

ارزیابی پایداری کشاورزی استان اردبیل با استفاده از رهیافت ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس

شهلا داورپناه، صدیقه هاشمی بناب* و محمد خداوردیزاده

گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

آدرس الکترونیک: s.hashemibonab@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۴

داورپناه، ش.، ص. هاشمی بناب و م. خداوردیزاده. ۱۳۹۶. ارزیابی پایداری کشاورزی استان اردبیل با استفاده از رهیافت ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس. مجله کشاورزی بوم‌شناختی. ۷ (۲): ۳۰-۱۷.

سابقه و هدف: در طول دهه‌های اخیر، رشد روزافزون جمعیت و لزوم تأمین امنیت غذایی به ویژه از نیمه‌ی دوم سده بیستم، سبب افزایش فشار بر منابع طبیعی به ویژه در کشورهای در حال توسعه شده است. استفاده بیش از حد از نهاده‌های تولید به منظور افزایش عملکرد و در نتیجه تخریب محیط زیست، اهمیت توجه به پایداری کشاورزی را دو چندان کرده است. کشاورزی پایدار می‌تواند با اعمال مدیریت بهینه در استفاده از منابع طبیعی نیازهای غذایی انسان را تأمین و باعث حفظ و پایداری محیط زیست شود. بنابراین، این تحقیق با هدف ارزیابی پایداری نظام‌های کشاورزی رایج شهرستان‌های استان اردبیل انجام شده است.

مواد و روش‌ها: به منظور ارزیابی پایداری کشاورزی در هر شهرستان سه معیار اصلی زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی تعیین شد که هر معیار، خود از چندین زیرمعیار تشکیل شده است، در مجموع، ۱۷ زیر معیار مدنظر قرار گرفتند. داده‌های مورد نیاز این ارزیابی برای معیارسازی در مدل پایداری کشاورزی، از منابع گوناگونی مانند سازمان جهاد کشاورزی، سالنامه‌های آماری، سازمان آب منطقه‌ای، سازمان محیط زیست و بخشی دیگر با بهره‌گیری از نظرخواهی فنی از کارشناسان جهاد کشاورزی و محیط‌زیست از راه پرسشنامه، در سال ۱۳۹۵ گردآوری شد. در این تحقیق برای سنجش میزان پایداری کشاورزی و همچنین برای دستیابی به تصمیم‌گیری‌های کارا تر از ترکیب دو رویکرد تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس استفاده شد. ایجاد درخت تصمیم همراه معیارهای انتخابی، تعیین ارزش وزنی معیارها و زیرمعیارها در قالب استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تعیین مقادیر کمی و کیفی و رتبه‌بندی مناطق نیز با استفاده از روش تاپسیس صورت گرفت.

نتایج و بحث: بنابر نتایج، معیار زیست‌محیطی با وزن نسبی ۰/۴۴۳ بیشترین و معیار اجتماعی با وزن نسبی ۰/۱۶۹ کمترین تأثیر را در پایداری کشاورزی مناطق دارد. در بین زیرمعیارهای زیست محیطی، زیرمعیارهای کود و سم مصرفی در واحد سطح با وزن نسبی برابر ۰/۱۵۸ و همچنین زیرمعیار روش و سامانه‌های کارآمد آبیاری با وزن ۰/۱۴۵ بیشترین اهمیت و زیرمعیار شوری خاک با وزن ۰/۰۶۵ کمترین اهمیت را در پایداری کشاورزی دارند. در بین زیرمعیارهای اقتصادی، خطرپذیری (ریسک) با وزن ۰/۱۴۸ کمترین اهمیت و زیرمعیار عملکرد تولیدات زراعی با وزن ۰/۲۹۵ بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. در بین زیرمعیارهای اجتماعی، زیرمعیار تشکیل کلاس‌های ترویجی با وزن نسبی ۰/۳۷۷ بیشترین اهمیت و تراکم جمعیت با وزن ۰/۱۰۰ کمترین نقش را در پایداری کشاورزی دارد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده از رتبه‌بندی مناطق، شهرستان‌های گرمی، بیله‌سوار و مشگین‌شهر با ارزش نهایی ۰/۶۲۴، ۰/۶۲۰ و ۰/۵۸۹ به ترتیب مطلوب‌ترین مناطق و شهرستان سرعین با ارزش وزنی ۰/۳۹۵، پس از آن نیر و پارس‌آباد با ارزش نهایی ۰/۴۶۳ و ۰/۴۶۸ ضعیف‌ترین مناطق به لحاظ پایداری کشاورزی می‌باشند. بررسی تک به تک زیرمعیارهای پایداری شهرستان گرمی نشان داد، از مهم‌ترین دلایل وضعیت مطلوب

پایداری کشاورزی در این شهرستان، دارا بودن بیشترین میزان خاک‌ورزی حفاظتی با ۰/۶۱ و پایین بودن میزان شوری خاک، کاربرد کود و سموم شیمیایی می‌باشد. نتایج این ارزیابی نشان داد، در بیشتر مناطق مطرح استان به لحاظ اقتصادی مانند پارس‌آباد که کشت و صنعت مغان را در دل خود دارد، تنها کسب بیشترین سود و بالا بردن عملکرد در نظر گرفته شده است و توجهی به بحث پایداری و مسئله توسعه پایدار نشده است.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، میزان پایداری کشاورزی در شهرستان‌های مختلف استان اردبیل متفاوت است و هر کدام دارای نقاط ضعف و قوت می‌باشد. نتایج این تحقیق امکان شناخت میزان اهمیت معیارهای مختلف مؤثر بر پایداری، ارزیابی پایداری و مقایسه شهرستان‌های استان اردبیل را با دقت مطلوبی فراهم می‌کند تا بتوان در اعمال سیاست‌های مناسب در جهت بهبود پایداری کشاورزی گامی مؤثر برداشته شود.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی پایدار، زیست‌محیطی، معیار، ارزش وزنی.

مقدمه

جامع‌نگر و همه‌جانبه دارد که بتواند محیط‌زیست را از آسیب پیامدهای ناخوشایند به دور داشته و فرآورده‌های غذایی سالم تولید کند. امروزه در عرصه کشاورزی جهان، واژه‌ی کشاورزی پایدار دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد، البته نظام کشاورزی پایدار هنگامی تحقق می‌یابد که در فرآیند کشاورزی به سلامت محیط زیست توجه خاص شود (Sedighi and Roust, 2003). بنابراین به کارگیری کشاورزی پایدار می‌تواند نقش برجسته‌ای در زندگی بخش زیادی از جمعیت روستایی داشته و با اعمال مدیریت بهینه در استفاده از منابع طبیعی و تأمین نیازهای غذایی مردم منطقه، باعث حفظ و پایداری محیط زیست شود. در دهه‌های اخیر مهم‌ترین چالش کشاورزی ایران برای آینده، امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد و برای چیرگی بر این چالش باید از رهیافتی نظام‌مند و مبتنی بر مفاهیم پایداری بهره گرفت (Koocheki et al., 2015).

