

DOI: [10.29252/ARIDBIOM.2023.19645.1919](https://doi.org/10.29252/ARIDBIOM.2023.19645.1919)

ارزیابی پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین آباد

(مقاله پژوهشی)

- ۱- اکبر رحیمی حقیقی، دانشجوی دکتری گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
 ۲- سیداحمد قنبری، استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
 ۳- محمدرضا اصغری پور*، استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
 m_asgharipour@uoz.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴

چکیده

تحقق توسعه پایدار منوط به نگرشی جامع بر مبنای شرایط بوم‌شناختی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در هر منطقه است. حفاظت از منابع طبیعی تجدیدپذیر، بستر لازم برای بهبودبخشیدن به کیفیت زندگی انسان‌ها را فراهم می‌کند. هدف از این تحقیق، ارزیابی پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین آباد بود. برای این مطالعه از دو روش اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) و دستورالعمل سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری استفاده شد. در روش اول، ابتدا حوزه به ۵ زیرحوزه تقسیم، و پایداری آن با استفاده از ۳ معیار، ۱۰ شاخص و ۲۶ متغیر در بخش پایداری بوم‌نظام، و ۲ معیار، ۶ شاخص و ۱۶ متغیر در بخش رفاه انسان، ارزیابی گردید. میانگین ارزش‌دهی به شاخص‌های منتخب در بخش‌های بوم‌نظام و رفاه انسان به ترتیب ۶۱/۸ و ۴۷/۲ به دست آمد. نتایج حاصل، بر اساس بارومتر پایداری نشان می‌دهد، بوم‌سازگان مورد مطالعه، در شرایط پایداری متوسط قرار دارد. در روش دوم، بر اساس دستورالعمل سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، ۳ معیار، ۹ شاخص و ۱۴ متغیر در بخش بوم‌نظام مرتع و ۵ معیار و ۱۶ شاخص (که خود به صورت متغیر عمل می‌کردند)، در بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این روش، امتیاز نهایی برای بوم‌نظام مرتع، عدد ۴۶ و امتیاز نهایی برای بوم‌نظام انسانی رفاه انسان، عدد ۳۶ محاسبه گردید. با توجه به ۱۶ متغیر انتخابی عدد ۲/۲ به دست آمد. با استفاده از جدول ماتریس برآورد امتیازات، بوم‌نظام‌های مرتع و رفاه انسان مجموعاً امتیاز ۵/۵ را کسب نمودند. این امتیاز بر اساس جدول ارزیابی امتیازات پایداری، بوم‌سازگان حوزه خسروشیرین را در وضعیت پایداری ضعیف، ارزیابی می‌کند. ارتقاء وضعیت در شاخص‌های دام موجود، تولید و ترکیب گیاهی، در بخش پایداری بوم‌نظام و شاخص‌های مالکیت، عدالت و مساوات و تغذیه و امنیت غذایی در بخش بوم‌نظام انسانی، ضمن ارتقاء سطح زندگی آبخیزنشینان، وضعیت سلامت و پایداری بوم‌سازگان مذکور را بهبود خواهد بخشید.

واژگان کلیدی: ارزیابی پایداری، بوم‌سازگان، حوزه آبخیز، شاخص‌های پایداری، روش IUCN.

مقدمه

امروزه ارزیابی سلامت و پایداری بوم‌سازگان‌ها به یکی از اولویت‌های اساسی و حیاتی تمام دولت‌ها، پژوهشگران و مدیران در سراسر جهان در راستای دستیابی به هدف‌های مدیریت سازگار تبدیل شده است [۲۳]. توسعه پایدار در صورتی تحقق می‌یابد که هم‌پوشانی بین لایه‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی ایجاد گردد [۱۴]. برای این که توسعه پایدار باشد باید عوامل اجتماعی، بوم‌شناسی و اقتصادی را در منابع زنده و غیرزنده و فعالیت‌های

