زودایند ویرایش‌نشده

Sustainability of Wheat, Barley and Maize production in Kerman and Sistan and Baluchistan Provinces

Zeinab Badakhshan[1], Hossein Mehrabi Boshr Abadi[2], Mohammad Reza Zare Mehrjerdi[3]

Introduction: The inflexibility in agricultural production structure is a problem that makes it impossible to return sustainblity. Therefore, flexibility leads sustainability in the direction of moderation.
Materials and methods: The aim of this study was to investigate the trend sustainability and comparisons between wheat, barley and maize sustainability in North Kerman of Province, South Kerman of Province and Sistan and Baluchistan Province. So the composite indices of environmental, economic, and service productivity sustainability of wheat, barley and maize in the provinces of southeast Iran during 2000-2021 were calculated using Integration AHP and TOPSIS approaches.

Results and discussion: In AHP, The criteria environmental, economic, and service are important, respectively; The sub-criteria water, water resources, financial and transportation are important, respectively; The sub-sub-criteria pressurized irrigation, water pricing, income and profit are more important and the sub-sub-criteria poison, deep well and chemical fertilizer are less important. To determine trend, the sustainability criteria are divided into four time periods 2000-2005, 2006-2009, 2010-2013 and 2014-2021 for environmental and 2000-2006, 2007-2013, 2014-2018 and 2019-2021 for economic and service. In most years, the trend environmental sustainability for the periods is decreased, increased and decreased, respectively; the trend economic sustainability for the periods is decreased, decreased and increased, respectively; and the trend service sustainability for the four periods is decreased. In most years, environmental sustainability North Kerman and Sistan and Baluchistan is more for wheat, maize and barley respectively and environmental sustainability South Kerman is more for barley, wheat and corn, respectively; economic sustainability North Kerman and Sistan and Baluchistan is more for maize, barley and wheat respectively and economic sustainability South Kerman is more for maize, wheat and barley respectively; and Services sustainability Southeast Iran is more for maize, wheat and barley, respectively. Also, Environmental sustainability of wheat is more in North of Kerman, Sistan and Baluchistan and South of Kerman respectively; Of barley is more in South of Kerman, North of Kerman and Sistan and Baluchistan respectively; Of maize is more in Sistan and Baluchistan, North of Kerman and South of Kerman respectively. Economic sustainability of wheat is more in South of Kerman, North of Kerman and Sistan and Baluchistan respectively; Of barley is more in North of Kerman, Sistan and Baluchistan and South of Kerman respectively; Of maize is more in Sistan and Baluchistan, North of Kerman and South of Kerman respectively. Service sustainability of wheat and barley are more in North of Kerman, Sistan and Baluchistan, and South of Kerman respectively and of maize is more in North of Kerman, South of Kerman Sistan and Baluchistan, respectively. The modified Dumarten results showed that during the study period of the plains of North Kerman is located in dry climate with about 2-5.99 and cold and moderate subclimate; the plains South Kerman is located in dry climate with about 0-1.99 and 2-5.99 and cold and moderate and warm subclimate; And Sistan and Baluchistan is located in dry climate with around 0-1.99 and warm and moderate subclimate. The extended Demartone showed that the sustainability criteria decreases with the change of the average minimum daily temperature in the coldest month of the year.

Conclusions: According to results, it can be suggested to provide the basis for increasing sustainability by teaching and promoting productivity-increasing solutions. Also, in order to achieve this goal, the sustainability of agriculture needs the support and proper planning of policymakers, so that it has an upward trend in compliance with global standards. To increase environmental sustainability, more practical solutions should be applied in the consumption of inputs; to increase economically sustainability, financial sustainability needs reforms; and to increase service sustainability, should be a revision in packaging and transportation.

Keywords: Sustainability Trend, Sustainability Comparison, Cereal, AHP, TOPSIS.

[1] PhD Student Department of Agricultural Economic, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
[2] Corresponding Author and Professor, Department of Agricultural Economic, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran (hmehrabi@uk.ac.ir).
[3] Professor Department of Agricultural Economic, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

JEL Classification: Q56, Q51, Q01, O47

پایداری تولید گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای در استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان

زینب بدخشان[۱]، حسین مهرابی بشر آبادی[۲]، محمدرضا زارع مهرجردی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱

چکیده

عدم انعطاف‌پذیری در ساختار تولید کشاورزی، بازگشت به تولید پایدار را غیرممکن می‌سازد، لذا انعطاف‌پذیری پایداری را به سمت اعتدال سوق می‌دهد. در این مطالعه با هدف بررسی روند و مقایسه پایداری، شاخص‌های ترکیبی پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان طی دوره ۱۴۰۰-۱۳۷۹ با بکارگیری AHP و تاپسیس محاسبه شد. بر اساس AHP، زیرمعیارهای آب، منابع‌آبی، مالی و حمل‌ونقل به ترتیب دارای بیشترین اهمیت در تولید محصولات مزبور بوده و زیر-زیرمعیارهای آبیاری تحت‌فشار، آب‌بها و درآمد به ترتیب بالاترین اهمیت و زیر-زیرمعیارهای سم و چاه عمیق به ترتیب کمترین اهمیت را دارند. در طول دوره مطالعه پایداری معیارها به چهار دوره تقسیم می‌شوند که در بیشتر دوره‌ها روند کاهشی است. موثرترین عوامل بهبود روند پایداری، زیرمعیارهای منابع‌آبی، آب، نیروی‌کار و بسته‌بندی می‌باشند. معیار زیست‌محیطی در شمال کرمان و سیستان و بلوچستان برای گندم و در جنوب کرمان برای جو و معیارهای اقتصادی و خدماتی در ناحیه جنوب شرقی ایران برای ذرت‌دانه‌ای پایدارتر می‌باشند. همچنین پایداری زیست‌محیطی گندم در شمال کرمان، جو در جنوب کرمان و ذرت‌دانه‌ای در سیستان و بلوچستان، پایداری اقتصادی گندم در جنوب کرمان، جو در شمال کرمان و ذرت‌دانه‌ای در سیستان و بلوچستان و پایداری خدماتی سه محصول در شمال کرمان بیشتر است. دمارتن گسترش‌یافته نشان داد با تغییر میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال، پایداری معیارها کاهش می‌یابد. پیشنهاد می‌شود با آموزش و ترویج راهکارهای افزایش بهره‌وری، زمینه افزایش پایداری فراهم شود. همچنین پایداری کشاورزی به حمایت و برنامه‌ریزی صحیح سیاستگذاران نیاز دارد تا با رعایت استانداردهای جهانی روند صعودی را طی نماید.

کلیدواژه: *روند پایداری، مقایسه پایداری، ، غلات، AHP، تاپسیس.*

طبقه‌بندی JEL: Q56, Q51, Q01, O47

مقدمه

برای دستیابی به اهداف پایداری باید معیارهای زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی به صورت هم افزا و با توجه به تعادل ابعاد مختلف آن در نظر گرفته شود. کشاورزی پایدار نیازهای انسانی را با افزایش کیفیت زیست‌محیطی، حفظ واحدهای اقتصادی کشاورزی و بهبود کیفیت زندگی تولیدکنندگان کشاورزی تامین می‌نماید (Bathaei and Štreimikienė, 2023). همچنین بهبود پایداری کشاورزی مستلزم راه‌حل‌های چند وجهی و مشترک در فرایند تولید است (Steensland and Zeigler, 2021) که برای دستیابی به پایداری کشاورزی باید تعادل بین وجه‌ها یا معیارها با ایجاد شرایط بهینه کشاورزی فراهم شود. در اصل اول فائو تعادل بین معیارها با بهبود کارایی تولید از طریق استفاده صحیح از منابع در کشاورزی پایدار بدست می‌آید (Sridhar et al., 2023). این تعادل در فرایند تولید کشاورزی وابسته به استفاده بهینه از عوامل تولید "نهاده‌ها، آب، نیروی‌کار، مکانیزاسیون، حمل و نقل و غیره" می‌باشد که با افزایش آن پایداری کشاورزی افزایش می‌یابد. لذا برای بررسی پایداری کشاورزی باید وجه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و خدمات در نظر گرفته شوند.

[۱] دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

[۲] نویسنده مسئول و استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران. (hmehrabi@uk.ac.ir)

[۳] استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

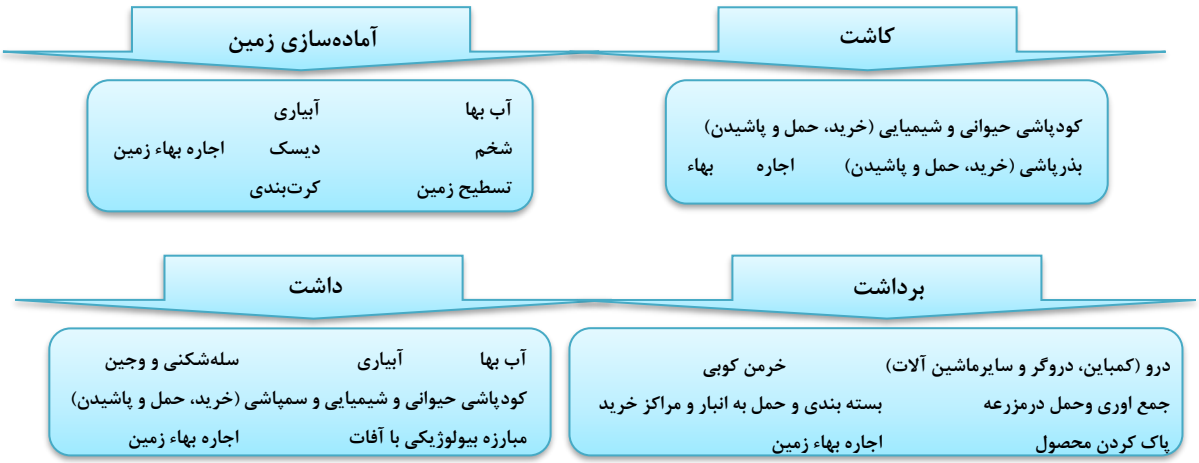
از میان واحدهای تولید کشاورزی آن واحدی که بهره‌وری کل آن نسبت به واحدهای دیگر بیشتر باشد، پایدارتر است. در این صورت بین پایداری واحدهای تولیدی کشاورزی و بهره‌وری عوامل تولید ارتباط تنگاتنگ وجود دارد (Dashti et al., 2015). همچنین استینزلند و زیگلر بهره‌وری را ابزار مناسبی برای شناسایی بهبود و افت تولید کشاورزی و تعیین سیاست‌های کشاورزی پایدارتر می‌دانندکه سیاست‌ها با تحریک بهره‌وری، شرایط سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بخش عمومی (R&D)، پذیرش فناوری‌های مبتنی بر علم، و ایجاد محیط‌های نظارتی هوشمند را فراهم می‌نمایند (Steensland and Zeigler, 2021)، لذا بهره‌وری شرایط رسیدن به هدف پایداری کشاورزی را امکان‌پذیر می‌سازد.

