

Sustainability assessment of watershed management plans in Sistan and Tol Heidari watershed of Jahrom County using IUCN method

Amir Fallahpour¹  | Rasoul Khosravi¹   | Masoud Masoudi¹ | Hasan Moghim²

¹ Department of Natural Resources and Environmental Engineering, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

² Natural Resources and Watershed Management Organization, Shiraz, Iran

Email: r-khosravi@shirazu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 25 Jul. 2023

Revised: 07 Dec. 2023

Accepted: 20 Jan. 2024

Published online: 18 Apr. 2024

Keywords:

IUCN Method,

Sustainability assessment,

Sustainable development,

Sustainability indicators,

Watershed management plans.

Abstract

In the comprehensive and integrated watershed management approach, watershed management has progressed from a mechanical and biological program to a comprehensive and integrated management system, through which we can guarantee human needs for the present and future generations. Despite the fact that there is no doubt about the effectiveness of most watershed projects, the alignment of these projects with the goals of sustainable development needs to be evaluated. We used IUCN method to assess sustainability of the watershed management plans in Sistan and Tol Heidari watershed of Jahrom County from 2005 to 2021. The most important strength of this method is simultaneous consideration of human and ecosystem factors. For this purpose, using experts opinion, we classified criteria and indices in two main categories including ecosystem and human. Finally, we selected three criteria and 15 indices for ecosystem section and four criteria and 13 indices for human section to assess watershed sustainability condition. The sustainability assessment of the watershed was performed with and without weighting the indicators and criteria. The final score, according to the stability barometer respectively in the first method, was 66.30 and 71.33 before and after watershed management plans respectively. In the second method, the final scores were 60.64 and 66.66 which indicate an upward trend in the level of stability and increase in the stability. The results of the present study show that the watershed projects in the region have resulted in a relative improvement in the ecological and economic-social conditions of the region.

Cite this article: Fallahpour, A., Khosravi, R., Masoudi, M., Moghim, H. (2024). Sustainability assessment of watershed management plans in Sistan and Tol Heidari watershed of Jahrom County using IUCN method. *Journal of Range & Watershed Management*, 77 (1), 65-83. DOI: 10.22059/jrwm.2024.362763.1719



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press

ارزیابی پایداری طرح‌های آبخیزداری در حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری شهرستان جهرم با استفاده از روش IUCN

امیر فلاح پور^۱ | رسول خسروی^۱ | مسعود مسعودی^۱ | حسن مقیم^۲

۱. بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲. کارشناس آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، شیراز، ایران

رایانامه: r-khosravi@shirazu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

در مدیریت جامع حوضه‌های آبخیز، آبخیزداری از عملیات مکانیکی و زیستی به سمت یک سیستم مدیریتی یکپارچه و اداره واحد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و بوم‌شناختی با مشارکت مردمی پیش رفته است، که از طریق آن بتوان نیازهای انسان را برای زمان حال و نسل‌های آینده بطور مستمر و معقولانه تضمین نمود. علیرغم اینکه در اثربخشی اکثر پروژه‌های آبخیزداری تردیدی نیست، اما همسو و هم‌راستا بودن این پروژه‌ها با اهداف توسعه پایدار نیازمند ارزیابی همه‌جانبه است. در پژوهش حاضر از روش اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) به منظور ارزیابی پایداری طرح‌های آبخیزداری در حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری جهرم و مقایسه آن در دو زمان پیش و پس از اجرا (۱۴۰۰-۱۳۸۴) استفاده شد. مهمترین ویژگی روش IUCN در نظر گرفتن همزمان فاکتورهای اکوسیستمی و انسانی است. بدین منظور، با استفاده از روش نظرخواهی از خبرگان، در نهایت سه معیار و ۱۵ شاخص برای بخش اکوسیستم و چهار معیار و ۱۳ شاخص برای بخش انسانی انتخاب گردید. ارزیابی پایداری یک بار بدون وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها و بار دیگر با وزن‌دهی به روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام شد. امتیاز نهایی با توجه به بارومتر پایداری به ترتیب در روش اول پیش از اجرا ۶۶/۳۰ و پس از اجرا ۷۱/۳۳ و در روش دوم ۶۴/۶۰ و ۶۶/۶۶ به دست آمد که نشانگر سیر صعودی در میزان پایداری و افزایش وضعیت پایداری می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که طرح‌های آبخیزداری انجام شده در منطقه توانسته است که بهبودی نسبی در شرایط بوم‌شناختی و اقتصادی - اجتماعی منطقه ایجاد نماید.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۳۰

کلیدواژه‌ها:

ارزیابی پایداری،

روش IUCN،

توسعه پایدار،

شاخص‌های پایداری،

طرح‌های آبخیزداری.

استناد: فلاح پور، امیر؛ خسروی، رسول؛ مسعودی، مسعود؛ مقیم، حسن (۱۴۰۳). ارزیابی پایداری طرح‌های آبخیزداری در حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری شهرستان جهرم با استفاده از روش

IUCN. نشریه مرتع و آبخیزداری، ۷۷(۱)، ۶۵-۸۳.

DOI: 10.22059/jrwm.2024.362763.1719



© نویسندگان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

کشور ایران به لحاظ شرایط زیست‌محیطی (اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی) خاص، از لحاظ اقتصادی وابستگی شدیدی به کشاورزی و دامداری داشته و منابع پایه موجود در حوضه آبخیز محور اصلی اقتصاد آن محسوب می‌شود. با هدر رفتن آب و افزایش فرسایش خاک، بازده تولیدی حوضه‌های آبخیز کاهش می‌یابد و تولیدات زراعی و دامی کم می‌شود. از این‌رو، جهت شکوفایی اقتصاد و بهبود معیشت قشر روستایی توجه به مسائل آب و خاک، و همچنین اصلاح، احیاء و بهره‌برداری اصولی از منابع پایه موجود در حوضه از اولویت بالایی برخوردار است. فعالیت‌های صحیح آبخیزداری و حفظ و احیاء خاک، آب و پوشش گیاهی حوضه آبخیز علاوه بر ایجاد اشتغال و بهبود وضعیت اقتصادی جمعیت روستایی، استمرار بهره‌برداری از این منابع را در آینده نیز بیمه نموده و توسعه‌ای پایدار در وضعیت اقتصادی کشور ایجاد می‌نماید (محسنی ساروی و مرتضایی، ۲۰۱۶ و مسعودی و همکاران، ۲۰۱۱). مطابق با تعریف سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد "آبخیزداری فرایند حفظ و پایش منابع طبیعی، کشاورزی و منابع انسانی حوضه آبخیز به منظور تأمین منافع حوضه‌نشینان بدون وارد شدن آسیب به منابع آب و خاک است" (وهایی و همکاران، ۱۹۹۷). فرایند طرح‌ریزی حوضه آبخیز شامل مجموعه‌ای از گام‌هایی است که در چارچوب رویکرد جامع، برای مدیریت پروژه‌ها و عملیات آبخیزداری دنبال می‌شود. این فرایند شامل: تعیین مشکلات و مسائل حوضه آبخیز، تعیین اهداف و راه‌حلهایی برای حل مشکلات، طراحی و برنامه‌ریزی اقدامات مدیریتی، پیش‌بینی اثرات آن‌ها، انتخاب اقدامات برتر و اجرایی و در نهایت اقدامات مدیریتی، پایش ارزیابی، اصلاح و بازبینی برنامه در صورت نیاز است (قدوسی، ۱۹۹۹). از مهمترین تأثیرات آبخیزداری می‌توان به نقش حفاظتی و نگهداری آن از دو منبع حیاتی و اساسی آب و خاک اشاره نمود (مسلمی و همکاران، ۲۰۱۵). علیرغم اینکه در اثربخشی پروژه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری تردیدی نیست، اما در رابطه با این پروژه‌ها این پرسش مطرح می‌شود که "آیا این گونه پروژه‌ها همسو و هم‌راستا با اهداف توسعه پایدار است یا خیر؟" از این‌رو لازم است، این گونه پروژه‌ها مورد ارزیابی و سنجش قرار گیرند و پایداری آن‌ها در سال‌های پس از اجرا و در راستای مقایسه با شرایط پیش از اجرا و نیز اهداف از پیش تعیین شده مورد ارزیابی قرار گیرد (مقیم و همکاران، ۲۰۲۰).

ارزیابی را می‌توان یکی از ابزارهای کارآمد و مهم در نیل به توسعه پایدار معرفی نمود که زمینه پایش فرایندهای پایداری در سطوح مختلف توسعه را فراهم می‌نماید. ارزیابی راهکاری برای شناسایی و پیش‌بینی تأثیرات یک پروژه بر ابعاد رفاه انسانی و سلامت محیط زیست یک منطقه است (UNEP, 2015). تاکنون برای ارزیابی پایداری حوضه آبخیز رویکردها و روش‌های مختلفی از جمله شاخص پایداری آبخیز^۱ (WSI)، شاخص جامعه پایدار^۲ (SSI)، شاخص پایداری محیط زیست^۳ (ESI)، شاخص عملکرد محیط زیست^۴ (EPI)، ارزیابی پایداری جنگل^۵ (SFM)، ارزیابی پایداری سامانه‌های مدیریت منابع طبیعی^۶ (MESMIS)، شاخص پایداری آب کانادا^۷ (CWSI)، شاخص پایداری آب کالیفرنیا^۸ (CWSI)، اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت^۹ (IUCN) و نشریه ۵۰۵ سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور معرفی شده‌است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۷). دستیابی به توسعه پایدار انسانی بدون برخورداری از یک محیط‌زیست سالم امکان‌پذیر نخواهد بود. از سوی دیگر، حفاظت از محیط زیست بدون در نظر گرفتن نیازهای جوامع انسانی دستیابی به توسعه پایدار را غیر ممکن می‌سازد. از این‌رو، در روش ارزیابی IUCN، سلامت انسان و اکوسیستم همزمان ارزیابی و میزان پیشرفت به سوی پایداری اندازه‌گیری می‌شود. که این شرایط بهتری را برای حصول پایداری فراهم می‌کند (IUCN, 2001).

