفاظت خـاک را تضمین کرد، ولی متاسفانه در کشور ما آنچنان که باید و شاید به مسایل یاد شده تـوجهی نشـده و پژوهش‌های و مطالعات جامعی در این زمینـه‌هـا انجـام نشـده‌اسـت (سـواری و همکـاران، ۱۳۹۴). هم‌چنین، تا سال ۱۳۹۶ تنها ۱۶۰ میلیون هکتـار از اراضـی کشـاورزی جهـان بـا روش کشـاورزی حفاظتی مدیریت می‌شده و سطح زیرکشت کشاورزی حفاظتی کشور حدود ۱۶۵ هزار هکتار اسـت که یک درصد از آمار جهانی را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که برای رویارویی بـا

چالش‌های بخش کشاورزی کشور در شرایط حال و آینده، توسعه کشاورزی حفاظتی از اهمیتی زیاد برخوردار است (فائو، ۲۰۱۷). جدول ۱ سطح زیر کشت کشورهای پیشرو در کشاورزی حفاظتی را نشان می‌دهد:

هم‌چنین، بیش‌تر مطالعات داخلی و خارجی صورت پذیرفته در مورد کشاورزی حفاظتی مرتبط با عوامل مؤثر بر پذیرش این تکنولوژی از سوی کشاورزان بوده و مطالعات بسیار معدودی به اثرات اقتصادی آن پرداخته اند. در جدول ۲و۳ به برخی از مطالعات مرتبط با کشاورزی حفاظتی به اختصار اشاره شده است:

مرور ادبیات موضوع ارائه شده بیانگر اهمیت انکارناپذیر توسعه کشاورزی حافظتی در ایران با توجه به مقوله‌هایی مهم مانند رویارویی کشور با پدیده تغییر اقلیم و بحران منابع خاک و آب می‌باشد. از سوی دیگر، بررسی ارزیابی شاخص‌های پایداری کشاورزی حفاظتی بمنظور توسعه و ترویج، بر بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش آن مقدم می‌باشد که در این پژوهش به این مهم با مطالعه موردی گندمکاران شهرستان مرودشت پرداخته می‌شود.

روش پژوهش

مراحل پژوهش

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، در این پژوهش به ارزیابی شاخص‌های پایداری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی به عنوان راهکاری برای انطباق با تغییر اقلیم با مطالعه موردی محصول گندم در شهرستان مرودشت استان فارس پرداخته می‌شود. برای این منظور مراحل زیر طی خواهد شد:

۱. مقایسه مصرف نهاده‌ها، هزینه‌ها و سودناخالص تولید گندم در دو روش کشاورزی مرسوم و حفاظتی: برای این منظور مصرف نهاده ها و سود و زیان حاصل از دو روش مختلف مدیریت مزرعه (کشاورزی مرسوم و کشاورزی حفاظتی) بر اساس هزینه‌ها و درآمدهای ایجاد شده در طول یک سال مورد بررسی قرار می‌گیرد (تجزیه و تحلیل مالی)[۱].

۲. ارزیابی پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تکنولوژی کشاورزی حفاظتی: برای این منظور وزن هر یک از شاخص های پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تکنولوژی کشاورزی حفاظتی با بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[۲] تعیین می‌شود.

۱- Financial analysis
۲- Analytical Hierarchy Process

مشخصات منطقه مورد مطالعه

شهرستان مرودشت با وسعت ۴۶۴۹ کیلومترمربع، ۳٪/۸ کل مساحت استان فارس را به خود اختصاص داده است. مرکز این شهرستان در ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۵۹۵ متری از سطح دریا واقع شده است. خاک این منطقه کاملاً رسوبی و مواد تشکیل دهنده آن توسط رودخانه و متلاشی شدن سنگ‌های منطقه بوجود آمده که برای کشاورزی بسیار مناسب هستند. جمعیت این شهرستان براساس سرشماری سال ۱۳۹۵، برابر با ۳۲۳۴۳۴ نفر بوده‌است. این منطقه که یک منطقه صنعتی کشاورزی است، در زمینه تولیدات ذرت، برنج، گوجه فرنگی، خیارسبز، کلم، بادمجان، هویج و زیتون برای واحدهای تولیدی بسیار دارای اهمیت است. برنج مرغوب کامفیروز، انار سیدان، گردوی دشتک و چغندر از جمله تولیدات دیگر محصولات کشاورزی این شهرستان است. مرودشت بیش از یک دهه مقام اول تولید گندم ایران را به خود اختصاص داده‌است. هم‌چنین، یکی از پایگاه‌های اساسی تولید ذرت علوفه‌ای در جنوب ایران بشمار می‌آید. وجود سد مخزنی درودزن با گنجایش یک میلیارد متر مکعب، بستری مناسب را برای توسعه کشاورزی در این شهرستان فراهم کرده‌است کشاورزی در این بخش به صورت صنعتی و دستی و روش آبیاری به شکل دیمی و آبی انجام می‌گیرد. اراضی گسترده کشاورزی این شهرستان به ۷ ناحیه همگن و دارای ویژگی‌های مشابه که زیر پوشش ۷ مرکز خدمات کشاورزی دهستانی و ۱۳ تعاونی تولید روستایی قرار دارند، تقسیم می‌شوند. مرودشت دارای ۱۷۰ هزار هکتار اراضی مزروعی شامل ۱۴۸ هزار هکتار اراضی آبی و ۲۲ هزار هکتار اراضی دیم است. عمده‌ترین محصولات زراعی منطقه را گندم آبی، جو آبی، شلتوک، چغندر قند، ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای تشکیل می‌دهند و انواع جالیز بالاترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. شهرستان مرودشت با توجه به وجود آب کافی از لحاظ باغ داری نیز در موقعیتی مناسب قرار دارد. انگور، سیب، بادام، گردو، هلو، زردآلو، انار و ... در باغ‌های این شهرستان تولید می‌شوند و مازاد آن به دیگر استان ها و شهرستان‌ها و برخی از کشورهای حوزه خلیج فارس صادر می‌شود (سازمان جهادکشاورزی شهرستان مرودشت، ۱۳۹۶). شکل ۱ موقعیت شهرستان مرودشت را در استان فارس نشان می‌دهد:

جامعه آماری و روش نمونه گیری

جامعه آماری پژوهش حاضر مشتمل بر کلیه گندمکاران شهرستان مرودشت در سال ۱۳۹۶ می‌باشند (N=۱۵۸۶۱). هم‌چنین، با توجه به ویژگی‌های جامعه آماری شیوه نمونه‌گیری تصادفی

ساده برگزیده شد. برای تعیین حجم نمونه از جدول برآورد حجم نمونه جرسی مورگان استفاده گردید که به شرح فرمول زیر می‌باشد:

$$n = \frac{N.t^2.p(1-p)}{N.d^2 + t^2.p(1-p)} \qquad (۱)$$

به گونه‌ای که، n= حجم نمونه، N= تعداد کل جامعه آماری، t^2= مقدار t استیودنت، موقعی که سطح معنی‌داری از ۰/۰۵ کمتر باشد، d^2= تقریب در برآورد پارامتر خطای جامعه، P= احتمال وجود صفت و (1-P)= احتمال عدم‌صفت می‌باشد. بنابراین:

$$n = \frac{15861 \times 1.96^2 \times 0.5(1-0.5)}{15861 \times 0.1^2 + 1.96^2 \times 0.5(1-0.5)} \cong 375$$

لذا با انتخاب تصادفی ۳۷۵ نفر از گندمکاران شهرستان مرودشت، اطلاعات و داده های مورد نیاز پژوهش گردآوری شد.

متغیرهای پژوهش و روش گردآوری داده‌ها

در جدول ۴ متغیرهای و داده‌های مورد نیاز برای هر مرحله پژوهش نشان داده شده است:

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[۱]

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، چند سالی است که روش های تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه «MADM» جای خود را باز کرده‌اند. از این میان روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بیش از دیگر روش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که نخستین‌بار به وسیله توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع شد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی بازتاب‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این روش، مسایل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن ها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن می‌پردازد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبه‌روست می‌تواند استفاده شود. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. بکارگیری این روش مستلزم پنج گام عمده زیر می‌باشد:

۱- Analytic Hierarchical Process

الف) مدل‌سازی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مسئله با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. سطح بالا بیانگر هدف اصلی فرایند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان دهنده شاخص‌های عمده و اساسی و سطح آخر گزینه‌های تصمیم را ارایه می‌کند (مهرگان، ۱۳۸۳).