مختلف در نظر داشت [۵]. منابع طبیعی تجدیدشونده در هر کشور، زیربنای دیگر فعالیت‌ها در عرصه‌های طبیعی بوده و نقش مهمی در اقتصاد ملی دارد [۱۱]. هدف از اندازه‌گیری یا سنجش پایداری، ارائه‌ی نمایی کلی از وضعیت پایداری در سطح مکانی است که می‌تواند به صورت طیفی از پایداری کامل تا ناپایداری کامل امتداد یابد و در آخر زمینه‌های شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری را فراهم کند [۲۷]. مسأله مهم

روش دوم مدل HELP چهار مقوله هیدرولوژی، محیط زیست، حیات آبخیزنشینان، سیاست‌گذاری و سه مؤلفه فشار، وضعیت و واکنش، بررسی گردید. نتایج نهایی نشان داد سطح پایداری، با امتیاز ۰/۶۱، متوسط رو به پایین است که توجه بیشتری را برای ارتقای سطح پایداری منطقه طلب می‌کند [۱۴].

در پژوهشی دیگر، با هدف ارزیابی پایداری بوم‌شناختی حوزه آبخیز توتلی، با استفاده از چارچوب مفهومی هیدرولوژی، محیط زیست، حیات و سیاست‌گذاری (HELP)، محاسبه شاخص پایداری آبخیز (WSI^۳) صورت پذیرفت. در این فرآیند ارزیابی، ۱۴ متغیر در سه دسته شاخص فشار (P)، حالت (S) و پاسخ (R) و معیارهای چهارگانه HELP دسته‌بندی شد. بر همین اساس میانگین امتیازات شاخص‌های P، S و R برای حوزه آبخیز توتلی به ترتیب ۰/۶۵، ۰/۸۵ و ۰/۳۵ به دست آمد. نتایج، نشان‌دهنده سطح پایداری بوم‌شناختی متوسط است [۹].

برای جلوگیری از نابودی محیط زیست، همه انسان‌ها (مسئولان و مردم)، در ابعاد جهانی، ملی و به‌ویژه در سطح محلی باید این واقعیت مهم را دریابند که پیشرفت و توسعه، لازم است روندی پایدار داشته باشد [۴]. دستیابی به این مهم، مستلزم شناخت و درک محدودیت‌های زیست محیطی و تعیین میزان آسیب‌پذیری محیط زیست است [۶].

از طریق تعیین و شناسایی آسیب‌پذیری زیست‌محیطی، می‌توان از گسترش آن دسته از فعالیت‌های انسانی که به تخریب بوم‌نظام‌های طبیعی منجر می‌شود، جلوگیری کرد. به عبارتی، پایداری در مدیریت منابع طبیعی و حفظ آن، از شروط اساسی برای رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی و روستایی است [۷]. بدیهی است که توسعه اقتصادی می‌تواند اثرات ناخواسته اجتماعی و زیست محیطی، شامل تغییرات آب و هوا، استفاده مضاعف از منابع آبی، کاهش تنوع زیستی و افزایش نابرابری‌ها را به دنبال داشته باشد [۳]. بر اساس مشاهدات و تحقیقات انجام شده، با وجود فشار روزافزون بهره‌برداران (دامداران و دیم‌کاران) به منابع

در ارزیابی، انتخاب شاخص متناسب با نوع طرح، نوع ارزیابی، دقت مورد نیاز و داده‌های در دسترس است [۱۹]. شاخص‌ها باید ارتباطات جنبه‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی پایداری را نشان دهند [۱]. همچنین شاخص‌ها باید بازتاب تغییرات مدیریتی و فعالیت‌های انسانی را در گذر زمان در حوزه آبخیز اندازه‌گیری کنند و قابل درک، در دسترس و معتبر باشند [۲۵].