1- Watershed Sustainability Index

2- Sustainable Society Index

3- Environmental Sustainability Index

4- Environmental Performance Index

5- Sustainable Forest Management

6- Indicator-based Framework for Evaluation of Natural Resource Management Systems

7- Canadian Water Sustainability Index

8- California Water Sustainability Index

9- International Union for Conservation of Nature

پژوهشگران داخلی و خارجی زیادی به منظور ارزیابی پایداری حوضه آبخیز و همچنین ارزیابی توسعه پایداری منابع آب، از روش اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت استفاده کرده‌اند. از جمله این تحقیقات می‌توان به ارزیابی‌های صورت گرفته در رابطه با جنگل‌های خیروکنار و گلبن (زاهدی امیری، ۲۰۰۵)، حوضه آبخیز چهل‌چای استان گلستان (تیموری، ۲۰۱۴)، ناحیه عرفی منج از توابع شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری (محمودی و همکاران، ۲۰۱۵)، حوضه آبخیز زیدشت منطقه طالقان در استان البرز (اسدی نیلوند و همکاران، ۲۰۱۶)، حوضه آبخیز دروک استان گلستان (تیموری و همکاران، ۲۰۱۸)، پروژه تغذیه مصنوعی روستای کال استان فارس (مقیم و همکاران، ۲۰۲۰)، تحلیل سطح پایداری مبتنی بر تعادل رفاه اکولوژیکی- انسانی در حوضه آبخیز توتلی خراسان شمالی (حیرانی و همکاران، ۲۰۲۱) اشاره نمود. در مناطق مختلفی از جهان نیز ارزیابی پایداری پروژه‌های آبخیزداری با روش‌های مختلفی صورت گرفته است که در این بین می‌توان به مطالعات انجام شده در ماداگاسکار (IUCN, 2001)، جنوب شرق آسیا (Remedio et al, 2003)، منطقه لانگ دوا در حوالی شهر پکن (Chan et al, 2009)، رودخانه لانگ دوا چین در منطقه یانان چین (Huang et al, 2015)، و جنوب غربی چین (Jianbo et al, 2017)، حوضه گروتا دو الگا آزل در برزیل (Silva-Melo et al, 2021) اشاره نمود. در پژوهش‌های مذکور از معیارهای اقلیم، خاک، آب، پوشش گیاهی، بارندگی، تبخیر و تعرق، هدایت الکتریکی، فرسایش در بخش اکوسیستم و معیارهای جمعیت، فقر و معیشت، بهداشت، ترکیب سنی، نرخ اشتغال، درآمد در بخش انسانی برای ارزیابی پایداری حوضه‌های آبخیز و منابع آب استفاده شده است.

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی پایداری طرح‌های آبخیزداری اجرا شده در حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری شهرستان جهرم با استفاده از شاخص‌های کمی و کیفی در چارچوب روش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی و با در نظر گرفتن دو فاکتور اکوسیستم و انسانی می‌باشد. علت انتخاب و بررسی حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری اجرای تعداد زیاد طرح‌ها و تنوع طرح‌های آبخیزداری اجرا شده در این حوضه و نیز گذشت مدت زمان لازم جهت ارزیابی تاثیر این طرح‌ها (بیش از ۱۵ سال) بر حل مسائل و مشکلات حوضه می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مطالعاتی

حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری جهرم در آبریز سد مخزنی سلمان فارسی (قیروکارزین)، با طول $۵۳^{\circ}۱۵'$ تا $۵۳^{\circ}۳۰'$ و عرض جغرافیایی $۲۸^{\circ}۱۷'$ تا $۲۸^{\circ}۳۰'$ و به مساحت $۲۰۷/۷$ کیلومترمربع در استان فارس، جنوب غربی شهرستان جهرم، بخش مرکزی، دهستان جلگه قرار دارد. این حوضه آبخیز بخش کوچکی از آبخیز رودخانه شور جهرم است. بر پایه تقسیمات وزارت نیرو، مساحت حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری $۱/۷۶$ درصد از مساحت کل آبریز است که از نظر منابع آب، بخشی از محدوده مطالعاتی قیروکارزین را شامل می‌شود. این حوضه آبخیز در آبریز ۱۱۸۰۰ کیلومترمربعی، سد مخزنی سلمان فارسی قرار گرفته و فاصله خروجی آن تا سد $۱۲/۱۴$ کیلومتر است. تیپ اقلیمی منطقه نیمه خشک سرد و نیمه خشک معتدل است. میانگین بارندگی سالانه ۲۲۰ میلیمتر می‌باشد. از نظر زمین‌شناسی بخش عمده حوضه مورد مطالعه در سازندهای میشان، بخش گوری از سازند میشان با لیتولوژی آهکی، سازند بختیاری با لیتولوژی کنگلومرا، و رسوبات کواترنر قرار دارد. بافت خاک در قسمت‌های مختلف حوضه متفاوت است. در اراضی کوهستانی سبک تا متوسط، در تپه‌ها متوسط تا نسبتاً سنگین، در فلات‌ها و تراس‌های فوقانی متوسط و در واریزه‌های بادبزی شکل و سنگریزه‌دار بافت متوسط تا سبک دیده می‌شود. این حوضه به ۷ زیرحوضه غیر هیدرولوژیک و ۴۴ زیرحوضه جزیی‌تر تقسیم‌بندی می‌شود. آبراهه‌ها در مناطق شمال شرقی و شرقی و جنوب شرقی از تراکم بیشتری نسبت به سایر بخش‌های حوضه برخوردار است. از جمله مشکلات اساسی حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری پیش از اجرای طرح‌های آبخیزداری می‌توان به فرسایش‌پذیری و تولید رسوب، کمبود امکانات رفاهی و عدم

دسترسی به نیازهای اساسی و اولیه زندگی از قبیل آب آشامیدنی بهداشتی، برق، مدرسه، خانه بهداشت اشاره نمود. تبدیل مراتع به دیم‌زارها و باغات و افزایش چرای بی‌رویه و زودرس باعث ایجاد مشکلاتی برای دامداران در جهت تأمین علوفه شده است. شروع مطالعات طرح‌های آبخیزداری در این حوضه از سال ۱۳۸۳ تا پایان سال ۱۳۸۴ صورت گرفت. در مطالعات اولیه، هدف اصلی از اجرای طرح‌های آبخیزداری در این حوضه، کاهش فرسایش و رسوب ورودی به مخزن سد بیان شده است. در محدوده مورد مطالعه ۵۲ طرح آبخیزداری بین سال ۸۵ تا ۹۵ انجام گرفت که مهمترین این طرح‌ها شامل احداث بندهای خاکی، بندهای سنگی ملاتی، حوضچه‌های تغذیه مصنوعی، احداث آبنما، جنگل‌کاری و مرتع‌کاری (کپه‌کاری، بذرکاری) می‌باشد (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری فارس ۲۰۲۰؛ جدول ۱ و شکل ۱).

جدول ۱. طرح‌های اجرا شده در حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری جهرم (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری فارس ۲۰۲۰)

دشت	زیر حوضه	پروژه‌های اجرا شده
تل‌حیدری	C	سه بند خاکی در این دشت اجرا شده است.
تنگ پهدانه	A	در آبراهه‌های این دشت ۳۱ بند سنگ ملاتی و در دامنه شمالی آبراهه اصلی ۴۰۰ هکتار مرتع‌کاری (کپه‌کاری و بذرکاری) با بذر یونجه یکساله و ماش گرمسیری شده است.
قلعه نو	B.H	در این دشت یک بند سنگی ملاتی و یک حوضچه تغذیه مصنوعی به حجم ۱۰۰/۰۰۰ هزار متر مکعب ساخته شده است. در زیرحوضه H نیز جنگل‌کاری به وسعت ۳۴۸/۱ هکتار (آکاسیا سالیسینا، آکاسیا ویکتوریا، اکالیپتوس، کنار، زیتون، کهور پاکستانی) و هشت بند سنگی ملاتی اجرا شده است.
چم سبز و سیستان	D.E.S	در این دشت در زیرحوضه S2 دو آب نما به وسیله دو بهره‌بردار و در زیرحوضه S1، S2 ۸۵۰ هکتار مرتع‌کاری (کپه‌کاری و بذرکاری) با بذر یونجه یکساله و ماش گرمسیری و ۳۴ هکتار جنگل‌کاری (آکاسیا سالیسینا، آکاسیا ویکتوریا) انجام شده است و در زیرحوضه E11 نیز چهار بند سنگی ملاتی احداث شده است.

