

اندازه گیری پایداری زارعین دشت کمین استان فارس: مقایسه روش های PCA و AHP

الهام جمالی مقدم^۱، سعید یزدانی^{۲*}، حبیب اله سلامی^۳، غلامرضا پیکانی^۴
۱، دانشجوی دکترای اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران، گرایش اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست،
۲، ۳، استادان گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه، دانشگاه تهران،
۴، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه، دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۹ - تاریخ تصویب: ۹۵/۷/۱۸)

چکیده

یکی از چالش های اساسی که تمامی جهان و از آن جمله کشور ما ایران با آن مواجه می باشد، دستیابی به پایداری منابع است. با توجه به اهمیت استان فارس در بخش زراعی کشور، در این مطالعه وضعیت پایداری اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی زارعین در منطقه دشت کمین پاسارگاد، با استفاده از دو روش وزن دهی درون زای تحلیل مولفه اصلی و برون زای تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی شده است. بدین منظور با استفاده از اطلاعات ۱۵۰ نفر از کشاورزان منطقه در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳، شاخص های پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی محاسبه گردید. در انتخاب شاخص های پایداری نیز چارچوب تئوریک سلسله مراتبی SAFE مورد استفاده قرار گرفت. در مقایسه شاخص پایداری ترکیبی به دو روش AHP و PCA مشخص شد که بین شاخص های پایداری اقتصادی و اجتماعی در دو روش، از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود دارد. این در حالی است که شاخص های پایداری زیست-محیطی مزارع، بر اساس روش های AHP و PCA، تفاوت معنی دار آماری ندارند. در مجموع تفاوت آماری معنی داری بین شاخص های پایداری ترکیبی بر اساس دو روش مذکور وجود ندارد. بر اساس نتایج به دست آمده، به کارگیری ابزارهای ترویجی و آموزشی و ارایه تسهیلات لازم شامل پرداخت وام به زارعین جهت اجرای عملیات خاکورزی حفاظتی، عملیات آبیاری تحت فشار و انجام آزمون خاک با هدف حفظ و بهبود کیفیت بر مبنای مدیریت مواد مغذی خاک پیشنهاد گردید.

واژه های کلیدی: شاخص پایداری، وزن دهی درون زا، آبیاری تحت فشار، خاکورزی حفاظتی

زیست بخش جدا نشدنی از توسعه است و نمی تواند به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. امروزه موضوع پایداری سرلوحه تمامی فعالیت ها و برنامه های توسعه

مقدمه

توسعه حقیقی است که باید به صورت مساوی بین نسل های کنونی و آینده تقسیم گردد. حفاظت از محیط

ضروری باشد. در این راستا استان فارس که یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی در ایران به شمار می‌رود، از جمله استان‌هایی است که طی سال‌های گذشته همواره مورد توجه سیاست‌گذاران کشاورزی کشور بوده است. بالاخص آن که این استان در طول دهه‌های اخیر، در اجرای بسیاری از طرح‌های کشاورزی و آبخیزداری که عمدتاً به منظور حفظ منابع آب و خاک اجرا می‌گردند، پیشتاز بوده است. لذا، با توجه به اهمیت استان در بعد کشاورزی، وضعیت کلی پایداری در استان فارس که از جمله مناطقی است که نقش اساسی در تولید و اشتغال در بخش کشاورزی در ایران دارد، بررسی خواهد گردید. آمارها نشان می‌دهد که در سال‌های ۹۰ و ۹۱ بخش زراعت بیشترین سهم از تولیدات کل کشاورزی استان را دارا بوده و به رقمی در حدود ۹/۲ میلیون تن رسیده است (Jahade keshavarzie fars, 2015). در همین راستا، مروری بر فعالیت‌های اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس نشان می‌دهد از ابتدای فعالیت آبخیزداری تا کنون ۹ طرح کنترل سیلاب و تغذیه مصنوعی و ۳ طرح آبخیزداری در دو دهه اخیر در سطح شهرستان پاسارگاد که از جمله مراکز عمده تولید کننده محصولات کشاورزی استان به شمار می‌رود، به مرحله اجرا درآمده است. همچنین، در طول دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۷ در حدود ۲۹۵۰ هکتار از اراضی منطقه تجهیز و نوسازی شده است. عملیات آبیاری تحت فشار نیز با هدف بهینه نمودن مصرف منابع آب و خاک در بیش از ۲۳۲۴ هکتار از اراضی پاسارگاد اجرا گردیده است. علاوه بر این، شهرستان پاسارگاد از جمله مناطق مهم تولید غلات به ویژه گندم در استان فارس به شمار می‌رود که در سال‌های اخیر از جمله مناطقی بوده که مجری طرح الگوی بهینه کشت در سطح استان بوده است. بررسی‌ها نیز حاکی از آن است که محصول زراعی گندم به دلیل تولید گسترده و مصرف نهاده‌های فراوان، می‌تواند بر محیط‌زیست اثرات منفی داشته باشد. لذا، بررسی وضعیت پایداری در این منطقه از توابع استان فارس، ضروری به نظر می‌رسد. در سال ۱۳۹۰ طرح مدیریت دشت‌ها در اراضی کشاورزی در راستای اعمال مدیریتی نظام مند و یکپارچه در دشت‌های زراعی فارس از جمله دشت کمین واقع در منطقه پاسارگاد توسط گروه

روستایی است (Nooripour & Shahvali, 2011). در واقع آن چه توجه را به توسعه پایدار جلب کرده است، عوارض زیست محیطی ناشی از اجرای برنامه‌های توسعه کشاورزی مبتنی بر تکنولوژی انقلاب سبز بوده است. این عوارض بیابان‌زایی در مناطق خشک و نسبتاً خشک، شور شدن آب و فرورنشست آبخوان‌های زیرزمینی، آلودگی آب‌های سطحی و فرسایش خاک‌های زراعی و غیره است که بیشتر ناشی از اثر استفاده از ارقام پرمحصول همراه با مصرف بیشتر آب، کود شیمیایی، سموم دفع آفات و گسترش کشاورزی به زمین‌های حاشیه‌ای است. دستیابی به پایداری منابع یکی از چالش‌های اساسی است که تمامی جهان و از آن جمله کشور ما ایران با آن مواجه می‌باشد. توجه به منابع محیطی بویژه آب و خاک به عنوان منابع اصلی تولید، از اساسی‌ترین موضوعات در حیطه اقتصاد کشاورزی به شمار می‌رود. بالاخص آن که در برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب، نقش و جایگاه برنامه ریزی توسعه پایدار پر رنگ‌تر شده است (Moharamnejad & Khadivi, 2010).