استان اردبیل با وسعتی برابر با ۱۷۹۵۲ کیلومتر مربع (۱/۰۹ درصد از مساحت کل کشور) بین مختصات ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی در شمال غرب کشور ایران واقع شده است. این استان از نواحی سردسیر و کوهستانی کشور به‌شمار آمده و میزان نزولات جوی مناطق مختلف استان به طور میانگین از ۲۵۰ الی ۶۰۰ میلی‌متر در سال در نوسان است. از مجموع ۱۷۸۶۷ کیلومتر مربع وسعت استان ۳۹/۴ درصد آن را اراضی کشاورزی، ۵۵/۷ درصد را مراتع و ۲/۹ درصد را جنگل تشکیل می‌دهد. وسعت اراضی کشاورزی استان ۷۸۸۶۱۴ هکتار است که ۳۷ درصد آن آبی و ۶۳ درصد دیم می‌باشد. سهم ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی در تولید ناخالص داخلی استان حدود ۳۰ درصد است در حالی که میانگین

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش فشارهای جمعیتی، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی بیش از پیش در جامعه احساس می‌شود. بنابراین کودهای شیمیایی، فرآورده‌های هورمونی و غیره وارد بخش کشاورزی شدند و جهش‌های بزرگی در افزایش تولید محصولات کشاورزی به‌وجود آمد تا به تقاضای رو به رشد مواد غذایی پاسخ داده شود. اما این افزایش تولید، با چالش‌های زیست‌محیطی همراه بوده و پی‌آمدهای مختلفی مانند فرسایش خاک، کاهش تنوع-زیستی، گرمایش زمین و آلودگی آب، خاک و هوا را در برداشته است (Koocheki et al., 2013). به همین دلیل، اقتصاددانان و متخصصان محیط‌زیست بر مقوله‌ی توسعه‌ی پایدار در سطح جهانی بسیار تأکید کرده‌اند. پیدایش چنین تفکری ناشی از اصل حفظ و نگهداری منابع و سرمایه‌های کمی و کیفی طبیعت یا همان تخصیص بهینه‌ی عامل‌ها و نهاده‌های تولید در عرصه‌ی تولید محصولات (کشاورزی یا غیرکشاورزی) است. هنگامی که پایداری برای توسعه هدف نهایی است، این امر مستلزم متعادل کردن نظام‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. در بخش کشاورزی نیز، اهداف پایداری شامل حفظ یا افزایش ذخایر طبیعی محیط‌زیست، تأمین نیازهای انسان به مواد غذایی، دوام اقتصادی و رفاه اجتماعی می‌باشد (Praneetvatakul et al., 2001). مبانی چنین دیدگاهی با تکیه بر اصول حفاظت محیط‌زیست، درک رابطه‌های پیچیده‌ی زیست‌شناختی (بیولوژیکی) و بهره‌گیری از فناوری‌های مناسب و هماهنگ با ویژگی‌های جامعه‌ها مربوط می‌باشد (Davoodi and Maghsoodi, 2001). بنابراین صاحب‌نظران بر این باورند که توسعه‌ی کشاورزی پایدار نیاز به یک برنامه‌ی بلندمدت مبتنی بر بینش

ارزیابی قرار دادند. بنابر نتایج به دست آمده از روش یاد شده شهرستان‌های استان فارس به سه گروه پایدار، به نسبت پایدار و ناپایدار تقسیم شدند. همچنین غلظت بالای نترات در آب‌های زیرزمینی، منفی تر بودن بیلان آب زیرزمینی و کاربرد بیش از حد سموم و کودهای شیمیایی به عنوان بارزترین ویژگی‌های گروه ناپایدار مشخص شدند. در تحقیقی دیگر *Dashti et al.* (2015) با ارزیابی پایداری مؤلفه‌های کشاورزی شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی شامل تبریز، اهر و مراغه دریافتند، معیار زیست‌محیطی بیشترین و معیار اجتماعی کمترین تأثیر را در پایداری کشاورزی مناطق منتخب دارد. *Koocheki et al.* (2015) در نتایج تحقیق خود گزارش کردند، استان‌های فارس و خراسان رضوی دارای بیشترین پایداری کشاورزی و استان قم دارای کمترین پایداری کشاورزی در سطح کشور می‌باشد. همچنین استان اردبیل از نظر شاخص‌های منابع کشاورزی، محیط زیست و وضعیت جامعه‌های روستایی دارای پایداری کمتر از صفر می‌باشد. *Ghazvini et al.* (2012) در بررسی خود به ارزیابی وضعیت پایداری باغ‌های انگور شهرستان تاکستان پرداختند و در نتایج نشان دادند، این باغ‌ها در بعد اقتصادی وضعیت به نسبت پایدار، ولی در بعد حفاظت و کاربرد نهاده‌های شیمیایی و هدر رفت زیاد آب وضعیت ناپایداری دارند. در تحقیقی دیگر *Farshad and Zinck* (2001) دریافتند که نظام‌های رایج و سنتی هنگام روبه‌رو با محدودیت‌های اقلیمی و خاکی از دو رویکرد به کلی متفاوت استفاده می‌کنند. به باور آنان، یک نظام پایدار از ۶ پایه‌ی سلامت زیست‌محیطی، بقای اقتصادی، مقبولیت اجتماعی، قابلیت اجرای مدیریتی، سازگاری فنی کشاورزی و مقبولیت سیاسی تشکیل شده است. *Pacini et al.* (2002) در نتایج تحقیق خود گزارش کرد، با توجه به ارزیابی پایداری سه نظام زراعی ارگانیک، تلفیقی و متعارف در منطقه‌ای از ایتالیا سود خالص در نظام‌های زراعی ارگانیک بالاتر از نظام‌های زراعی متعارف بوده است. نظام‌های زراعی ارگانیک از نظر تنوع زیستی گیاهان علفی، از دست دادن نیتروژن، زیانباری و خطر حشره‌کش‌ها و دیگر معیارهای زیست‌محیطی عملکرد بهتری نسبت به نظام‌های زراعی تلفیقی و متعارف داشته‌اند.

در نتایج تحقیقی دیگر *Constanta and Rahoveanu* (2010) دریافتند، معیار زیست‌محیطی با ۰/۱۹۶ کمترین و

این سهم در کشور ۲۰ درصد می‌باشد (The Ministry of Agriculture, 2015).