۲-۲. روش بررسی

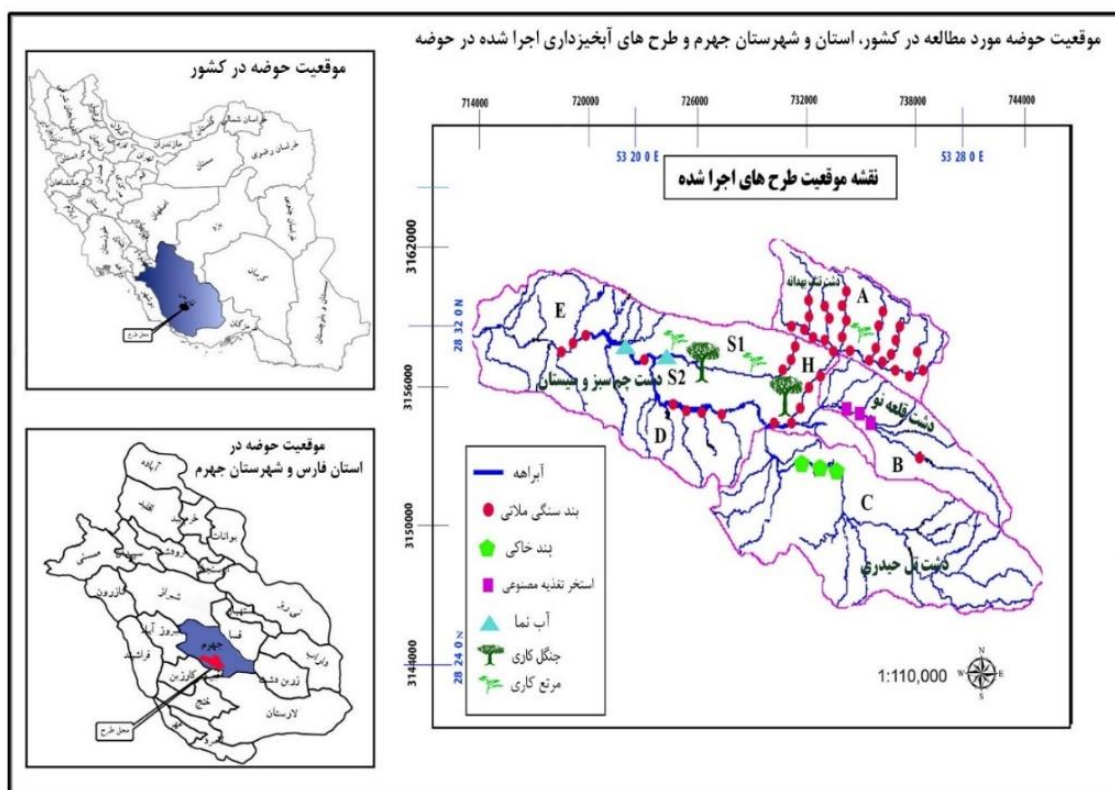
یکی از روش‌های ارزیابی پایداری، روش اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) است که به طور همزمان و یکسان، سلامت اکوسیستم و رفاه انسانی را ارزیابی و میزان پیشرفت به سوی پایداری را اندازه‌گیری می‌کند. این اتحادیه، رابطه انسان با زیست‌بوم را به شکل یک تخم‌مرغ سالم در نظر می‌گیرد، که سفیده را زیست‌بوم و زرده را به عنوان انسان تعبیر می‌کند. از اینرو سامانه‌ای پایدار خواهد بود که مردم و زیست‌بوم آن سالم باشند (IUCN, 2001). در بخش‌های زیر مراحل ارزیابی پایداری حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری به روش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی در هفت مرحله نشان داده شده است.

گام اول: تعیین هدف ارزیابی

هدف از ارزیابی، شناسایی وضعیت پایداری در دو بازه زمانی پیش و پس از اجرای طرح‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری سیستان و تل‌حیدری شهرستان جهرم بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۰ است.

گام دوم: مشخص کردن سیستم‌های مورد ارزیابی

در روش IUCN دو سیستم یا بخش شامل اکوسیستم و انسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این پژوهش بخش اکوسیستم در چارچوب محدوده محیط‌زیست حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری جهرم تعریف گردید. بخش انسانی نیز جامعه انسانی و آبدی‌های حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری جهرم که در واقع ذینفعان پروژه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری می‌باشند، در نظر گرفته شد.



شکل ۱. موقعیت حوضه آبخیز سیستان و تل حیدری جهرم و طرح های آبخیزداری اجرا شده

گام سوم: تعیین ابعاد و عناصر پایداری

ابعاد پایداری هر سیستم را با استفاده از مجموعه ای از عناصر تعیین می کنند (محمودی و همکاران، ۲۰۱۵). در این پژوهش با الگوگیری از روش اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی و توجه ویژه به پژوهش های همسو، ابعاد پایداری شامل ابعاد محیط زیستی و رفاه انسانی تعیین و مشخص گردید.

گام چهارم: انتخاب معیارها و شاخص ها و وزن دهی آن ها

انتخاب معیارها و شاخص ها مطابق با نشریه ۵۰۵، دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری، نظرات کارشناسان، و مطالعات پیشین صورت گرفت. بدین ترتیب معیارها و شاخص ها جهت نظرخواهی در اختیار ۱۶ نفر از خبرگان (عمدتاً کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس و شرکت های مشاور اجرایی طرح های آبخیزداری با بیش از ۲۰ سال سابقه کار) قرار گرفت. روش نظرخواهی از خبرگان بر مبنای روش گلوله برفی^{۱۰} بود که بر اساس مصاحبه انجام شد. این روش نمونه گیری برای تشخیص افراد متخصص یک جامعه در یک موضوع علمی به کار می رود، زیرا این افراد معمولاً همدیگر را می شناسند و از طریق چند نفر از آن ها به عنوان نمونه به تعداد بیشتری از افراد دست پیدا می کنیم. این نمونه گیری از افراد، زمان و هزینه کمتری نیاز دارد.

معیارها و شاخص های انتخابی در دو بخش اکوسیستم و انسانی انتخاب و درجه اهمیت شاخص ها بر اساس مقیاس لیکریت در پنج طبقه و در فواصل ۲۰ تایی (وضعیت ناپایدار ۰-۲۰، تقریباً ناپایدار ۲۰-۴۰، پایداری متوسط ۴۰-۶۰، تقریباً پایدار ۶۰-۸۰، وضعیت پایدار ۸۰-۱۰۰)

¹⁰. Snowbal

دسته‌بندی شد (محسنی ساروی و مرتضایی، ۲۰۱۶). در این پژوهش وضعیت پایداری حوضه آبخیز در گام اول بدون وزن‌دهی و ارزش‌گذاری شاخص‌ها و معیارها و به صورت معمول بر اساس کتاب مدیریت جامع حوضه آبخیز (ساروی و فریز هندی، ۱۳۹۳) و بار دیگر، با وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارهای استفاده شده در دو بخش اکوسیستم و انسانی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی^{۱۱} (AHP)، انجام گرفت. علت وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها در نظر گرفتن اهمیت آن‌ها در تحلیل‌های ارزیابی پایداری بود. برای نمونه، در بخش انسانی در معیار فقر و معیشت، بیشترین وزن به شاخص متوسط درآمد خانوار اختصاص داده شد. در مقایسه با دیگر شاخص‌های بخش انسانی، بر اساس نظرسنجی کارشناسان شاخص سرانه تولیدات کشاورزی در معیار تغذیه و امنیت غذایی اهمیت بیشتری نسبت به شاخص‌های دیگر داشته، به همین دلیل بیشترین وزن به آن داده شد. مراحل ارزیابی پایداری حوضه آبخیز با استفاده از وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها به صورت زیر انجام گرفت.

در مرحله اول برای هر شاخص: وزن * امتیاز IUCN هر شاخص
 در مرحله دوم برای هر معیار: وزن * جمع امتیاز شاخص‌های وزن‌دهی شده در هر معیار
 در مرحله سوم برای هر بخش: وزن * جمع امتیاز معیارهای وزن‌دهی شده هر بخش
 در مرحله چهارم محاسبه امتیاز نهایی ارزیابی محیط‌زیستی حوضه آبخیز: از محاسبه میانگین حسابی امتیاز وزن‌دهی شده بخش اکوسیستم و انسانی

الف: معیارها و شاخص‌های انتخابی در بخش اکوسیستم

از میان معیارها و شاخص‌های مختلف، ۲۸ شاخص در قالب هفت معیار مشخص و تأیید گردید. از این میان، سه معیار و ۱۵ شاخص در بخش اکوسیستم و چهار معیار و ۱۳ شاخص برای بخش انسانی انتخاب شد (جدول ۲).

جدول ۲. معیارها و شاخص‌های انتخابی به منظور ارزیابی پایداری حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری

بخش	معیار	شاخص	جمع‌آوری اطلاعات پیش از اجرا (۱۳۸۴)	جمع‌آوری اطلاعات پس از اجرا (۱۴۰۰)
اکوسیستم	آب	هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، تراکم چاه‌های در حال بهره‌برداری و عمق سطح آب زیرزمینی	مطالعات شرکت مشاور	شرکت آب منطقه‌ای فارس، عملیات میدانی و نمونه‌برداری
	خاک	فرسایش ویژه، رسوب ویژه، هدایت الکتریکی، اسیدیته و درصد ماده آلی	مطالعات شرکت مشاور	اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس، عملیات میدانی و نمونه‌برداری
	پوشش گیاهی	وسعت مراتع، تاج پوشش گیاهی مرتعی، درصد لاشبرگ، تولید علوفه، وسعت جنگل و قطر تاج پوشش جنگل	مطالعات شرکت مشاور	اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس و شهرستان جهرم، مرکز تحقیقات منابع طبیعی فارس، شرکت‌های مشاور
	جمعیت	رشد جمعیت، تراکم جمعیت، نرخ مهاجرت	مطالعات شرکت مشاور و مرکز آمار	مرکز آمار
انسانی	فقر و معیشت	نرخ اشتغال، بار تکفل خالص و متوسط درآمد خانوار	مطالعات شرکت مشاور و مرکز آمار	مرکز آمار، جهاد کشاورزی استان فارس و شهرستان جهرم
	تغذیه و امنیت غذایی	سرانه اراضی کشاورزی، سرانه تولیدات کشاورزی	مطالعات شرکت مشاور	جهاد کشاورزی استان فارس و شهرستان جهرم
	کاربری اراضی و تغییرات آن	مالکیت اراضی ملی، تصرف اراضی ملی، اراضی مخروبه، تخریب شده و لخت، سطح	مطالعات شرکت مشاور	اداره کل منابع طبیعی استان فارس و شهرستان جهرم، جهاد کشاورزی استان

¹¹ Analytical Hierarchy Process

گام پنجم: طبقه‌بندی و ارزش‌دهی شاخص‌ها

شاخص‌های انتخاب شده بر اساس روند بهبود به دو دسته کلی تقسیم‌بندی شدند. دسته نخست، شاخص‌هایی را شامل می‌شود که در آن‌ها ارزش بیشینه بهترین حالت و ارزش کمینه بدترین حالت را دارد. در این دسته شاخص‌های درصد ماده آلی خاک، وسعت مراتع، تاج پوشش گیاهی مرتعی، درصد لاشبرگ، تولید علوفه، وسعت جنگل، قطر تاج پوشش جنگلی، درصد مالکیت اراضی ملی، نرخ اشتغال، متوسط درآمد خانوار، سرانه اراضی کشاورزی، سرانه تولیدات کشاورزی، سطح اراضی کشاورزی، و توسعه اراضی باغی قرار می‌گیرند. دسته دوم، شاخص‌هایی هستند که در آن‌ها ارزش کمینه بهترین حالت و ارزش بیشینه بدترین حالت را دارد. در این دسته نیز شاخص‌های هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، تراکم چاه‌های در حال بهره‌برداری، عمق سطح آب زیرزمینی، فرسایش ویژه خاک، رسوب ویژه خاک، هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته گل اشباع، رشد جمعیت، تراکم جمعیت، نرخ مهاجرت، بار تکفل خالص، مراتع مخروبه و تخریب شده و اراضی لخت، و تصرف اراضی ملی قرار می‌گیرند (جدول ۳).