یکی از مهم‌ترین سوالاتی که همواره در مورد پایداری منابع طبیعی مطرح است، چگونگی ارزیابی، سنجش و تحلیل پایداری است. تدوین شاخص‌های مناسب پایداری به سیاست‌گذاران کمک می‌نماید تا در برنامه ریزی‌های آتی نقاط ضعف موجود را از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شناسایی نموده و در امر دستیابی به توسعه‌ای پایدار و همه جانبه بویژه در مناطق بحرانی اهتمام ورزند. در این راستا بررسی مطالعات مختلف در ایران نشان می‌دهد که در مطالعات صورت گرفته تا کنون کمتر به مساله پایداری به صورت همه جانبه توجه شده و جنبه‌های گوناگون پایداری سیستم در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در بحث کشاورزی مورد ارزیابی صحیح قرار نگرفته است. لذا، به نظر می‌رسد که انجام مطالعات بررسی وضعیت پایداری در مناطق بحرانی که با مشکلاتی عدیده در خصوص منابع آب و خاک مواجه هستند، تعیین چالش‌های موجود در دستیابی به مقوله پایداری و نیز بررسی اثرات طرح‌های توسعه‌ای و سیاست‌های اجرایی بر وضعیت پایداری این گونه مناطق

تفاوت‌های استان‌ها از منظر برخورداری از شاخص‌های توسعه، به تدوین شاخص‌های ترکیبی پرداختند (Tofigh, 1993). Mohammadi, Amirahmadi, 1996. Tofigh, 1993). (et al, 2014) علاوه بر تدوین شاخص‌ها، تعدادی از تکنیک‌ها نیز جهت تجمیع و وزن‌دهی شاخص‌ها معرفی و پیشنهاد شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان به مجموع وزنی شاخص‌ها، تحلیل مولفه‌های اصلی، روش تحلیل سلسله مراتبی، متوسط هندسی و توابع مطلوبیت چند خاصیتی اشاره نمود (Nardo, et.al, 2005 a,b) در مجموع مروری بر ادبیات ارزیابی پایداری نشان می‌دهد هیچ‌گونه اجماعی در خصوص برتری یک روش تجمیع بر سایر روش‌ها وجود ندارد و تقریباً تمامی روش‌ها در مطالعات به صورت تجربی استفاده شده‌اند. شایان ذکر است که در اغلب مطالعات تنها از یک تکنیک جهت تجمیع شاخص‌ها استفاده شده است. بنابراین، نتایج حاصل نیز به دلیل وجود کمبودهای برخی از تکنیک‌ها قابل اعتماد نمی‌باشد. از سوی دیگر، روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری و ارزیابی پایداری وجود دارد که تعدادی از آنها نیاز به داده‌های فراوان، تلاش فراوان برای جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه شاخص‌ها دارند. مروری بر پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که در مطالعات مختلف بسته به میزان دسترسی به اطلاعات و دقت آنها، شاخص‌های متفاوتی جهت اندازه‌گیری پایداری تعریف شده است. لذا، در مطالعه حاضر تلاش گردیده تا با تلفیق شاخص‌های پایداری مناسب اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، با استفاده از چندین روش پایداری کل محاسبه و مقایسه گردد. مراحل گوناگونی که لازم است محققان به منظور ایجاد شاخص‌های ترکیبی به کار ببرند، عبارت است از: توسعه یک چارچوب تئوریک، انتخاب شاخص‌های پایه‌ای، جایگذاری داده‌های حذف شده، نرمالیزه کردن، وزن‌دهی و تجمیع، تحلیل حساسیت و اعتبارسنجی (Gomez- limon & Riesgo, 2009). بر این اساس، در مطالعه حاضر، چارچوب تئوریک سلسله مراتبی تحت عنوان 'SAFE' جهت انتخاب شاخص‌های ارزیابی پایداری مورد استفاده قرار

مدیریت استراتژیک سازمان جهاد کشاورزی به صورت الگویی اجرا گردید (Jahade keshavarzie fars, 2015). طرح مذکور در راستای کاهش وظایف تصدی‌گری در سازمان از طریق توانمندسازی تشکلهای و مشارکت آنان در اجرای طرح‌های توسعه پایدار کشاورزی برنامه‌ریزی شد و در همین راستا مقرر شد اطلاعات اولیه بیش از ۳۰۰۰ نفر از کشاورزان منطقه شامل اطلاعات منابع آب مزارع، منابع خاک مزارع و اطلاعات تولید مزارع جمع-آوری گردد. لذا، با توجه به اهمیت دشت مذکور در برنامه ریزی‌های آتی توسعه زراعی منطقه پاسارگاد در مطالعه حاضر به ارزیابی وضعیت پایداری زارعین دشت کمین پرداخته شده است. در این راستا، سعی بر آن است تا در این مطالعه وضعیت پایداری اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی زارعین در این منطقه ارزیابی گردد. بر این اساس، مساله تحقیق در پژوهش حاضر عبارت است از: اندازه‌گیری پایداری بخش زراعی دشت کمین شهرستان پاسارگاد استان فارس بر اساس تدوین شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و مقایسه روش‌های مختلف ترکیبی.