به پایداری محصولات زراعی بالاخص غلات، در سطح جهانی توجه خاصی می‌شود. طبق آمار فائو در سال ۲۰۲۱، تولید غلات یک سوم کل محصولات زراعی می‌باشد (Fao, 2022) و طبق آمار جهاد کشاورزی ایران در سال ۱۴۰۰، غلات بیشترین سهم سطح‌زیرکشت (۷۶.۲٪) و دومین سهم تولید (۲۴.۶٪) را در محصولات زراعی دارند. همچنین، در میان غلات، گندم ۷۴.۱۷٪، جو ۱۷.۰۳٪، شلتوک ۷.۷۰٪ و ذرت‌دانه‌ای ۱.۰۶٪ از سطح‌زیرکشت و گندم ۶۴.۲۶٪، جو ۱۴.۳۱٪، شلتوک ۱۷.۵۱٪ و ذرت دانه‌ای ۳.۸۳٪ از تولید را به خود اختصاص می‌دهند (Ministry of Agriculture Jihad, 2022). لذا برای رسیدن به هدف غذای سالم بررسی پایداری گندم، جو و ذرت دانه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

برای دستیابی به توسعه پایدار، در این مطالعه پایداری محصولات "گندم، جو و ذرت دانه‌ای" با استفاده از بهره‌وری عوامل تولید از طریق شاخص ترکیبی زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی در شمال استان کرمان، جنوب استان کرمان و سیستان و بلوچستان طی دوره زمانی ۱۴۰۰-۱۳۷۹ محاسبه شد.

مواد و روش‌ها

توسعه پایدار در صدد ایجاد رویکرد یکپارچه می‌باشد که با تعادل در پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی به اهداف پایداری دست می‌یابد (Dos Reis et al., 2023). همچنین اهمیت غلات در مصرف سرانه (Verma et al., 2023)، ارزیابی پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای را تاکید می‌نماید. از این رو در این مطالعه، پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی (شکل ۳) گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای با در نظرگرفتن مراحل تولید آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت (شکل ۱) در استان‌های جنوب شرقی ایران "کرمان و سیستان و بلوچستان" طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در کشاورزی پایدار با تلفیق دانش و مدیریت، بهره‌وری کل واحد تولیدی افزایش می‌یابد (Emami, ۲۰۱۹)، در این مطالعه با استفاده از دانش اقلیمی، وزن‌های عوامل تولید با استفاده از رویکرد AHP در مراحل تولید تعیین شدند. با روش تاپسیس روند پایداری مشخص شد و سپس وضعیت پایداری معیارها و زیرمعیارهای محصولات در هر استان و وضعیت پایداری معیارها و زیرمعیارهای هر محصول در استان‌ها با روش تاپسیس مقایسه شد. همچنین برای بررسی ارتباط بین اقلیم و پایداری، با روش دمارتن گسترش‌یافته وضعیت اقلیم خشک و زیراقلیم دشت‌های استان کرمان و سیستان و بلوچستان در دوره زمانی بررسی شد. لازم به ذکر است که داده‌های هزینه‌تولید استان کرمان به صورت شمال کرمان و جنوب کرمان منتشر می‌شوند، بنابراین در این مطالعه شمال کرمان و جنوب کرمان به عنوان دو استان مجزا در نظر گرفته شده است.

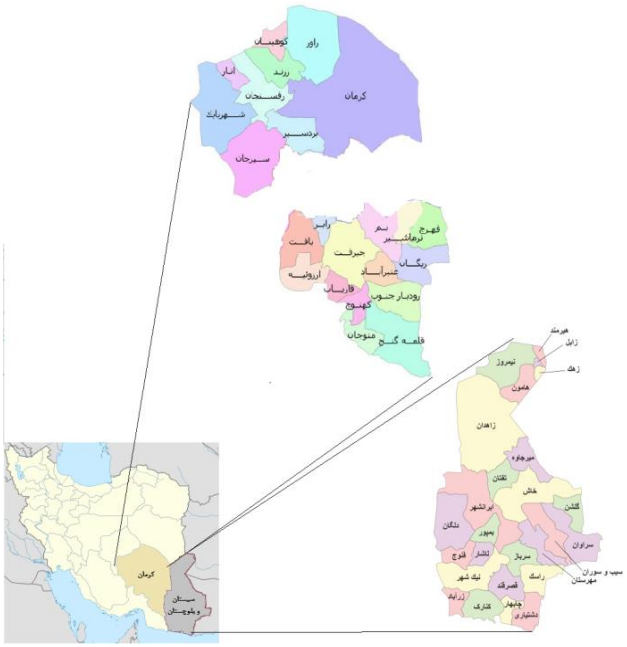


شکل ۱. زیر-زیرمعیارها در مراحل مختلف تولید

ناحیه مورد مطالعه

کرمان اولین و سیستان و بلوچستان دومین استان پهناور ایران می‌باشند که در جنوب شرقی فلات مرکزی ایران قرار دارند (شکل ۲). کرمان بین ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی و سیستان و بلوچستان بین ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارند. استان کرمان دارای ۲۳ شهرستان (۹ شهرستان در شمال کرمان و ۱۴ شهرستان در جنوب کرمان) و سیستان و بلوچستان ۲۶ شهرستان است (CSI, 2023).

در استان کرمان ۸ حوزه آبریز (۷ شمال کرمان و ۵ جنوب کرمان) و ۳۹ دشت (۲۳ شمال کرمان و ۱۶ جنوب کرمان) و در استان سیستان بلوچستان ۶ حوزه آبریز و ۴۲ دشت وجود دارد (Alizadeh et al., 1999). در این دشت‌ها طرح‌های متفاوت محصولات زراعی و باغی توسط وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی بررسی می‌شوند. محصولات گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای به ترتیب ۱.۲۱٪، ۱.۴۴٪ و ۹.۶۰٪ از تولید کشور و ۰.۶۲٪، ۱.۱۰٪ و ۱۱.۶۲٪ از سطح زیرکشت کشور را در دشت‌های شمال کرمان، به ترتیب ۱.۴۲٪، ۰.۴۸٪ و ۱۲.۴۸٪ از تولید کشور و ۰.۷۱٪، ۰.۴۰٪ و ۱۲.۹۴٪ از سطح زیرکشت کشور را در دشت‌های جنوب کرمان و به ترتیب ۱.۶۵٪، ۱.۲۸٪ و ۱.۳۰٪ از تولید کشور و ۱.۲۲٪، ۱.۰۱٪ و ۱.۶۶٪ از سطح زیرکشت کشور را در دشت‌های سیستان و بلوچستان به خود اختصاص داده‌اند (Ministry of Agriculture Jihad , 2022).



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی شمال استان کرمان، جنوب استان کرمان و استان سیستان و بلوچستان

طبقه‌بندی دمارتن گسترش‌یافته

مطالعات، تاثیر تغییر اقلیم را بر کشاورزی ایران تایید می‌نمایند (Koocheki and Nasiri Mahalati, 2016). تعیین اقلیم دشت‌های استان کرمان و سیستان و بلوچستان در دوره مطالعه با روش دمارتن گسترش‌یافته برای بررسی ارتباط بین اقلیم و تولید

پایدار کشاورزی انجام شد. طبقه‌بندی دمارتن گسترش‌یافته ترکیبی از خشکی اقلیم (A_i) و میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال (m_j) می‌باشد. خشکی اقلیم با رابطه ۱ محاسبه شد و با هفت آستانه در جدول ۱ تعیین گردید.

$$A_i = P / (T + 10) \quad (۱)$$

P میانگین سالانه بارندگی به میلیمتر و T میانگین سالانه دمای روزانه به درجه سانتیگراد می‌باشد. در این مطالعه به دلیل قرار گرفتن ایران بیشتر در اقلیم خشک $A_۱$ و نیمه‌خشک $A_۲$، اقلیم خشک و نیمه‌خشک به پنج آستانه a، b، c، d و e در جدول ۲ تقسیم شد. با استفاده از میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال برای هر اقلیم در جدول ۳ چهار زیراقلیم در نظر گرفته شد (Zanjani Jam and Sufi, 2007). در این مطالعه از داده‌های هواشناسی NOAA برای محاسبه دمارتن گسترش‌یافته استفاده شده است.

جدول ۱. خشکی اقلیم دمارتن گسترش‌یافته و آستانه‌های آن

آستانه خشکی اقلیم	خشکی اقلیم	نماد A_i
۹-۰/۹۹	خشک	$A_۱$
۱۹-۱۰/۹۹	نیمه‌خشک	$A_۲$
۱۹/۲۳-۹۹/۹۹	مدیترانه‌ای	$A_۳$
۲۷-۲۴/۹۹	نیمه مرطوب	$A_۴$
۳۴-۲۸/۹۹	مرطوب	$A_۵$
۵۴-۳۵/۹۹	خیلی مرطوب نوع الف	$A_۶$
> ۵۵	خیلی مرطوب نوع ب	$A_۷$

جدول ۲. آستانه‌های ابتکاری خشکی اقلیم خشک و نیمه خشک دمارتن گسترش‌یافته

آستانه خشکی اقلیم	خشکی اقلیم	نماد A_i	آستانه خشکی اقلیم	خشکی اقلیم	نماد A_i
a: (۱۱-۱۰/۹۹)			a: (۱-۰/۹۹)		
b: (۱۳-۱۲/۹۹)			b: (۳-۲/۹۹)		
c: (۱۵-۱۴/۹۹)	نیمه‌خشک (۱۰-۱۹/۹۹)	$A_۲$	c: (۵-۴/۹۹)	خشک (۰-۹/۹۹)	$A_۱$
d: (۱۷-۱۶/۹۹)			d: (۷-۶/۹۹)		
e: (۱۹-۱۸/۹۹)			e: (۹-۸/۹۹)		

جدول ۳. زیراقلیم و میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال

میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال (°C)	زیراقلیم	نماد m_j
کمتر از ۷-	فراسرد	$M_۱$
۷- تا صفر	سرد	$M_۲$
صفر تا ۵	معتدل	$M_۳$
بیشتر از ۵	گرم	$M_۴$

معرفی زیرمعیارها و زیر-زیرمعیارهای پایداری مورد مطالعه

در این مطالعه از معیارهای پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی استفاده شد. معیار زیست‌محیطی شامل زیرمعیارهای «آب، نهاده‌ها و منابع‌آبی»، معیار اقتصادی شامل زیرمعیارهای «نیروی‌کار، مکانیزاسیون و مالی» و معیار خدمات شامل زیرمعیارهای «حمل‌ونقل و بسته‌بندی» است.

در معیار زیست‌محیطی زیرمعیار آب شامل «آب‌بها، آبیاری تحت‌فشار و آبیاری دستی»، زیرمعیار نهاده‌ها شامل «بذر، کودحیوانی، کودشیمیایی، سموم و مبارزه بیولوژیکی با آفات» و زیرمعیار منابع‌آبی شامل «قنات، چشمه، رودخانه، چاه آرتزین، چاه سطحی، چاه نیمه‌عمیق، چاه عمیق، برکه، سد، منابع مختلف و سایر منابع» است.