ب) قضاوت ترجیحی (مقایسات زوجی): با انجام مقایسات دو به دو بین عناصر تصمیم (مقایسه زوجی) و تخصیص امتیازات عددی که نشان دهنده ارجحیت بین دو عنصر تصمیم است، صورت می‌گیرد. برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه‌ها با شاخص‌های i ام نسبت به گزینه‌ها یا شاخص‌های j ام استفاده می‌شود که در جدول ۵ روش ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم نشان داده شده است:

ج) محاسبات وزن‌های نسبی: تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم از راه مجموعه‌ای از محاسبات عددی. گام بعدی انجام محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از داده‌های ماتریس‌های مقایسات زوجی است.

د) ادغام وزن‌های نسبی: بمنظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، وزن نسبی هر عنصر در وزن عناصر بالاتر ضرب شده تا وزن نهایی آن بدست آید. با انجام این مرحله برای هر گزینه، مقدار وزن نهایی بدست می‌آید.

ه) سازگاری در قضاوت‌ها (پایایی): نرخ ناسازگاری[۱] نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیراینصورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود. گام‌های محاسبه نرخ ناسازگاری عبارتنداز:

- گام ۱. محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب می‌شود، بردار حاصل، بردار مجموع وزنی نامیده می‌شود.
- گام ۲. محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم کنید. بردار حاصل بردار سازگاری[۲] نامیده می‌شود.
- گام ۳. بدست آوردن λmax، میانگین عناصر برداری سازگاری λmax را بدست می‌دهد.
- گام ۴. محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

---

[۱] - Inconsistency Ratio (I.R)
[۲] - Consistency Index = CI

n عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مسئله.

- گام ۵. محاسبه نسبت سازگاری که تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی[۱] بدست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کم‌تر، سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند. هم‌چنین، شاخص تصادفی از جدول ۶ استخراج می‌شود (مهرگان، ۱۳۸۳):

در این پژوهش بمنظور ارزیابی شاخص‌های پایداری کشاورزی حفاظتی از شاخص های مطالعه کراهیکس و همکاران (۲۰۱۶) به صورت شکل ۲ استفاده می‌شود:

تجزیه و تحلیل نتایج

توصیف ویژگی های نمونه پژوهش

ویژگی‌های نمونه مورد بررسی از گندمکاران شهرستان مرودشت در جدول ۷ خلاصه شده است:

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به نمونه مورد بررسی نشان دادند که ۹۶ گندمکار از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی (۲۵.۶٪) استفاده کرده و ۲۷۹ گندمکار (۷۴.۴٪) از کشاورزی مرسوم استفاده کرده‌اند. هم‌چنین، کشاورزانی که از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی استفاده کرده‌اند، از میانگین سنی کم‌تر، میانگین بعد خانوار کم‌تر، میانگین تحصیلات بیش‌تر، میانگین سابقه فعالیت کم‌تر، متوسط درآمد ماهیانه بیش‌تر، میانگین زمین‌های کشاورزی بیش‌تر، میانگین مقدار ریسک پذیری بیش‌تر، میانگین مقدار ارتباط با سازمان جهادکشاورزی بیش‌تر، میانگین مقدار انگیزه شرکت در کلاس‌های ترویجی بیش‌تر، میانگین مقدار آگاهی از کشاورزی حفاظتی بیش‌تر و میانگین نگرش مثبت نسبت به کشاورزی حفاظتی بیش‌تری نسبت به کشاورزانی که از روش کشاورزی مرسوم استفاده کرده اند، برخوردارند.

مقایسه مصرف نهاده‌ها، هزینه‌ها و سودناخالص کشاورزی مرسوم و حفاظتی

این مطالعه در گام نخست به دنبال مقایسه مصرف نهاده‌ها، هزینه‌ها و سودناخالص تولید گندم در دو روش کشاورزی مرسوم و حفاظتی می باشد که برای این منظور مصرف نهاده ها و سود و زیان حاصل از دو روش گوناگون مدیریت مزرعه بر اساس هزینه‌ها و درآمدهای ایجاد شده در طول یک سال مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۸ مقدار مصرف نهاده ها (عوامل تولید) در هر هکتار از دو روش مختلف مدیریت مزرعه را نشان می‌دهد:

---

[۱] - Random Index = RI

یافته‌های بالا نشان می‌دهند که استفاده از فناوری کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم، منجر به ۲۹/۷۳ درصد صرفه جویی در بکارگیری نیروی کار در یک هکتار کشت گندم شده است. این امر می‌تواند ناشی از کاهش عملیات زراعی و در نتیجه کاهش نیروی کار مورد نیاز در هر مرحله از تولید باشد. هم‌چنین، کشاورزی حفاظتی در یک هکتار زراعت گندم، به ۴۸/۱۲ درصد آبی کم‌تر نیاز دارد که این امر به دلیل حفظ بقایای گیاهی در سطح مزرعه و جلوگیری از تبخیر رطوبت خاک می باشد. افزون بر این، در سیستم کشاورزی حفاظتی به دلیل کاهش عملیات ماشینی و ادغام عملیات ها تا حد امکان، مقدار ساعت کار مورد نیاز ماشین آلات ۲۵ درصد در هکتار در زراعت گندم کاهش یافته است. از سوی دیگر، مقدار مصرف بذر و کود در کشاورزی حفاظتی در یک هکتار به ترتیب ۱۷/۶۳ و ۱۷/۹۸ درصد کاهش می یابد. این امر می‌تواند به دلیل استفاده از دستگاه کشت مستقیم در انجام عملیات کاشت در کشاورزی حفاظتی باشد. بر اساس آن، دستگاه یاد شده به راحتی می‌تواند بقایای گیاهی موجود در سطح خاک را بریده و شکافی را در زمین شخم نخورده برای استقرار بذر و کود ایجاد نماید. لذا، از پراکندگی و مصرف بیش‌تر کود و بذر جلوگیری می‌کند. افزون بر این، کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش ۲۹/۰۳ درصد در مصرف سموم شیمیایی می‌شود. این امر می‌تواند ناشی از کاهش عملیات خاک‌ورزی و زیر و رو نکردن خاک باشد که در نتیجه، بسیاری از بذور علف هرزی که با عملیات برگردان خاک به سطح خاک آمده و شرایط جهت رشد و نمو و رقابت با محصول گندم را دارا می‌باشند، به دلیل دستکاری نکردن خاک در کشت حفاظتی، در اعماق خاک باقی مانده و در نتیجه، رشد نخواهد کرد. در نهایت، عملکرد محصول گندم در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشت مرسوم، به طور میانگین ۱۹/۶۹ درصد بیش‌تر است. از جمله دلایلی که منجر به بالاتر بودن عملکرد گندم در کشاورزی حفاظتی نسبت به کشاورزی مرسوم می باشد، می‌توان به کاشت به موقع، استفاده کارآمد از کود شیمیایی به عنوان مواد مغذی در مجاورت گیاه، بهبود نفوذ آب در خاک در تکنولوژی کشاورزی حفاظتی، اشاره کرد.

بنابراین، به طور خلاصه می‌توان گفت که تکنولوژی کشاورزی حفاظتی از یک سو، در نتیجه کاهش مصرف عوامل تولید، منجر به کاهش هزینه های تولید می‌شود و از سوی دیگر، به دلیل بالاتر بودن عملکرد گندم، باعث افزایش درآمد در هر هکتار زراعت گندم، می‌شود. بمنظور دست‌یابی به مقدار سود ناخالص در هر یک از روش های مدیریتی مورد بررسی، نتایج بدست آمده از ارزیابی مالی دو روش کشاورزی حفاظتی و مرسوم برای تولید در یک هکتار گندم در جدول ۹ ارائه شده است:

بر اساس نتایج، مقدار درآمد هر هکتار کشاورزی حفاظتی ۲۱/۷۶ درصد بیش‌تر از کشاورزی مرسوم است. علت این امر، به دلیل بیش‌تر بودن تولید گندم در هر هکتار از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی است. هم‌چنین، مقایسه هزینه تولید هر واحد گندم در روش های کشت مورد بررسی نشان می‌دهد که تولید یک کیلوگرم گندم تحت تکنولوژی کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم ارزان‌تر است. به بیان دیگر، کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم برای تولید گندم در شهرستان مرودشت کارآمدتر می باشد. به گونه‌ای که هزینه هر کیلوگرم تولید گندم از ۸۲۶۵ ریال در سیستم کشاورزی مرسوم به ۴۵۲۲ ریال در استفاده از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی کاهش می یابد. سود ناخالص در هر هکتار تکنولوژی کشاورزی حفاظتی گندم ۴۱۶۸۲ هزار ریال می باشد که در مقایسه با سود ناخالص حاصل از هر هکتار کشت مرسوم گندم، ۲۴۷۱۵ هزار ریال بیش‌تر است. براساس نتایج، از هر هکتار کشاورزی حفاظتی سود ناخالص بیش‌تری نسبت به کشاورزی مرسوم بدست می آید. از لحاظ بازده نسبت به نیروی کار نیز، تکنولوژی کشاورزی حفاظتی دارای بازدهی بیش‌تری نسبت به سرمایه گذاری در نیروی کار در تولید گندم دارد. افزون بر آن، براساس نتایج، استفاده از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی منجر به افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌شود. در این حالت، به ازای هر واحد نیروی کار به کار گرفته شده در تولید گندم در تکنولوژی کشاورزی حفاظتی، مقدار محصول بیش‌تری بدست می‌آید. به بیان دیگر، به ازای بکارگیری هر واحد نیروی کار در تولید گندم در تکنولوژی کشاورزی حفاظتی ۴۱ درصد به محصول بیش‌تری می‌توان دست یافت. این امر بدان علت است که بکار بردن تکنولوژی‌های نوین در کشاورزی، باعث بالا رفتن بهره وری نیروی کار در بخش می‌شود.

ارزیابی پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تکنولوژی کشاورزی حفاظتی

اولویت بندی شاخص‌های اصلی

این مطالعه در گام دوم به ارزیابی پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تکنولوژی کشاورزی حفاظتی می‌پردازد که برای این منظور از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. در این راستا، ابتدا بمنظور رتبه بندی ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه بردار اوزان در هر یک از سطوح تشکیل شد. به گونه‌ای که، وزن نسبی هر یک از معیارها و زیرمعیارها به کمک نظر کشاورزان گندمکاری که از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی استفاده می‌کردند (۹۶ کشاورز) و با تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی نسبت به معیارهای کنترل خود (آیتم های بالاسری) تعیین شد. جدول ۱۰ میانگین هندسی نظر کشاورزان ذکر شده را به هر یک از شاخص‌های اصلی نشان می‌دهد:

سپس مجموع هر یک از ارجحیت‌های اختصاص داده شده به شاخص‌های اصلی، پس از آن سهم نسبی ارجحیت داده شده به شاخص‌های اصلی و در نهایت، با میانگین‌گیری از سطرهای ماتریس سهم نسبی، وزن هر یک از شاخص‌های اصلی پایداری کشاورزی حفاظتی از دید کشاورزان مورد بررسی به صورت ۱۱ بدست آمد:

یافته‌های بالا نشان می‌دهد که در میان معیارهای اصلی، به ترتیب، ۱. شاخص‌های زیست محیطی، ۲. شاخص های اقتصادی و ۳. شاخص‌های اجتماعی دارای اولویت می باشند. هم‌چنین، بمنظور بررسی قابل اعتماد بودن مقایسه های زوجی پاسخ دهندگان، از نرخ ناسازگاری استفاده شد. مراحل زیر نحوه محاسبه نرخ ناسازگاری را نشان می‌دهد:

۱. بردارهای A*W و λmax به صورت جدول ۱۲ محاسبه شد:

۲. سپس میانگین λmax ها، شاخص نرخ ناسازگاری (I.I) و نرخ ناسازگاری به صورت زیر محاسبه شد:

Average (λmax)= 3.0013 , ,

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R_{3\times3}} = \frac{0.0007}{0.58} = 0.0011$$

$$I.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{3.0013-3}{3-1} = 0.0007$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، نرخ ناسازگاری این ماتریس کم‌تر از ۰/۱ می‌باشد. بنابراین، سازگاری آن مورد قبول است. نمودار ۱ نیز خروجی نهایی نرم افزار Supper decision را برای اولویت بندی شاخص‌های اصلی پایداری کشاورزی حفاظتی نشان می‌دهد:

اولویت‌بندی زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی

برای رتبه‌بندی زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی، ابتدا از ارجحیت اختصاص داده شده توسط هر یک از پاسخ دهندگان به هر یک از زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی میانگین هندسی گرفته شد. جدول ۱۳ میانگین هندسی ارجحیت پاسخ دهندگان را به زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی از دید گندمکاران مورد بررسی از شهرستان مرودشت نشان می‌دهد:

سپس مجموع هر یک از ارجحیت های اختصاص داده شده به زیرمعیارهای شاخص اقتصادی، پس از آن سهم نسبی ارجحیت داده شده به زیرمعیارهای شاخص اقتصادی و در نهایت، با

میانگین‌گیری از سطرهای ماتریس سهم نسبی، وزن هر یک از زیرمعیارهای شاخص اقتصادی کشاورزی حفاظتی از دید کشاورزان مورد بررسی به صورت جدول ۱۴ بدست آمد:

یافته‌های بالا نشان می‌دهد که در میان زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب، ۱. بهبود بهره وری و کارایی، ۲. قابلیت سود دهی، ۳. بهبود کیفیت محصولات و ۴. افزایش عملکرد در اولویت قرار دارند. هم‌چنین، برای بررسی قابلیت اعتماد مقایسه های زوجی پاسخ دهندگان، از نرخ ناسازگاری استفاده شد که در جدول ۱۵ نتایج آن آمده است:

۱. بردارهای A*W و λmax به صورت زیر محاسبه شد:

۲. سپس میانگین λmax ها، نرخ ناسازگاری (I.R) به صورت زیر محاسبه شد:

Average (λmax)= 4.0013 , ,

$$I.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{4.0013 - 4}{4-1} = 0.0004$$

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R_{\ 4\times4}} = \frac{0.0004}{0.9} = 0.0005$$

همان گونه که ملاحظه می‌شود نرخ ناسازگاری این ماتریس کم‌تر از ۰/۱ می باشد. بنابراین، سازگاری آن مورد قبول می باشد. نمودار ۲ نیز خروجی نهایی نرم افزار Supper decision را برای اولویت‌بندی زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی نشان می‌دهد:

اولویت‌بندی زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی

به گونه مشابه، برای رتبه‌بندی زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی، ابتدا از ارجحیت اختصاص داده شده به وسیله هر یک از پاسخ دهندگان به هر یک از زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی میانگین هندسی گرفته شد. جدول ۱۶ میانگین هندسی ارجحیت پاسخ دهندگان را به زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی از دید گندمکاران مورد بررسی از شهرستان مرودشت نشان می‌دهد:

سپس مجموع ارجحیت اختصاص داده شده به زیرمعیارهای شاخص اجتماعی، پس از آن سهم نسبی ارجحیت داده شده به زیرمعیارهای شاخص اجتماعی و در نهایت، با میانگین‌گیری از سطرهای ماتریس سهم نسبی، وزن هر یک از زیرمعیارهای شاخص اجتماعی کشاورزی حفاظتی بررسی به صورت جدول ۱۷ بدست آمد:

یافته‌های بالا نشان می‌دهند که در میان زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب، ۱. تولید و امنیت غذایی، ۲. سازگاری با تغییر اقلیم، ۳. کاهش ریسک و ۴.