مواد و روش‌ها

شاخص‌ها ابزارهای سیاسی هستند که ملت‌ها را در زمینه میزان دستیابی به عملکرد بهتر، مورد ارزیابی قرار می‌دهند (Hayati, et.al. 2012). شاخص‌های ترکیبی، ابزارهای سودمندی برای بررسی عملکرد حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی، محسوب می‌شوند. بر همین اساس، استفاده از شاخص‌های ترکیبی، طی سال‌های اخیر بسیار افزایش یافته و تا سال ۲۰۰۶، حدود ۱۶۰ شاخص ترکیبی به دنیا معرفی شد (OECD, 2008). در این راستا، شاخص‌هایی نظیر شاخص ترکیبی جای پای زیستی (EF)، مازاد توان تولید طبیعی (SB)، شاخص پایداری محیط زیست (ESI)، شاخص رفاه اقتصادی (WI)، شاخص توسعه انسانی (HDI) و تولید ناخالص داخلی (GDP) تدوین گردیده است (Poorasghar Sangachin, et al, 2013). در ایران نیز تعدادی از مطالعات در سال‌های گذشته با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی، مورس گراناها، Z - استاندارد و تحلیل مولفه‌های اصلی برای تبیین

منطقه بر اساس شاخص کارایی تناوب زراعی^۴ (CREI) انجام گرفته است (Kouchaki et al., 2004). این شاخص کارایی تناوب را بر اساس معیارهای میزان پوشش زمین، عمق ریشه دهی گونه‌ها، تاثیر بر فشردگی خاک، تاثیر بر ساختمان خاک و ذخیره رطوبت و استفاده از آن ارزیابی می‌نماید و چشم‌انداز دقیق‌تری از وضعیت تناوب زراعی را ارائه می‌دهد. از سوی دیگر، ارزیابی روند ورود و خروج انرژی در سامانه‌های کشاورزی یکی از روش‌های تعیین سطح پایداری در این سامانه‌ها می‌باشد؛ زیرا استفاده کارآمد از انرژی، علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی منجر به حفظ منابع زیستی نیز می‌شود. برای ارزیابی جریان انرژی در بوم نظام‌های کشاورزی لازم است که تمام نهاده‌های مصرفی با استفاده از ضرایب ویژه که در تحقیقات متعددی محاسبه شده‌اند، به معادل انرژی آن تبدیل شوند. در حقیقت، با استفاده از ضرایب ویژه و استاندارد، می‌توان ورودی و خروجی یک کشت بوم را به معادل انرژی تبدیل کرد (Alipour & et al., 2013).

شاخص‌های استخراج شده بر اساس چارچوب SAFE، در جدول (۱)، ارائه شده است. از سوی دیگر، انتخاب چند روش خاص بر این اساس که در آنها از فرم‌های تابعی مختلف برای تجمیع استفاده می‌گردد (Additive در مقابل Non additive) و نیز روش‌های مختلف وزن-دهی به شاخص‌های انفرادی (وزن دهی درون زا در برابر وزن دهی برون زا) قابل دفاع خواهد بود. اختصاص وزن به شاخص‌ها امکان تشخیص اهمیت نسبی آن‌ها را می‌دهد. روش‌های معتبری برای انجام این کار وجود دارد که نتایج هر یک متفاوت است. تکنیک‌های وزنی برای ایجاد شاخص‌ها را می‌توان به دو روش مثبت و نرمال تقسیم نمود (OECD, 2008). تکنیک‌های مثبت یا درون زا، آن‌هایی هستند که اجازه به دست آوردن وزن شاخص‌های پایه را از طریق فرایندهای آماری می‌دهند، بدون این که ارزش اهمیت نسبی آن‌ها وارد گردد. در بین این تکنیک‌ها می‌توان به تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA) و تحلیل رگرسیون اشاره کرد. تکنیک‌های نرمال یا برون زا تلاش می‌کنند تا وزن‌های مختلفی بر مبنای نظرات

گرفته است (Van Cauwenbergh, et al., 2007). این رهیافت کالاهای و خدماتی را که توسط اکوسیستم‌های کشاورزی ایجاد می‌گردند، تحت عنوان "اصول"^۱ که با ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پایداری در ارتباط می‌باشند، در نظر می‌گیرد. از این اصول می‌توان "معیارها"^۲ و نهایتاً "شاخص‌ها"^۳ را استخراج نمود. چارچوب مذکور، نقطه شروع انتخاب شاخص‌ها در مطالعه حاضر بوده است. همچنین، در راستای انتخاب مقدماتی شاخص‌ها، می‌توان به چندین عامل به صورت زیر اشاره کرد: قابل اندازه‌گیری بودن، از لحاظ علمی مناسب بودن، تناسب داشتن با سیاست‌های پایداری، حساس بودن به تغییرات و مقرون به صرفه بودن از لحاظ اقتصادی برای جمع‌آوری اطلاعات (Nambiar & et al., 2001). در همین راستا، در مطالعه حاضر به منظور تعیین شاخص‌هایی که قابلیت‌های شش‌گانه مذکور را در بر داشته باشند، پس از مرور مدل‌های ارزیابی پایداری و شناخت شاخص‌های بالقوه جهت ارزیابی بر اساس چارچوب SAFE، از ۱۰ نفر از اساتید بخش اقتصاد کشاورزی و توسعه و مدیریت دانشگاه تهران در قالب پنل متخصصین جهت ارزیابی بهترین و مناسب‌ترین شاخص‌ها استفاده گردید. شایان ذکر است که در انتخاب شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، بومی سازی منطقه‌ای نیز لحاظ شده است.