جدول ۳. محاسبه امتیاز شاخص‌ها بر اساس روش IUCN (مقیم و همکاران ۲۰۲۰)

زمانی که بهترین حالت ارزش بیشینه و بدترین حالت ارزش کمینه را دارد						
مثال: طبقه‌بندی داخلی میانگین قطر تاج پوشش جنگلی (cm) منبع: (نشریه ۵۰۵)						
کلاس‌بندی	> ۲۴۰	۱۸۰ - ۲۴۰	۱۲۰ - ۱۸۰	۶۰ - ۱۲۰	۰ - ۶۰	
وضعیت	خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف	
امتیاز	۵	۴	۳	۲	۱	
محاسبه امتیاز IUCN شاخص	IUCN امتیاز	خوب	قابل قبول	متوسط	ضعیف	فرمول از چپ به راست
		۸۰ - ۱۰۰	۶۰ - ۸۰	۴۰ - ۶۰	۲۰ - ۴۰	۰ - ۲۰
		۱۲/۴۴ = ۱۸۰ - ۱۹۲/۴۴				مرحله اول
		۶۰ = ۱۸۰ - ۲۴۰				مرحله دوم
		۰/۲۰۷ = ۱۲/۴۴ / ۶۰				مرحله سوم
		۲۰ = ۶۰ - ۸۰				مرحله چهارم
		۴/۱۴ = ۲۰ * ۰/۲۰۷				مرحله پنجم
		۶۴/۱۴ = ۶۰ + ۴/۱۴				مرحله ششم
		۶۴/۱۴ امتیاز IUCN				

زمانی که بهترین حالت ارزش کمینه و بدترین حالت ارزش بیشینه را دارد

مثال: طبقه‌بندی داخلی هدایت الکتریکی آب منبع: (نشریه ۵۰۵)						
کلاس‌بندی	< ۳۰۰	۳۰۰ - ۵۰۰	۵۰۰ - ۱۵۰۰	۱۵۰۰ - ۲۰۰۰	> ۲۰۰۰	
وضعیت	خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف	
امتیاز	۵	۴	۳	۲	۱	
محاسبه امتیاز IUCN شاخص	IUCN امتیاز	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف	فرمول از چپ به راست
		۸۰ - ۱۰۰	۶۰ - ۸۰	۴۰ - ۶۰	۲۰ - ۴۰	۰ - ۲۰
		۱۲۲۵/۲۱ = ۵۰۰ - ۱۳۲۵/۲۱				مرحله اول
		۱۰۰۰ = ۱۵۰۰ - ۵۰۰				مرحله دوم
		۰/۷۲۵ = ۱۳۲۵/۲۱ / ۱۰۰۰				مرحله سوم
		۲۰ = ۴۰ - ۶۰				مرحله چهارم
		۱۴/۵ = ۲۰ * ۰/۷۲۵				مرحله پنجم

مرحله ششم

(جواب مرحله پنجم - امتیاز بالای دامنه IUCN)

60 - ۱۴/۵ = ۴۵/۵

IUCN امتیاز ۴۵/۵

گام ششم: تلفیق شاخص‌ها

در این گام، با جمع کردن امتیاز شاخص‌های هر یک از معیارها و محاسبه میانگین حسابی آن‌ها در هر دو روش بدون وزن‌دهی و با وزن‌دهی، امتیاز هر معیار و شاخص تعیین گردید. همچنین با جمع کردن و محاسبه میانگین حسابی امتیاز معیارهای هر بُعد و هر بخش، امتیاز نهایی هر یک از ابعاد و بخش‌ها مشخص شد.

گام هفتم: ترسیم بارومتر پایداری

پس از مشخص شدن امتیاز کلیه شاخص‌های هر معیار و پیرو آن هر یک از دو بخش اکوسیستم و انسان، در گام آخر بارومتر پایداری ترسیم گردید تا وضعیت پایداری منطقه برای دو بازه زمانی پیش و پس از اجرای پروژه تعیین شود.

۳. یافته‌های پژوهش**۳-۱. ارزیابی پایداری حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری بدون وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها**

در جدول ۴ و ۵ امتیاز شاخص‌ها و معیارها در دو بخش اکوسیستم و رفاه انسانی بدون وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، امتیاز نهایی با توجه به بارومتر پایداری پیش از اجرا ۶۶/۳۰ و پس از اجرا ۷۱/۳۳ به دست آمد که نشان دهنده سیر صعودی با شیب ملایم در میزان پایداری در طبقه چهارم است. در شکل ۲ و ۳ بارومتر پایداری و نمودار راداری پایداری و در جدول ۶ وضعیت راداری پایداری حوضه آبخیز نشان داده شده است.

۳-۲. ارزیابی پایداری حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری با وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها

بر اساس درجه اهمیت و ارزش، به هر کدام از شاخص‌ها، معیارها و بخش‌ها به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی وزن داده شد. برای نمونه، در بخش اکوسیستم در رابطه با معیار آب، بیشترین وزن به شاخص عمق سطح آب زیر زمینی و در قسمت معیارها بیشترین وزن به معیار آب داده شد. در بخش انسانی نیز، در معیار تغذیه و امنیت غذایی بیشترین وزن به شاخص سرانه تولیدات کشاورزی و در قسمت معیارها بیشترین وزن به معیار فقر و معیشت داده شد. امتیاز شاخص‌ها، معیارها و ابعاد برای هر دو بخش اکوسیستم و انسان در دو بازه زمانی پیش و پس از اجرا با استفاده از روش وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها در جداول ۷ و ۸، نشان داده شده است. در جدول ۹، مقایسه امتیازات در دو روش بدون وزن‌دهی و با وزن‌دهی آورده شده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مقایسه با دیگر روش‌ها و رهیافت‌ها، روش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) در ارزیابی پایداری طرح‌ها برخورد یکسانی با ابعاد انسانی و زیست محیطی دارد. این روش مستلزم شناخت دقیق از شیوه برخورد مردم در استفاده از منابع طبیعی است و در آن ارتباط متقابل انسان و سکونت در فرایندهای ناشی از اجزای سیستم تجزیه و تحلیل می‌شود. تا کنون در مناطق مختلفی از کشور از روش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) به منظور ارزیابی پایداری پروژه‌های آبخیزداری در حوضه‌های آبخیز استفاده شده است. به طور مثال، در مطالعات ارزیابی پایداری حوضه آبخیز زیدشت طالقان، امتیاز نهایی برای بخش اکوسیستم و اقتصادی-اجتماعی نشان از پایداری متوسط حوضه بود (اسدی‌نیلوند و همکاران، ۲۰۱۶). ارزیابی پایداری حوضه آبخیز دروک استان گلستان نیز نشان داد که امتیاز نهایی بخش اکوسیستم و اقتصادی-اجتماعی نشان دهنده پایداری متوسط حوضه آبخیز است (زاهدی امیری، ۲۰۰۵). در مطالعات دیگری نیز استفاده از روش IUCN نشان از کارایی این روش در ارزیابی پایداری طرح‌های آبخیزداری در دو بخش اکوسیستم و انسانی (اقتصادی-)

اجتماعی) است (به طور مثال؛ تیموری و همکاران، ۲۰۱۸؛ مقیم و همکاران، ۲۰۲۰؛ حیرانی و همکاران، ۲۰۲۱).