سیب‌زمینی پس از گندم و برنج، سومین محصول غذایی مردم به ویژه در ایران است. استان اردبیل با داشتن ۲۴ هزار هکتار سطح زیرکشت این محصول و با تولید یک پنجم سیب‌زمینی کشور قطب مهم تولید این محصول به شمار می‌آید. لیکن، کشت این محصول از جنبه‌های مختلف پیامدهای زیست‌محیطی شدیدی را در پی دارد. به دلیل نیاز شدید این محصول به آب، در دو دهه‌ی اخیر، در دشت اردبیل به طور بی‌رویه‌ای اقدام به حفر چاه‌های مجاز و غیرمجاز شده است (water sources Ardebil Regional, 2015). همچنین به دلیل نیاز شدید این محصول غده‌ای به مواد مغذی، کاربرد کودهای شیمیایی در این دشت به صورت بی‌رویه‌ای صورت می‌گیرد که افزون بر آلودگی‌های شدید زیست‌محیطی، بازار پسندی این محصول را با بحران روبه‌رو ساخته است. امروزه به دلیل برخی بی‌توجهی‌ها به اصول پایداری کشاورزی، آسیب و زیان‌هایی به منابع طبیعی و محیط زیست این استان وارد شده است. با محدود شدن منابع آبی و تأثیر تغییرپذیری‌های اقلیمی و به دلیل تداوم خشکسالی و استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و فرونشست سفره‌های زیرزمینی، کشاورزی استان اردبیل با چالش جدی روبه‌رو شده است. تخلیه کل سالانه از منابع آب زیرزمینی استان حدود ۳۶۳/۸۵ میلیون مترمکعب در سال است (The Ministry of Agriculture, 2015). به طوری که استفاده بیش از حد از منابع زیرزمینی تأمین آب مورد نیاز کشاورزان به ویژه سیب‌زمینی کاران را در آینده با چالش و بحران جدی روبه‌رو خواهد کرد. لذا، ضرورت پرداختن به مسئله‌ی پایداری کشاورزی و ارزیابی شاخص‌های پایداری کشاورزی در استان اردبیل، دارای اهمیت ویژه‌ای شده است و در همین زمینه این بررسی به ارزیابی و مقایسه پایداری کشاورزی شهرستان‌های استان اردبیل و شناسایی مناطق پایدار و ناپایدار آن پرداخته است.

بررسی‌های مختلفی به ارزیابی پایداری کشاورزی پرداخته‌اند که مضمون مشترک همه‌ی آن‌ها، تجسم ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایداری است. *Pourzand and Bakhshodeh* (2012) پایداری کشاورزی شهرستان‌های منتخب استان فارس را با استفاده از مدل پایداری کشاورزی و رهیافت برنامه‌ریزی توافقی مورد

و تاپسیس از جمله روش‌های زیرمجموعه جبرانی می‌باشند که به دلیل همپوشانی شاخص‌ها در نقاط ضعف و قوت خود، توانایی بالایی در حل مسائل چند گزینه‌ای دارند. در این تحقیق راه‌حل پیشنهادی ترکیب رهیافت تحلیل سلسله مراتبی و روش فنی تاپسیس، روشی نوین برای استفاده ترکیبی از داده‌های کمی و کیفی می‌باشد که در ادامه به توضیح زیربنای نظری (تئوریک) آن‌ها اشاره شده است.

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از جامع‌ترین و معمول‌ترین نظام‌های طراحی شده بر پایه روش MCDM است که برای نخستین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی^۲ مطرح شد. این روش امکان تنظیم مسائل را به صورت سلسله مراتبی فراهم کرده است و امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی مختلف را نیز به تصمیم‌گیرنده می‌دهد (Saaty, 2008). این روش بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که داوری و محاسبات را آسان می‌کند. نخستین مرحله در روش AHP، ایجاد درخت تصمیم همراه معیارهای انتخابی است. درخت تصمیم‌گیری بر پایه معیارهای کلی پایداری که از تجمیع سه معیار زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و زیرمعیارهای آن‌ها به دست می‌آید ترسیم می‌شود. پس از تجزیه مسئله به سلسله مراتب، در آغاز معیارهای اصلی دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شود. آن‌گاه، در هر یک از آن‌ها، زیرمعیارها (معیارهای فرعی) مورد مقایسه قرار می‌گیرد (Saaty, 1994).

یکی از برتری‌های ممتاز این روش در تصمیم‌گیری چندمعیاره، نشان دادن میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم است. برای تعیین درجه دقت و درستی وزن‌دهی، از شاخص ناسازگاری^۳ (I.I) استفاده می‌شود. آزمون سازگاری نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های حاصل از ماتریس‌های زوجی اعتماد کرد. چنانچه مقدار شاخص ناسازگاری (I.I) بیشتر از ۰/۱ باشد، نشان از آن دارد که وزن‌های داده شده باهم سازگاری نداشته و می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرند. ساعتی برای بررسی ناسازگاری در داوری‌ها، نسبت ناسازگاری^۴ (I.R) را به کار می‌برد که از تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I) به شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی^۵ (I.I.R) برابر رابطه‌ی ۱ به دست می‌آید:

معیار اقتصادی با ۰/۴۹۳ بیشترین تأثیر را در پایداری کشاورزی هفت منطقه رومانی دارد. (Hassanshahi et al. (2015) به رتبه‌بندی نظام‌های کشت مرودشت در استان فارس بر پایه سه شاخص اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پرداختند. بنابر نتایج به دست آمده با توجه به طبقه‌بندی CI منطقه‌ی شش به عنوان منطقه‌ی ناپایدار، مناطق یک و چهار به عنوان مناطق پایدار، منطقه‌ی پنج به نسبت پایدار و مناطق دو و سه به عنوان مناطق به نسبت ناپایدار ارزیابی و مقایسه شدند. در نتایج تحقیقی دیگر (Bosshaq et al. (2012) دریافتند، سطح تحصیلات، درآمد، میانگین اندازه قطعه‌های زمین کشاورزی و میزان کل اراضی می‌توانند ۵۶٪ از تغییرات متغیر وابسته (پایداری کشاورزی) را تبیین کنند. همچنین نشان دادند که نظام کشاورزی منطقه در شرایط ناپایداری قرار دارد.

از آنجا که رشد مستمر کشاورزی در کشورهای در حال توسعه یک ضرورت پرهیزناپذیر است ضرورت دارد از منابع و ابزار تولید در این بخش به بهترین شیوه‌ی ممکن استفاده شود تا ضمن کاهش کاربرد این منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد. از این رو در این پژوهش، با استفاده از معیار تجمیع شده از معیارهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی و فنی تصمیم چند معیاره (MCDM)^۱ به تجزیه و تحلیل این معیارها و آن‌گاه به ارزیابی و مقایسه‌ی پایداری کشاورزی و رتبه‌بندی شهرستان‌های استان بر حسب میزان پایداری شده است.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی پایداری کشاورزی روش‌های چندی وجود دارد که کامل‌ترین آنها بر تبیین شاخص‌های چندگانه پایداری استوار است که برخی از این شاخص‌ها به صورت کیفی بوده و برای ارزیابی کمی پایداری لازم است این شاخص‌های کیفی نیز تا حد امکان کمی شوند که در خیلی موارد این امکان وجود ندارد. با توجه به ماهیت چند بعدی بودن توسعه پایدار کشاورزی، رهیافت ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس که امکان مقایسه گزینه‌های مختلف بر پایه شاخص‌های پرشمار کیفی یا کمی را فراهم می‌سازد روش مناسبی خواهد بود. روش‌های تحلیل سلسله مراتبی