در معیار اقتصادی، زیرمعیار نیروی‌کار شامل «آبیاری، شخم، دیسک، تسطیح زمین، کرت‌بندی زمین، سله‌شکنی و وجین، بذرپاشی، کودپاشی‌حیوانی، کودپاشی‌شیمیایی، سم‌پاشی، درو، خرمن‌کوبی، جمع‌آوری و حمل‌ونقل در مزرعه، و کیسه‌گیری و بارگیری»، زیرمعیار مکانیزاسیون شامل «شخم، دیسک، تسطیح زمین، کرت‌بندی زمین، سله‌شکنی و وجین، بذرپاش، کودپاش‌حیوانی، کودپاش‌شیمیایی، سم‌پاش، تجهیزات برداشت (کمباین، دروگر و سایر ماشین‌آلات) و خرمنکوب» و زیرمعیار مالی شامل «اجاره بهاء زمین، سود، درآمد و حمایت جهاد کشاورزی» است.

در معیار خدماتی، زیرمعیار حمل‌ونقل شامل «حمل‌ونقل نهاده‌ها (بذر، کودحیوانی و کودشیمیایی)، جمع‌آوری و حمل در مزرعه، و حمل به انبار و مراکز خرید» و زیرمعیار بسته‌بندی شامل «پاک‌کردن بذر، و کیسه‌گیری و بارگیری به انبار و مراکز خرید» است.

AHP و تاپسیس

AHP یک رویکرد چند منظوره برای تصمیم‌گیری است که امکان مقایسه وزن‌های کمی را با تبدیل مقادیر کیفی به مقادیر کمی فراهم می‌نماید (Motlagh et al., 2020) و با فرآیند TOPSIS مقادیر کمی چند هدفه ارزیابی می‌شوند. در اینصورت با ترکیب این دو روش می‌توان تحقیقات را غنی‌تر، مدل را کاربردی‌تر و نتایج را بهینه‌تر نمود (Xue and Li, 2022). در فرآیند AHP (1993 Basak and Saaty,)، پرسشنامه مقایسات زوجی با هدف تولید پایدار محصولات زراعی بر اساس معیارها، زیرمعیارها و زیر–زیرمعیارهای پایداری برای ناحیه جنوب شرقی ایران تکمیل شد. سپس با استفاده از نرم افزار Expert Choice، وزن‌های نسبی برای معیارها، زیرمعیارها و زیر–زیرمعیارها با نسبت ناسازگاری کمتر از ۰.۱ به دست آمد. سپس با ترکیب وزن‌های نسبی معیارها، زیرمعیارها و زیر–زیرمعیارها وزن‌های نهایی تعیین شد. در نهایت معیارها، زیرمعیارها و زیر–زیرمعیارها به تفکیک بر اساس نتایج وزن‌های نهایی اولویت‌بندی شدند.

با توجه به اینکه افزایش بهره‌وری کشاورزی محرک کلیدی برای دستیابی به بسیاری از اهداف توسعه پایدار می‌باشد (Chopra, 2022)، بنابراین در این مطالعه از بهره‌وری عوامل تولید بر اساس رابطه ۲ برای محاسبه پایداری استفاده شد (Matebu and Shibabaw, 2015).

$$PP_{ijty} = \frac{Q_{ity}}{X_{ijt}} = \frac{1}{X_{ijt}} f_y(X_1, X_2, ..., X_{ijt}) \quad (۲)$$

PP_{ijty} بهره‌وری جزئی، X_{ijt} هزینه عامل تولید، Q_{ity} ارزش محصول، y محصول، i استان، j عامل تولید و t سال است.

در فرآیند TOPSIS (Lai et al., 1994)، طبق روابط ۳، ماتریس تصمیم‌گیری (نتایج بهره‌وری) به ماتریس بی‌مقیاس تبدیل شد و سپس طبق روابط ۴، ماتریس بی‌مقیاس وزین محاسبه شد.

$$N_{jt} = \frac{R_{jt}}{\sqrt{\sum_{\substack{t=2000 \\ j=1}}^{\substack{t=2021 \\ j=78}} R_{jt}^2}} \quad (۳-۱)$$

$$N_{ijy} = \frac{R_{ijy}}{\sqrt{\sum_{i,j,y=1}^{i,y=3,j=78} R_{ijy}^2}} \quad (۳-۲)$$

N_{jt} و N_{ijy} ماتریس بی‌مقیاس و R_{jt} و R_{ijy} ماتریس تصمیم‌گیری است. با رابطه ۳–۱ روند پایداری در طول مطالعه تعیین شد و با رابطه ۳–۲ پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای ناحیه جنوب شرقی در هر سال مقایسه شد.

$$V_{jt} = W_j N_{jt} = W_j \frac{R_{jt}}{\sqrt{\sum_{\substack{t=2000 \\ j=1}}^{\substack{t=2021 \\ j=78}} R_{jt}^2}} \quad (۴-۱)$$

$$V_{ijy} = W_j N_{ijy} = W_j \frac{R_{ijy}}{\sqrt{\sum_{i,j,y=1}^{i,y=3,\, j=78} R_{ijy}^2}} \quad (۴-۲)$$

V_{jt} و V_{ijy} ماتریس بی‌مقیاس وزین (زیر–زیرشاخص‌ها) و W_j ماتریس وزن‌ها است. با رابطه ۴–۱ روند پایداری در طول مطالعه تعیین شد و با رابطه ۴–۲ پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای ناحیه جنوب شرقی در هر سال مقایسه شد.

شاخص پایداری ترکیبی

زیر–زیرشاخص‌های پایداری اثرات مثبت و منفی بر پایداری دارند. زیر–زیرشاخص‌های منفی شامل زیر–زیرشاخص‌های تجهیزات دستی و نیروی‌کار دستی (شخم، دیسک، تسطیح زمین، کرت‌بندی، آبیاری، سله‌شکنی و وجین، بذرپاش، کودهای حیوانی و شیمیایی، سم‌پاش درو، خرمنکوبی و جمع‌آوری و حمل در مزرعه)، استفاده از کودها و سموم شیمیایی، حمل‌ونقل کودهای شیمیایی و سموم، نیروی‌کار کودهای شیمیایی و سم‌پاشی، اجاره بهاء زمین و چاه عمیق می‌باشند. زیر–زیرشاخص‌های مثبت شامل همه زیر–زیرشاخص‌ها به جز زیر–زیرشاخص‌های منفی می‌باشند. برای محاسبه زیرشاخص پایداری، اثرات مثبت و منفی طبق روابط ۵ در نظر گرفته شد (Senanayake, 1991).

$$S_{jt} = \sum_{\substack{j=1 \\ t=2000}}^{\substack{j=52 \\ t=2021}} p_{jt} - \sum_{\substack{j=1 \\ t=2000}}^{\substack{j=26 \\ t=2021}} n_{jt} \quad (۵-۱)$$

$$S_{ijy} = \sum_{ijy=1}^{i,y=3,\, j=52} p_{ijy} - \sum_{ijy=1}^{i,y=3,\, j=26} n_{ijy} \quad (۵-۲)$$

S_{jt} و S_{ijy} زیرشاخص پایداری، p_{jt} و p_{ijy} زیر–زیر–شاخص‌های مثبت و n_{jt} و n_{ijy} زیر–زیر–شاخص‌های منفی می‌باشند. با رابطه ۵–۱روند پایداری در طول مطالعه تعیین شد و با رابطه ۵–۲ پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای ناحیه جنوب شرقی در هر سال مقایسه شد.

زیرشاخص‌های پایداری با روش نرمال‌سازی حداکثر–حداقل طبق روابط ۶ نرمال‌سازی شدند، که مقادیر نرمال شده در محدوده [۰،۱] قرار دارند (Talukder et al., 2017; Nardo et al., 2008).

$$ES_{jt} = \frac{S_{jt} - S_{jt}^{\min}}{S_{jt}^{\max} - S_{jt}^{\min}} \quad (۶-۱)$$

$$ES_{ijy} = \frac{S_{ijy} - S_{ijy}^{\min}}{S_{ijy}^{\max} - S_{ijy}^{\min}} \quad (۶-۲)$$

ES_{jt} و ES_{ijy} زیرشاخص پایداری نرمال شده، S_{jt} و S_{ijy} زیرشاخص پایداری، $S_{jt}^{\min}$ و $S_{ijy}^{\min}$ حداقل زیرشاخص پایداری و $S_{jt}^{\max}$ و $S_{ijy}^{\max}$ حداکثر زیرشاخص پایداری می‌باشند. با رابطه ۶-۱ روند پایداری در طول مطالعه تعیین شد و با رابطه ۶-۲ پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای ناحیه جنوب شرقی در هر سال مقایسه شد.

در مرحله آخر با ترکیب زیرشاخص‌های پایداری نرمال شده، شاخص‌های ترکیبی پایداری برای بررسی روند پایداری هر عامل تولید در هر محصول و هر استان در طول دوره مطالعه محاسبه شد و همچنین این شاخص‌ها برای مقایسه پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان در هر سال نیز محاسبه شدند. در این مطالعه مقایسه به دو صورت مقایسه پایداری معیارها و زیرمعیارهای محصولات در هر استان و مقایسه پایداری معیارها و زیرمعیارهای هر محصول در استان‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

تعیین اقلیم

در این مطالعه ۲۰ نقطه از ۲۳ دشت شمال کرمان (جدول ۴)، ۱۴ نقطه از ۱۶ دشت جنوب کرمان (جدول ۴) و ۳۴ نقطه از ۴۲ دشت سیستان و بلوچستان (جدول ۵) برای بررسی اقلیم در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است برخی از دشت‌ها به دلیل نزدیکی ادغام شده‌اند. نتایج نشان داد شمال کرمان در ده نقطه در A1b یعنی اقلیم خشک با آستانه ۳.۹۹-۲، در پنج نقطه در A1c یعنی اقلیم خشک با آستانه ۵.۹۹-۴ و در پنج نقطه در مابقی اقلیم‌ها (دو نقطه در A1a، یک نقطه در A1d و دو نقطه در A1b-A1c) و در نه نقطه در M2 یعنی زیراقلیم سرد و در یازده نقطه در M3 یعنی زیراقلیم معتدل قرار دارد (جدول ۴). جنوب کرمان در شش نقطه در A1a یعنی اقلیم خشک با آستانه ۱.۹۹-۰، در چهار نقطه در A1b یعنی اقلیم خشک با آستانه ۳.۹۹-۲ و در چهار نقطه در A1c یعنی اقلیم خشک با آستانه ۵.۹۹-۴ و در پنج نقطه در M3 یعنی زیراقلیم معتدل و در نه نقطه در M4 یعنی زیراقلیم گرم قرار دارد (جدول ۴). سیستان و بلوچستان در سی و دو نقطه در A1a یعنی اقلیم خشک با آستانه ۱.۹۹-۰ و در دو نقطه در مابقی اقلیم‌ها (یک نقطه در A1b و یک نقطه در A1a-A1b) و در پانزده نقطه در M3 یعنی زیراقلیم معتدل، در پانزده نقطه در M4 یعنی زیراقلیم گرم و و در چهار نقطه در مابقی زیراقلیم‌ها (دو نقطه در M2، یک نقطه در M2- M3 و یک نقطه در M3- M4) قرار دارد (جدول ۵).