معرفی شاخص‌ها

شاخص‌هایی که بر اساس مروری بر مطالعات گذشته و لحاظ نمودن فاکتورهای مناسب به منظور اندازه‌گیری پایداری در سطح مزرعه در منطقه پاسارگاد مورد استفاده قرار گرفته‌اند در جدول (۱) ارائه گردیده است. در این راستا با وجودی که تناوب زراعی از جنبه‌های مدیریتی موثر بر پایداری در اکوسیستم‌های زراعی می‌باشد، شاخص‌های دقیقی برای ارزیابی کمی اثرات آن وجود ندارد. در این مطالعه ارزیابی تناوب زراعی در

1. Principles
2. Criteria
3. Indicators

4. Crop rotation efficiency index

کارشناسان و تصمیم گیران بیرونی به شاخص‌ها اختصاص دهند (Gomez-limon, Sanchez- Fernandez, 2010). در واقع در این روش، به مفهوم پایداری به صورت یک ساختار اجتماعی توجه می شود. در مجموع می توان گفت که انتخاب یک روش خاص از وزن گذاری ممکن است نتیجه نهایی شاخص مرکب را تحت تاثیر قرار دهد (Gomez-limon, و Nardo, et.al. 2005)

کارشناسان و تصمیم گیران بیرونی به شاخص‌ها اختصاص دهند (Gomez-limon, Sanchez- Fernandez, 2010). در واقع در این روش، به مفهوم پایداری به صورت یک ساختار اجتماعی توجه می شود. در مجموع می توان گفت که انتخاب یک روش خاص از وزن گذاری ممکن است نتیجه نهایی شاخص مرکب را تحت تاثیر قرار دهد (Gomez-limon, و Nardo, et.al. 2005)

جدول (۱): شاخص‌های استخراجی بر اساس اصول و معیارهای چارچوب سلسله مراتبی SAFE

ستون اقتصادی		
اصول	معیار	شاخص
سودمندی اقتصادی	تضمین سود زارعین	درآمد زارعین
	بهبود بهره وری زمین	مالکیت زمین زراعی
	کاهش اثرات ریسک‌ها	سطح بیمه محصولات زراعی
	وابستگی به منابع مالی خارجی	میزان وام دریافتی زارع
ستون اجتماعی		
اصول	معیار	شاخص
امنیت غذایی و اطمینان	مطلوب بودن شرایط حرفه آموزشی زارعین	سابقه کشاورزی زارع
رفاه روانشناسی اجتماع زارع	مطلوب بودن سطح سواد	میزان سواد زارع
رفاه فیزیکی اجتماع زارع	مطلوب بودن آموزش زارعین	تعداد دوره های آموزشی زارع
	دسترسی مطلوب به نهاده ها و خدمات زراعی	سالیان عضویت در شرکت تعاونی
	مطلوب بودن اشتغال نیروی کار	میزان اشتغال نیروی کار در مزرعه
ستون زیست محیطی		
اصول	معیار	شاخص
حفظ منابع زیستی	تنوع زیستی بهبود یافته یا حفظ شده	تنوع محصولات زراعی
حفظ کیفیت خاک	فرسایش خاک	کارایی تناوب زراعی
تغذیه خاک	مدیریت مواد آلی خاک	عملیات خاکورزی حفاظتی
کنترل علف های هرز	مصرف بهینه کودهای شیمیایی	آزمایش شیمیایی آب و خاک
حفظ انرژی	مصرف بهینه علف کش ها	میزان مصرف کود ازته در هر هکتار
تامین و حفظ آب	تبادل انرژی	میزان مصرف سموم در هر هکتار
	استرس خشکسالی	تبادل انرژی
	کارایی آبیاری	میزان افت چاه در ۱۰ سال گذشته
		اجرای عملیات آبیاری تحت فشار

ماخذ: مطالعات گذشته و یافته های تحقیق

تجمیع بر اساس تحلیل مولفه های اصلی (PCA) تحلیل مولفه‌های اصلی یک تکنیک چند متغیره است که تعداد متغیرهای توضیحی را از طریق محاسبه همبستگی‌های بین آنها کاهش می‌دهد. این تکنیک تلاش می‌کند تا بیشترین واریانس مشاهده شده متغیرهای توضیحی را با استفاده از کمترین تعداد ممکن

مولفه‌های اصلی، محاسبه نماید. بر اساس Gomez-limon & Riesgo (۲۰۰۹)، تنها مولفه‌های اصلی با بردار خاص^۱ بیشتر از واحد، حفظ خواهند شد. در واقع، استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی به منظور

1. eigen value

سنتزی از وزن‌های تجمیع (W_k) مناسب می‌باشند. برای این منظور، جهت انجام تجمیع از روش میانگین هندسی استفاده خواهد شد.

$$W_k = \sqrt[p=m]{\prod_{p=1}^m w_{kp}}$$

شایان ذکر است که در این مرحله باید مناسب‌ترین پاسخگویان جهت وزن‌دهی تعیین گردند. در این مطالعه با توجه به تحقیقات صورت گرفته و تاکید بر این موضوع که پایداری مفهومی اجتماعی نیز دارد Gomez- (limon,Riesgo,2009)، وزن‌دهی بر اساس نظرسنجی از متخصصین، صاحب‌نظران و کارشناسان امر کشاورزی انجام خواهد شد. به منظور نرمال کردن وزن‌های زیرمعیارها، وزن هر یک از معیارها در وزن معیار مرتبط با آن (میزان اهمیت بعد اقتصادی، اجتماعی و یا زیست محیطی) ضرب خواهد شد. به این ترتیب شاخص‌های ترکیبی پایداری کشاورزی بر مبنای روش سلسله مراتبی به صورت رابطه زیر به دست می‌آید: Gomez- (limon,Riesgo,2009)