پایش حوزه‌های آبخیز و تعیین وضعیت سلامت آنها در امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری به منظور مدیریت سازگار اجتناب‌ناپذیر است [۱۳]. توسعه پایدار در بستر حوزه آبخیز شکل می‌گیرد [۲]. بی‌توجهی به مسائل حوزه آبخیز، علت شکست طرح‌های اقتصادی می‌باشد [۸]. بنابراین، برای دستیابی به رهیافت توسعه پایدار که ضامن حفظ و بقای حوزه‌های آبخیز می‌باشد، ارزیابی پایداری آنها بر اساس شاخص‌های پایداری ضروری به نظر می‌رسد [۱۲].

در یک پژوهش به منظور ارزیابی پایداری روستای کال در دو زمان پیش و پس از اجرای طرح تغذیه مصنوعی در بازه زمانی (۱۳۹۵-۱۳۸۵) از روش IUCN^۱ استفاده شد. در این پژوهش، در دو بخش بوم‌نظام و رفاه انسانی از ۶ معیار و ۱۴ شاخص استفاده شد. نتایج نشان داد، میزان پایداری بخش بوم‌نظام در پیش و پس از اجرای طرح در وضعیت متوسط (۵۰/۰۷ و ۵۱/۰۳) می‌باشد که با شیب ملایم روند صعودی دارد. میزان پایداری بخش انسان، از حالت پایداری متوسط در پیش از اجرا (۵۰/۴۷) به حالت تقریباً پایدار در پس از اجرا (۶۱/۱۳) ارتقاء پیدا کرده است [۱۷].

در پژوهشی دیگر، دو روش HLEP^۲ و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری در ارزیابی پایداری حوزه آبخیز بختگان مورد استفاده قرار گرفت. برای هر بوم‌سازگان معیارها و شاخص‌های مختلفی اندازه‌گیری شد. امتیاز نهایی برای بوم‌نظام مرتع و بیابان، ۴۵ و امتیاز نهایی برای بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی، ۳۲ بدست آمد. با استفاده از ماتریس برآورد امتیازات و جدول ارزشیابی حوزه آبخیز، وضعیت پایداری، ضعیف برآورد گردید. در

^۱- International Union for the Conservation of Nature

^۲- Hydrology for the Environment, Life and Policy

^۳- Watershed Sustainability Index

محمدآباد (۱۱۳۵۰ هکتار)، زیرحوزه بایرام بیگی (۲۶۵۰ هکتار) و زیرحوزه روستای خسروشیرین (۱۱۳۷۰ هکتار)، در محدوده جغرافیایی ۵۹/۱۰۰ تا ۶۰/۵۰۰ درجه طول شرقی و ۳۴/۰۱۰ تا ۳۴/۱۳۰ درجه عرض شمالی، گسترش یافته است (شکل ۱).

در حوزه آبخیز مورد مطالعه، متوسط بارندگی سالانه ۴۵۰ میلی‌متر، میانگین سالانه تبخیر ۲۵۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن، نیمه‌مرطوب سرد می‌باشد. از نظر تقسیمات آب‌شناختی، این حوزه، بخشی از حوزه آبخیز اصلی دریاچه مرکزی بختگان و حوزه فرعی رودخانه کر می‌باشد. همچنین حوزه آبخیز خسروشیرین بخشی از حوزه آبخیز سد ملاصدرا است.