¹ Multi Criteria Decision Making

² Saaty

³ Inconsistency Index

⁴ Inconsistency rate

⁵ Random matrix

$N =$ محاسبه ماتریس بی مقیاس شده به روش نرم
 $W =$ محاسبه ماتریس وزن‌ها با یکی از روش‌های وزن‌دهی
 $V =$ محاسبه ماتریس بی‌مقیاس موزون
 راه حل مطلوب مثبت V_j^+ : بزرگ‌ترین مقدار برای معیارهای مثبت و کوچک‌ترین مقدار برای معیارهای منفی،
 به عبارتی برداری متشکل از بهترین مقادیر از هر معیار
 راه حل مطلوب منفی V_j^- : بزرگ‌ترین مقدار برای معیارهای منفی و کوچک‌ترین مقدار برای معیارهای مثبت،
 به عبارتی برداری متشکل از بهترین مقادیر از هر معیار

$$S_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}$$

$$S_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2} \quad (5)$$

محاسبه اندازه فاصله هر گزینه تا راه حل مطلوب مثبت و منفی
 تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل مطلوب

$$CL_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad 0 < CL_i^* < 1 \quad (6)$$

رتبه‌بندی بر پایه CL بزرگ‌تر.
 مراحل انجام تحقیق به طور کلی شامل تعیین معیارهای مناسب و تکمیل ماتریس مقایسه‌های زوجی بین آنها توسط کارشناسان، ترسیم ساختار سلسله مراتبی معیارها و زیرمعیارهای آنها، به دست آوردن وزن معیارها با روش AHP و رتبه‌بندی مناطق با استفاده از روش Topsis می‌باشد که با استفاده از برتری‌ها و توجه به کاستی‌های هر روش از رویکرد ترکیبی برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی استفاده شده است (Shin et al., 2007). درخت سلسله مراتبی تصمیم با هدف پایداری کشاورزی، در قالب سه معیار زیست‌محیطی (Z)، اقتصادی (E) و اجتماعی (S) که هر یک شامل چندین زیرمعیار است. یادآوری این نکته ضروری است که معیارها یا به عبارت دیگر راه‌کارهای یادشده، با بررسی‌های صورت گرفته و مصاحبه با متخصصان بخش‌های مختلف کشاورزی به‌دست آمده است.

$$I.R = \frac{I.I}{I.I.R} \quad (1)$$

شاخص ناسازگاری نیز پس از عادی (نرمالیزه) سازی اعداد و به دست آوردن λ_{max} برابر رابطه ۲ محاسبه می‌شود (Darabi, 1993):

$$I.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

در صورتی که میزان شاخص ناسازگاری، کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد ($IR \leq 0/1$)، در مقایسه‌های زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت، تصمیم‌گیرنده باید در مقایسه‌های زوجی تجدید نظر کند. شاخص ناسازگاری تصادفی از جدول ۱ استخراج می‌شود (Mehregan, 2003).

در این تحقیق برای سنجش میزان پایداری کشاورزی و ترکیب داده‌های کمی و کیفی، از ترکیب رهیافت تحلیل سلسله مراتبی و TOPSIS^۱ استفاده می‌شود. روش اولویت‌بندی ترجیحی بر پایه تشابه به پاسخ‌های مطلوب یا ایده‌آل (TOPSIS) یکی دیگر از روش‌های قوی در تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این روش بر مبنای محاسبه-ی فاصله گزینه‌ها از راه حل مطلوب مثبت و مطلوب منفی استوار است (Lin, 2010) در این روش در آغاز باید ماتریس تصمیم‌گیری به یک ماتریس "بی‌مقیاس شده" با استفاده از رابطه زیر تبدیل شود:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J X_{ij}^2}}, \quad j = 1, \dots, J; \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شده و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این روش بر این پایه استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل مطلوب مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل مطلوب منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. مراحل حل مسئله با این روش به صورت زیر است (Lin, 2010):

$$V = N \times W_{n \times n} \quad (4)$$

جدول ۱- مقدار شاخص‌های ناسازگاری تصادفی برای ماتریس‌هایی با ابعاد مختلف.

Table 1. The amount of random inconsistency index for matrices with different dimensions.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I.I.R	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

(پس ماتریس: N)، (شاخص ناسازگاری تصادفی: I.I.R.)

¹ Technique for ordered preference by similarity to the ideal solution

شاخص‌ها تشکیل و ۳۰ نسخه بین متخصصان و کارشناسان خبره سازمان‌های جهاد کشاورزی و محیط زیست توزیع و گردآوری شد. نرم‌افزار Expert choice با استفاده از مقایسه‌های زوجی، وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارهای انتخابی را به دست می‌دهد و برای رتبه‌بندی مناطق از Topsis استفاده شده است. در جدول (۲) مدل پایداری کشاورزی به کار گرفته شده برای ارزیابی نظام پایداری کشاورزی استان اردبیل آورده شده است.

این پژوهش، از نوع توصیفی-تحلیلی با ماهیت کاربردی است. شیوه‌ی گردآوری داده‌های پیمایشی - کتابخانه‌ای می‌باشد. در فرآیند تحلیل ضمن استفاده از داده‌های کمی سازمان‌ها و آمارنامه‌ها، از نظرهای کارشناسان نیز استفاده شده است. انتخاب افراد پرسش‌شونده به صورت طبقه‌ای و سهمیه‌ای صورت گرفته است که در این روش باید از انتخاب تصادفی افراد به شدت پرهیز کرد. در آغاز برای وزن‌دهی به شاخص‌های پایداری، پرسش‌هایی به صورت مقایسه زوجی

جدول ۲- معیارها، زیرمعیارهای مورد استفاده در سنجش پایداری.

Table 2. Criteria, sub-criteria used to assess sustainability.