$$CIAS - AHP_i = \sum_{k=1}^{k=n} w_k^* I_{ki}$$

که در آن، CIAS-AHP، پایداری مزرعه i ام، w_k^* ، وزن نرمال شده شاخص k ام و I_{ki} بازده نرمال شده شاخص k در مزرعه i می‌باشد. در روش AHP نرخ ناسازگاری مکانیزمی است که به وسیله آن اعتبار پاسخ پرسش شوندگان با ماتریس‌های مقایسه‌ای، مورد سنجش قرار می‌گیرد. به‌طور کلی، نرخ ناسازگاری^۳، که میزان تناقض‌گویی در قضاوت‌ها را نشان می‌دهد، باید کمتر از ۰٫۱ باشد تا بتوان قضاوت‌ها را سازگار و قابل قبول تلقی کرد (Kalantari, 2013). ۱۵۰ نفر از کشاورزان مناطق روستایی بخش دشت کمین شهرستان پاسارگاد جامعه آماری این پژوهش را تشکیل می‌دهند، از این‌رو، پس از بررسی پایایی پرسشنامه‌های تدوین شده با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ، با بهره‌گیری از فرمول کوکران، ۱۵۰ پرسشنامه در سال زراعی ۱۳۹۴-

حداکثر کردن مجموع مجذورات همبستگی‌ها می‌باشد. این روش امکان دستیابی محقق را به بردار اولین عامل اصلی، فراهم می‌کند. این عامل، به‌طور خطی با متغیرهای اصلی، مرتبط می‌باشد و بیشترین مجموع مجذورات همبستگی را با متغیرها دارد. بردار خاص مربوط به بیشترین مقدار خاص، ماتریس همبستگی وزن‌های مورد نظر را به دست می‌دهد. برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل مولفه اصلی - که یکی از مدل‌های اساسی تحلیل عاملی^۱ به شمار می‌رود- لازم است که آزمون KMO^۲ و آزمون بارتلت (Bartlett Test) استفاده گردد (Kalantari, 2012).

تجمیع بر اساس روش تحلیل عاملی (AHP)

تحلیل عاملی بر این فرض استوار است که متغیرهای مورد بررسی ترکیب خطی از متغیرهای فرضی یا ساختگی اساسی‌تری می‌باشند. هر متغیر فرضی که عامل نیز نامیده می‌شود، از ترکیب چند متغیر که دارای وجوه مشترکی هستند، ساخته می‌شود. روش تحلیل عاملی در سال ۱۹۸۰ توسط Saaty به عنوان یک تکنیک ساختاری انعطاف پذیر، برای تصمیم‌گیری در رابطه با مفاهیم چند معیاره معرفی گردید. در ساختار سلسله مراتبی، اهمیت نسبی یا وزن‌های معیار یا زیر معیارها در هر گره از طریق مقایسه زوجی بین آنها بدست می‌آید. به منظور انجام مقایسه‌های زوجی، یک مقیاس ۹ تا ۱، استفاده می‌شود، همان‌گونه که توسط Saaty (1980) معرفی گردیده است. کاربرد نمرات این مقایسه‌ها در ایجاد ماتریس‌هایی است ($A=a_{ki}$) که جهت تعیین بردار اولیه یا وزن‌ها ($W_1, \dots, W_k, \dots, W_n$) استفاده می‌شود. تکنیک تصمیم‌گیری سلسله مرتبی، اساساً برای تصمیم‌گیرندگان انفرادی طراحی گردید، اما استفاده از آن برای تصمیمات گروهی نیز توسعه پیدا کرد. بنابراین، به منظور تعیین وزن‌های مربوط به هر یک از معیارها نیاز است که قضاوت‌هایی در خصوص یک گروه از افراد (P)، هر یک با ماتریس مقایسه زوجی خاص خودش ($A=a_{kjp}$) و وزن‌های مرتبط با آن (W_{kp}) صورت گیرد. اطلاعات انفرادی، به‌منظور دستیابی به

3. Inconsistency ratio

1. Factor Analysis

2. Kaiser-Meyer-Olkin

۱۳۹۳، توزیع و اطلاعات مورد نیاز جهت تعیین شاخص‌های پایداری تکمیل شده است. پس از محاسبه شاخص‌های ترکیبی بر اساس روش‌های مذکور، کشاورزان منطقه بر اساس مقایسه شاخص‌های پایداری محاسباتی، به گروه پایدار، نسبتا پایدار و ناپایدار تقسیم گردیدند. جهت بررسی تفاوت زارعین از نظر شاخص‌های پایداری، از جدول ANOVA به دست آمده از تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی^۱ استفاده شد. شایان ذکر است که تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس نرم افزارهای Deap، Superdecision و Spss صورت گرفته است.

نتایج و بحث

پس از نرمال کردن زیر شاخص‌های اولیه، همچنان که ذکر شد، برای محاسبه شاخص‌های پایداری وزن‌های مربوط به هر زیر شاخص از طریق دو روش درون‌زای تحلیل مولفه‌های اصلی و روش برون‌زای تحلیل سلسله مراتبی محاسبه گردید تا از این طریق تفاوت تعیین وزن بر اساس نظر کارشناسان با فرایندهای آماری مشخص گردد. وزن‌های محاسبه شده در جدول (۲) ارائه شده است.