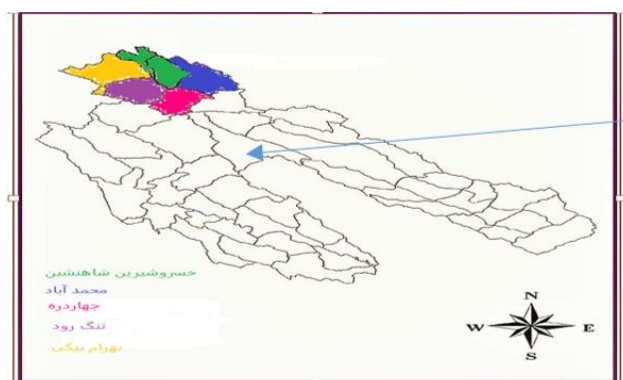
بنابر آنچه گفته شد، محدوده مورد نظر به عنوان زیرحوزه سد درودزن نیز محسوب می‌شود. در محدوده مورد مطالعه، سه روستا با جمعیت حدود ۵۰۰۰ نفر و ۸۵۰ خانوار سکونت داشته و اغلب به کشاورزی و دامداری مشغول هستند [۱۰، ۲۲، ۲۵، ۲۶].

طبیعی موجود، وضعیت سلامت و پایداری بوم‌سازگان خسروشیرین تا کنون مورد ارزیابی قرار نگرفته است. با توجه به این که این بوم‌سازگان در حوزه آبخیز سدهای ملاصدرا و درودزن واقع شده است، بنابراین، آگاهی از وضعیت سلامت و پایداری آن در افزایش طول عمر مفید این سدها، بسیار موثر خواهد بود. همچنین یافته‌های این تحقیق در امر سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت حوزه آبخیز سدهای مذکور به مسئولان امر در تصمیم‌گیری مناسب، در راستای ارتقاء پایداری این بوم‌سازگان و بهبود شرایط زندگی آبخیزنشینان کمک می‌کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

بوم‌سازگان مورد نظر، در شمال استان فارس و در بخش مرکزی شهرستان آباده، و دهستان خسروشیرین، در فاصله ۱۰۰ کیلومتری جنوب شهر آباده قرار دارد. این بوم‌سازگان در حوزه آبخیز سدهای ملاصدرا و درودزن، با مساحت ۴۶۵۶۹ هکتار شامل: زیرحوزه تنگ‌رود (۷۹۸۱ هکتار)، زیرحوزه فتح‌آباد (۱۳۶۱۸ هکتار)، زیرحوزه



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز مورد مطالعه در کشور، استان فارس و منطقه

روش‌های شاخص مزرعه پایدار (FSI^۱)، پارامترهای چندمنظوره (MOP^۲)، و پایداری عملیاتی (OS^۳) برای ارزیابی پایداری در سطح مزرعه‌ای و محلی، و روش‌هایی مانند ارزیابی کشاورزی و محیط (SAEF^۴)، تجزیه و

روش پژوهش

برای ارزیابی پایداری از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. کاربرد این روش‌ها، به موقعیت، شرایط و اهداف پژوهش بستگی دارد. انتخاب این روش‌ها نیز به ابعاد پژوهش (از سطح مزرعه تا سطح منطقه و جهانی) و اهداف پژوهش (بوم‌شناختی، سیاست‌گذاری، اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی)، بستگی دارد [۲۳].

1- Farm Sustainability Index

2- Multi Objective Parameters

3- Operational stability

4- Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems

قابل قبول و خوب)، برای دستیابی به الگوهای اجرایی به صورت نقشه نمایش داده می شود (شکل ۳).

فشارسنج پایداری روشی برای اندازه گیری و برقراری ارتباط با رفاه جامعه و پیشرفت آن به سوی پایداری است. این روش، به عنوان یک روش نظام مند، برای نتیجه گیری درست درباره شرایط مردم و بوم‌نظام و نیز آثار تعاملات موجود بین انسان و محیط زیست، به کار می رود [۳].

در روش دوم، از دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری که برای حوزه‌های آبخیز ایران تنظیم شده است، استفاده گردید. در این روش، پس از تعیین معیارها، شاخص‌ها و متغیرهای مربوط به هر شاخص، اندازه‌گیری‌های لازم، انجام می‌شود. این روش بوم‌سازگان حوزه آبخیز را به ۵ بوم‌نظام، شامل: جنگل، بیابان، مرتع، محیط آبی و مسائل اقتصادی و اجتماعی (محیط انسانی)، تقسیم می‌کند (بوم‌سازگان مورد مطالعه شامل بوم‌نظام‌های مرتع و مسائل اقتصادی و اجتماعی می‌باشد).