معیار Criteria	زیرمعیار Sub- Criteria	تعریف Definition
زیست محیطی Environmental	z1. کود شیمیایی Z1 Fertilizer	کاربرد در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) Consumption per unit area (kg/ ha)
	z2. سموم شیمیایی Z2. Pesticides	کاربرد در واحد سطح (لیتر در هکتار) Consumption per unit area (liters per hectare)
	z3. سامانه‌های کارآمد آبیاری Z3. Efficient irrigation systems	نسبت اراضی تحت پوشش آبیاری نوین به کل اراضی The total area of land under modern irrigation
	z4. تنوع کشت زراعی Z4. Crop diversity	فرمول H- درجه تنوع گیاهان زراعی Formula H- degree of diversity of crop plants
	z5. بیلان آب Z5. Water balance	استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی Overuse of groundwater
	z6. خاک‌ورزی حفاظتی Z6. Conservation tillage	نسبت اراضی تحت پوشش نظام‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به کل سطح زیرکشت Reduced tillage and no tillage systems than covered land to total land area
	z7. هدایت الکتریکی (EC) Z7. Electrical conductivity (EC)	درصد اراضی شور زیرکشت از کل اراضی قابل کشت Percent of total arable land acreage saline lands
	z8. رعایت تناوب زراعی Z8. Observe crop rotation	درصد رعایت اصولی تناوب زراعی Of the principles of crop rotation
اقتصادی Economic	E1. خطرپذیری E1. Risk	نسبت بیمه اراضی به کل اراضی Insurance of land to total land
	E2. The dependence of farmers on state aid	میزان وابستگی کشاورزان به کمک‌های دولتی The dependence of farmers on state aid
	E3. The level of employment	نسبت جمعیت شاغل در بخش کشاورزی Proportion of the population employed in agriculture
	E4. The gross value of production	میانگین ارزش ناخالص تولید هر هکتار زمین زراعی The average gross production value per hectare of arable land
	E5. Wheat yield	عملکرد در هکتار (کیلوگرم) Yield per hectare (kg)
اجتماعی Social	S1. The literacy	نسبت کل کشاورزان باسواد به کل کشاورزان در هر منطقه The ratio of literate farmers to the farmers in each region
	S2. Population density	نسبت جمعیت به کل مساحت The proportion of population to the total area
	S3. Education	نسبت مروج به جمعیت The proportion of promoters to population
	S4. Classes for sustainability promotion	شمار تشکیل کلاس‌های ترویج پایداری The number of sustainability promotion classes

منطقه در قالب تحلیل‌های سلسله مراتبی گویای آن بود که در این منطقه برای دستیابی به کشاورزی پایدار در اولویت اول توجه و رعایت مسائل زیست‌محیطی و کاهش آسیب و زیان‌های زیست‌محیطی فعالیت‌های کشاورزی را می‌طلبد و در نوبت دوم ضرورت توجه به استفاده بهینه و اقتصادی منابع موجود باید صورت بگیرد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در بین زیرمعیارهای زیست‌محیطی، زیرمعیارهای کود و سم کاربردی در واحد سطح با وزن نسبی برابر ۰/۱۵۸ و همچنین زیرمعیار سامانه‌های کارآمد آبیاری با وزن ۰/۱۴۵ بیشترین اهمیت و زیرمعیار شوری خاک با وزن ۰/۰۶۵ کمترین نقش را در پایداری کشاورزی دارند. به بیان دیگر با کاهش کاربرد کود و سموم شیمیایی و در کنار آن افزایش استفاده کارآمد از سامانه‌های نوین آبیاری که به لحاظ بالا بردن بازده (راندمان) آبیاری یکی از راهکارهای اساسی برای رویارویی با کم‌آبی می‌باشد، باعث افزایش سطح پایداری کشاورزی می‌شود. زیرمعیارهای رعایت تناوب زراعی و خاک‌ورزی حفاظتی با وزن ۰/۱۱۱ دارای اهمیت یکسان در ارزیابی پایداری کشاورزی می‌باشند. مقایسه زیرمعیارهای معیار زیست‌محیطی در راستای کشاورزی پایدار در شکل ۱ نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، در آغاز میزان شاخص ناسازگاری تک‌تک پرسشنامه‌ها به دست آمد و پرسشنامه‌هایی که میزان شاخص ناسازگاری آن‌ها بیشتر از ۰/۱ بود حذف شد. در این مرحله ۵ پرسشنامه به علت نرخ ناسازگاری بالا از تجزیه و تحلیل نهایی حذف شد. ان‌گاه توسط فرمول میانگین هندسی ماتریس نظر تک‌تک افراد به یک ماتریس واحد تلفیق شد. در مرحله بعد ماتریس نهایی وارد نرم افزار Expert Choice شد و وزن هر معیار و زیرمعیارهای آن محاسبه شد که در جدول ۳ ارائه شده است.

پس از تلفیق و ترکیب مقایسه‌های زوجی انجام گرفته، با توجه به خروجی نرم‌افزار برای معیارهای اصلی میزان شاخص ناسازگاری برابر ۰/۰۲ (کمتر از ۰/۱) شد و بیانگر سازگار بودن تصمیم‌گیری‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. معیار زیست‌محیطی با وزن ۰/۴۴۳ بیشترین و معیار اجتماعی با وزن ۰/۱۶۹ کمترین تأثیر را در پایداری کشاورزی مناطق دارد. نتایج همسانی توسط دیگر محققان گزارش شده است (Dashti et al. 2015). در این زمینه می‌توان گفت نتیجه بررسی نظر کارشناسان جهاد کشاورزی

جدول ۳- ارزش وزنی معیارها و زیرمعیارها.

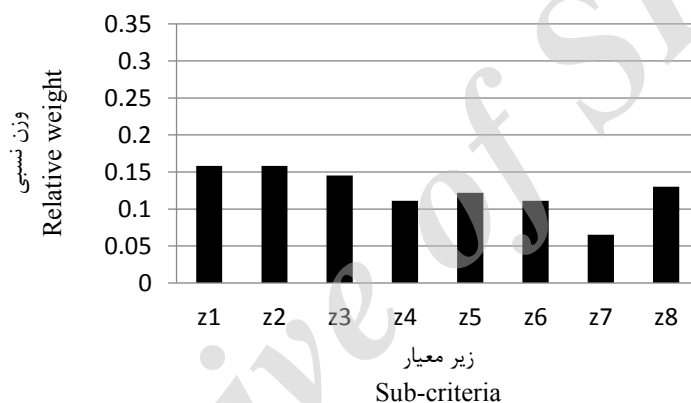
Table 3. Weighted value of criteria and sub-criteria.

معیار و زیر معیار Criteria and sub-criteria	ارزش وزنی معیار Weighted value of criteria	وزن (نسبی) زیر معیار Relative weight of sub-criteria	وزن نهایی زیر معیار Final weight of sub-criteria
زیست محیطی Environmental	0.443		
Z1		0.158	0.069
Z2		0.158	0.069
Z3		0.145	0.064
Z4		0.111	0.049
Z5		0.122	0.054
Z6		0.111	0.049
Z7		0.065	0.028
Z8		0.130	0.057
اقتصادی Economic	0.387		
E1		0.148	0.057
E2		0.167	0.064
E3		0.195	0.075
E4		0.195	0.075
E5		0.295	0.114
اجتماعی Social	0.169		
S1		0.225	0.038
S2		0.100	0.016
S3		0.297	0.050
S4		0.337	0.063

تراکم جمعیت با وزن ۰/۱۰۰ کمترین نقش را در پایداری کشاورزی دارد. اهمیت بالای زیرمعیار تشکیل کلاس‌های ترویجی بدین معنی است که ضعف منابع انسانی به خاطر بی‌توجهی به امر ترویج و آموزش بهره‌برداران، از چالش‌های جدی تلقی شده و توانمندسازی منابع انسانی با ترویج شیوه‌های نوین کشاورزی، از ضرورت‌های توسعه کشاورزی به‌شمار می‌آید و آموزش مستمر کشاورزان نقش شایان توجهی را در بهبود پایداری کشاورزی ایفا می‌کند. در صورت تلفیق و به‌کارگیری مناسب روش‌های ترویجی، ضمن توانمندسازی نیروی انسانی فعال در بخش کشاورزی و آسانگری در شیوه‌های ترویجی و می‌توان به سطوح بالاتری از تولید در سطح استان دست یافت (شکل ۳).