1. Hierarchical Cluster Procedure

جدول (۲): وزن‌های به دست آمده زیر شاخص‌ها از طریق تکنیک‌های AHP و PCA

PCA Rotated Component Matrix							AHP		شاخص
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	وزن‌های نرمال شده		
-0.028	.002	-1.127	.002	.379	.730	.052	0.42	درآمد زارعین	
-0.143	.019	-0.236	-.318	.043	-.489	.223	0.25	مالکیت زمین زراعی	
-0.052	.264	-0.236	-.026	.011	.762	-.100	0.08	سطح بیمه محصولات زراعی	
.116	.003	.244	.096	.598	.033	.176	0.05	میزان وام دریافتی زارع	
.114	.070	.171	.001	.113	.112	-.798	0.32	میزان سواد زارع	
-0.125	.007	.030	-.074	.028	.011	.856	0.24	سابقه کشاورزی زارع	
-0.171	-.149	.753	.134	.042	-.012	.205	0.20	میزان اشتغال نیروی کار در مزرعه	
.004	.009	.710	-.145	.066	.073	-.252	0.19	تعداد دوره‌های آموزشی زارع	
.157	.009	.053	.046	.133	-.089	.787	0.05	سالیان عضویت در شرکت تعاونی	
.021	-.111	-.211	-.197	.721	.314	-.085	0.09	تنوع محصولات زراعی	
.222	.055	.365	-.090	-.409	-.275	-.118	0.34	میزان افت آب	
-0.086	.814	-.140	.079	.025	.074	.039	0.10	عملیات خاکورزی حفاظتی	
.090	.796	.045	-.146	.073	.205	-.075	0.11	آزمایش شیمیایی آب و یا خاک	
.002	-.022	-.026	.806	.060	-.014	.054	0.09	میزان مصرف کود ازته در هر هکتار	
-0.397	-.101	-.194	.518	.411	-.063	-.085	0.08	میزان مصرف سموم در هر هکتار	
.048	.319	.119	.082	.673	-.056	-.075	0.10	تعادل انرژی	
-0.108	-.007	-.029	-.788	.054	-.074	.041	0.05	اجرای عملیات آبیاری تحت فشار	
.008	.105	.239	-.018	.001	.525	-.055	0.06	کارایی تناوب زراعی	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

توجه به مقدار آماره مذکور که برابر با ۰٫۶۱ می‌باشد و نیز معنی‌دار بودن نتیجه آزمون بارتلت، وزن‌ها مناسب هستند. همچنین، نرخ ناسازگاری محاسبه شده روش AHP برابر با ۰٫۰۸ بوده است که این مساله نشان‌دهنده صحت وزن‌های محاسباتی می‌باشد. در مرحله بعد، وزن

شایان ذکر است، همچنان که اشاره شد، هر یک از مولفه‌های دارای بردار ویژه بیشتر از یک، بر اساس سهم آن از مجموع بردارهای ویژه، در وزن نهایی شاخص‌ها تاثیر دارد. مناسب بودن وزن‌های تعیین شده در روش PCA، بر اساس آزمون KMO و بارتلت بررسی گردید. با

شاخص‌های پایداری زیست محیطی مزارع، بر اساس روش‌های AHP و PCA، تفاوت معنی دار آماری ندارند. در مجموع تفاوت آماری معنی داری بین شاخص‌های پایداری ترکیبی بر اساس دو روش مذکور وجود ندارد. در جدول (۳) مقایسه بین شاخص‌های پایداری اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و شاخص کل محاسباتی بر اساس دو روش ارائه شده است.

های محاسبه شده در مقادیر نرمال شده هر شاخص در هر یک از مزارع ضرب شده است و شاخص‌های ترکیبی پایداری با استفاده از دو روش مذکور محاسبه گردیده است. در مقایسه شاخص پایداری ترکیبی به دو روش AHP و PCA مشخص گردید که بین شاخص‌های پایداری اقتصادی و اجتماعی در دو روش، از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود دارد. این در حالی است که

جدول (۳): مقایسه شاخص‌های پایداری با استفاده از روش‌های AHP و PCA

عنوان	شاخص پایداری کل	شاخص پایداری اقتصادی	شاخص پایداری اجتماعی	شاخص پایداری زیست محیطی
PCA	ماکزیمم	5.03	3.72	1.47
	مینیمم	0.27	0.06	0.15
	میانگین	0.98	0.29	0.37
AHP	ماکزیمم	4.96	4.48	1.43
	مینیمم	0.31	0.05	0.19
	میانگین	1.00	0.39	0.52
مقایسه آماری میانگین دو روش	0.36	*0.00	*0.00	0.12

ماخذ: یافته‌های تحقیق

اساس، بررسی‌های جداگانه هر یک از زیر شاخص‌ها نشان می‌دهد، بین گروه پایدار با دو گروه دیگر از نظر تنوع زراعی اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین، بین گروه نسبتاً پایدار با دو گروه دیگر از لحاظ اجرای عملیات آبیاری تحت فشار تفاوت آماری می‌باشد. از لحاظ تعادل انرژی نیز بین گروه پایدار با گروه ناپایدار اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین، بررسی‌ها حاکی از وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد بین گروه ناپایدار با دو گروه دیگر از نظر آزمون خاک و عملیات خاکورزی حفاظتی می‌باشد. بر پایه روش PCA، تنها بین پایداری اجتماعی گروه ناپایدار با گروه نسبتاً پایدار اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد که این مساله با تفاوت آماری زیر شاخص آموزش، در این دو گروه در ارتباط است.

وضعیت میانگین شاخص‌های پایداری با استفاده از روش AHP نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بر این مبنای، در خصوص پایداری اقتصادی گروه‌ها می‌توان گفت که بین گروه نسبتاً پایدار و ناپایدار اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. بررسی‌های هر یک از زیر شاخص‌ها به صورت مستقل نشان می‌دهد

در نهایت، به کمک تحلیل خوشه‌ای، شاخص پایداری کل مزارع مورد مطالعه به سه گروه پایدار، نسبتاً پایدار و ناپایدار طبقه‌بندی شد. بر این اساس با استفاده از روش PCA، مزارع به سه گروه تقسیم شدند. نتایج حاکی از آن است که ۸۹ درصد از مزارع در گروه ناپایدار، ۹ درصد در گروه نسبتاً پایدار و تنها ۱ درصد در گروه پایدار قرار گرفتند. همچنین، بر مبنای روش AHP، ۹۵ درصد از مزارع ناپایدار، ۳ درصد نسبتاً پایدار و ۲ درصد پایدار هستند. مقایسه میانگین شاخص‌های پایداری اقتصادی بر اساس روش PCA نشان می‌دهد که بین پایداری اقتصادی هر سه گروه پایدار، ناپایدار و نسبتاً پایدار، اختلاف معنی دار آماری وجود دارد. در همین راستا، بررسی‌های جداگانه هر یک از زیر شاخص‌ها حاکی از آن است که بین شاخص‌های درآمد و بیمه گروه‌ها و وام دریافتی (گروه ناپایدار با نسبتاً پایدار) اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد وجود دارد. مقایسه بین میانگین شاخص‌های پایداری زیست محیطی بر اساس روش PCA نیز حاکی از وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵ درصد بین پایداری زیست محیطی گروه ناپایدار با دو گروه دیگر می‌باشد. بر این