اشتغال و سهم نیروی کار در اولویت قرار دارند. هم‌چنین جهت بررسی قابلیت اعتماد مقایسه‌های زوجی پاسخ دهندگان، از نرخ ناسازگاری استفاده شد که در جدول ۱۸ نتایج آن آمده است:

۱. بردارهای A*W و λmax به صورت زیر محاسبه شد:

۲. سپس میانگین λmax ها، نرخ ناسازگاری (I.R) به صورت زیر محاسبه شد:

Average (λmax)= 4.0037 , ,

$$I.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{4.0037 - 4}{4-1} = 0.0012$$

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R_{4\times4}} = \frac{0.0012}{0.9} = 0.0014$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود نرخ ناسازگاری این ماتریس کم‌تر از ۰/۱ می‌باشد. بنابراین، سازگاری آن مورد قبول می باشد. نمودار ۳ نیز خروجی نهایی نرم افزار Supper decision را برای اولویت‌بندی زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی نشان می‌دهد:

اولویت‌بندی زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی

به گونه مشابه، برای رتبه‌بندی زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی، ابتدا از ارجحیت اختصاص داده شده به وسیله هر یک از پاسخ دهندگان به هر یک از زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی میانگین هندسی گرفته شد. جدول ۱۹ میانگین هندسی ارجحیت پاسخ دهندگان را به زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی از دید گندمکاران مورد بررسی از شهرستان مرودشت نشان می‌دهد:

سپس مجموع ارجحیت اختصاص داده شده به زیرمعیارهای شاخص زیست محیطی، پس از آن سهم نسبی ارجحیت داده شده به زیرمعیارهای شاخص زیست محیطی و در نهایت، با میانگین‌گیری از سطرهای ماتریس سهم نسبی، وزن هر یک از زیرمعیارهای شاخص زیست محیطی کشاورزی حفاظتی بررسی به صورت جدول ۲۰ بدست آمد:

یافته‌های بالا نشان می‌دهند که در میان زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب، ۱. حفاظت از منابع آب، ۲. حفاظت از خاک، ۳. حاصلخیزی خاک، ۴. کیفیت هوا و ۵. حفاظت از انرژی در اولویت قرار دارند. هم‌چنین جهت بررسی قابلیت اعتماد مقایسه‌های زوجی پاسخ دهندگان، از نرخ ناسازگاری استفاده شد که در زیر نتایج آن آمده است:

۱. بردارهای A*W و λmax به صورت جدول ۲۱ محاسبه شد:

۲. سپس میانگین λmax ها، نرخ ناسازگاری (I.R) به صورت زیر محاسبه شد:

Average (λmax)= 5.0116 , ,

$$I.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{5.0116-5}{5-1} = 0.0029$$

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R_{5\times5}} = \frac{0.0029}{1.12} = 0.0026$$

همان گونه که ملاحظه می‌شود نرخ ناسازگاری این ماتریس کمتر از ۰/۱ می باشد. بنابراین، سازگاری آن مورد قبول می باشد. نمودار ۴ نیز خروجی نهایی نرم افزار Supper decision را برای اولویت‌بندی زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی نشان می‌دهد:

جمع بندی و پیشنهادها

در این پژوهش بمنظور ارزیابی اقتصادی تکنولوژی کشاورزی حفاظتی به عنوان راهکاری برای انطباق با تغییر اقلیم با مطالعه موردی محصول گندم در شهرستان مرودشت استان فارس، ابتدا مصرف نهاده‌ها، هزینه‌ها و سودناخالص تولید گندم در دو روش کشاورزی مرسوم و حفاظتی مقایسه شد که برای این منظور مصرف نهاده‌ها و سود و زیان ناشی از دو روش یاد شده مدیریت مزرعه بر اساس هزینه‌ها و درآمدهای ایجاد شده در طول یک سال مورد بررسی قرار گرفت (تحلیل مالی) و سپس شاخص‌های پایداری کشاورزی حفاظتی بررسی شد که برای این منظور وزن هر یک از شاخص‌های پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشاورزی حفاظتی با بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تعیین شد. مقایسه مصرف نهاده‌ها و تولید گندم در دو سیستم کشت حفاظتی و مرسوم نشان داد که استفاده از تکنولوژی کشاورزی حفاظتی در کشت گندم، منجر به ۲۹/۷۳٪ صرفه جویی در بکارگیری نیروی کار در یک هکتار شده است. هم‌چنین، کشاورزی حفاظتی در یک هکتار زراعت گندم، به ۴۸/۱۲٪ آب کمتری، نیاز دارد. افزون براین، در کشاورزی حفاظتی مقدار ساعت کار مورد نیاز ماشین آلات ۲۵٪ در هکتار کاهش یافته است. از طرف دیگر، با بکارگیری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی مقدار مصرف بذر و کود در یک هکتار به ترتیب ۱۷/۶۳ و ۱۷/۹۸٪ کاهش می یابد. هم‌چنین، کشاورزی حفاظتی منجر به کاهش ۲۹/۰۳٪ در مصرف سموم شیمیایی می‌شود. افزون براین، عملکرد گندم در روش کشاورزی حفاظتی نسبت به کشت مرسوم، ۱۹/۶۹٪ بیش‌تر می باشد. هم‌چنین، نتایج بدست آمده از ارزیابی مالی نشان دادند که مقدار درآمد هر هکتار کشاورزی حفاظتی ۲۱/۷۶٪ بیش‌تر از کشاورزی مرسوم است. هم‌چنین، هزینه هر کیلوگرم تولید گندم از ۸۲۶۵ ریال در سیستم کشاورزی مرسوم به ۴۵۲۲

ریال در کشاورزی حفاظتی کاهش می یابد. افزون بر این، سود ناخالص در هر هکتار تکنولوژی کشاورزی حفاظتی گندم ۴۱۶۸۲ هزار ریال می باشد که در مقایسه با کشاورزی مرسوم، ۲۴۷۱۵ هزار ریال بیش‌تر است. از سوی دیگر، به ازای بکارگیری هر واحد نیروی کار در کشاورزی حفاظتی ۴۱٪ به محصول بیش‌تری نسبت به روش کشاورزی مرسوم می‌توان دست یافت. در نهایت، نتایج فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نشان دادند که در میان معیارهای اصلی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب: شاخص‌های زیست محیطی، شاخص‌های اقتصادی و شاخص‌های اجتماعی دارای اولویت می باشند. هم‌چنین، در میان زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب: بهبود بهره وری و کارایی، قابلیت سود دهی، بهبود کیفیت محصولات و افزایش عملکرد در اولویت قرار دارند. افزون براین، در میان زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب: تولید و امنیت غذایی، سازگاری با تغییر اقلیم، کاهش ریسک و اشتغال و سهم نیروی کار در اولویت قرار دارند. در نهایت، در میان زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی، به ترتیب: حفاظت از منابع آب، حفاظت از خاک، حاصلخیزی خاک، کیفیت هوا و حفاظت از انرژی در اولویت قرار دارند.

نتایج پژوهش نشان دادند که تکنولوژی کشاورزی حفاظتی در مقایسه با کشاورزی مرسوم از یک سو از مصرف نهاده‌ها و هزینه‌های کم‌تر و از سوی دیگر، از تولید، درآمد و بهره وری بیش‌تری برخوردار می باشد، لذا، انتظار می رود با ترویج این نوع تکنولوژی به توان به اقتصادی‌تر شدن فرآیند تولید در بخش کشاورزی کمک کرد. بر این اساس، به مسئولان گوناگون بخش کشاورزی پیشنهاد می‌شودکه موارد زیر را به شکل هدفمند و جدی را در دستور کار قرار دهند:

- خرید محصول با قیمت بالاتر از کشاورزانی که به عملیات حفاظتی می‌پردازند
- حمایت از کشاورزان در سال های اولیه اجرای کشاورزی حفاظتی برای کاهش ریسک، حمایت مالی و مالیاتی از سازندگان داخلی ادوات و ماشین آلات و گسترش پوشش بیمه‌ای برای کشاورزی حفاظتی از جمله ابزارهای حمایتی هستند که سیاست‌گذاران، تصمیم گیران و برنامه ریزان می‌تواند در فرایند توسعه کشاورزی حفاظتی از آن ها بهره گیرند.
- از آن‌جا که نتایج پژوهش نشان دادند، در میان شاخص های پایداری کشاورزی حفاظتی، شاخص زیست محیطی از وزن بیش‌تری برخوردارند، به مسئولان حوزه کشاورزی پیشنهاد می‌شود در آموزش‌ها و اطلاع رسانی به کشاورزان، به مقوله هایی نظیر حفاظت از منابع آبی، حفاظت از خاک، کیفیت هوا، حفاظت از انرژی و حاصلخیزی خاک بمنظور

افزایش تمایل و انگیزه کشاورزان به اتخاذ تکنولوژی کشاورزی حفاظتی توجه و اهتمامی بیش‌تر داشته باشند.

- به دلیل متفاوت بودن کشاورزی حفاظتی از محصولی به محصول دیگر، پیشنهاد می‌شود برای بررسی جزئی‌تر اثرات کشاورزی حفاظتی، مطالعات آتی دامنه تحقیق را به محصولاتی بیش‌تر گسترش دهند و اثر کشاورزی حفاظتی به تفکیک محصولات زراعی و باغی بررسی شود.
- اثرات کشاورزی حفاظتی از یک منطقه به منطقه دیگر متفاوت می‌باشد. بنابراین، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر محصولات گوناگون در دیگر مناطق کشور بمنظور رسیدن به نقشه کلی از اثرات مثبت کشاورزی حفاظتی، برای اتخاذ استراتژی های کلان برای مقابله با پدیده تغییر اقلیم، ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- حسینی، س. م. افضلی‌نیا، ص. ملائی، ک. (۱۳۹۵). ارزیابی شاخص‌های انرژی در تولید گندم آبی با روش‌های خاک‌وزی و مرسوم و حفاظتی در اقلید، نشریه ماشین های کشاورزی، ۶(۱): ۲۴۹-۲۳۶.