جدول ۴. دسته‌بندی داخلی شاخص‌ها و امتیاز شاخص‌ها در بخش اکوسیستم و انسانی

منبع	پس از اجرا			پیش از اجرا			شاخص	معیار	بخش
	طبقه	امتیاز شاخص در طبقه‌بندی IUCN	امتیاز واقعی شاخص در طبقه‌بندی داخلی	طبقه	امتیاز شاخص در طبقه‌بندی IUCN	امتیاز واقعی شاخص در طبقه‌بندی داخلی			
		خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	طبقه بندی		
نشریه ۵۰۵		>۲۰۰	۲۰۰-۱۵۰	۵۰-۱۵۰	۵۰-۳۰	<۳۰	کلاسه‌بندی داخلی		
نشریه ۵۰۵	۳	۴۵/۴	۱۲۳/۴	۳	۴۵/۵	۱۲۲۵/۲۱	هدایت الکتریکی		
نوروزی، ۲۰۱۱	۵	۹۳/۴۸	۳/۲۶	۵	۹۶/۹۶	۱/۵۲	کلاسه‌بندی داخلی		
	۴	> ۴	۲/۵-۴	۱-۲/۵	<۱	.	نسبت جذب سدیم		
بنی اسدی و همکاران، ۲۰۱۳	۴	۷۵	۰/۲۵	۴	۷۸/۰۸	۰/۰۹	کلاسه‌بندی داخلی		تراکم چاه‌های در حال بهره‌برداری (کیلومتر مربع به سطح)
	۲	> ۵۰	۲۵-۵۰	۱۰-۲۵	۵-۱۰	< ۵	کلاسه‌بندی داخلی		عمق سطح آب زیرزمینی (متر)
مقیم و همکاران، ۲۰۲۰	۴	۲۸/۶	۳۹/۲۷	۳	۵۸/۶۸	۱۱	کلاسه‌بندی داخلی		فرسایش ویژه خاک (ton/ha)
مقیم و همکاران، ۲۰۲۰	۴	> ۲۵	۱۵-۲۵	۵-۱۵	۲-۵	< ۲	کلاسه‌بندی داخلی		رسوب ویژه خاک (ton/ha)
نشریه ۵۰۵	۵	۹۶/۱	۰/۷۸	۵	۹۴/۳	۱/۱۴	کلاسه‌بندی داخلی		هدایت الکتریکی خاک
جعفری، ۲۰۱۰	۴	-	< ۵ و > ۹	۸/۳-۸/۹	۷/۵-۸/۵	۷-۷/۵	کلاسه‌بندی داخلی		اسیدیته خاک
FAO 2005	۳	۰-۰/۴	۰/۴-۰/۸	۰/۸-۱/۲	۱/۲-۱/۵	> ۱/۵	کلاسه‌بندی داخلی		درصد ماده آلی خاک
نشریه ۵۰۵	۵	۵۱/۵	۱/۰۳	۲	۳۹/۵	۰/۷۹	کلاسه‌بندی داخلی		کلاسه‌بندی داخلی
صالحی ۲۰۱۸	۵	۰-۲۰	۲۱-۴۰	۴۱-۶۰	۶۱-۸۰	۸۱-۱۰۰	کلاسه‌بندی داخلی		وسعت مراتع (درصد)
صالحی ۲۰۱۸	۲	۸۸	۸۸/۶	۵	۹۳/۴۲	۹۳/۷۵	کلاسه‌بندی داخلی		تاج پوشش گیاهی مرتعی (درصد)
صالحی ۲۰۱۸	۲	< ۵	۵-۲۵	۲۵-۵۰	۵۰-۷۵	> ۷۵	کلاسه‌بندی داخلی		کلاسه‌بندی داخلی
معمدی و همکاران ۲۰۱۹	۲	۳۸/۵	۲۳/۵۱	۲	۳۸/۵۸	۲۳/۵۸	کلاسه‌بندی داخلی		درصد لاشبرگ
نشریه ۵۰۵	۱	۰-۲	۲-۴	۴-۶	۶-۸	> ۸	کلاسه‌بندی داخلی		تولید علوفه (kg/ha)
نشریه ۵۰۵	۲	۳۱/۱۸	۳/۱۱	۱	۱۴/۶۲	۱/۴۶	کلاسه‌بندی داخلی		کلاسه‌بندی داخلی
نشریه ۵۰۵	۲	۰-۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۴۰۰	> ۴۰۰	کلاسه‌بندی داخلی		وسعت جنگل
نشریه ۵۰۵	۴	۱۵/۴۶	۷۶/۳۷	۱	۱۱/۵۸	۵۷/۹۰	کلاسه‌بندی داخلی		کلاسه‌بندی داخلی
نشریه ۵۰۵	۲	۰	۱-۵	۶-۱۰	۱۰-۳۰	> ۳۰	کلاسه‌بندی داخلی		قطر تاج پوشش جنگلی (به سانتیمتر)
نشریه ۵۰۵	۲	۲۳/۶۶	۱/۸۴	۱	.	.	کلاسه‌بندی داخلی		
نشریه ۵۰۵	۴	۰-۶۰	۶۰-۱۲۰	۱۲۰-۱۸۰	۱۸۰-۲۴۰	۲۴۰-۳۰۰	کلاسه‌بندی داخلی		
	۴	۶۴/۱۴	۱۹۲/۴۴	۱	.	.	کلاسه‌بندی داخلی		

ادامه جدول ۴.

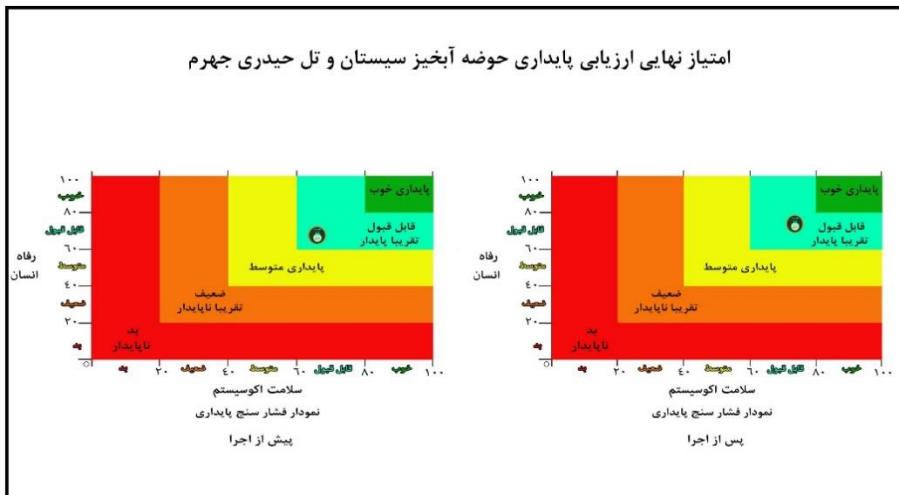
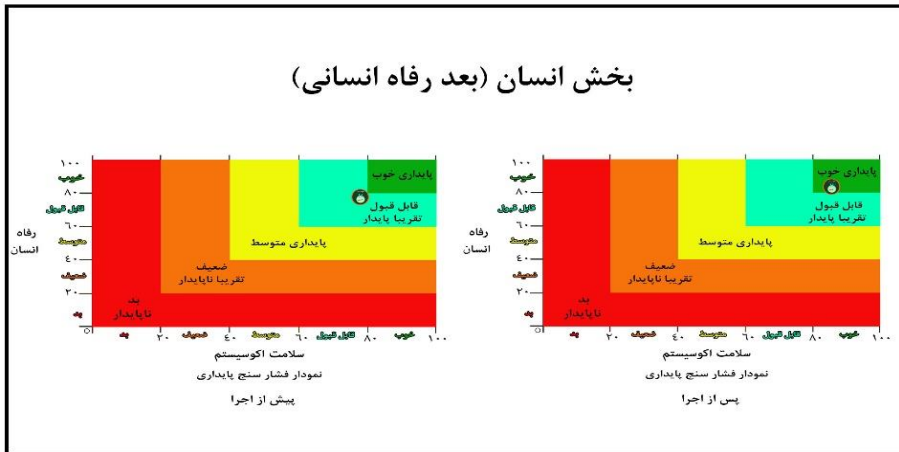
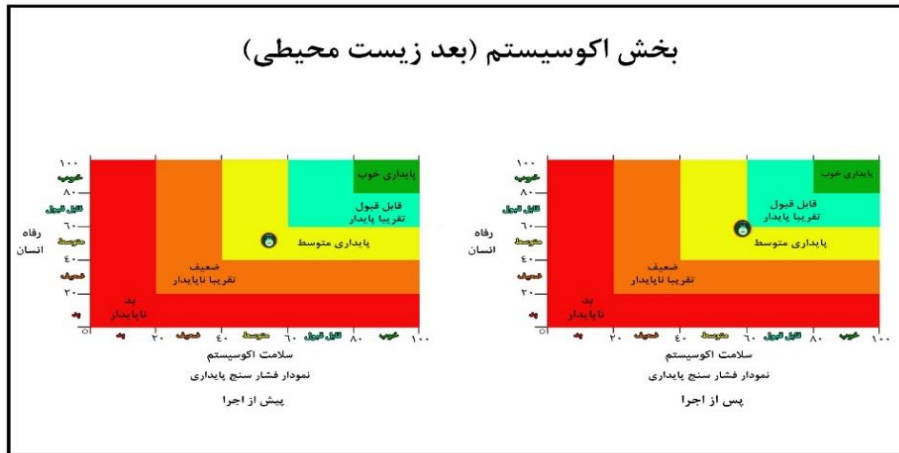
منبع	پس از اجرا			پیش از اجرا			شاخص	معیار	بخش
	طبقه	امتیاز شاخص در طبقه‌بندی IUCN	امتیاز واقعی شاخص در طبقه‌بندی داخلی	طبقه	امتیاز شاخص در طبقه‌بندی IUCN	امتیاز واقعی شاخص در طبقه‌بندی داخلی			
مسعودی و همکاران، ۲۰۲۱		> ۳	۲ - ۳	۱ - ۲	۰/۵ - ۱	< ۰/۵	کلاسه‌بندی داخلی	جمعیت	
	۵	۹۲/۴	۰/۱۹	۵	۹۹/۲	۰/۰۲	رشد جمعیت		
	۲۰۱۸ صالحی	> ۷۵	۴۲ - ۷۵	۹ - ۴۲	۱ - ۹	< ۱	کلاسه‌بندی داخلی		
	۴	۷۹/۰۵	۱/۳۸	۵	۹۶/۲۸	۰/۱۸	تراکم جمعیت (فرد به کیلومتر مربع)		
نشریه ۵۰۵		۰/۸ - ۱	0/6 - 0/8	۰/۴ - ۰/۶	۰/۲ - ۰/۴	۰ - ۰/۲	کلاسه‌بندی داخلی	مهاجرت	
	۴	۷۰	۰/۳	۱	۱۰	۰/۹	نرخ مهاجرت (درصد)		
اسدی نیلوان و همکاران، ۲۰۱۶		۰ - ۲۰	۴۰ - ۲۱	۴۱ - ۶۰	۶۱ - ۸۰	۸۱ - ۱۰۰	کلاسه‌بندی داخلی	فقر و معیشت	
	۵	۸۱/۲	۸۲/۱۴	۴	۶۸/۸۸	۶۹/۴۴	نرخ اشتغال (درصد)		
	نشریه ۵۰۵	< ۳/۵	۳ - ۳/۵	۲/۵ - ۳	۲ - ۲/۵	۲ <	کلاسه‌بندی داخلی		
	۵	۸۰/۶	۱/۹۴	۵	۹۴/۲	۰/۵۸	بار تکفل خالص (درصد)		
نشریه ۵۰۵		محرومیت	برابر قانون اداره کار بالای خط فقر	۵۰ درصد زیر خط فقر	برابر خط فقر	بالای خط فقر	کلاسه‌بندی داخلی	تغذیه و امنیت غذایی	
	۵	۹۰	۴	۷۰	۷۰	برابر خط فقر	متوسط درآمد خانوار		
نشریه ۵۰۵		۱ <	۱ - ۱/۵	۱/۵ - ۲	۲ - ۲/۵	> ۲/۵	کلاسه‌بندی داخلی	تغذیه و امنیت غذایی	
	۵	۱۰۰	۴/۲۸	۵	۱۰۰	۱۶/۳۸	سرانه اراضی کشاورزی (هکتار / فرد)		
نشریه ۵۰۵		< ۱/۵	۱/۵ - ۲	۲ - ۲/۵	۲/۵ - ۵	> ۵	کلاسه‌بندی داخلی	تغذیه و امنیت غذایی	
	۵	۱۰۰	۲۶/۰۲	۵	۱۰۰	۸۵/۹۸	سرانه تولیدات کشاورزی (تن / فرد)		
اسدی نیلوان و همکاران، ۲۰۱۶		۰ - ۲۰	۲۱ - ۴۰	۴۱ - ۶۰	۶۱ - ۸۰	۸۱ - ۱۰۰	کلاسه‌بندی داخلی	کاربری اراضی و تغییرات آن	
	۵	۸۱/۲۴	۸۲/۱۸	۵	۹۰/۱۴	۹۰/۶۴	مالکیت اراضی ملی (درصد)		
	مقیم و همکاران، ۲۰۲۰	۳۰ >	۲۰ - ۳۰	۱۰ - ۲۰	۵ - ۱۰	۰ - ۵	کلاسه‌بندی داخلی		
	۵	۹۱/۴۸	۲/۲۳	۵	۹۴/۸۴	۱/۲۹	تصرف اراضی ملی (درصد)		
نشریه ۵۰۵		> ۲۵	۱۵ - ۲۵	۱۰ - ۱۵	۵ - ۱۰	۰ - ۵	کلاسه‌بندی داخلی	تغذیه و امنیت غذایی	
	۵	۹۷/۶	۰/۶۰	۵	۹۳/۲۶	۱/۶۸	مرتع مخروبه، تخریب شده، اراضی لخت (درصد)		
نشریه ۵۰۵		۰	۵ - ۱	۱۵ - ۵	۳۰ - ۱۵	> ۳۰	کلاسه‌بندی داخلی	تغذیه و امنیت غذایی	
	۳	۴۳/۷۶	۵/۹۴	۲	۳۰/۳۸	۳/۰۷	سطح اراضی کشاورزی (درصد)		
نشریه ۵۰۵		۰	۱ - ۵	۶ - ۱۵	۱۶ - ۳۰	> ۳۰	کلاسه‌بندی داخلی	تغذیه و امنیت غذایی	
	۳	۴۱/۴	۵/۳۵	۲	۲۳/۳۲	۱/۶۶	میزان توسعه اراضی باغی (درصد)		