تبادل انرژی، خاکورزی حفاظتی و آزمون خاک در هر دو روش، مشابه می‌باشد. این مساله در عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین شاخص پایداری زیست‌محیطی کل محاسباتی دو روش PCA و AHP، مشهود می‌باشد. این در حالی است که بر اساس روش AHP، اختلافات در بعد اقتصادی بین گروه ناپایدار و نسبتاً پایدار مشاهده می‌گردد. بررسی شاخص پایداری کل بر اساس دو روش PCA و AHP نشان می‌دهد گروهی که بیشترین امتیاز پایداری کل را به خود اختصاص داده است، پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی بالایی در مقایسه با سایر گروه‌ها دارد.

بحث و پیشنهادها

کشاورزان گروه پایدار (بر اساس نتایج مشابه دو روش PCA و AHP) افرادی هستند که طی چند سال اخیر به عنوان نماینده شرکت کشت و صنعت سبزدشت در منطقه به فعالیت زراعی اشتغال دارند. نحوه فعالیت در این شرکت به گونه‌ای است که اراضی زراعی به وسعت بیش از ۳۶۰ هکتار در منطقه متعلق به کشت و صنعت می‌باشد و کشاورزان گروه پایدار، پس از اجاره نمودن زمین‌های شرکت، نهاده‌های لازم (به استثنای آب که از طریق شرکت تامین می‌شود) را جهت کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی شامل گندم، جو، ذرت، چغندر، گوجه فرنگی و یونجه فراهم می‌نمایند و در نهایت بر اساس قراردادی که مابین آنها و شرکت سبزدشت وجود دارد، از محصول به‌دست آمده سهم می‌برند. مطالعه حاضر بر اساس روش‌های درون‌زا (PCA) و برون‌زای وزن‌دهی (AHP)، پایداری شیوه کشت مذکور را تایید نموده است. به بیان دیگر، این اراضی زراعی علاوه بر پایداری اقتصادی، دارای پایداری زیست‌محیطی نسبی بالایی نیز می‌باشند؛ در این امر علاوه بر مدیریت مناسب نهاده‌ها که توسط کشاورزان همکار با شرکت سبزدشت صورت می‌گیرد، تمهیداتی از جمله اجرای عملیات خاکورزی حفاظتی، عملیات تسطیح لیزری و تنوع بخشیدن به محصولات زراعی نقش دارد. بر اساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌گردد به منظور افزایش سطح پایداری زیست‌محیطی کشت زراعی در منطقه، با به کارگیری ابزارهای ترویجی و آموزشی و ارایه تسهیلات لازم شامل پرداخت وام‌های

شاخص‌های درآمد، بیمه گروه‌ها و وام (گروه ناپایدار با نسبتاً پایدار) گروه ناپایدار با پایدار، دارای تفاوت معنی‌دار آماری می‌باشند. همچنین، مقایسه میانگین زیر شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی و شاخص‌های پایداری اجتماعی، بر اساس روش مذکور بیانگر آن است که از دیدگاه زیست‌محیطی بین گروه ناپایدار و نسبتاً پایدار تفاوت معنی‌دار آماری وجود دارد. به‌طوری که از دیدگاه تنوع زراعی، بین گروه ناپایدار با دو گروه اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین، بین گروه نسبتاً پایدار با دو گروه دیگر از لحاظ اجرای عملیات آبیاری تحت فشار تفاوت آماری می‌باشد. از نظر آزمون خاک نیز بین گروه ناپایدار با دو گروه دیگر تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. از دیدگاه عملیات خاکورزی حفاظتی هم، اختلاف آماری بین گروه ناپایدار با نسبتاً پایدار موجود می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، وضعیت پایداری اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی زارعین در منطقه دشت کمین پاسارگاد، با استفاده از دو روش وزن‌دهی درون‌زای تحلیل مولفه اصلی و برون‌زای تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی شده است. بدین منظور با استفاده از اطلاعات ۱۵۰ نفر از کشاورزان منطقه، شاخص‌های پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی محاسبه گردید. همچنین، در تدوین شاخص‌های پایداری چارچوب SAFE مورد استفاده قرار گرفت و در انتخاب شاخص‌ها از پنل متخصصین استفاده گردید. پس از محاسبه شاخص‌های ترکیبی، کشاورزان منطقه بر اساس مقایسه شاخص‌های پایداری محاسباتی، به گروه پایدار، نسبتاً پایدار و ناپایدار تقسیم گردیدند. همچنین، جهت بررسی تفاوت زارعین از نظر شاخص‌های پایداری، از جدول ANOVA به‌دست آمده از تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی استفاده شد. در مجموع بررسی نتایج مقایسه میانگین زیر شاخص‌های پایداری بر اساس روش‌های PCA و AHP نشان می‌دهد که تفاوت‌هایی در مقایسات آماری زیر شاخص‌ها در این دو روش وجود دارد. هرچند مشابهنی نیز به چشم می‌خورد. در این راستا، وضعیت تفاوت گروه‌ها در زمینه زیر شاخص‌های زیست‌محیطی تنوع محصولات زراعی، عملیات آبیاری تحت فشار،

بلندمدت، زارعین به اجرای عملیات خاکورزی حفاظتی، اجتماعی نیز افزایش سطح آموزش زارعین منطقه به ویژه در راستای به‌کارگیری اصول زراعی متناسب با کشاورزی پایدار، می‌تواند به کاهش فاصله پایداری گروه‌های ناپایدار با پایدار کمک نماید.