برای هر بوم‌نظام، معیارها و شاخص‌ها و متغیرهای مختلفی تعریف، تعیین و اندازه‌گیری می‌شود. هر متغیر به طبقات مختلفی از لحاظ عددی تقسیم، و به هر طبقه یک امتیاز (از عالی تا ضعیف)، داده می‌شود. در آخر، امتیازها با هم جمع می‌شوند و یک طبقه را تشکیل می‌دهند. برابر دستورالعمل فوق برای بوم‌نظام مرتع ارزیابی نهایی به صورت جدول ۱ می‌باشد.

برای بوم‌نظام مسائل اقتصادی و اجتماعی، تمامی امتیازات جمع می‌شوند. به دلیل تعداد زیاد شاخص‌ها و متغیرها، امتیاز کسب شده، با استفاده از میانگین گیری حسابی به شرح جدول ۲ ارزشیابی می‌شوند.

برای دستیابی به مقادیر کمی امتیاز کسب شده در یک حوزه، از ماتریس استفاده می‌شود. در سطر این ماتریس وضعیت بوم‌نظام و در ستون آن، بوم‌نظام‌های تشکیل دهنده حوزه آبخیز درج می‌شود.

تحلیل سیستم‌های بوم‌نظام کشاورزی (AESA^۱)، شاخص سلامت بوم‌نظام کشاورزی (AEHI^۲)، ارزیابی چرخه حیات برای کشاورزی (LCAA^۳) و رهیافت اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) برای ارزیابی پایداری در سطح بوم‌نظام‌های کشاورزی، در سطح منطقه و چشم‌انداز کاربرد دارند [۱۸].

در ایران، روشی توسط سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری برای ارزیابی وضعیت پایداری طرح‌های منابع طبیعی و آبخیزداری تهیه و ارائه شده است که به نام روش سازمان جنگل‌ها معروف می‌باشد [۲۱].

در این تحقیق، دو روش IUCN و سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری به دلیل تناسب بیشتر با ابعاد و اهداف پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. در روش اول با استفاده از رهیافت اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، هفت مرحله گردشی در تدوین معیارها و شاخص‌های مدیریت پایدار بوم‌نظام تحلیل شد (شکل ۲). در آخر، نتایج ارزش‌ها (بوم‌نظام و انسان) و محاسبات، برای قضاوت به کمک دیاگرام پایداری، مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۳).

در این روش، تشریح ابعاد با شناسایی مؤلفه‌ها و اهداف آن دنبال می‌شود. در روش IUCN معیارهای مربوط به دو بُعد مردم و بوم‌نظام به طور مجزا تعریف شده است، اما در ارزیابی‌ها، با یکدیگر مقایسه می‌شوند. معیارها در بُعد بوم‌نظام، از سطوح بین‌المللی تا واحد مدیریت و همچنین در بعد مربوط به مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی، به صورت جامع تعریف شده‌اند. هر یک از این معیارها بسته به قابلیت تولید اطلاعات و یا اهمیت آن، در هر سطحی می‌تواند حذف یا اضافه شود [۱۶].