جدول ۴. نتایج دمارتن گسترش‌یافته دشت‌های شمال کرمان و جنوب کرمان

جنوب کرمان			شمال کرمان		
تعداد سال‌های اقلیم خشکی Ai و تعداد سال‌های زیراقلیم mj	عرض جغرافیایی- طول جغرافیایی	ردیف	تعداد سال‌های اقلیم خشکی Ai و تعداد سال‌های زیراقلیم mj	عرض جغرافیایی- طول جغرافیایی	ردیف
A1a_19 and M4_19	58.75_28.75	1	A1b_14 and M3_14	56.75_31.25	1
A1c_9 and M3_18	57.25_28.75	2	A1b_6 A1c_6 A1d_6 and M2_21	57.25_29.25	2
A1c_8 and M3_17	56.75_28.75	3	A1b_14 and M3_16	57.75_30.25	3
A1b_10 and M4_12	57.75_28.75	4	A1b_10 and M2_13	57.75_29.75	4
A1a_15 and M4_22	58.25_27.75	5	A1a_15 and M3_11	58.25_29.25	5
A1a_17 and M4_22	58.75_27.75	6	A1d_8 and M2_20	56.75_29.25	6
A1b_11 and M4_18	57.25_28.25	7	A1b_10 and M2_20	56.75_30.25	7
A1a_11 and M4_22	58.25_27.25	8	A1c_9 and M2_20	56.75_29.75	8
A1a_10 and M4_22	57.75_27.75	9	A1c_9 and M2_19	57.25_29.75	9
A1b_10 and M4_18	56.25_28.25	10	A1b_15 and M2_15	56.25_31.25	10
A1b_8 and M3_18	56.75_28.25	11	A1c_10 and M3_15	54.75_29.75	11
A1a_9 and M4_22	57.75_27.25	12	A1d_7 and M3_12	56.25_29.25	12
A1c_9 and M3_18	56.25_28.75	13	A1b_14 and M3_12	55.75_30.75	13
A1c_9 and M3_19	55.75_28.75	14	A1b_9 A1c_9 and M2_19	56.75_30.75	14

15	55.75_29.25	A1b_10 and M3_14
16	54.75_30.75	A1b_16 and M3_14
17	55.25_31.25	A1b_15 and M3_18
18	55.25_29.25	A1b_8 A1c_8 and M3_19
19	54.75_30.25	A1c_10 and M3_15
20	57.25_30.25	A1c_9 and M2_19

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵. نتایج دمارتن گسترش‌یافته دشت‌های سیستان و بلوچستان

سیستان و بلوچستان			سیستان و بلوچستان		
تعداد سال‌های اقلیم خشکی Ai و تعداد سال‌های زیراقلیم mj	عرض جغرافیایی- طول جغرافیایی	ردیف	تعداد سال‌های اقلیم خشکی Ai و تعداد سال‌های زیراقلیم mj	عرض جغرافیایی- طول جغرافیایی	ردیف
A1a_9 A1b_9 and M3_16	61.75_27.25	18	A1a_19 and M3_14	61.75_30.75	1
A1a_9 A1b_9 and M3_16	62.25_27.25	19	A1a_12 and M3_18	61.75_27.75	2
A1a_12 and M4_20	60.75_27.25	20	A1a_13 and M4_22	61.25_25.75	3
A1a_11 and M3_15	60.75_27.75	21	A1a_11 and M3_17	60.75_28.25	4
A1a_12 and M3_19	61.25_27.75	22	A1a_13 and M3_16	61.25_28.25	5
A1a_14 and M4_22	59.25_27.75	23	A1a_12 and M3_11	60.75_29.75	6
A1a_13 and M4_22	60.25_25.75	24	A1a_12 and M3_11	60.25_29.25	7
A1a_11 and M4_22	60.75_25.25	25	A1a_12 and M2_19	60.75_29.25	8
A1a_11 and M4_21	59.75_26.75	26	A1a_12 and M3_17	60.25_28.75	9
A1a_10 and M4_22	60.25_26.25	27	A1a_12 and M2_11 M3_11	60.25_30.25	10
A1a_13 and M4_22	59.75_26.25	28	A1a_12 and M2_18	60.75_28.75	11
A1a_13 and M4_22	59.75_25.75	29	A1a_13 and M3_11	61.25_28.75	12
A1a_12 and M4_22	60.75_25.75	30	A1a_13 and M3_12	61.25_29.25	13
A1a_14 and M4_22	61.75_26.25	31	A1a_13 and M3_15	59.75_29.75	14
A1a_9 A1b_9 and M4_14	61.25_26.75	32	A1b_10 and M4_12	62.75_26.75	15
A1a_9 and M4_22	60.25_25.25	33	A1a_17 and M3_11 M4_11	62.25_28.25	16
A1a_11 and M4_22	60.75_26.25	34	A1a_10 and M3_17	62.25_27.75	17

ماخذ: یافته‌های پژوهش

اولویت‌بندی معیارها، زیرمعیارها و زیر-زیرمعیارهای آن‌ها

در بررسی کشاورزی پایدار، تعیین اولویت معیارهای زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی بسیار مهم است، بنابراین وزن‌های نسبی و وزن‌های نهایی معیارها، زیرمعیارها و زیر-زیرمعیارهای مربوطه با نظرسنجی کارشناسان به روش AHP محاسبه شد (شکل ۳). همچنین برای زیر-زیرمعیارهایی که در دو مرحله تولید استفاده می‌شوند (جدول ۶) و زیر-زیرمعیارهای مکانیزاسیون ماشینی و دستی، وزن‌های نسبی متفاوتی در نظر گرفته شده است (جدول ۷).

جدول ۶. وزن‌های نسبی زیر-زیرمعیارها در دو مرحله تولید

مراحل تولید	آب‌بها، آبیاری تحت‌فشار و آبیاری دستی	مراحل تولید	کودحیوانی و کودشیمیایی (هزینه، حمل‌ونقل و کودپاشی)
کاشت	۰/۳۳۳	آماده‌سازی زمین	۰/۳۳۳
داشت	۰/۶۶۷	داشت	۰/۶۶۷

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۷. وزن‌های نسبی مکانیزاسیون ماشینی و دستی

مکانیزاسیون	شخم	دیسک، بذرپاشی، کودپاشی، کرت‌بندی، ماشین‌آلات برداشت و خرمنکوب	سمپاشی	جمع‌آوری و حمل و نقل در مزرعه، تسطیح زمین، و سله‌شکنی و وجین

ماشینی	۰/۸۷۵	۰/۷۵۰	۰/۸۳۳	۰/۶۶۷
دستی	۰/۱۲۵	۰/۲۵۰	۰/۱۶۷	۰/۳۳۳

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به وزن معیارهای پایداری در شکل ۳، پایداری زیست‌محیطی از اولویت بیشتری نسبت به پایداری اقتصادی برخوردار است، زیرا زمینه تامین نیازهای اساسی برای نسل‌های حال و آینده، با عدم توجه به حفاظت از محیطزیست به چالش می‌افتد. علاوه بر این، پایداری اقتصادی نسبت به پایداری خدماتی اولویت بیشتری دارد، زیرا کشاورز با در نظر گرفتن منابع مالی در فصل تولید و هزینه‌های خدمات قبل از فروش، تصمیمات پایداری خدماتی را اتخاذ می‌نماید.

با توجه به وزن زیرمعیارهای زیست‌محیطی در شکل ۳، آب نسبت به نهاده‌ها و منابع‌آبی اولویت بیشتری دارد. دلیل این امر دسترسی محدود به آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک و دسترسی آسان به نهاده‌های بذر، کود و سموم است و همچنین با افزایش بهره‌وری آب از طریق مدیریت می‌توان مشکل محدودیت منابع‌آبی را تا حدودی کاهش داد. در پایداری آب، آبیاری تحت‌فشار به دلیل صرفه‌جویی در مصرف آب، اهمیت بیشتری دارد. در پایداری منابع‌آبی، رودخانه، چشمه، قنات، چاه آرتزین، سد، چاه سطحی، چاه نیمه‌عمیق، برکه، منابع‌آبی مختلف، سایر منابع‌آبی و چاه عمیق به ترتیب اولویت بیشتری دارند. چاه‌های عمیق به دلیل دسترسی ناکافی به آب حفر می‌شوند، بنابراین اولویت کمتری دارد. در پایداری نهاده‌ها، بذر، کودهای حیوانی و کنترل بیولوژیکی آفات، کودهای شیمیایی و سموم به ترتیب اهمیت بیشتری دارند. دلیل اهمیت کمتر کودها و سموم شیمیایی، آلودگی منابع آب و خاک با استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی در بخش کشاورزی است.

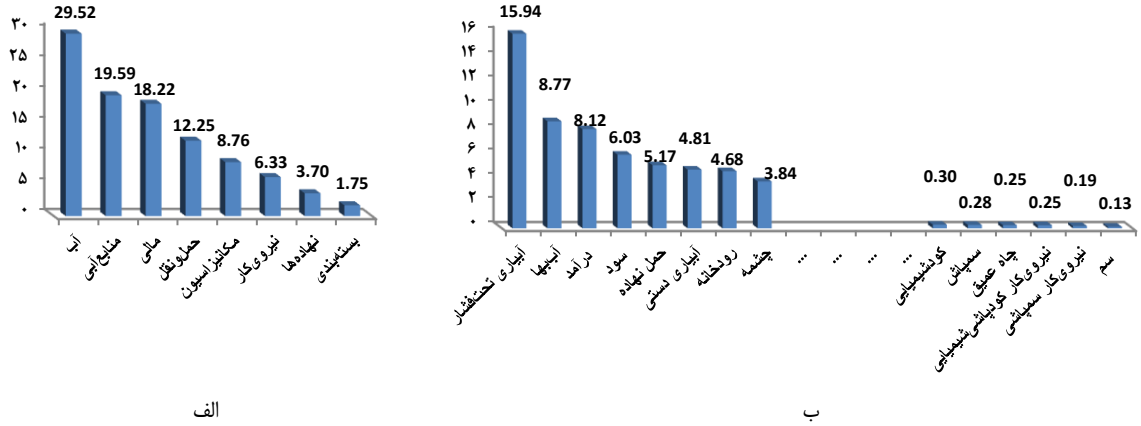
شکل ۳. چارت وزن‌های نسبی و نهایی معیارها، زیرمعیارها و زیر-زیرمعیارهای پایداری (وزن‌های نسبی بالا و وزن‌های نهایی پایین)

با توجه به وزن زیرمعیارهای اقتصادی در شکل ۳، مالی نسبت به مکانیزاسیون و نیروی‌کار اولویت بیشتری دارد، زیرا کشاورزان با مشکلات مالی مواجه می‌شوند و درآمد و سود عناصر اصلی در کاهش مشکلات تولید می‌باشند. به عبارت دیگر، کشاورزان در مراحل تولید به درآمد و سود نیاز دارند تا تجهیزات مکانیزاسیون و نیروی‌کار را برای ادامه فعالیت کشاورزی فراهم نمایند. ماهیت عملیات کشاورزی اولویت مکانیزاسیون و نیروی‌کار و زیر-زیرمعیارهای آن‌ها را تعیین می‌کند. در پایداری مالی اهمیت کمتر حمایت جهاد کشاورزی نسبت به اجاره بهاء زمین، سود و درآمد این است که جهاد کشاورزی برای ارتقای توسعه پایدار تنها در

شرایط بحرانی و اضطراری، حمایت‌های فنی و مالی مختلفی را ارائه می‌نماید، اما بقیه زیرمعیارها همیشه در مراحل تولید کشاورزی مورد نیاز می‌باشند.