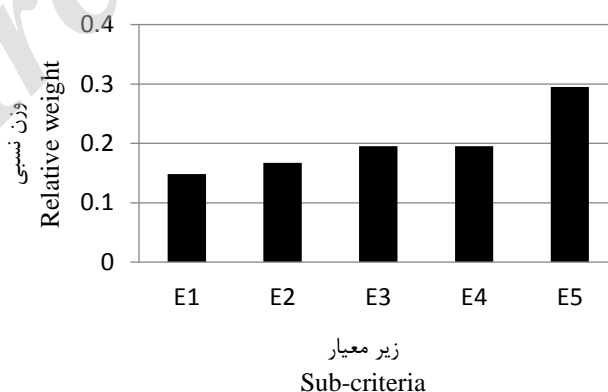
بر پایه معیار پایداری اقتصادی که از زیرمعیارهای خطرپذیری، وابستگی کشاورزان به کمک‌های دولتی، سطح اشتغال، ارزش ناخالص تولید و عملکرد تولیدات زراعی تشکیل شده است. در بین زیرمعیارهای اقتصادی، خطرپذیری با وزن ۰/۱۴۸ کمترین اهمیت و زیر معیار عملکرد تولیدات زراعی با وزن ۰/۲۹۵ بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. از آنجا که افزایش تولید باعث افزایش درآمد کشاورزان نیز می‌شود، هر راهکاری که ضمن رعایت اصول پایداری و سلامت زیست محیطی به افزایش تولید کمک کند در نهایت پایداری کشاورزی را افزایش خواهد داد (شکل ۲).

در بین زیرمعیارهای شاخص اجتماعی، زیرمعیار تشکیل کلاس‌های ترویجی با وزن نسبی ۰/۳۷۷ بیشترین اهمیت و



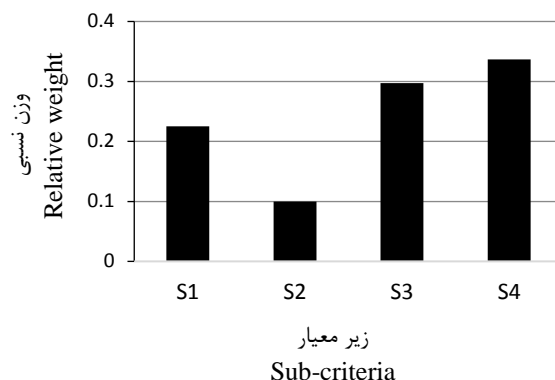
شکل ۱- وزن نسبی معیارهای زیست محیطی.

Fig. 1- The relative weights of environmental criteria.



شکل ۲- وزن نسبی معیارهای اقتصادی.

Fig. 2- The relative weights of economic criteria.



شکل ۳- وزن نسبی معیارهای اجتماعی.

Fig. 3- The relative weights of social criteria.

نهایت با استفاده از رابطه‌های (۵و۴) مقادیر S_i^+ و S_i^- محاسبه شد. با مشخص شدن فاصله از راه حل مطلوب مثبت و منفی برای هر شهرستان، معیار همسانی نیز به ازای هر یک از شهرستان‌ها مورد محاسبه قرار گرفت مقدار معیار همسانی، بین صفر و یک متغیر بوده و هرچه شهرستان مورد نظر به راه حل مطلوب همسان‌تر باشد، مقدار معیار همسانی آن، به عدد ۱ نزدیک‌تر است.

در ادامه با توجه به وزن‌های به دست آمده از قسمت پیشین و داده‌های مربوط به هر معیار، رتبه بندی با روش Topsis انجام گرفت. که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. مقادیر ماتریس تصمیم، با توجه به رابطه‌های توضیح داده شده، بی‌مقیاس شدند. با ضرب مقادیر سلول‌های ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در وزن معیار مربوطه، ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده وزن‌دار به دست آمد. در

جدول ۴- رتبه‌بندی پایداری کشاورزی شهرستان‌های استان اردبیل.

Table 4. Agricultural sustainability ranking of towns in Ardabil.

شهرستان Town	فاصله از راه حل مطلوب مثبت S_i^+	فاصله از راه حل مطلوب منفی S_i^-	معیار همسانی CI_i^*	رتبه Rank
اردبیل Ardabil	0.081	0.085	0.511	7
بيله‌سوار Bilesavar	0.057	0.093	0.620	2
پارس‌آباد Pars abad	0.105	0.092	0.468	8
خلخال Khalkhal	0.095	0.103	0.518	6
کوثر Kousar	0.081	0.103	0.559	4
گرمی Germi	0.063	0.106	0.624	1
مشگین‌شهر Meshgin shahr	0.078	0.112	0.589	3
نمین Namin	0.083	0.097	0.540	5
نیر Nir	0.098	0.085	0.463	9
سرعین sarein	0.109	0.071	0.395	10

نتیجه‌گیری

استان اردبیل یکی از مهم‌ترین استان‌های تولید کننده محصولات کشاورزی به‌شمار می‌آید. به دلیل شرایط اقلیمی - محیطی حاکم بر استان اردبیل بایستی هر گونه تولید مواد غذایی در جهت کشاورزی پایدار منوط به استفاده بهینه و منطقی از منابع استان باشد. همچنین به کارگیری بی‌رویه نهاده‌های تولید، به منظور افزایش عملکرد و در نتیجه تخریب محیط‌زیست، در سال‌های اخیر ضرورت پرداختن به پایداری نظام‌های بهره برداری و توجه به معیارها و اصول توسعه کشاورزی و کشاورزی پایدار مورد تأکید قرار گرفته است. در این بررسی، بر پایه مدل پایداری کشاورزی که در سه سطح هدف، معیارها و زیرمعیارها طراحی شد، ۱۷ زیرمعیار پایداری برای شهرستان‌های استان اردبیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بنابر نتایج به‌دست آمده شهرستان گرمی بهترین وضعیت پایداری و شهرستان سرعین ضعیف‌ترین منطقه از نظر پایداری کشاورزی شناخته شدند. شهرستان پارس آباد که به لحاظ کشاورزی و اقتصادی نه تنها در استان اردبیل بلکه در کل کشور شناخته شده است ارزیابی پایداری آن نشان داد این شهرستان از نظر شاخص‌های پایداری زیست محیطی وضعیت خیلی مناسبی ندارد و این امر رتبه این شهرستان را با وجود بالاترین رقم‌های تولیدی و عملکرد به سطح پایین کشانده است. این نتایج گویای اهمیت توجه بیشتر به شاخص‌های زیست محیطی در کنار معیارهای اقتصادی مانند دستیابی به سود بیشتر در تولید محصولات زراعی است و نشان می‌دهد بنابر اصول توسعه پایدار کشاورزی، تنها با بالا بردن میزان عملکرد و درآمد حاصل از تولید محصولات رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی امکان‌پذیر نمی‌باشد، بلکه بایستی در جهت بهبود وضعیت شاخص‌های زیست محیطی به‌ویژه در مناطق با پایداری کمتر به کاهش کاربرد مواد شیمیایی مانند کودها و سموم و استفاده بیشتر از روش‌های آبیاری کارآمد و نیز عملیات خاک‌ورزی حفاظتی بیشتر توجه شود.