- سازمان جهادکشاورزی شهرستان مرودشت، (۱۳۹۶).

- سواری، م. شیری، ن. ا. شعبانعلی فمی، ح. (۱۳۹۴). تحلیل عوامل مؤثر در بکارگیری عملیات کشاورزی حفاظتی توسط بهره برداران کشاورز (مطالعه موردی: شهرستان دیواندره)، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه ای، ۵(۲۰): ۱۹۰-۱۷۷.

- شیری، ن. ا. میرک زاده، س. م. ک. اسحاقی، ع. ا. (۱۳۹۲). عوامل مؤثر بر بکارگیری عملیات حفاظت خاک از سوی کشاورزان استان ایلام، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۴(۲): ۲۹۷-۳۰۸.

- عابدی، س. یزدانی، س. سلامی، ح. ا. (۱۳۹۶). تحلیل مالی تکنولوژی کشاورزی حفاظتی در تولید محصول گندم استان فارس (رویکرد تابع هزینه ترانسلوگ)، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۸(۴): ۵۸۴-۵۷۳.

- عبدالله زاده، غ. ح. فراهی، ن. شریف زاده، م. ش. (۱۳۹۷). عوامل مؤثر بر پذیرش روش های حفاظتی در کنترل فرسایش خاک (مطالعه اراضی باغی حوضه آبخیز چهل‌چای)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۷(۲۵): ۶۸-۵۰.

- عرفانی‌فر، ص. زیبایی، م. کسرای، م. (۱۳۹۳). کاربرد برنامه ریزی چند هدفه آرمانی- فازی در بهینه سازی الگوی کشت با تأکید بر روش های خاک ورزی حفاظتی، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۸(۲): ۱۲۴-۱۱۸.
- غنیان، م. آزاده، ب. یوسفی‌حاجی‌وند، ر. هاشمی نژاد. آ. (۱۳۹۴). تحلیل شبکه عصبی در پیش‌بینی ویژگی‌های مؤثر بر رفتار حفاظتی بهره‌برداران روستایی حوزه تالاب شادگان، پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، ۴(۳): ۷۳-۶۳.
- مهرگان، م. ر. (۱۳۸۳)، پژوهش عملیاتی پیشرفته، تهران، نشر کتاب دانشگاهی.
- لطیفی، س. راحلی، ح. یادآور، ح. سعدی، ح. ا. (۱۳۹۵). تحلیل بازدارنده های توسعه کشاورزی حفاظتی در ایران، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۶(۴): ۱۸۴-۱۶۷.
- لطیفی، س. راحلی، ح. یادآور، ح. سعدی، ح. ا. (۱۳۹۶). شناسایی و تحلیل پیشران های توسعه کشاورزی حفاظتی در ایران، علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۳(۱): ۱۲۵-۱۰۵.

Refrences

- Arndt, C., & Thurlow, J., (2015). Climate uncertainty and economic development: evaluating the case of Mozambique to 2050. Clim. Chang. 130, 63–75.
- Carmona, I., Griffith, D. M., Soriano, M.A., Murillo, J. M., Madejón, E., & Gómez-Macpherson, H. (2015). What do farmers mean when they say they practice conservation agriculture? A comprehensive case study from southern Spain. Agriculture, Ecosystems and Environment, 213, 164-177.
- Craheix, D., Angevin, F., Doré, T., & De Tourdonnet, S. (2016). Using a multicriteria assessment model to evaluate the sustainability of conservation agriculture at the cropping system level in France. European Journal of Agronomy, 76, 75-86.
- Dougill, A.J., Whitfield, S., Stringer, L. C., Vincent, K., Wood, B. T., Chinseu, E. L., Steward, P., & Mkwambisi, D. D. (2016). Mainstreaming conservation agriculture in Malawi: Knowledge gaps and institutional barriers. Journal of Environmental Management, (In Press), 1- 10.
- Elshennawy, A. Robinson, S. & Willenbockel, D. (2016). Climate change and economic growth: An intertemporal general equilibrium analysis for Egypt, Economic Modeling, 52: 681–689.
- FAO (2017). Conservation agriculture in central Asia: Status, policy and institutional support and strategic framework for its promotion. FAO Sub-Regional Office for Central Asia (FAO-SEC), Ankara.
- Green, W.H. (2002). Econometric analysis. 2nd Edition. New York: Macmillan.

- Hobbs, P., Lugandu, S., & Harrington, L. (2014). Policy and institutional arrangements for the promotion of conservation agriculture for small farmers in Asia and Africa. Paper presented at the Conference on Conservation Agriculture for Smallholders (CASH) in Asia and Africa, 7th -11th December, Mymensingh, Bangladesh.
- Loss S, Haddad A, Khalil Y, Alrijabo A, Feindel D & Piggin C, (2015). Evolution and adoption of conservation agriculture in the Middle East. Conservation Agriculture, Farooq M and Siddique KHM Springer Cham Heidelberg New York, Dordrecht London.
- Speratti A, Turmel MS, Calegari A, Araujo-Junior CF, Violic A, Wall P & Govaerts B, (2015). Conservation agriculture in Latin America. Pp.391-415. Conservation agriculture. Springer International Publishing Switzerland.
- Thierfelder, C. Rusinamhodzi, L. Ngwira, A.R. Mupangwa, W. Nyagumbo, I. Kassie, G.T. & Cairns, J.E. (2015). Conservation agriculture in southern Africa: advances in knowledge Renew. Agric. Food Syst., 30 (2015), pp. 328-348.

پیوست‌ها

جدول۱- سطح زیرکشت کشورهای پیشرو در کشاورزی حفاظتی (میلیون هکتار).

ردیف	کشور	سطح زیرکشت
۱	آمریکا	۳۵/۶
۲	برزیل	۳۱/۸
۳	آرژانتین	۲۹/۱
۴	کانادا	۱۸/۳
۵	استرالیا	۱۷/۷
۶	چین	۶/۶
۷	روسیه	۴/۵
۸	پاراگوئه	۳/۰
۹	قزاقستان	۲/۰
۱۰	هند	۱/۵

مأخذ: فائو، ۲۰۱۷

جدول ۲- مطالعات خارجی مرتبط با کشاورزی حفاظتی.

سال	پژوهشگر/ پژوهشگران	موضوع	نتیجه
۲۰۱۳	فائو	چالش‌های توسعه کشاورزی حفاظتی در آسیای مرکزی	سیاست‌های دولت و حمایت‌های نهادی، طرز فکر کشاورزان نسبت به خاک‌ورزی، مهارت‌های مورد نیاز برای کار با تجهیزات کشاورزی حفاظتی، قابلیت استفاده و در دسترس بودن ادوات مناسب، دانش و تجربه مدیریت باقیمانده گیاهی و مدیریت علف‌های هرز از چالش‌های عمده توسعه کشاورزی حفاظتی می‌باشند.
۲۰۱۴	هابز و همکاران	بررسی عوامل مؤثر بر توسعه کشاورزی حفاظتی	در سطح ملی و منطقه‌ای سیاست‌های مرتبط با توسعه پایدار، دسترسی به تجهیزات، نهاده ها و اعتبارات، توسعه و دسترسی به بازار، تعامل میان ذینفعان بخش دولتی و خصوصی، دسترسی کشاورزان خرده مالک به منابع، دسترسی به اطلاعات، سرمایه گذاری بلندمدت در پژوهش و آموزش کشاورزی حفاظتی و هماهنگی بین سازمان های درگیر از جمله سیاست‌ها و ترتیبات نهادی تأثیرگذار بر توسعه کشاورزی حفاظتی هستند.
۲۰۱۵	لاس و همکاران	بررسی موانع توسعه کشاورزی حفاظتی ترکیه	هزینه و اثربخشی بذرکارهای بدون شخم، ارزش بالای باقیمانده‌های محصول برای خوراک دام و مهم‌تر از همه فقدان دانش و آگاهی در مورد اجرای عملیات بدون خاکورزی و تجربه اندک در خصوص کنترل باقیمانده محصول تحت شرایط سیستم‌های آبیاری از مهم‌ترین موانعی هستند که هر گونه تلاش گسترده برای اجرای کشاورزی حفاظتی در ترکیه را تا به امروز بی‌اثر کرده است.
۲۰۱۵	کارمونا و همکاران	بررسی عوامل مؤثر بر توسعه کشاورزی حفاظتی در جنوب اسپانیا	توسعه کشاورزی حفاظتی نیازمند پژوهش‌های مشارکتی با همکاری کشاورزان، پژوهشگران، تولیدکنندگان تجهیزات و ادوات و سایر ذینفعان است تا کشت سالانه کشاورزان مطابق با تغییرات محلی و سازگار با شرایط بیرونی باشد. درگیر کردن کشاورزان در پژوهش های مشارکتی و آزمایش های میدانی می‌تواند سرعت پذیرش کشاورزی حفاظتی را در مناطقی که این فناوری جدید است، افزایش دهد.
۲۰۱۶	دوگیل و همکاران	جریان شناسی کشاورزی حفاظتی در مالاوی	توسعه کشاورزی حفاظتی در سطح محلی نیازمند یک چارچوب نهادی مشخص برای ایجاد ارتباطات دو طرفه بین کارکنان ترویج و کشاورزان و با دولت ملی و مقامات منطقه‌ای است.