با توجه به وزن‌های زیرمعیارهای خدماتی در شکل ۳، حمل‌ونقل نسبت به بسته‌بندی اولویت بیشتری دارد، زیرا حمل‌ونقل نقش اساسی در توسعه کشاورزی ایفا می‌کند، اما بسته‌بندی، حمل‌ونقل را آسان‌تر می‌نماید و استراتژی بازاریابی است.

رتبه‌بندی زیرمعیارهای پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی محصولات زراعی در شکل ۴. الف به ترتیب اهمیت بیشتر آب، منابع‌آبی، مالی، حمل‌ونقل، مکانیزاسیون، نیروی‌کار، نهاده‌ها و بسته‌بندی را نشان می‌دهد. رتبه‌بندی زیر–زیرمعیارهای پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی در شکل ۴. ب اولویت بیشتر به ترتیب آبیاری تحت‌فشار، آب‌بها، درآمد، سود و حمل نهاده و اولویت کمتر به ترتیب سم، نیروی‌کار سمپاشی، نیروی‌کار کودپاشی‌شیمیایی، چاه عمیق، سمپاش و کودشیمیایی را تایید می‌نماید. با توجه به اینکه آب، وضعیت مالی و حمل‌ونقل از دیدگاه کشاورز از عوامل مهم توسعه کشاورزی می‌باشند و حفر چاه عمیق بیانگر ناپایداری منابع‌آبی و استفاده از سموم و کودهای شیمیایی بیانگر ناپایداری نهاده‌ها است، بنابراین نتایج رتبه‌بندی نشان‌دهنده وضعیت پایدار در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد.

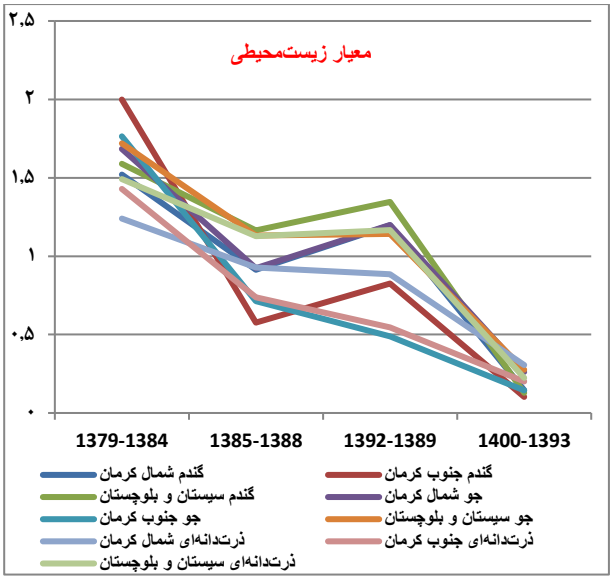


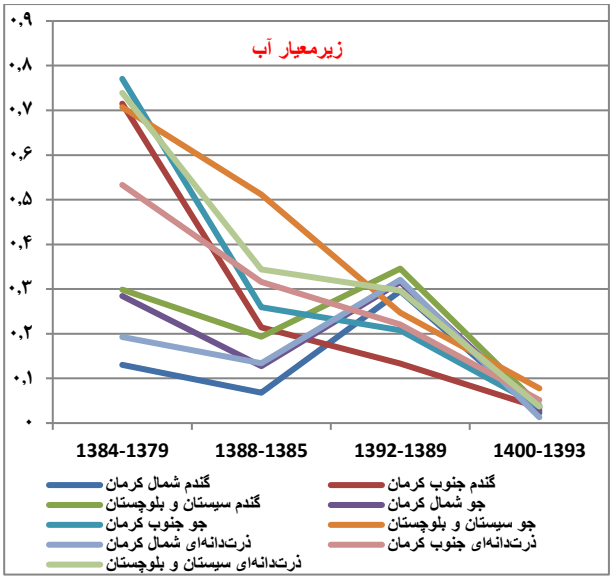
الف ب

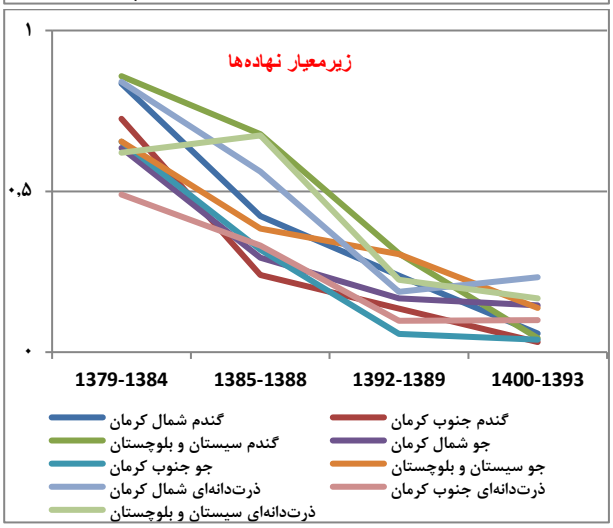
شکل ۴. الف. نمودار رتبه‌بندی زیرمعیارهای پایداری. ب. نمودار رتبه‌بندی زیر–زیرمعیارهای پایداری

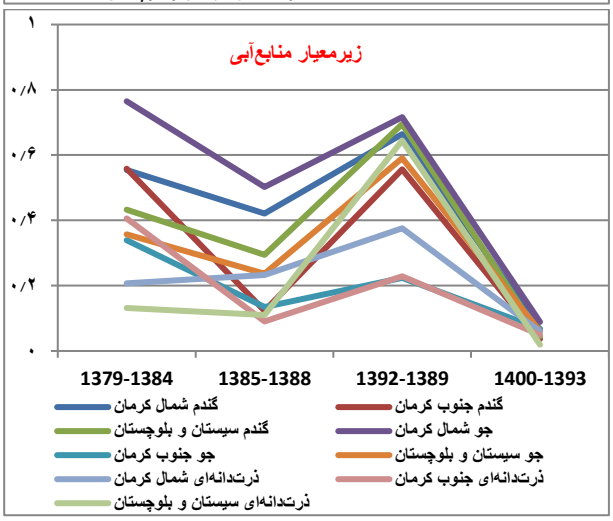
بررسی روند پایداری

برای تعیین روند پایداری، نتایج حاصل از پایداری معیارها و زیرمعیارهای هر محصول در هر استان در طول دوره زمانی بررسی شد. نتایج نشان داد پایداری گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان از لحاظ زیست‌محیطی تقریباً به چهار دوره زمانی ۱۳۸۴–۱۳۷۹، ۱۳۸۸–۱۳۸۵، ۱۳۹۲–۱۳۸۹ و ۱۴۰۰–۱۳۹۳ و از لحاظ اقتصادی و خدماتی تقریباً به چهار دوره زمانی ۱۳۸۵–۱۳۷۹، ۱۳۹۲–۱۳۸۶، ۱۳۹۷–۱۳۹۳ و ۱۴۰۰–۱۳۹۸ تقسیم می‌شوند. لذا از نتایج حاصل پایداری در هر دوره میانگین گرفته شد که نتایج آن در شکل ۵ آورده شده است.

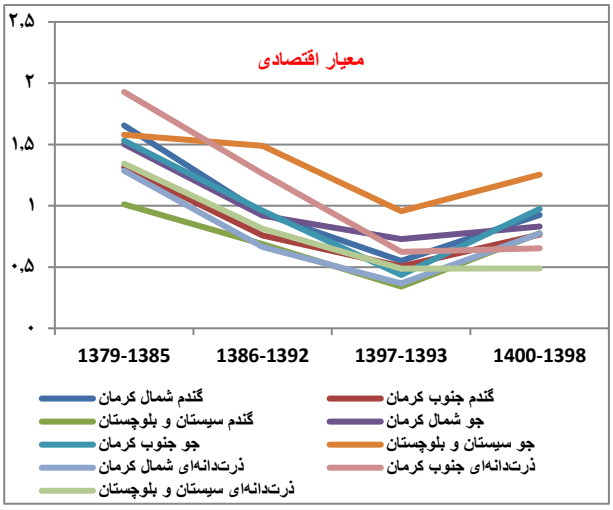

معیار زیست‌محیطی
۲,۵
۲
۱,۵
۱
۰,۵
۰
1379-1384
1385-1388
1392-1389
1400-1393
گندم شمال کرمان
گندم جنوب کرمان
گندم سیستان و بلوچستان
جو شمال کرمان
جو سیستان و بلوچستان
جو جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان
ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان

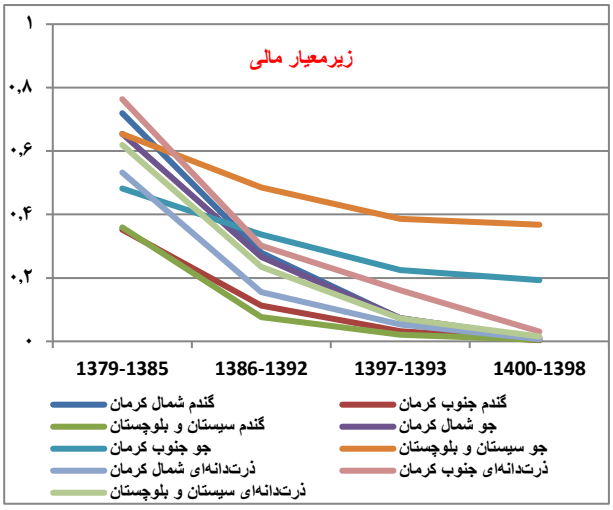

زیرمعیار آب
۰,۹
۰,۸
۰,۷
۰,۶
۰,۵
۰,۴
۰,۳
۰,۲
۰,۱
۰
1384-1379
1388-1385
1392-1389
1400-1393
گندم شمال کرمان
گندم جنوب کرمان
گندم سیستان و بلوچستان
جو شمال کرمان
جو سیستان و بلوچستان
جو جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان
ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان

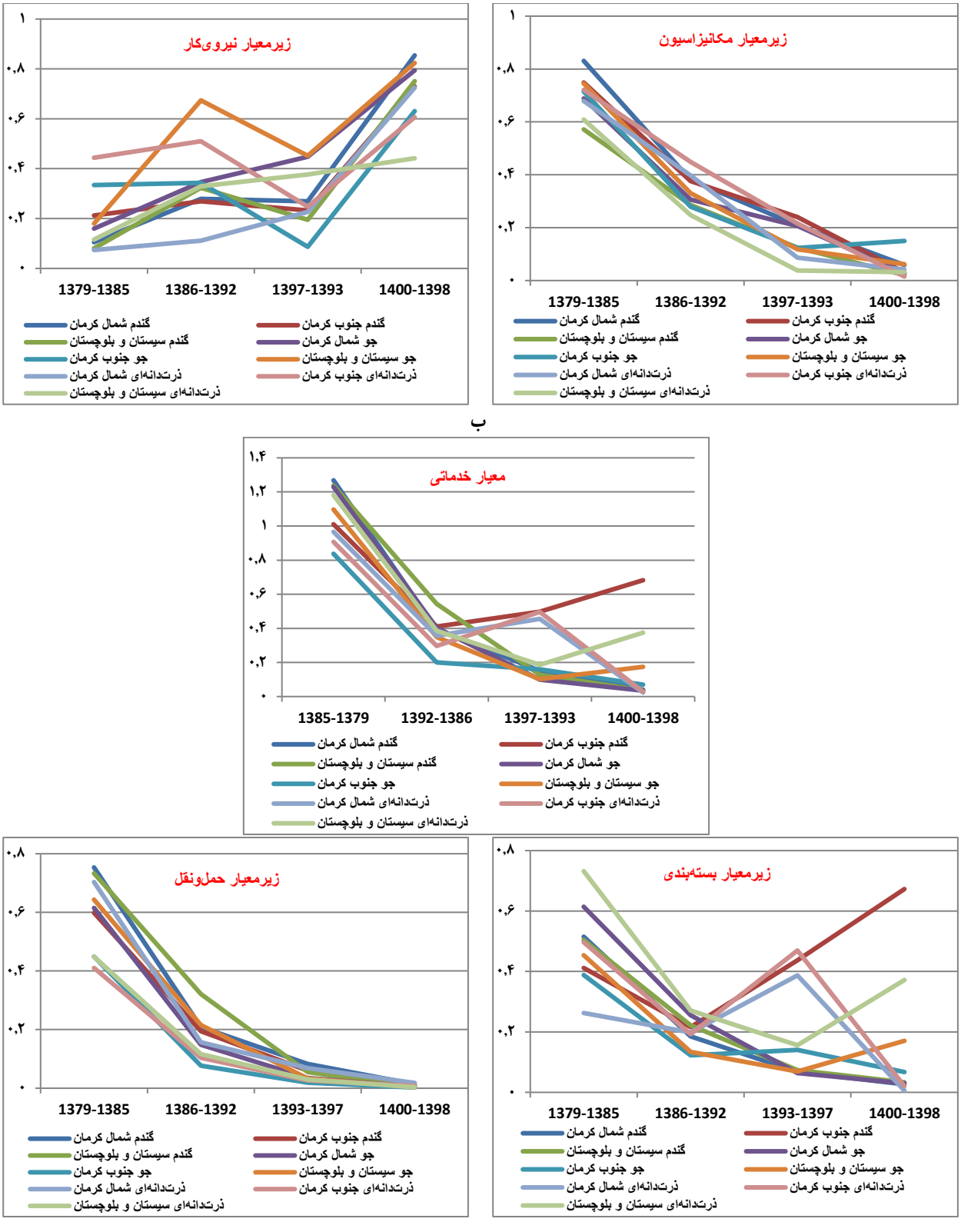

زیرمعیار نهاده‌ها
۱
۰,۵
۰
1379-1384
1385-1388
1392-1389
1400-1393
گندم شمال کرمان
گندم جنوب کرمان
گندم سیستان و بلوچستان
جو شمال کرمان
جو سیستان و بلوچستان
جو جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان
ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان


زیرمعیار منابع‌آبی
۱
۰/۸
۰/۶
۰/۴
۰/۲
۰
1379-1384
1385-1388
1392-1389
1400-1393
گندم شمال کرمان
گندم جنوب کرمان
گندم سیستان و بلوچستان
جو شمال کرمان
جو سیستان و بلوچستان
جو جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان
ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان

الف


معیار اقتصادی
۲,۵
۲
۱,۵
۱
۰,۵
۰
1379-1385
1386-1392
1397-1393
1400-1398
گندم شمال کرمان
گندم جنوب کرمان
گندم سیستان و بلوچستان
جو شمال کرمان
جو سیستان و بلوچستان
جو جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان
ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان


زیرمعیار مالی
۱
۰,۸
۰,۶
۰,۴
۰,۲
۰
1379-1385
1386-1392
1397-1393
1400-1398
گندم شمال کرمان
گندم جنوب کرمان
گندم سیستان و بلوچستان
جو شمال کرمان
جو سیستان و بلوچستان
جو جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان
ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان
ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان



شکل ۵. روند پایداری معیارها و زیرمعیارهای آن‌ها در چهار دوره: الف. پایداری زیست‌محیطی ب. پایداری اقتصادی ج. پایداری خدماتی

پایداری زیست‌محیطی گندم و جو شمال کرمان، گندم جنوب کرمان و گندم سیستان و بلوچستان در دوره دوم بیشتر به دلیل نهاده‌ها روند کاهشی، در دوره سوم به ترتیب به دلیل منابع‌آبی و آب روند افزایشی و در دوره چهارم بیشتر به دلیل منابع‌آبی روند کاهشی دارد. پایداری زیست‌محیطی جو جنوب کرمان در دوره دوم به ترتیب به دلیل آب، نهاده‌ها و منابع‌آبی روند کاهشی، در

دوره سوم به دلیل نهاده‌ها روند کاهشی و در دوره چهارم به دلیل آب و منابع‌آبی روند کاهشی و پایداری زیست‌محیطی ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان در دوره دوم بیشتر به دلیل آب و منابع‌آبی روند کاهشی، در دوره سوم بیشتر به دلیل نهاده‌ها روند کاهشی و در دوره چهارم بیشتر به دلیل آب و منابع‌آبی روند کاهشی دارد. پایداری زیست‌محیطی جو سیستان و بلوچستان در دوره دوم بیشتر به دلیل نهاده‌ها و آب روند کاهشی، در دوره سوم روند تقریباً ثابت و در دوره چهارم بیشتر به دلیل منابع آبی روند کاهشی، پایداری زیست‌محیطی ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان در دوره دوم به دلیل آب روند کاهشی، در دوره سوم روند تقریباً ثابت و در دوره چهارم بیشتر به دلیل منابع آبی روند کاهشی و پایداری زیست‌محیطی ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان در دوره دوم به دلیل نهاده‌ها روند کاهشی، در دوره سوم روند تقریباً ثابت و در دوره چهارم به دلیل آب و منابع آبی روند کاهشی دارد. (شکل ۵. الف). به طور کلی در پایداری زیست‌محیطی، کاهش پایداری نهاده‌ها در دوره دوم و سوم بیشتر در اثر کاهش پایداری کود حیوانی و افزایش پایداری کود شیمیایی بالاخص در مرحله داشت، کاهش پایداری بذر (جو و ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان) و افزایش پایداری سموم (فقط دوره سوم جو جنوب کرمان) است؛ کاهش پایداری آب در دوره دوم، سوم و چهارم و افزایش پایداری آب در دوره سوم بیشتر در اثر کاهش و افزایش پایداری آب‌بها و آبیاری تحت‌فشار بالاخص در مرحله داشت است و کاهش پایداری منابع‌آبی در دوره دوم و سوم و افزایش پایداری منابع‌آبی در دوره سوم و چهارم بیشتر در اثر کاهش و افزایش پایداری چشمه و رودخانه می‌باشد. این زیر–زیرمعیارهای پایداری تحت تاثیر تغییر اقلیم، سیاست‌های یارانه‌ای و نهاده‌ای و ترویج در نگرش مصرف نهاده‌ها برای کشاورزان می‌باشند.

پایداری اقتصادی گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان، گندم و جو جنوب کرمان و گندم و جو سیستان و بلوچستان در دوره‌های دوم و سوم به ترتیب بیشتر به دلیل مکانیزاسیون و مالی روند کاهشی و در دوره چهارم به دلیل نیروی‌کار روند افزایشی دارد. پایداری اقتصادی ذرت‌دانه‌ای جنوب کرمان در دوره دوم به دلیل مالی و مکانیزاسیون روند کاهشی، در دوره سوم به ترتیب به دلیل نیروی‌کار، مکانیزاسیون و مالی روند کاهشی و در دوره چهارم روند تقریباً ثابت و پایداری اقتصادی ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان در دوره‌های دوم و سوم به دلیل مالی و مکانیزاسیون روند کاهشی و در دوره چهارم روند تقریباً ثابت دارد. (شکل ۵. ب). به طور کلی در پایداری اقتصادی، کاهش پایداری مکانیزاسیون در دوره دوم و سوم در اثر کاهش همه زیر–زیرمعیارهای مکانیزاسیون می‌باشد که این امر بیانگر ناکارامدی سیاست‌های مکانیزاسیون است؛ کاهش پایداری مالی در دوره دوم و سوم بیشتر در اثر کاهش پایداری درآمد و سود است که این امر بیانگر نیاز حمایت دولت از طریق سیاست‌های نهاده‌ای و قیمت تضمینی را تایید می‌نماید و افزایش پایداری نیروی‌کار در دوره چهارم بیشتر در اثر افزایش پایداری همه زیر–زیرمعیارهای نیروی‌کار می‌باشد؛ می‌تواند کاهش پایداری مکانیزاسیون و مالی زمینه افزایش پایداری نیروی‌کار را برای کشاورز فراهم کرده باشد.

پایداری خدماتی گندم و جو شمال کرمان و گندم و جو سیستان و بلوچستان در دوره‌های دوم و سوم به ترتیب به دلیل حمل‌ونقل و بسته‌بندی روند کاهشی و در دوره چهارم روند تقریباً ثابت دارد. پایداری خدماتی گندم جنوب کرمان در دوره دوم به دلیل حمل‌ونقل و بسته‌بندی روند کاهشی، در دوره سوم روند تقریباً ثابت و در دوره چهارم به دلیل بسته‌بندی روند افزایشی دارد. پایداری خدماتی جو جنوب کرمان در دوره دوم به دلیل حمل‌ونقل و بسته‌بندی روند کاهشی و در دوره سوم و چهارم روند تقریباً ثابت دارد. پایداری خدماتی ذرت‌دانه‌ای شمال و جنوب کرمان در دوره دوم به ترتیب به دلیل حمل‌ونقل و بسته‌بندی روند کاهشی، در دوره سوم روند تقریباً ثابت و در دوره چهارم به دلیل بسته‌بندی روند کاهشی دارد. پایداری خدماتی ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان در دوره‌های دوم و سوم به ترتیب به دلیل بسته‌بندی و حمل‌ونقل روند کاهشی و در دوره چهارم به دلیل بسته‌بندی روند افزایشی دارد (شکل ۵. ج). به طور کلی در پایداری خدماتی، کاهش پایداری حمل‌ونقل در دوره دوم و سوم بیشتر در اثر کاهش پایداری حمل به انبار و مراکز خرید، حمل بذر و حمل کود حیوانی می‌باشد که این امر بیانگر حمایت دولت در سیستم حمل‌ونقل به بازار و ترویج مصرف بهینه کود حیوانی می‌باشد؛ کاهش پایداری بسته‌بندی در دوره دوم، سوم و چهارم و افزایش پایداری بسته‌بندی در دوره چهارم در اثر کاهش و افزایش همه زیر–زیرمعیارهای بسته‌بندی می‌باشد که نیاز حمایت دولت در ارائه راهکارهای مفید در سیستم بسته‌بندی را تایید می‌نماید.