با توجه به نتایج این پژوهش، پرورش و جذب نیروی انسانی کارآمد برای تشکیل کلاس‌های ترویجی و آموزشی برای کشاورزان در راستای انجام عملیات کشاورزی پایدار و استفاده از روش‌های نوین کشاورزی مبتنی بر اصول توسعه پایدار بسیار اهمیت دارد و می‌بایستی در اولویت کاری مدیریت جهاد کشاورزی هر منطقه قرار بگیرد.

نتایج نشان می‌دهد که شهرستان گرمی با مقدار ۰/۶۲۴ بهترین وضعیت پایداری در کشاورزی و پس از آن بيله سوار و مشگین‌شهر به ترتیب با ارزش نهایی ۰/۵۸۹ و ۰/۶۲۰ وضعیت مساعدتری نسبت به دیگر شهرستان‌ها به لحاظ پایداری دارند. شهرستان سرعین با ارزش وزنی ۰/۳۹۵، پس از آن نیر و پارس آباد با ارزش نهایی ۰/۴۶۳ و ۰/۴۶۸ ضعیف‌ترین مناطق به لحاظ پایداری کشاورزی می‌باشند. با بررسی تک به تک زیرمعیارهای پایداری شهرستان گرمی می‌توان نشان داد که از مهم‌ترین دلایل وضعیت مطلوب پایداری کشاورزی در این شهرستان نسبت به شهرستان‌های دیگر، دارا بودن بیشترین میزان معیار خاک‌ورزی حفاظتی با ۰/۶۱ و پایین بودن معیارهای شوری خاک، کاربرد کود و سموم شیمیایی اشاره کرد. در این شهرستان ۲۸۰۰۰ هکتار توسط خاک‌ورز مرکب (کم‌خاک‌ورزی) و ۹۰۰ هکتار به صورت کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) انجام می‌شود. کمترین میزان این معیار ۰/۰۱ درصد است که متعلق به شهرستان پارس‌آباد می‌باشد که تنها ۲۰۰۰ هکتار از اراضی آن منطقه به صورت کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی کشت شده است. همچنین شهرستان گرمی بهترین وضعیت اشتغال را دارد و نسبت اراضی زراعی بیمه شده نیز در این شهرستان نیز شایان توجه می‌باشد.

در این بررسی برای تعیین میزان شوری خاک از معیار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک استفاده شده و این معیار به صورت درصد اراضی شور زیرکشت از کل اراضی قابل کشت محاسبه شد. بیشترین میزان اراضی شور به ترتیب مربوط به شهرستان‌های سرعین با ۰/۳، نیر با میزان شوری ۰/۲ و پارس آباد با مقدار ۰/۰۴۹ می‌باشد. شهرستان‌های گرمی، بيله سوار و مشگین‌شهر با میزان کمتر از ۰/۰۰۱ دارای کمترین درصد اراضی شور می‌باشند. از معیارهای دیگر معیار میزان کاربرد کود یا سموم در واحد سطح است و کوچک‌تر بودن این شاخص نشان دهنده‌ی پایداری بیشتر می‌باشد. بیشترین مقدار این معیار در شهرستان پارس آباد با ۱۹۱ کیلوگرم در هکتار، و شهرستان اردبیل ۱۰۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد، در بیشتر مناطق مطرح استان به لحاظ اقتصادی مانند پارس آباد که کشت و صنعت مغان را در دل خود دارد، تنها کسب بیشترین سود و بالا بردن عملکرد به عنوان هدف در نظر گرفته شده است و توجهی به بحث پایداری و مسائل توسعه پایدار نشده است.

به کار گرفت نتایج قابل اطمینان تر و مؤثرتری به دست می‌آید. لذا پیشنهاد می‌شود در بررسی‌های آینده با اضافه کردن معیارهای دیگر بتوان ارزیابی کامل‌تری از وضعیت پایداری کشاورزی در مناطق مختلف کشور به عمل آورد.

انجام تحقیقاتی همانند این تحقیق برای سنجش میزان پایداری نظام‌های کشاورزی در مناطق مختلف دارای اهمیت خاصی است. به یقین هر چقدر بتوان شاخص‌های ارزیابی بیشتر و دقیق‌تری برای ارزیابی وضعیت پایداری کشاورزی

منابع

- Anonymous, 2015. Ministry of Agriculture. Available online at: <http://www.ardabil.agri-jahad.ir/>.
- Anonymous, 2015. Water sources Ardebil Regional Water Company Anonymous. Available online at: <http://www.arrw.ir/>.
- Bosshaq, M.R., Afzali Nia, F. and Moradi, H., 2012. "Measuring indicators and determining factors affecting sustainable agricultural development in rural areas: A case study of Ravansar, Iran". *International Journal of Agriscience*. 2 (6), 550-557.
- Constanta-Zoie R. and Turek-Rahoveanu A, 2010. A hybrid multi-criteria method for performance evaluation of Romanian South Muntenia Region in context of sustainable agriculture. *Proceedings of the International Conference on Applied Computer Science*. Malta, September 15-17, 2010 .
- Dadashian M., Dashti, Gh. Hayati, B. and Ghahramanzadeh, M., 2015. The combined use of AHP and TOPSIS techniques for determining weighted criteria are evaluation of agricultural sustainability (Case study: Selected counties of East Azarbaijan Province). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 25, 157-146. (In Persian with English abstract).
- Davoodi, H. and Maghsoodi, T., 2011. Evaluation of sustainable agricultural knowledge between potato growers in Shushtar city. *Iran Agricultural Economics and Development Research*. 2, 274-265. (In Persian with English abstract).
- Darabi, H., 1993. Decide to help AHP. *Industry Magazine*. 4, 24-15. (In Persian with English abstract).
- Farshad, A. and Zinck, J.A., 2001. Assessing agricultural sustainability using the six-pillar model: Iran as a case study. In S. Gliessman (Ed.), *Agroecosystem Sustainability: Developing Practical Strategies*. Boca Raton: CRC Press, pp. 137-151
- Ghazvini, M., Veisi, H., Mahdavi Damghani, A.M., Khoshbakht, K. and Ali Nejatian, M., 2012. Study of sustainability status in vineyards of takestan county by using Framework for Evaluation Sustainable Land Management (FESLM). *Journal of Agroecology*. 2(1), 104-115. (In Persian with English abstract).
- Hassanshahi, H., Iravani, H., Daneshvar Ameri, Z. and Kalantari, K., 2015. Measure and comparison of economic, social and ecological sustainability of farming systems in the Marvdasht plain. *Desert*. 20(2), 231-239.
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Moradi, R. and Mansouri, H., 2013. Zoning status of sustainable agricultural development in Iran and providing strategies for sustainability. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 23, 197-181. (In Persian with English abstract).
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Moradi, R. and Mansouri, h., 2015. Assessment of sustainable agricultural development in Iran using comparative advantage. *Agricultural and Development Economics*. 90, 53-29. (In Persian with English abstract).
- Lin, H.T., 2010. Fuzzy application in service quality analysis: An empirical study. *Expert Systems with Applications*. 37(1), 517-526.
- Pacini, C., Giesen, G., Vazzana, C. and Wossink, A., 2002. Sustainability of organic, integrated and conventional farming systems in Tuscany. In *Proceedings 13th IFMA Congress of Farm Management, Feed the World-Please the Consumer-Maintain the Environment* , 7th-12th July, Arnhem, The Netherlands.
- Poorzand, F. and Bakhsodeh, M., 2012. Agricultural sustainability assessment of Fars province using compromise programming. *Journal of Agricultural Economics*. 4, 1-26. (In Persian with English abstract).
- Praneetvatakul, S., Janekarnkij, P., Potchanasin, C. and Prayoonwong, K., 2001. Assessing the sustainability of agriculture: A case of Mae Chaem Catchment, northern Thailand. *Environment International*. 27(2), 103-109.
- Radulescu, CZ., Turek Rahoveanu, A. and Radulescu, M., 2010. "A hybrid multicriteria method for performance evaluation of romanian South Muntenia Region in context of sustainable agriculture", *Applied Computer Science*. In *Proceedings International Conference on Applied Computer Science (ACS)*, 15th-17th September, Hidetoshi Wakamatsu, Kiyoyuki Tchizawa, Malta. pp. 291-296.