اجرای عملیات آبیاری تحت فشار و انجام آزمون خاک با هدف حفظ و بهبود کیفیت بر مبنای مدیریت مواد مغذی خاک تشویق گردند. همچنین، گسترش سطح بیمه اراضی زراعی با توجه به اثرگذاری مثبت آن بر

REFERENCES

1. Alipour, A., Keshavarezaefshar, A. Ghalea golab behbahani, A., Kariminejad, M. & Mohammadi, V. (2013). Investigation of the energy flow in the cultivation of wheat Case Study: city Rey. *Journal of agricultural science and sustainable production*, 23, 3: 69-59. (In Farsi)
2. Amirahmadi, h. (1996). Development and inequality dynamics of the Iranian provinces, *Monthly Magazine Of Economic and political information*. 109, 101, Tehran. (In Farsi)
3. Dumanski, J. & Pieri, C. (1996). Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI) program. In: *Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development*, p 41. Proceedings of the workshop organized by the Land and Water Development Division FAO Agriculture Department, Agricultural Institute of Canada, Ottawa, 25-26 Jan 1996.
4. Gasparatos, A. & Scolobig, A. (2012). Choosing the most appropriate sustainability assessment tool. *Ecological Economics*. 80: 1-7.
5. Gold, Mary, V. (1999). Sustainable Agriculture: Definition and Terms, Special Reference, *Brief Series No. SRE 99-2*.
6. Gomez-limon, J.A. , & Riesgo, L. (2009). Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability: An application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain, *Journal of Environmental Management*, vol:90.
7. Gomez-limon, J.A. & Sanchez- Fernandez, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators, *Ecological Economics*, 69.
8. Hailu, A. & Veeman, T.S. (2001). Alternative methods for environmentally adjusted productivity analysis. *Agricultural Economics*, 25, 211-218.
9. Hayati, D., Ranjbar, Z., & Karami, E. (2012). Measuring agricultural sustainability. *Sustainable Agriculture Reviews*, 5. (In Farsi)
10. Jahade keshavarzie fars. (2015). Statistics Sector. Data and Statistics. (In Farsi)
11. Kalantari, Kh. (2012). Processing and analysis of data on socio-economic research, Tarh & Manzar consulting. (In Farsi)
12. Kalantari, Kh. (2013). Quantitative models in planning (regional, urban and rural). Tarh & Manzar consulting. (In Farsi)
13. Kouchaki, A., Nasirimahallati, M., Zare feizabadi, A. & Jahanbin. A. (2004). Assessment of crop diversity in Iran. *Research and development in agriculture and horticulture*, 63: 83-70. (In Farsi)
14. Mayer, A. (2008). Strengths and Weakness of Common Sustainability Indices for Multidimensional Systems, *Environment International*, 34(2): 277-291.
15. Mohammadi, Y., Irvani, H. & Kalantari, Kh. (2014). Assessment the sustainability of rice production in Iran using composite index. A practical methodology, *Iranian Agricultural Economics and Development Research, Volume 45*, 1: 90-79. (In Farsi)
16. Moharamnejad N. & Khadivi, S. (2010). Management and programming of natural resources from the Fourth development program. *Mankind and Natural Resources*, 8(1): 63-70. (In Farsi)
17. Nambiar, K.K.M. , Gupa, A.P., Qinglin, F. & Li, S. (2001). Biological, chemical and socio economic indicators for assessing agricultural Sustainability in the Chinese Coastal zone. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, no: 87.
18. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A. & Tarantola, S. (2005b). *Tools for composite indicators building*. Joint Research Centre-European Commission, Ispra (Italy).
19. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A. & Giovannini, E. (2005a). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. *OECD Statistics Working Paper*. OECD, Paris.
20. Nooripour, M. & Shahvali, M. (2011). Evaluation of sustainable criteria in rural Dena city based on communication process: the application of AHP. *Rural Research*, Issue One. (In Farsi)
21. OECD ,(2008). OECD contribution to the United Nations Commission on Sustainable development 16, towards Sustainable agriculture.

22. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (1991). *Environmental indicators: a preliminary set organization for economic cooperation and development*. OECD Publication, Paris.
23. Poorasghar Sangachin, F., Salehi, A. & Dinarvandi, M. (2013). Comparison of regional sustainable development appraisal methods by composite indicators methods (case study of provinces in Iran). *Natural Resources Research*, 4(7): 45-58. (In Farsi)
24. Rasul, G. & Thapa, G.B. (2003). Sustainability analysis of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh. *World Development*, 31(10):1721-1741.
25. Sands, G.R. & Podmore, H. (2000). A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. *Agricultural Ecosystem Environment*, 79:29-41.
26. Tofigh, F. (1993). Factor analysis and regional indicators. *Quarterly Journal of Abadi*. 10th number. (In Farsi)
27. USDA and South Dakota State University. (2002). *Crop Diversity Rating Project*. Retrieved from: http://www.dakotalakes.com/publications/div_int_fs_pg10.pdf.
28. Van Cauwenbergh N., Biala K., Biolders C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia, cidad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B. & Reijnders, J. (2007). SAFE - a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Ecosystem Environmental*, 120(2-4), 229-242.
29. World Bank. (1992). *World development report 1992*. Oxford University Press, New York.
30. Yarihesar, A., Badri, S.A., Pourtaheri, M. & Farajisabokbar, H. (2011). Evaluation and assessment of rural areas in Tehran metropolis, *Rural Research*, the fourth number. (In Farsi).