از یافته‌های بالا می‌توان نتیجه گرفت پایداری زیست‌محیطی در دوره دوم بیشتر به دلیل آب و نهاده‌ها و در دوره چهارم به ترتیب به دلیل منابع‌آبی و آب روند کاهشی و در دوره سوم به دلیل نهاده‌ها روند کاهشی یا به ترتیب به دلیل منابع‌آبی و آب روند

افزایشی دارد. پایداری اقتصادی در دوره‌های دوم و سوم به ترتیب به دلیل مکانیزاسیون و مالی روند کاهشی و در دوره چهارم به دلیل نیروی‌کار در بیشتر موارد روند افزایشی دارد. پایداری خدماتی در دوره‌های دوم و سوم به ترتیب به دلیل حمل‌ونقل و بسته‌بندی روند کاهشی و در دوره چهارم به دلیل بسته‌بندی روند افزایشی یا روند کاهشی دارد.

مقایسه پایداری

بررسی پایداری معیارها نشان داد در بیشتر طول دوره زمانی به ترتیب معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و خدماتی پایدارتر می‌باشند. در ادامه مباحث به مقایسه پایداری معیارها و زیرمعیارهای محصولات در هر استان پرداخته شد که این مقایسه ضعف و قوت پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی غلات در هر استان شناسایی می‌نماید. این مقایسه در سیاستگذاری استانی کاربرد دارد و مقایسه پایداری معیارها و زیرمعیارهای هر محصول در استان‌ها پرداخته شد که این مقایسه ضعف و قوت پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی هر غله را در استان‌ها شناسایی می‌نماید. این مقایسه در سیاستگذاری هر غله در سطح کشور کاربرد دارد.

مقایسه پایداری معیارها و زیرمعیارهای محصولات در هر استان

در دوره مطالعه در بیشتر سال‌ها، پایداری زیست‌محیطی در شمال کرمان و سیستان و بلوچستان به ترتیب برای گندم، ذرت‌دانه‌ای و جو و در جنوب کرمان به ترتیب برای جو، گندم و ذرت‌دانه‌ای بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری اقتصادی در شمال کرمان و سیستان و بلوچستان به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، جو و گندم و در جنوب کرمان به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری خدماتی در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو بیشتر است.

در پایداری زیست‌محیطی در بیشتر سال‌ها در شمال کرمان پایداری آب به ترتیب برای گندم، ذرت‌دانه‌ای و جو و پایداری نهاده‌ها به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو و پایداری منابع‌آبی به ترتیب برای گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای بیشتر است. در بیشتر سال‌ها در جنوب کرمان پایداری آب و منابع‌آبی به ترتیب برای گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای و پایداری نهاده‌ها به ترتیب برای جو، ذرت‌دانه‌ای و گندم بیشتر است. در بیشتر سال‌ها در سیستان و بلوچستان پایداری آب به ترتیب برای گندم، ذرت‌دانه‌ای و جو، پایداری نهاده‌ها به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو و پایداری منابع‌آبی به ترتیب برای گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای بیشتر است. در پایداری اقتصادی در بیشتر سال‌ها در شمال کرمان پایداری مالی به ترتیب برای جو، ذرت‌دانه‌ای و گندم و پایداری مکانیزاسیون و نیروی‌کار به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو بیشتر است. در بیشتر سال‌ها در جنوب کرمان پایداری مالی به ترتیب برای گندم، ذرت‌دانه‌ای و جو و پایداری مکانیزاسیون و نیروی‌کار به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو بیشتر است. در بیشتر سال‌ها در سیستان و بلوچستان پایداری مالی به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، جو و گندم، پایداری مکانیزاسیون به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو و پایداری نیروی‌کار به ترتیب برای گندم، ذرت‌دانه‌ای و جو بیشتر است.در پایداری خدماتی در بیشتر سال‌ها در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان پایداری حمل‌ونقل و بسته‌بندی به ترتیب برای ذرت‌دانه‌ای، گندم و جو بیشتر است.

به طورکلی، از پایداری معیارهای محصولات در هر استان می‌توان نتیجه گرفت در شمال کرمان و سیستان و بلوچستان پایداری زیست‌محیطی گندم و پایداری اقتصادی و خدماتی ذرت‌دانه‌ای و در جنوب کرمان پایداری زیست‌محیطی جو و پایداری اقتصادی و خدماتی ذرت‌دانه‌ای بیشتر است. همچنین از پایداری زیرمعیارهای محصولات در هر استان می‌توان نتیجه گرفت پایداری در شمال کرمان از نظر آب و منابع‌آبی برای گندم، از نظر مالی برای جو و از نظر نهاده‌ها، نیروی‌کار، مکانیزاسیون، حمل‌ونقل و بسته‌بندی برای ذرت‌دانه‌ای، پایداری در جنوب کرمان از نظر آب، منابع‌آبی و مالی برای گندم، از نظر نهاده‌ها برای جو و از نظر نیروی‌کار، مکانیزاسیون، حمل‌ونقل و بسته‌بندی برای ذرت‌دانه‌ای و پایداری در سیستان و بلوچستان از نظر آب، منابع‌آبی و نیروی‌کار برای گندم و از نظر نهاده‌ها، مالی، مکانیزاسیون، حمل‌ونقل و بسته‌بندی برای ذرت‌دانه‌ای بیشتر است.

مقایسه پایداری معیارها و زیرمعیارهای هر محصول در استان‌ها

در دوره مطالعه در بیشتر سال‌ها، پایداری زیست‌محیطی برای گندم به ترتیب در شمال کرمان، سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان، برای جو به ترتیب در جنوب کرمان، شمال کرمان و سیستان و بلوچستان و برای ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان و جنوب کرمان بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری اقتصادی برای گندم به ترتیب در جنوب کرمان، شمال کرمان و سیستان و بلوچستان، برای جو به ترتیب در شمال کرمان، سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان و برای ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان و جنوب کرمان بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری خدماتی برای گندم و جو به ترتیب در شمال کرمان، سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان و برای ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان بیشتر است. در پایداری زیست‌محیطی در بیشتر سال‌ها، پایداری آب گندم به ترتیب در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان، پایداری نهاده‌های گندم به ترتیب در شمال کرمان، سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان و پایداری منابع‌آبی گندم به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان و جنوب کرمان بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری آب جو به ترتیب در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان، پایداری نهاده‌های جو به ترتیب در جنوب کرمان، شمال کرمان و سیستان و بلوچستان و پایداری منابع‌آبی جو به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان و جنوب کرمان بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری آب و منابع‌آبی ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان و جنوب کرمان و پایداری نهاده‌های ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در جنوب کرمان، شمال کرمان و سیستان و بلوچستان بیشتر است.

در پایداری اقتصادی در بیشتر سال‌ها، پایداری مالی گندم به ترتیب در جنوب کرمان و سپس سیستان و بلوچستان و شمال کرمان، پایداری مکانیزاسیون گندم به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان، جنوب کرمان و پایداری نیروی‌کار گندم به ترتیب در جنوب کرمان، شمال کرمان و سیستان و بلوچستان بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری مالی و نیروی‌کار جو به ترتیب در شمال کرمان، سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان و پایداری مکانیزاسیون جو به ترتیب در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان بیشتر است. در بیشتر سال‌ها، پایداری مالی و مکانیزاسیون ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در سیستان و بلوچستان، شمال کرمان و جنوب کرمان و پایداری نیروی‌کار ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در جنوب کرمان، سیستان و بلوچستان و شمال کرمان بیشتر است.

در پایداری خدماتی در بیشتر سال‌ها، پایداری حمل‌ونقل گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در شمال کرمان، سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان و پایداری بسته‌بندی گندم و جو به ترتیب در جنوب کرمان، شمال کرمان و سیستان و بلوچستان و پایداری بسته‌بندی ذرت‌دانه‌ای به ترتیب در شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان بیشتر است.

به طورکلی، از پایداری هر محصول در استان‌ها می‌توان نتیجه گرفت پایداری گندم از نظر زیست‌محیطی و خدماتی در شمال کرمان و از نظر اقتصادی در جنوب کرمان، پایداری جو از نظر زیست‌محیطی در جنوب کرمان و از نظر اقتصادی و خدماتی در شمال کرمان و پایداری ذرت‌دانه‌ای از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی در سیستان و بلوچستان و از نظر خدماتی در شمال کرمان بیشتر است. همچنین از پایداری زیرمعیارهای هر محصول در استان‌ها می‌توان نتیجه گرفت پایداری گندم از نظر آب، نهاده‌ها و حمل‌ونقل در شمال کرمان، از نظر مالی، نیروی‌کار و بسته‌بندی در جنوب کرمان و از نظر منابع‌آبی و مکانیزاسیون در سیستان و بلوچستان، پایداری جو از نظر آب، مالی، نیروی‌کار و حمل‌ونقل در شمال کرمان، از نظر نهاده‌ها و بسته‌بندی در جنوب کرمان و از نظر منابع‌آبی و مکانیزاسیون در سیستان و بلوچستان و پایداری ذرت‌دانه‌ای از نظر حمل‌ونقل و بسته‌بندی در شمال کرمان، از نظر نهاده‌ها و نیروی‌کار در جنوب کرمان و از نظر آب، منابع‌آبی، مالی و مکانیزاسیون در سیستان و بلوچستان بیشتر است.

ارتباط بین اقلیم و پایداری

در طول دوره مطالعه، میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال در شمال کرمان در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۹۵، ۱۳۹۷ و ۱۴۰۰ زیاد شده و در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۲، ۱۳۹۶، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ کم شده است، در جنوب کرمان در سال ۱۳۹۵ زیاد شده و در سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۹، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۹ کم شده است و در سیستان و بلوچستان در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲، ۱۳۸۷، ۱۳۹۷ و ۱۴۰۰ زیاد شده و در سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۳، ۱۳۸۶، ۱۳۸۹، ۱۳۹۲، ۱۳۹۶، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ کم شده است.