جدول ۵. امتیاز نهایی بخش اکوسیستم، انسانی و امتیاز نهایی ارزیابی پایداری حوضه آبخیز پیش و پس از اجرا

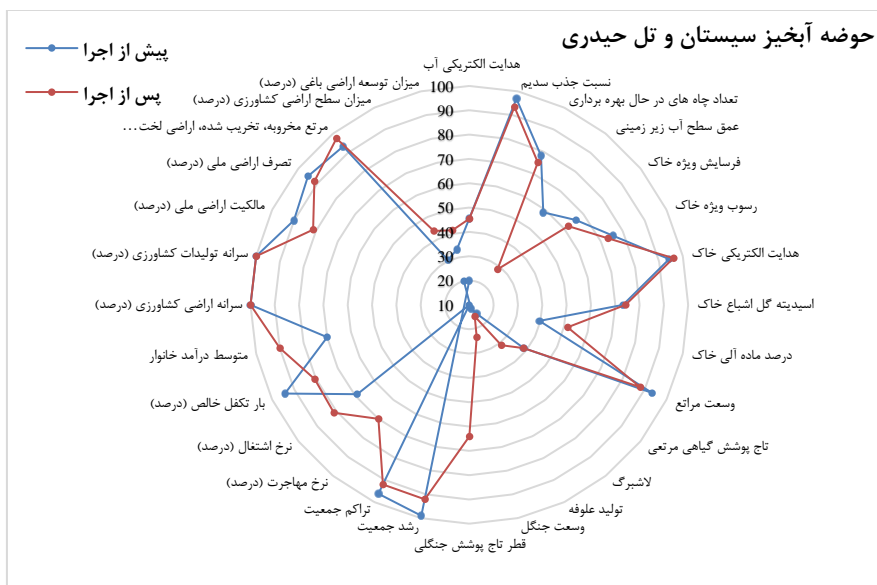
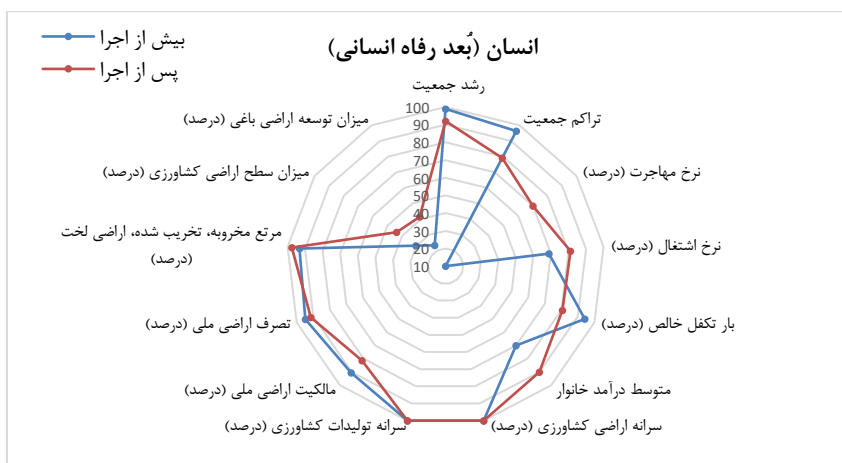
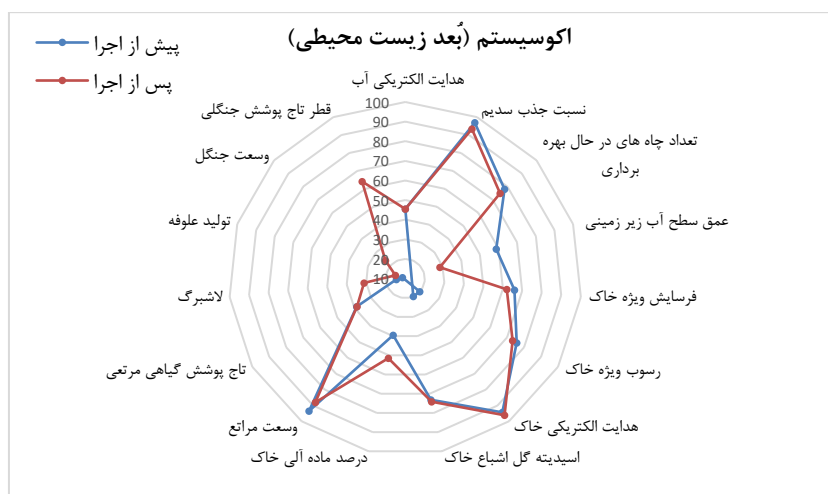
بخش	بعد	معیار	پیش از اجرا امتیاز IUCN	پس از اجرا امتیاز IUCN
اکوسیستم	محیطزیستی	آب	۶۹/۸۰	۶۰/۶۲
		خاک	۶۹/۷۲	۷۱/۴۰
		پوشش گیاهی مرتعی	۲۳/۹۲	۴۴/۴۴
انسان	رفاه انسانی	جمعیت	۶۸/۴۱	۸۰/۳۶
		فقر و معیشت	۷۷/۶۹	۸۳/۹۳
		تغذیه و امنیت غذایی	۱۰۰	۱۰۰
		کاربری اراضی و تغییرات آن	۱۰۰	۷۱/۰۹
بخش	بعد	امتیاز نهایی IUCN	امتیاز نهایی IUCN	
اکوسیستم	بعد محیطزیستی	۵۴/۴۸	۵۸/۸۲	
انسان	بعد رفاه انسانی	۷۸/۱۲	۸۳/۸۴	
	امتیاز نهایی ارزیابی پایداری محیطزیستی حوضه آبخیز	۶۶/۳۰	۷۱/۳۳	

جدول ۶. وضعیت رادار پایداری حوضه آبخیز پیش و پس از اجرا

بخش	تعداد شاخص	حالت پایداری (درصد)	تعداد شاخص	حالت ناپایداری (درصد)
اکوسیستم	۹	۶۰	۶	۴۰
	۱۰	۶۶/۶۶	۵	۳۳/۳۴
انسانی	۱۰	۷۶/۹۳	۳	۲۳/۰۷
	۱۳	۱۰۰	۰	۰
حوضه آبخیز	۱۹	۶۸/۹۷	۹	۳۱/۰۳
	۲۳	۸۲/۱۵	۵	۱۷/۸۵



شکل ۲. نمودار فشارسنج پایداری امتیاز بخش اکوسیستم (بعد محیط‌زیستی) و انسانی (بعد رفاه انسانی) حوضه آبخیز سیستان و تل‌حیدری جهرم پیش و پس از اجرا



شکل ۳. نمودار رادار پایداری بخش اکوسیستم و انسانی و حوضه آبخیز سیستان و تل حیدری چهارم