ارزش‌دهی به شاخص‌ها بر مبنای زمانی که بهترین حالت، ارزش بیشینه، و بدترین حالت، ارزش کمینه را دارد و همچنین زمانی که بهترین حالت، ارزش کمینه و بدترین حالت، ارزش بیشینه را دارد، انجام می‌گیرد. این ارزش‌ها در دیاگرام خاصی به نام فشارسنج پایداری که با دو محور، درجه بندی شده است، در پنج سطح (بد، ضعیف، متوسط،

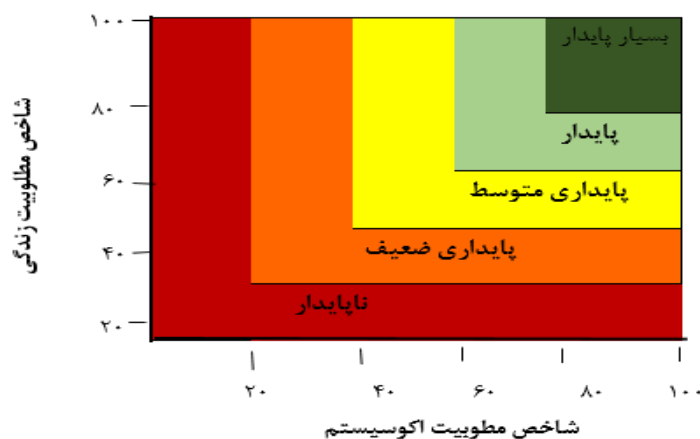
^۱- Agro-ecological system analysis

^۲- Agro-ecological health index

^۳- Life cycle assessment for agriculture



شکل ۲- مراحل تدوین معیارها و شاخص‌های پایداری در روش IUCN



شکل ۳- دیاگرام سنجش پایداری

جدول ۱- امتیاز نهایی برای بوم‌نظام مرتع

بیش از ۸۰	بین ۶۵ تا ۸۰	بین ۴۵ تا ۶۵	بین ۲۵ تا ۴۴	کمتر از ۲۵
امتیاز عالی	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف

جدول ۲- امتیاز نهایی برای بوم‌نظام مسائل اقتصادی و اجتماعی

امتیاز	۳	۲	۱
طبقه	خوب	متوسط	ضعیف

ضعیف) تا ۵ (وضعیت عالی) رتبه‌بندی می‌شود بر اساس امتیاز کسب شده بوم‌نظام، بر اساس جدول ۱ به دست می‌آید. ضریب ماهیتی و عملکردی یک بوم‌نظام نیز بر اساس اجماع کارشناسی به شرح جدول ۳ است. حوزه آبخیز خسروشیرین، فاقد بوم‌نظام‌های جنگل و بیابان می‌باشد. بنابراین پایداری بوم‌سازگان‌های موجود شامل مرتع و محیط انسانی (مسائل اقتصادی و اجتماعی)، مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت، وضعیت پایداری حوزه

در جعبه‌های ماتریس، مقادیر امتیاز، از حاصل ضرب خطی امتیاز عوامل به شرح زیر حاصل می‌شود:

$$\text{ضریب ماهیتی عملکردی (۰/۹ تا ۴)} \times (\text{امتیاز وضعیت (از ۱ تا ۵)}) \times (\text{نسبت سطح بوم‌نظام‌ها در کل حوزه (درصد)})$$

در رابطه فوق، نسبت درصد سطح بوم‌نظام‌ها در حوزه آبخیز، با اندازه‌گیری مساحت بوم‌نظام‌ها بدست می‌آید. امتیاز وضعیت بوم‌نظام‌ها نیز که از ۱ (وضعیت خیلی

آبخیز بر اساس ماتریس برآورد امتیازات به شرح جدول ۴ تعیین گردید.

جدول ۳- ضریب ماهیتی و عملکردی یک بوم‌نظام بر اساس اجماع کارشناسی

بوم‌نظام	محیط آبی	جنگل	مرتع	فضای انسانی	بیابان
ضریب	۴	۳	۲	۱	۰/۹

جدول ۴- جدول مبنایی ارزشیابی حوزه آبخیز

امتیاز کسب شده	۳/۹-۰/۹	۷/۹-۴	۱۱/۹-۸	۱۵/۹-۱۲	۲۰-۱۶
وضعیت پایداری حوزه آبخیز	ضعیف خیلی	ضعیف	متوسط	خوب	عالی