در سال‌هایی که میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال تغییر کرده است پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی استان‌های جنوب شرقی کاهش یافته است، اما پایداری تقریباً در اکثر موارد در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۸ افزایش یافته است. در سال ۱۳۸۹ پایداری زیست‌محیطی به دلیل بهبود منابع‌آبی به استثنای جو جنوب کرمان و ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان افزایش یافته، پایداری اقتصادی به دلیل بهبود مکانیزاسیون و نیروی‌کار به استثنای ذرت‌دانه‌ای سیستان و بلوچستان افزایش یافته و پایداری خدماتی به دلیل بهبود بسته‌بندی به استثنای گندم شمال کرمان، جو شمال کرمان و سیستان و بلوچستان افزایش یافته است. در سال ۱۳۹۸ پایداری زیست‌محیطی به دلیل بهبود نهاده‌ها به استثنای گندم شمال کرمان و جنوب کرمان افزایش یافته، پایداری اقتصادی به دلیل بهبود نیروی‌کار افزایش یافته و پایداری خدماتی به دلیل بهبود بسته‌بندی به استثنای گندم شمال کرمان و سیستان و بلوچستان، جو سیستان و بلوچستان و ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان و جنوب کرمان افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی در گندم، جو و ذرت‌دانه‌ای شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان با روش AHP و تاپسیس در دوره زمانی ۱۴۰۰-۱۳۷۹ بررسی شد. برای ارزیابی پایداری، روند پایداری هر محصول در هر استان در طول دوره زمانی مشخص شد و پایداری معیارها و زیرمعیارهای محصولات در هر استان و پایداری معیارها و زیرمعیارهای هر محصول در استان‌ها مقایسه شد.

طبق نتایج AHP، در معیارها به ترتیب پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی و در زیرمعیارها به ترتیب پایداری آب، منابع‌آبی، مالی و مابقی زیرمعیارها اهمیت بیشتری دارند و در زیر-زیرمعیارها به ترتیب پایداری آبیاری تحت‌فشار، آب‌بها، درآمد و سود اهمیت بیشتر و به ترتیب پایداری سم، چاه عمیق و کودشیمیایی اهمیت کمتر دارند، لذا پیشنهاد می‌شود این اولویت‌بندی در سیاستگذاری کشاورزی برای دستیابی به اهداف پایداری کشاورزی رعایت شود.

روند پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و خدماتی در چهار دوره -به استثنای بهبود پایداری زیست‌محیطی در بیشتر موارد در دوره سوم به ترتیب به دلیل منابع‌آبی و آب، بهبود پایداری اقتصادی در بیشتر موارد در دوره چهارم به دلیل نیروی‌کار و بهبود پایداری خدماتی در بیشتر موارد در دوره چهارم به دلیل بسته‌بندی- افت داشته است، لذا پیشنهاد می‌شود سیاست‌های بهبود روند پایداری از طریق افزایش بهره‌وری نیروی‌کار با مکانیزه کردن کشاورزی و استفاده نیروی‌کار خانوادگی و از طریق افزایش بهره‌وری بسته‌بندی با تخصیص تسهیلات بسته‌بندی و بهبود شرایط بسته‌بندی در سال‌های آتی فراهم شود و باید بازنگری در سیاست‌های پایداری بهره‌وری آب، نهاده‌ها، منابع‌آبی، مالی، مکانیزاسیون و حمل‌ونقل برای ادامه بهبود روند در سال‌های آتی انجام شود.

در طول دوره مطالعه در ناحیه جنوب شرقی، به ترتیب معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و خدماتی پایدارتر می‌باشند. نتایج پایداری گندم در هر استان نشان داد در استانی که پایداری زیست‌محیطی بیشتر است، پایداری اقتصادی و خدماتی کمتر می‌باشد و برعکس. این می‌تواند تحت تاثیر قیمت تضمینی باشد که توانسته پایداری زیست‌محیطی گندم را افزایش دهد. دلیل این امر می‌تواند تحت تاثیر اطمینان خاطر از درآمد و سود آتی باشد که برنامه‌ریزی در پایداری زیست‌محیطی را تسهیل می‌نماید. لذا برای افزایش پایداری زیست‌محیطی باید پایداری اقتصادی دارای ثبات نسبی باشد تا کشاورز در تصمیمات پایداری زیست‌محیطی اقدامات موثرتری انجام دهد.

در سیستان و بلوچستان ذرت‌دانه‌ای از لحاظ زیست‌محیطی و اقتصادی نسبت به استان‌های دیگر پایدارتر می‌باشد که همراستایی این دو معیار می‌تواند بیانگر اهمیت بیشتر ذرت‌دانه‌ای نسبت به بقیه غلات باشد. همچنین پایداری غلات در شمال کرمان نسبت به مابقی استان‌ها بیشتر است. دلیل این امر می‌تواند پایداری اقتصادی باشد که نسبت به مابقی استان‌ها در شمال کرمان بهتر است.

نتایج دمارتن گسترش‌یافته نشان داد ناحیه جنوب شرقی ایران در اقلیم خشک و زیراقلیم‌های سرد، معتدل و گرم قرار دارد. در بیشتر سال‌هایی که میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال تغییر کرده است پایداری معیارها کاهش یافته است. پیشنهاد می‌شود برای تاثیر کمتر حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال بر کاهش پایداری محصولات، هواشناسی راهکارهایی عملی برای هر محصول در شرایط بحرانی، با توجه به اقلیم منطقه شناسایی و اعلام نماید. همچنین کارشناسان جهاد کشاورزی با مطالعه

محصولات در سطح مزرعه، برای هر محصول و در هر منطقه چارت اقلیمی و و راهکارهای عملی را طراحی نماید و کارشناسان با ایجاد ذهنیت استفاده موثر راهکارها، زمینه کشاورزی پایدار را پایه‌گذاری نمایند.

پیشنهاد می‌شود بهره‌وری آب و منابع‌آبی برای گندم و جو افزایش یابد. جهاد کشاورزی شمال کرمان، جنوب کرمان و سیستان و بلوچستان باید برای افزایش پایداری زیست‌محیطی در مصرف نهاده‌ها راهکارهای کاربردی‌تری را اعمال نماید، زیرا نتایج بیانگر تاثیر کم ترویج پایداری نهاده‌ها می‌باشد. پایداری مالی شمال کرمان و جنوب کرمان نیاز به اصلاحاتی دارد تا به عامل موثرتری در پایداری اقتصادی تبدیل شود. در سیستان و بلوچستان باید بهره‌وری مکانیزاسیون و نیروی‌کار از طریق بومی‌سازی فناوری‌های کشاورزی افزایش یابد. برنامه‌ریزان کشاورزی باید در پایداری حمل‌ونقل ذرت‌دانه‌ای و پایداری بسته‌بندی گندم و جو بازنگری نمایند.

منابع

1. Alizadeh, A., Hamza Nouri, A., Mortazavi, A., Yazidi, A., Jamasab, A., Kamali, G. A., Vazife Dost, M., & Bastani, K., (1999). Net Irrigation Requirement of Agricultural and Garden Crops Iran: NETWAT Software. Ministry of Agricultural Jihad and Meteorological Organization. [In Persian]
2. Agricultural Statistics of Iran, Crops (ASI) (2020-21). (2022). (Vol. 1). Ministry of Agriculture Jihad. [In Persian]
3. Basak, I., & Saaty, T. (1993). Group decision making using the analytic hierarchy process. Mathematical and computer modelling, 17(4-5), 101-109.
4. Bathaei, A., & Štreimikienė, D. (2023). A Systematic Review of Agricultural Sustainability Indicators. Agriculture, 13(2), 241.
5. Chopra, R., Magazzino, C., Shah, M. I., Sharma, G. D., Rao, A., & Shahzad, U. (2022). The role of renewable energy and natural resources for sustainable agriculture in ASEAN countries: do carbon emissions and deforestation affect agriculture productivity?. Resources Policy, 76, 102578.
6. CSI., 2023. Geographic Information, Country Divisions. Center of Statistics of Iran. [In Persian]
7. Dashti, G., Negahban, S., Hayati, B. (2015). Relationship between Factor Productivity and Agricultural Sustainability in Potato Farms of Ardabil Plain. JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND SUSTAINABLE PRODUCTION, 25(2.1), 99-111. [In Persian]
8. Dos Reis, J. C., Rodrigues, G. S., de Barros, I., de Aragão Ribeiro Rodrigues, R., Garrett, R. D., Valentim, J. F., ... & Rodrigues-Filho, S. (2023). Fuzzy logic indicators for the assessment of farming sustainability strategies in a tropical agricultural frontier. Agronomy for Sustainable Development, 43(1), 8.
9. Emami, R., (2019). Objectives and Necessities of Implementing Sustainable Agriculture. Agricultural Support Services Company Company (ASSC) Mazandaran. [In Persian]
10. FAO. (2022). WORLD FOOD AND AGRICULTURE STATISTICAL YEARBOOK 2022. FAO.
11. Koocheki, A., & Nasiri mahalati, M. (2016). Climate Change Effects on Agricultural Production of Iran: II. Predicting Productivity of Field Crops and Adaptation Strategies. Iranian Journal of Field Crops Research, 14(1), 1-20.
12. Lai, Y.-J., Liu, T.-Y., & Hwang, C.-L. (1994). Topsis for MODM. European journal of operational research, 76(3), 486-500.
13. Matebu, A., & Shibabaw, M. (2015). Partial and Total Productivity Measurement Models for Garment Manufacturing Firms. Jordan Journal of Mechanical & Industrial Engineering, 9(3).
14. Motlagh, M. A., Valmohammadi, C., & Modiri, M. (2020). Developing a qualitative model of productivity for service companies using fuzzy analytic hierarchy process: a case study. International Journal of Productivity and Quality Management, 29(1), 126-147.
15. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., HOFFMANN, A., & Giovannini, E. (2008). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide oecd. Methodology. Parigi.
16. Senanayake, R. (1991). Sustainable agriculture: definitions and parameters for measurement. Journal of Sustainable Agriculture, 1(4), 7-28.
17. Sridhar, A., Balakrishnan, A., Jacob, M. M., Sillanpää, M., & Dayanandan, N. (2023). Global impact of COVID-19 on agriculture: role of sustainable agriculture and digital farming. Environmental Science and Pollution Research, 30(15), 42509-42525.
18. Steensland, A., & Zeigler, M. (2021). Productivity in agriculture for a sustainable future. In The Innovation Revolution in Agriculture. Springer.
19. Talukder, B., W. Hipel, K., & W. vanLoon, G. (2017). Developing composite indicators for agricultural sustainability assessment: Effect of normalization and aggregation techniques.

Resources, 6(4), 66.
20. Verma, R., Chauhan, N., Bhat, F. M., Anand, A., & Dhaliwal, Y. S. (2023). Role of Cereals in Food Security. Cereal Grains: Composition, Nutritional Attributes, and Potential Applications.
21. Xue, Y., & Li, Y. (2022). Cohesion of Agricultural Crowdfunding Risk Prevention under Sustainable Development Based on Gray–Rough Set and FAHP-TOPSIS. Sustainability, 14(19), 12709.
22. Zanjani Jam, M., & Sufi, M., (2007). Investigating the relationship between climate and watershed areas of Zanjan province. 03th Erosion and Sediment National Conference. [In Persian]