جدول ۳- مطالعات داخلی مرتبط با کشاورزی حفاظتی.

سال	پژوهشگر/ پژوهشگران	موضوع	نتیجه
۱۳۹۲	شیری و همکاران	بررسی عوامل مؤثر در به کارگیری عملیات حفاظت خاک از سوی کشاورزان استان ایلام	بین بکارگیری عملیات حفاظت خاک براساس متغیرهای عضویت داشتن یا نداشتن در نهادهای روستایی و دریافت کردن یا نکردن وام برای اجرای عملیات حفاظت خاک اختلاف معناداری وجود دارد. بین مقدار زمین کشاورزی، درآمد سالانه، سواد کشاورزان، شرکت در کلاس‌های آموزشی ترویجی، مقدار استفاده از منابع و کانال‌های ارتباطی و اطلاعاتی، دانش دربارهٔ عملیات حفاظت خاک و نگرش به عملیات حفاظت خاک با بکارگیری عملیات حفاظت خاک رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.
۱۳۹۳	عرفانی فر و همکاران	کاربرد برنامه ریزی چند هدفه آرمانی- فازی در بهینه سازی الگوی کشت با تأکید بر روش‌های خاک ورزی حفاظتی	شاخص های بازده برنامه ای و امنیت غذایی به ترتیب به مقدار ۲۳/۵درصد و ۶/۱ درصد نسبت به الگوی فعلی افزایش و شاخص‌های مصرف انرژی و آب به ترتیب به مقدار ۵/۲ درصد و ۴ درصد کاهش پیدا کرد. روش های خاک ورزی حفاظتی جایگزین خاک ورزی مرسوم شدند و مقدار مصرف سوخت سالانه در مزرعه نماینده به مقدار ۲۷ درصد کاهش یافت.
۱۳۹۴	غنیان و همکاران	پیش‌بینی عوامل مؤثر بر رفتار حفاظتی بهره برداران تالاب شادگان	متغیرهای فاصله محل زندگی تا اداره جهادکشاورزی، فاصله محل زندگی تا نزدیک‌ترین شهر و سابقهٔ فعالیت کشاورزی، بیشترین تأثیر را بر روی این که شبکه چگونه آزمودنی ها را طبقه بندی کند، داشته اند.
۱۳۹۵	حسینی و همکاران	ارزیابی شاخص‌های انرژی در تولید گندم آبی با روش‌های خاک‌وزی و مرسوم و حفاظتی در اقلید	تیمار کم خاک ورزی و کاشت با کمبینات بیشترین بهره وری انرژی را به خود اختصاص داده است و دو تیمار خاک ورزی مرسوم دارای کمترین بهره وری انرژی بودند. بنابراین، استفاده از روش های خاک ورزی حفاظتی در تولید گندم آبی می تواند با کاهش انرژی مصرفی باعث افزایش بهره وری انرژی گردد.
۱۳۹۶	عابدی و همکاران	تحلیل مالی تکنولوژی کشاورزی	با پذیرش تکنولوژی حفاظتی، می‌توان هزینه کل تولید را به مقدار ۳۶ درصد کاهش داد. به عبارت دیگر، تغییر

		حفاظتی در تولید محصول گندم استان فارس	تکنولوژی از کشاورزی مرسوم به کشاورزی حفاظتی، به طور میانگین در منطقه مورد بررسی، منجر به صرفه جویی ۸۳۸۳ هزار ریال در هزینه تولید هر هکتار محصول گندم خواهد شد.
۱۳۹۷	عبدالله زاده و همکاران	آگاهی از پیامدهای فرسایش خاک و راهبردهای حفاظتی حوضه آبخیز چهل‌چای گلستان	مقدار استفاده از روش‌های حفاظت خاک با متغیرهای ادراک از اثربخشی روش‌های حفاظت خاک، آگاهی از عوامل و پیامدهای فرسایش خاک تبیین می‌شود. هم‌چنین، با وجود دانش مطلوب کشاورزان از پیامدهای فرسایش و علل ایجاد آن، به نظر می‌رسد آن‌ها روش‌های موجود استفاده‌شده را اثربخش ارزیابی نمی‌کنند.

جدول۴- متغیرهای پژوهش و روش گردآوری آن ها.

مرحله	شرح	متغیرها و روش گردآوری داده‌ها
۱	مقایسه مصرف نهاده‌ها، هزینه‌ها و سودناخالص تولید گندم در کشاورزی مرسوم و حفاظتی (Financial analysis)	اطلاعات مالی و داده های مربوط به تولید و مصرف نهاده های ۳۷۵ نفر از کشاورزان گندمکار شهرستان مرودشت در سال ۱۳۹۶ شامل: - هزینه کل (هزار ریال/ هکتار) - درآمد کل (هزار ریال/ هکتار) - سود ناخالص (هزار ریال/ هکتار) - مقدار تولید گندم (تن) - مقدار آب (مترمکعب) - تعداد نیروی کار (نفر/ روز) - مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم) - استفاده از ماشین آلات (ساعت)
۲	ارزیابی پایداری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی (AHP)	توزیع پرسشنامه‌های مربوط به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بین کشاورزان گندمکار مبتنی بر کشاورزی حفاظتی (۹۶ نفر) در شهرستان مرودشت شامل: - Economic: اقتصادی - Social: اجتماعی - Environmental: زیست محیطی

جدول۵- ارزش گذاری شاخص‌ها نسبت به هم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

ارزش ترجیحی	مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهمتر	شاخص i نسبت به j کمی مهمتر است.
۵	مهمتر	شاخص i نسبت به j مهمتر است.
۷	خیلی مهمتر	شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مهم	شاخص مطلقاً i از j مهمتر و قابل مقایسه با j نیست.
۲ و ۴ و ۶ و ۸		ارزش های میانی بین ارزش های ترجیحی را نشان می‌دهد

جدول۶- شاخص های تصادفی در فرآیند تحلیل سلسه مراتبی.

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵۱

مأخذ: مهرگان، ۱۳۸۳

جدول۷- توصیف آماری نمونه مورد بررسی از کشاورزان گندمکار شهرستان مرودشت.

ویژگی	واحد	دامنه		میانگین	
		کشاورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی	کشاورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی
Age: سن	سال	۳۴-۶۵	۲۹-۶۰	۴۸.۸۶	۴۲.۹۷
Household: تعداد اعضای خانوار	نفر	۵-۷	۴-۷	۶.۰۲	۵.۰۳
Education: تحصیلات	سال	۶-۱۴	۶-۱۶	۱۰.۸۵	۱۳.۰۰
Background: سابقه فعالیت	سال	۳۹-۱۷	۱۲-۳۹	۲۸.۰۳	۲۲.۵۰
Income: متوسط مقدار درآمد	میلیون ریال/ ماه	۲۸-۴۸	۳۴-۵۴	۳۸.۵۳	۴۵.۲۲
Land: مقدار زمین‌های کشاورزی	هکتار	۱۶-۲۳	۱۷-۲۹	۱۹.۲۶	۲۲.۸۹
Risk: ریسک پذیری	بسیار کم =۱ تا بسیار زیاد= ۵	۱-۵	۱-۵	۲.۴۷	۳.۵۳
Relationship: ارتباط با سازمان جهاد کشاورزی	بسیار کم =۱ تا بسیار زیاد= ۵	۱-۵	۱-۵	۳.۱۹	۴.۲۵
Participation: شرکت در کلاس‌های ترویجی	بسیار کم =۱ تا بسیار زیاد= ۵	۱-۵	۱-۵	۱.۸۳	۳.۹۲
Awareness: آگاهی از کشاورزی حفاظتی	بسیار کم =۱ تا بسیار زیاد= ۵	۱-۵	۱-۵	۲.۲۰	۴.۲۸
Attitude: نگرش مثبت نسبت به کشاورزی حفاظتی	بسیار کم =۱ تا بسیار زیاد= ۵	۱-۵	۱-۵	۱.۸۵	۳.۸۹

جدول۸- مقایسه مصرف نهاده‌ها در هر هکتار از دو روش کشاورزی مرسوم و حفاظتی.