پیش و پس از اجرا

جدول ۷. امتیاز بخش اکوسیستم و انسانی با استفاده از وزن‌دهی شاخص‌ها و معیارها

پس از اجرا		پیش از اجرا			شاخص	معیار	بخش
وزن * امتیاز IUCN		وزن * امتیاز IUCN					
وزن‌دهی امتیاز IUCN	امتیاز IUCN	وزن‌دهی امتیاز IUCN	امتیاز IUCN	وزن			
۵/۸۱۱	۴۵/۴	۵/۸۲۴	۴۵/۵	۰/۱۲۸	هدایت الکتریکی	آب	
۴/۵۸۰	۹۳/۴۸	۴/۷۵۱	۹۶/۹۶	۰/۰۴۹	نسبت جذب سدیم		
۲۰/۶۲۵	۷۵	۲۱/۴۷۲	۷۸/۰۸	۰/۲۷۵	تراکم چاه‌های در حال بهره برداری		
۱۵/۶۷۲	۲۸/۶	۳۲/۱۵۶	۵۸/۶۸	۰/۵۴۸	عمق سطح آب زیرزمینی		
۳۲/۰۵۴	۶۲	۳۴/۱۲۲	۶۶	۰/۵۱۷	فرسایش ویژه خاک	خاک	اکوسیستم
۱۷/۴۹۴	۷۳/۲	۱۸/۰۶۸	۷۵/۶	۰/۲۳۹	رسوب ویژه خاک		
۷/۰۱۵	۹۶/۱	۶/۸۸۳	۹۴/۳	۰/۰۷۳	هدایت الکتریکی		
۲/۲۲۶	۷۴/۲	۲/۱۹۶	۷۳/۲	۰/۰۳۰	اسیدیته خاک		
۷/۲۶۱	۵۱/۵	۵/۵۶۹	۳۹/۵	۰/۱۴۱	درصد ماده آلی خاک		
۱۲/۹۳۶	۸۸	۱۳/۷۳۲	۹۳/۴۲	۰/۱۴۷	وسعت مراتع	پوشش گیاهی	
۳/۴۶۵	۳۸/۵۰	۳/۴۷۲	۳۸/۵۸	۰/۰۹	تاج پوشش گیاهی مرتعی		
۰/۸۱	۳۱/۱۸	۰/۳۸	۱۴/۶۲	۰/۰۲۶	درصد لاشبرگ		
۳/۶۱۶	۱۵/۲۶	۲/۷۴۴	۱۱/۵۸	۰/۲۳۷	تولید علوفه		
۷/۳۳۴	۲۳/۶۶	۰	۰	۰/۳۱	وسعت جنگل		
۱۲/۱۸۶	۶۴/۱۴	۰	۰	۰/۱۹	قطر تاج پوشش جنگلی		
۳۸/۸۰۸	۹۲/۴	۴۱/۶۶۴	۹۹/۲	۰/۴۲	رشد جمعیت	جمعیت	
۱۹/۷۶	۷۹/۰۵	۲۴/۰۷	۹۶/۲۸	۰/۲۵	تراکم جمعیت		
۲۳/۱	۷۰	۳/۳	۱۰	۰/۳۳	نرخ مهاجرت		
۲۱/۱۱۲	۸۱/۲	۱۷/۹۰۸	۶۸/۸۸	۰/۲۶	نرخ اشتغال	فقر و معیشت	
۱۲/۰۰۹	۸۰/۶	۱۴/۰۲۵	۹۴/۲	۰/۱۴۹	بار تکفل خالص		
۵۳/۱۹	۹۰	۴۱/۳۷	۷۰	۰/۵۹۱	متوسط درآمد خانوار		
۳۸/۵	۱۰۰	۳۸/۵	۱۰۰	۰/۳۸۵	سرانه اراضی کشاورزی	تغذیه و امنیت غذایی	انسانی
۶۱/۱۵	۱۰۰	۶۱/۵	۱۰۰	۰/۶۱۵	سرانه تولیدات کشاورزی		
۹/۳۴۲	۸۱/۲۴	۱۰/۳۶۶	۹۰/۱۴	۰/۱۱۵	مالکیت اراضی ملی	کاربری اراضی و تغییرات آن	
۶/۳۱۲	۹۱/۴۸	۶/۵۴۳	۹۴/۸۴	۰/۰۶۹	تصرف اراضی ملی		
۵/۹۵۳	۹۷/۶	۵/۶۸۸	۹۳/۲۶	۰/۰۶۱	مرتع مخروبه، تخریب شده، اراضی لخت		
۲۰/۱۲۹	۴۳/۷۶	۱۳/۹۷۴	۳۰/۲۸	۰/۴۶۰	میزان سطح اراضی کشاورزی		
۱۲/۲۱۳	۴۱/۴	۶/۸۷۹	۲۳/۳۲	۰/۲۹۵	میزان توسعه اراضی باغی		

جدول ۸. وزن دهی معیارهای بخش اکوسیستم و انسانی و کل حوضه آبخیز

بخش	معیار	وزن	پیش از اجرا		پس از اجرا	
			مجموع امتیاز وزن شاخص‌ها	امتیاز وزن دهی	مجموع امتیاز وزن شاخص‌ها	امتیاز وزن دهی
اکوسیستم	آب	۰/۵۸۶	۶۴/۲۰	۳۷/۶۲۲	۲۷/۳۵۹	
	خاک	۰/۱۴۶	۶۶/۸۳	۹/۷۵۸	۹/۶۴۳	
	پوشش گیاهی	۰/۲۶۸	۲۰/۳۲	۵/۴۴۵	۱۰/۸۱۱	
انسانی	جمعیت	۰/۰۵۱	۶۹/۰۳	۳/۵۲۰	۴/۱۶۴	
	فقر و معیشت	۰/۵۴۸	۷۳/۳۱	۴۰/۱۷۳	۴۷/۲۹۷	
	تغذیه و امنیت غذایی	۰/۲۷۰	۱۰۰	۲۷	۲۷	
	کاربری اراضی و تغییرات آن	۰/۱۳۱	۴۳/۴۵	۵/۶۹۲	۷/۰۶۶	
بخش	بعد	وزن	مجموع امتیاز وزن معیارها	امتیاز وزن دهی بخش‌ها	مجموع امتیاز وزن معیارها	
اکوسیستم	محیط‌زیستی	۰/۵	۵۲/۸۲	۲۶/۴۱	۴۷/۸۱	
انسانی	رفاه انسانی	۰/۵	۷۶/۳۸	۳۸/۱۹	۸۵/۵۲	
امتیاز ارزیابی پایداری محیط‌زیستی حوضه آبخیز			۶۴/۶۰		۶۶/۶۶	

جدول ۹. مقایسه امتیاز معیارها و بخش‌ها در روش بدون وزن دهی و با وزن دهی

بخش	بعد	معیار	پیش از اجرا		پس از اجرا	
			بدون وزن دهی	با وزن دهی	بدون وزن دهی	با وزن دهی
اکوسیستم	محیط‌زیستی	آب	۶۹/۸۰	۶۴/۲۰	۶۰/۶۲	۴۶/۶۸
		خاک	۶۹/۷۲	۶۶/۸۶	۷۱/۴۰	۶۶/۰۵
		پوشش گیاهی	۲۳/۹۲	۲۰/۳۲	۴۴/۴۴	۴۰/۳۴
انسانی	رفاه انسانی	جمعیت	۶۸/۴۱	۶۹/۰۳	۸۰/۳۶	۸۱/۶۶
		فقر و معیشت	۷۷/۶۹	۷۳/۳۱	۸۳/۹۳	۸۶/۳۱
		تغذیه و امنیت غذایی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
		کاربری اراضی و تغییرات	۶۶/۳۸	۴۳/۴۵	۷۱/۰۹	۵۳/۹۴
اکوسیستم	محیط‌زیستی	۵۴/۴۸	۵۲/۸۲	۵۸/۸۲	۴۷/۸۰	
انسانی	رفاه انسانی	۷۸/۱۲	۷۶/۳۸	۸۳/۸۴	۸۵/۵۲	
امتیاز نهایی پایداری محیط‌زیستی		۶۶/۳۰	۶۴/۶۰	۷۱/۳۳	۶۶/۶۶	

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در روش ارزیابی پایداری پروژه‌های آبخیزداری در محدوده مورد مطالعه، در روش بدون وزن دهی و در بخش اکوسیستم، میزان پایداری در وضعیت پایداری متوسط با سیر صعودی در طبقه سوم قرار گرفت. این موضوع نشان می‌دهد که اجرای طرح‌های آبخیزداری و جنگل‌کاری در حوضه، میزان پایداری بخش اکوسیستم را با رشد همراه نموده و سبب افزایش کیفی خصوصیات اکوسیستم شده است. در بخش رفاه انسانی نیز، میزان پایداری از وضعیت تقریباً پایدار و قابل قبول با سیر صعودی در طبقه

چهارم به وضعیت پایدار و خوب در طبقه پنجم ارتقاء یافت. در ارزیابی نهایی و با در نظر گرفتن هر دو بخش اکوسیستم و انسانی، میزان پایداری با سیر صعودی در وضعیت تقریباً پایدار و قابل قبول در طبقه چهارم قرار گرفت. در بخش‌های زیرین به طور خلاصه وضعیت هر یک از معیارهای بررسی شده در حوضه مورد مطالعه پیش و پس از اجرای طرح‌های آبخیزداری آورده شده است.

در مورد شاخص‌های معیار آب اگرچه اجرای طرح‌های آبخیزداری کاهش خصوصیات کیفی آب را به همراه نداشته است، اما تعداد چاه‌ها و همچنین عمق سطح آب زیرزمینی افزایش یافته است که این موضوع کاهش پایداری را به همراه داشته است. در مجموع معیار آب در طبقه چهارم و در حالت تقریباً پایدار قرار دارد، اما دارای سیر نزولی می‌باشد. در رابطه با معیار خاک، شاخص فرسایش ویژه خاک در سال‌های پس از اجرای طرح به دلیل اقدامات عمرانی افزایش نشان می‌دهد. هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک منطقه در وضعیت خوب قرار دارد. علاوه بر این در مناطق جنگل‌کاری شده، بهبود نسبی در خصوصیات کیفی خاک مشاهده می‌شود. به طور مثال، درصد ماده آلی خاک از ۰/۷۹ به ۱/۰۳ افزایش یافته است. در مجموع معیار خاک در هر دو زمان پیش و پس از اجرا در طبقه چهارم و در حالت تقریباً پایدار قرار دارد. در معیار پوشش گیاهی نیز بررسی شاخص‌های این معیار نشان می‌دهد که در مجموع معیار پوشش گیاهی از طبقه دوم به طبقه سوم سیر صعودی داشته و از حالت تقریباً ناپایدار به حالت پایداری متوسط رسیده است. به طور مثال، اگرچه طرح مرتع‌کاری اثر چندانی در بهبود وضعیت مراتع نداشته است و طرح‌های اجرا شده نیز بر تنوع گونه‌ای و خوشخوراکی اثر معنی‌داری نشان نمی‌دهد، اما درصد تاج پوشش و درصد لاشبرگ در واحد سطح افزایش قابل توجه داشته است و وضعیت مراتع از فقیر به متوسط و گرایش از منفی به مثبت رسیده است.