- Saaty, T.L., 1994. Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*. 74(3), 426-447.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. 1(1), 83-98.
- Sedighi, H. and Roosta, K., 2003. Study factors influencing on sustainable agricultural knowledge corn producers in the province of Fars. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 34, 913-924. (In Persian with English abstract).
- Shih, H.S., Shyur, H.J. and Lee, E.S., 2007. An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*. 45(7), 801-813.

Archive of SID

Assessment of agricultural sustainability in Ardabil Province using a hybrid approach AHP and TOPSIS

Shahla Davarpanah, Sedigheh Hashemibonab* and Mohammad Khodaverdizadeh

Department of Agricultural Economics, Agriculture Faculty, Urmia University, Urmia, Iran

*Corresponding author: s.hashemibonab@urmia.ac.ir

Received: 2016.08.28

Accepted: 2017.08.26

Davarpanah, S., Hashemibonab S. and Khodaverdizadeh, M., 2017. Assessment of agricultural sustainability in Ardebil Province using a hybrid approach AHP and TOPSIS. *Journal of Agroecology*. 7 (2), 17-30.

Introduction: Over the last decade, pressure on natural resources has increased due to population growth and the need for food security. This is especially true in developing countries. Excessive use of productive inputs increases the importance of sustainable agriculture to enhance performance and reduce environmental degradation. Sustainable agriculture is the ability to properly manage natural resources to ensure food security and environmental sustainability (Praneetvatakul *et al.*, 2001). This study aims to assess the sustainability of the common agricultural systems in Ardabil Province.

Materials and methods: For this purpose three criteria, each measure itself composed of several sub-criteria, for each city were considered. These included environmental, economic and social criteria. In total, 17 sub-criteria were under consideration for assessing agricultural sustainability. The study data required for standardization of an agricultural sustainability model were collected from sources as diverse as the Agricultural Organization, demographic yearbooks, the Regional Water Authority, and environmental organizations. The study also benefitted from views of technical experts in agriculture and the environment through questionnaires collected in 1395. In this study, to assess the sustainability of agriculture, combine quantitative and qualitative data, as well as achieve more effective decision-making, an approach with a combination of AHP and TOPSIS was used (Radulescu and Rahoveanu, 2010). Determination of Value-Weighted index was accomplished using the Analytic Hierarchy Process (AHP). The relative importance of each sub-option (agricultural areas) was also categorized using the TOPSIS technique (Dadashian *et al.*, 2015).

Results and discussion: Based on the results, environmental criteria, with 0.443 relative weights, had the highest impact. Social criteria, with 0.169 relative weights, had the lowest effect on agricultural sustainability. Among the environmental sub-criteria, the most important were fertilizer and pesticide usage with 0.158 relative weights, and efficient irrigation systems with 0.145 weights. Soil salinity, as one of the environmental sub-criteria, had the lowest importance in the assessment of sustainability. From the economic sub-criteria, risk with 0.148 relative weights was the least important and crop yield with 0.295 relative weights was the most important. Among social criteria, presence in promotion classes with 0.377 weighted value and population density with 0.100 weighted value had a respectively high and low impact on sustainability. According to the results of regional ranking, Germe, Bilesavar and Meshginshahr, with weighted values of 0.624, 0.620 and 0.589, were the most favorable regions in terms of sustainability. Sarein, Nir and Parsabad, with weighted values of 0.395, 0.463 and 0.468, had the weakest sustainability. A one-by-one examination of the sustainability sub-criteria of the city of Germe reveals the main reasons for the optimal conditions for agricultural sustainability in this city compared to others. Germe has the maximum criteria of conservation tillage of about 6.10 and the aforementioned low criteria of soil salinity, fertilizer consumption and chemical pesticides. The results of this study showed that in more urban areas such as in Parsabad and the economic center, Maghan, the intended purpose is only maximum earnings and enhanced functioning, with no regard for sustainability or sustainable development issues.

Conclusion: Overall, the data showed the agricultural sustainability for Ardabil Province and determined the strengths and weaknesses of each city in the province. These results enable us to identify the importance of various criteria affecting sustainability and compare regions with good accuracy to apply appropriate policies to improve agricultural sustainability.

Keywords: Sustainable agriculture, Environmental, Criteria , Weighted value.

References:

- Praneetvatakul, S., Janekarnkij, P., Potchanasin, C. and Prayoonwong, K., 2001. Assessing the sustainability of agriculture: A case of Mae Chaem Catchment, northern Thailand. *Environment International*. 27(2), 103-109.
- Constanta-Zoie, R. and Turek-Rahoveanu A, 2010. A hybrid multi-criteria method for performance evaluation of Romanian South Muntenia Region in context of sustainable agriculture. *Proceedings of the International Conference on Applied Computer Science*. Malta, September 15-17, 2010.
- Dadashian M., Dashti, Gh. Hayati, B. and Ghahramanzadeh, M., 2015. The combined use of AHP and TOPSIS techniques for determining weighted criteria are evaluation of agricultural sustainability(Case study: Selected counties of East Azarbaijan Province). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 25, 157-146. (In Persian with English abstract).

Archive of SID