نهاده	واحد	کشاورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی	درصد تغییر
نیروی کار	نفر/ روز کار	۳۷	۲۶	-۲۹.۷۳
آب	مترمکعب	۱۰۲۱۳	۵۲۹۸	-۴۸.۱۲
ماشین آلات	ساعت	۱۶	۱۲	-۲۵.۰۰
بذر	کیلوگرم	۳۲۹	۲۷۱	-۱۷.۶۳
کود شیمیایی	کیلوگرم	۷۱۲	۵۸۴	-۱۷.۹۸
سموم شیمیایی	لیتر	۳/۱	۲/۲	-۲۹.۰۳
عملکرد گندم	کیلوگرم	۴۵۲۰	۵۴۱۰	+۱۹.۶۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۹- درآمد، هزینه و سود ناخالص در هر هکتار از دو روش کشاورزی مرسوم و حفاظتی.

متغیر	واحد	کشاورزی مرسوم	کشاورزی حفاظتی	درصد تغییر
درآمد	هزار ریال/ هکتار	۵۴۳۲۳	۶۶۱۴۶	۲۱.۷۶
هزینه	هزار ریال/ هکتار	۳۷۳۵۶	۲۴۴۶۴	-۳۴.۵۱
سودناخالص	هزار ریال/ هکتار	۱۶۹۶۷	۴۱۶۸۲	۱۴۵.۶۷
هزینه واحد گندم	ریال / کیلوگرم	۸۲۶۵	۴۵۲۲	-۴۵.۲۹
بهره‌وری نیروی کار	کیلوگرم/ روز	۱۲۲/۱۶	۲۰۸/۰۸	۷۰.۳۳
بازدهی نیروی کار	هزار ریال / روز	۴۵۸/۵۷	۱۶۰۳/۱۵	۲۴۹.۶۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۰- میانگین هندسی ارجحیت شاخص‌های اصلی.

شاخص های اصلی		Economic	Social	Environmental
		C_1	C_2	C_3
C_1	Economic	۱.۰۰۰	۱.۵۶۷	۰.۸۹۸
C_2	Social	۰.۶۳۸	۱.۰۰۰	۰.۶۳۹
C_3	Environmental	۱.۱۱۴	۱.۵۶۵	۱.۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۱- سهم شاخص‌های اصلی پایداری کشاورزی حفاظتی.

آیتم های اصلی		وزن	رتبه
C_1	Economic	۰.۳۶۶	۲
C_2	Social	۰.۲۴۲	۳
C_3	Environmental	۰.۳۹۳	۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۲- بردارهای A*W و λmax.

آیتم های اصلی	۱	۲	۳
	C_1	C_2	C_3
بردار A*W	۱.۰۹۷۱	۰.۷۲۶۰	۱.۱۷۸۲
بردار λmax	۳.۰۰۱۵	۳.۰۰۱۰	۳.۰۰۱۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۳- میانگین هندسی ارجحیت پاسخ‌دهندگان به زیرمعیارهای شاخص اقتصادی.

	زیرمعیارهای	۱	۲	۳	۴
	شاخص اقتصادی (C_1)	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}
C_{11}	افزایش عملکرد	۱.۰۰۰	۰.۷۸۱	۰.۸۹۳	۰.۶۰۱
C_{12}	قابلیت سود دهی	۱.۲۸۰	۱.۰۰۰	۱.۲۱۹	۰.۸۳۳
C_{13}	بهبود کیفیت محصولات	۱.۱۲۰	۰.۸۲۰	۱.۰۰۰	۰.۷۲۸
C_{14}	بهبود بهره وری و کارایی	۱.۶۶۴	۱.۲۰۰	۱.۳۷۴	۱.۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۴- سهم و رتبه زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی.

	زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی (C_1)	وزن	رتبه
C_{11}	افزایش عملکرد	۰.۱۹۸	۴
C_{12}	قابلیت سود دهی	۰.۲۶۳	۲
C_{13}	بهبود کیفیت محصولات	۰.۲۲۳	۳
C_{14}	بهبود بهره وری و کارایی	۰.۳۱۷	۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۵- بردارهای A*W و λmax.

زیرمعیارهای	۱	۲	۳	۴
شاخص اقتصادی (C_1)	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}
بردار A*W	۰.۷۹۲۳	۱.۰۵۱۴	۰.۸۹۰۴	۱.۲۶۷۳
بردار λmax	۴.۰۰۱۲	۴.۰۰۱۱	۴.۰۰۱۴	۴.۰۰۱۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۶- میانگین هندسی ارجحیت پاسخ‌دهندگان به زیرمعیارهای شاخص اجتماعی.

	زیرمعیارهای	۱	۲	۳	۴
	شاخص اجتماعی (C_2)	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}
C_{21}	تولید و امنیت غذایی	۱.۰۰۰	۱.۳۶۹	۱.۹۹۷	۲.۲۵۷
C_{22}	سازگاری با تغییر اقلیم	۰.۷۳۰	۱.۰۰۰	۱.۵۹۶	۱.۸۶۷
C_{23}	کاهش ریسک	۰.۵۰۱	۰.۶۲۷	۱.۰۰۰	۱.۳۱۳
C_{24}	اشتغال و سهم نیروی کار	۰.۴۴۳	۰.۵۳۶	۰.۷۶۲	۱.۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۷- سهم و رتبه زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی.

زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی (C_2)		وزن	رتبه
C_{21}	تولید و امنیت غذایی	۰.۳۷۱	۱
C_{22}	سازگاری با تغییر اقلیم	۰.۲۸۶	۲
C_{23}	کاهش ریسک	۰.۱۸۹	۳
C_{24}	اشتغال و سهم نیروی کار	۰.۱۵۴	۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۸- بردارهای A*W و λmax.

زیرمعیارهای شاخص اجتماعی (C_2)	۱	۲	۳	۴
	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}
بردار A*W	۱.۴۸۷	۱.۱۴۶	۰.۷۵۶	۰.۶۱۵
بردار λmax	۴.۰۰۵۱	۴.۰۰۴۶	۴.۰۰۲۶	۴.۰۰۲۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۱۹- میانگین هندسی ارجحیت پاسخ‌دهندگان به زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی.

زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی (C_3)		۱	۲	۳	۴	۵
		C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}
C_{31}	حفاظت منابع آب	۱.۰۰۰	۱.۳۶۷	۳.۷۵۹	۱.۹۸۳	۲.۵۶۹
C_{32}	حفاظت از خاک	۰.۷۳۲	۱.۰۰۰	۳.۶۱۳	۱.۵۱۹	۲.۳۶۷
C_{33}	حاصلخیزی خاک	۰.۲۶۶	۰.۲۷۷	۱.۰۰۰	۰.۴۹۸	۰.۷۱۶
C_{34}	کیفیت هوا	۰.۵۰۴	۰.۶۵۸	۲.۰۰۸	۱.۰۰۰	۱.۷۱۳
C_{35}	حفاظت از انرژی	۰.۳۸۹	۰.۴۲۲	۱.۳۹۷	۰.۵۸۴	۱.۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۲۰- سهم و رتبه زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی.

زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی (C_3)		وزن	رتبه
C_{31}	حفاظت منابع آب	۰.۳۳۹	۱
C_{32}	حفاظت از خاک	۰.۲۷۷	۲
C_{33}	حاصلخیزی خاک	۰.۰۸۵	۵
C_{34}	کیفیت هوا	۰.۱۸۱	۳
C_{35}	حفاظت از انرژی	۰.۱۱۸	۴

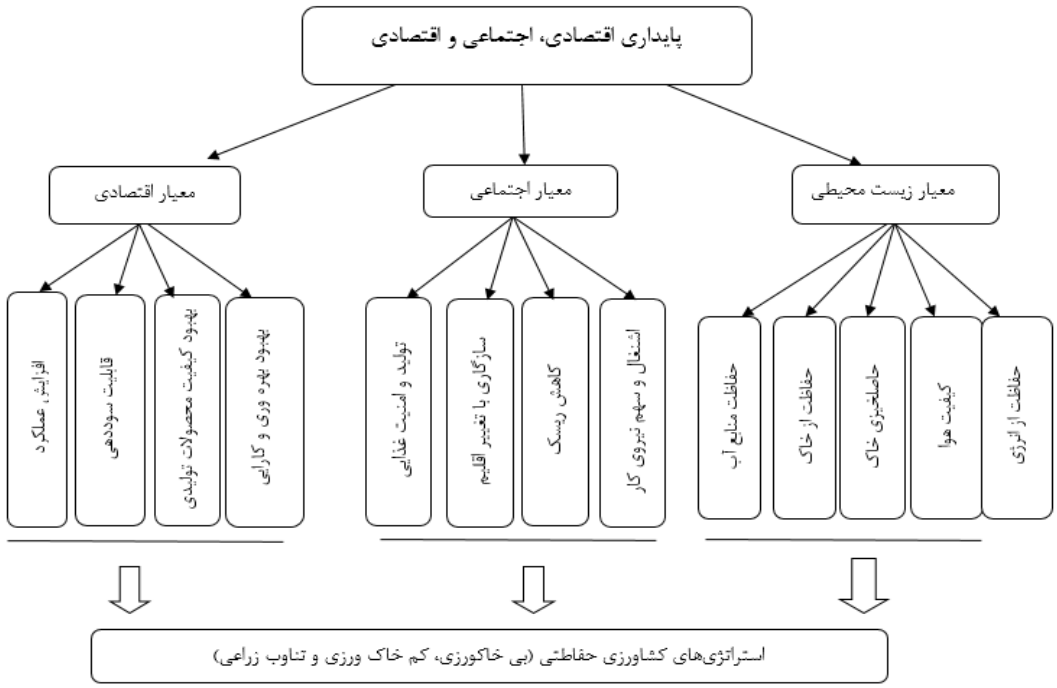
مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۲۱- بردارهای A*W و λmax.

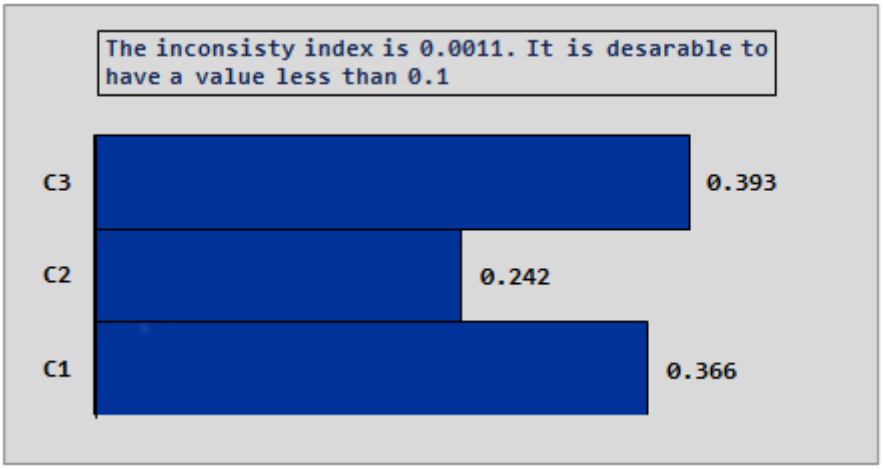
زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی (C_3)	۱	۲	۳	۴	۵
	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}
بردار A*W	۱.۷۰۰	۱.۳۸۷	۰.۴۲۷	۰.۹۰۸	۰.۵۹۲
بردار λmax	۵.۰۱۷	۵.۰۱۴	۵.۰۰۸	۵.۰۱۱	۵.۰۰۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

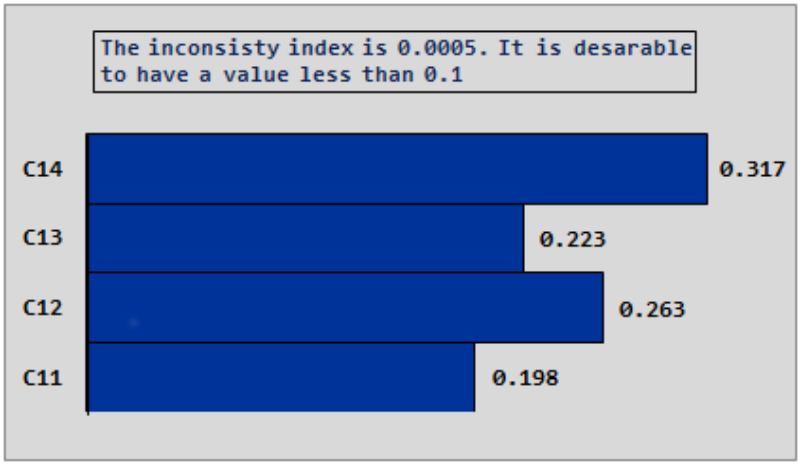
شکل۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان مرودشت در استان فارس.



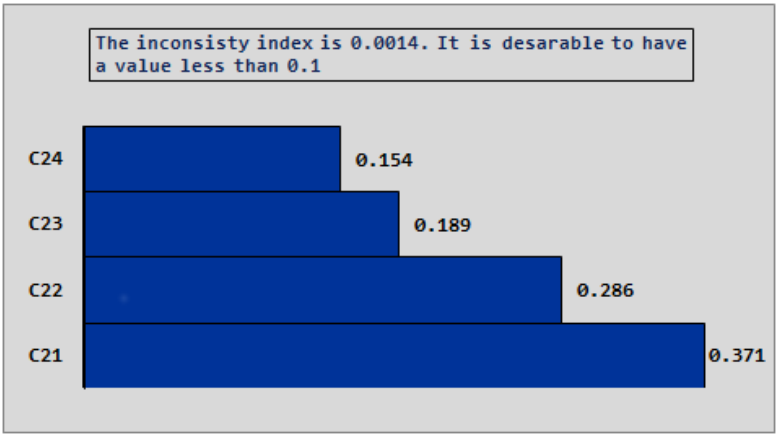
شکل۲- شاخص های پایداری کشاورزی حفاظتی- مأخذ: کراهیکس و همکاران (۲۰۱۶).



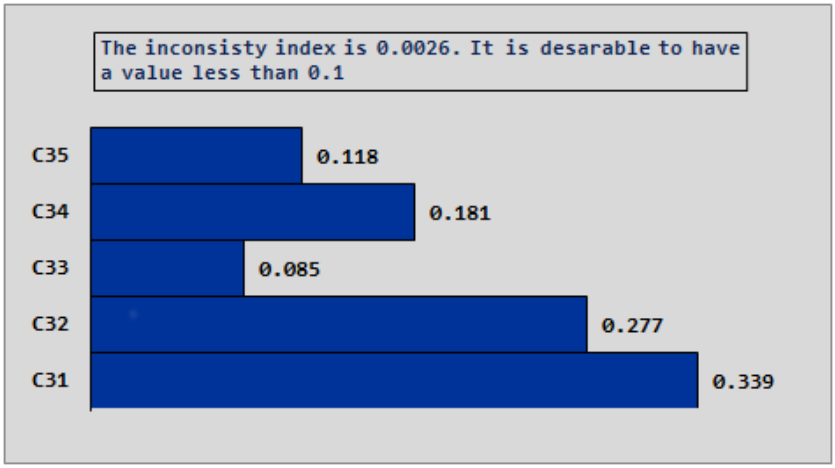
نمودار۱- خروجی نهایی نرم افزار Supper decision جهت اولویت‌بندی شاخص‌های اصلی پایداری کشاورزی حفاظتی.



نمودار۲- خروجی نهایی نرم افزار **Supper decision** را جهت اولویت بندی زیرمعیارهای شاخص اقتصادی پایداری کشاورزی حفاظتی.



نمودار۳- خروجی نهایی نرم افزار **Supper decision** را جهت اولویت بندی زیرمعیارهای شاخص اجتماعی پایداری کشاورزی حفاظتی.



نمودار۴- خروجی نهایی نرم افزار Supper decision را جهت اولویت بندی زیرمعیارهای شاخص زیست‌محیطی پایداری کشاورزی حفاظتی.