در بررسی نتایج ارزیابی تحلیل معیارهای بعد انسانی، شاخص رشد جمعیت در حوضه بر اساس آمار سال‌های ۷۵ و ۸۵ به ترتیب ۳۰ و ۳۹ نفر بوده است و بر اساس آمار سال ۹۵ به حدود ۲۸۸ نفر رسیده است که نشان از مهاجرت معکوس از شهر به روستا است. در ارزیابی پایداری حوضه آبخیز مطالعاتی با استفاده از روش وزن‌دهی به روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی نیز در بخش انسانی پیش و پس از اجرا میزان پایداری با سیر صعودی از طبقه چهارم به طبقه پنجم ارتقاء یافته و در ارزیابی نهایی حوضه آبخیز پیش و پس از اجرا میزان پایداری با شیب ملایم صعودی در طبقه چهارم قرار دارد.

مقایسه دو روش وزن‌دهی و بدون وزن‌دهی در دو بازه زمانی پیش و پس از اجرا، نشان داد که در روش بدون وزن‌دهی، معیار آب در طبقه چهارم و قابل قبول قرار دارد و سیر نزولی نشان می‌دهد، اما در روش با وزن‌دهی از طبقه چهارم به طبقه سوم و متوسط سیر نزولی پیدا کرده است. معیار خاک در روش بدون وزن‌دهی در طبقه چهارم سیر صعودی نشان می‌دهد، در حالیکه در روش با وزن‌دهی در طبقه چهارم قرار دارد اما مقدار اندکی سیر نزولی دارد. معیار پوشش گیاهی نیز در هر دو روش از طبقه دوم به طبقه سوم سیر صعودی پیدا کرده است. در بخش انسانی نیز معیار جمعیت، فقر و معیشت در هر دو روش از طبقه چهارم به طبقه پنجم سیر صعودی نشان می‌دهد. معیار تغذیه و امنیت غذایی در هر دو روش در طبقه پنجم قرار گرفت و معیار کاربری اراضی و تغییرات آن نیز در روش بدون وزن‌دهی در طبقه چهارم سیر صعودی نشان داد در حالیکه در روش با وزن‌دهی در طبقه سوم و متوسط با سیر صعودی همراه بود. بالا بودن امتیاز بخش رفاه انسانی می‌تواند به دلیل کم بودن جمعیت، کم بودن تغییرات کاربری، افزایش سطح باغات و افزایش میزان تولید محصولات باغی و متوسط درآمد خانوار باشد که این عوامل باعث افزایش رفاه نسبی بخش انسانی شده است. در مجموع به نظر می‌رسد که نتایج بدست آمده با استفاده از روش بدون وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها، با واقعیت‌های منطقه همخوانی بیشتری دارد.

بررسی‌های میدانی از محدوده طرح‌های آبخیزداری اجرا شده در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که اثر طرح‌های اجرا شده بر کنترل سیلاب و رواناب، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، بازدهی چاه‌ها، جمعیت، اشتغال و درآمد خانوارها، سطح باغات و قیمت اراضی زراعی و باغی، ایجاد پناهگاه و زیستگاه برای گونه‌های جانوری، و تأمین آب برای حیات وحش مثبت بوده است. در مقابل، تأثیر طرح‌های اجرا شده در بخش فرسایش خاک و کنترل رسوب، احیاء و تقویت پوشش گیاهی و تأمین علوفه دام و گردشگری در منطقه چندان معنی‌دار نبوده است. بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود که اجرای طرح‌های آبخیزداری و منابع آب و خاک در جهت منافع تمام مردم

باشد و بهره‌بردار خاص نداشته باشد. علاوه بر این، در تصمیم‌گیری‌ها و هدف‌گذاری برای طرح‌ها بحث اشتغال مستقیم و غیرمستقیم و افزایش تولید و درآمد از دغدغه‌های اساسی باشد.

نبود و یا کمبود اطلاعات در خصوص بسیاری از شاخص‌های اکوسیستمی و انسانی سبب شد که در مطالعه حاضر تنها بخشی از معیارهای و شاخص‌های اکوسیستمی و انسانی استفاده گردد که این موضوع می‌تواند تفسیر نتایج بدست آمده را با احتیاط بیشتری مواجه کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که مطالعات آتی علاوه بر شاخص‌های استفاده شده در مطالعه حاضر، از معیارها و شاخص‌های مهم دیگر در هر دو بخش اکوسیستم و انسانی استفاده شود. به طور مثال، شاخص‌هایی همچون نفوذپذیری خاک، سیل خیزی، رواناب، وضعیت و گرایش مراتع می‌تواند دقت نتایج بدست آمده را بهبود بخشد.

References

- Asadi Nalivan, O., Mohseni Saravi, M., Zahedi Amiri, G. & Nazari Samani, A.A. (2016). Application of IUCN method in watershed sustainability condition assessment (Case study: Talleghan-Zidasht1). *Journal of Range and Watershed Management*, 69(3), 543-559. (In Persian).
- Bani Asadi, H., Damiri, A. & Kheir-Andish, H. (2013). Evaluation of traditional and modern watershed management plans and their economic and social comparison in Fars province. *The First National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources*, Tehran. (In Persian).
- Chan, B., Chen, Z.M., Zhou, Y., Zhou, J.B. & Chen, G.Q. (2009). Energy as embodied energy-based assessment for local sustainability of constructed wetland in Beijing. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 14, 622-635.
- FAO. (2005). The importance of soil organic matter FAO soil bulletin 80.
- Ghoddousi, J. (1999). Evaluation plan for watershed projects. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*. (In Persian).
- Heirany, A.R., Behzadfar, M. & Hazbavi, Z. (2021). Analyzing the sustainability level based on ecological- anthropogenic balance in the Toutli Watersheds. *Geography and Environmental Sustainability*, 11(3), 9-30.
- Huang, G. & Ali, S. (2015). Local sustainability and gender ratio: evaluating the impacts of mining and tourism on sustainable development in Yunnan, China. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 12, 927-939.
- IUCN Resource kit For Sustainable development, (2001). Part A: Overview. *IUCN monitoring and Evaluation Initiative*, 95, 12-25.
- Jianbo, T., Ainong, L., Guangbin, L., Jinhu, B., Guoke, C. & Keping, M. (2017). Preliminary assessment of ecosystem risk based on IUCN criteria in a hierarchy of spatial domains: A case study in Southwestern China. *Biological Conservation*, 215(2), 121-135.
- Jafari, R. & Karimzadeh, H. (2010). Evaluation of desertification in the east of Isfahan using Medalos model. *Master's thesis*, Isfahan University of Technology. (In Persian).
- Mahmoudi, B., Fegghi, J., Makhdom, M. & Aatefi Hemat, M. (2015). Sustainability assessment process at the local level based on IUCN approach (case study: Mondje Customary Region in Lordegan Township). *Journal of Natural Environment*, 68(4), 653-663. (In Persian).
- Masoudi, M., Noruzi, R. & Zehtabiyani, G. (2011). A new model for producing of hazard maps of ground water resource degradation based on NIDST indicators, a case study: Tange-Sorkhi Basin, Iran. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 13, 427-433. (In Persian).
- Masoudi, M., Vahedi, M. & Cerdà A. (2021). Risk assessment of land degradation (RALDE) model. *Land Degradation & Development*, 32, 2861-2874. (In Persian).
- Moetamedi, J., Arzani, H., Jafari, M., Farahpour, M., & Zarechahouki, M.A. (2019). A model for estimating long-term grazing capacity. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 26(1), 241-259. (In Persian).
- Moghim, H., Mohammadi, H. & Holisaz, V. (2020). Assessment of local sustainability by IUCN method in both pre and post implementation of the artificial recharge project (Case study: Kal village / Fars province). *Journal of Natural Environment*, 72(4), 515-527. (In Persian).
- Mohseni Saravi, M. & Mortezaie, Gh. (2016). *Comprehensive management of the watershed*. Tehran University Press. (In Persian).

- Moslemi, H., Abkar, A.J. & Choopani, S. (2015). Evaluation studies on the effect of flood spreading on the development of water resources. *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 3(3), 73-91. (In Persian).
- Noruzi, R., Masoudi, M. & Zehtabiyani, G. (2011). A new model for producing of hazard maps of ground water resource degradation based on NIDST indicators, a case study: Tange-Sorkhi Basin, Iran. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 13, 427-433.
- Publication (505), Guidelines for monitoring and evaluation of natural resources and watershed management plans, strategic supervision deputy, executive technical system office, forestry, rangeland and watershed organization. (2008). Deputy Director of Watershed Management, Planning and Coordination Office. (In Persian).
- Remedio, E.M. & Bensel, T.G. (2003). Socio-economic and environmental impacts of woodfuel. Consumption and Production in South Asia, 54, 23-45.
- Silva-Melo, M.R.D., Guedes, N.M.R., & Melo, G.A.P.D. (2021). Sustainability index of the Gruta do Lago Azul Natural Monument, Bonito Mato Grosso do Sul, Brazil. *Sociedade and Natureza*, 33, e53828
- Sadeghi, H., Saddodin, A., Hozbafi, Z., Asadi, V. & Zare, A. (2018). A review analysis of the concepts and methods of assessing the health and sustainability of watersheds. The 13th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran and The 3rd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment. (In Persian).
- Salehi, M. (2016). Evaluation and modeling of the current state of land degradation in Fars province using remote sensing and geographic information system. MSc thesis, Shiraz University. (In Persian).
- Teimoori, A., Seyedian, S.M., Rouhani, H. & Ahmadi, R. (2018). Ecosystem sustainability assessment using IUCN (case study: Dorook Basin). *Geography and Environmental Sustainability*, 7(4), 81-93. (In Persian).
- Teimoori, A. (2014). Ecosystem sustainability assessment using IUCN (case study: Chehel Ghai). MSc Thesis. Gonbad Kavous University. (In Persian).
- UNEP. (2015). UNEP environmental, social and economic sustainability framework. United National Environment Programme.
- Vahhabi, M.R., Bassiri, M. & Khajeddin, J. (1997). Study on cover, density, species composition and forage production in grazed vs. non-grazed range sites in Central Zagross. *Journal of Water and Soil Science*, 1 (1), 59-7. (In Persian).
- Zahedi Amiri, Gh. (2005). Required indices, criteria for forest sustainable management, final project report (*the second stage*), 264. (In Persian).