معیارها، شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی

معیارها و شاخص‌های انتخابی بخش بوم‌نظام

الف) شاخص‌های مرتبط با معیار پایداری خاک

۱- شاخص حفاظت خاک: تمامی عواملی که تحت عنوان پوشش سطح خاک قابل بررسی هستند، عبارتند از: تاج پوشش گیاهی، سنگ و سنگ‌ریزه و بقایای گیاهی. متغیرهای مذکور در گستره تیپ گیاهی و در نقاط معرف با استفاده از پلات‌های مربعی شکل و شکل‌های ارزیابی پوشش گیاهی، به صورت میدانی اندازه‌گیری شده است.

۲- شاخص فرسایش و رسوب: برای اندازه‌گیری فرسایش و رسوب روش‌های تجربی بسیار زیادی موجود می‌باشد که در این مطالعه از مدل تجربی ^۱EPM استفاده شده است.

ب) شاخص‌های مرتبط با معیار پایداری پوشش گیاهی

۱- شاخص کلاس سنی: در حوزه مورد نظر کلاس سنی گیاهان (یک‌ساله، دوساله، چندساله) با استفاده از شکل‌های ارزیابی پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده است.

۲- شاخص ترکیب گیاهی: دو متغیر کلاس خوشخوراکی (I, II, III) و شکل رویش (علفی، گندمیان، بوته‌ای) برای شاخص مورد نظر با استفاده از شکل‌های ارزیابی پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده است.

۳- شاخص گیاهان سمی: این شاخص با استفاده از شکل‌های ارزیابی پوشش گیاهی اندازه‌گیری شده است.

۴- شاخص تولید: برای شاخص مورد نظر سه متغیر تولید علوفه، ذخیره کربن و علوفه قابل دسترس اندازه‌گیری شده است.

در این مطالعه، برای محاسبه میزان تولید از روش مستقیم (قطع و توزین)، استفاده شده است. برای تعیین علوفه قابل دسترس برای دام به مؤلفه‌های تولید، خوشخوراکی و حد بهره‌برداری مجاز نیاز است که از حاصل ضرب تولید در خوشخوراکی یا حد بهره‌برداری مجاز به دست می‌آید.

۵- شاخص ظرفیت چرا: ظرفیت چرا عبارت است از تعداد دامی که در مرتع مشخص در زمان معین می‌توان اجازه چرا داد، ضمن این‌که از مرتع حداکثر استفاده شود و به منابع مرتع (آب و خاک) نیز آسیبی وارد نشود.

ج) شاخص‌های مرتبط با معیار پایداری اقلیم

شاخص‌های میزان بارندگی، مقدار دما و مقدار تبخیر و تفرق سالانه از آمار ایستگاه‌های حوزه استخراج شده است.

معیارها و شاخص‌های انتخابی بخش مسائل

اقتصادی-اجتماعی

الف) شاخص‌های مرتبط با معیار توسعه و نیازهای اجتماعی

۱- شاخص ویژگی‌های جمعیت: برای این شاخص، از چهار متغیر، شامل متغیر رشد سالانه جمعیت، تغییرات جمعیت، تراکم جمعیت و بُعد خانوار (نسبت تعداد جمعیت به تعداد خانوار)، استفاده شد. رشد سالانه عبارت است از نسبت تغییرات سالانه یک جمعیت، به کل جمعیت، که به صورت درصد بیان می‌شود.

^۱- Erosion Potential Method

۲- شاخص مالکیت: درصد مالکیت خصوصی و ملی، بر مبنای آخرین رأی قطعی صادرشده از مراجع قضایی و تثبیت‌شده روی نقشه تفکیک انفال، موجود در اداره منابع طبیعی شهرستان آباده، احصا گردید.

ارزش‌دهی شاخص‌ها در روش IUCN

الف) زمانی که بهترین حالت، ارزش بیشینه و بدترین حالت ارزش کمینه را داراست: در این حالت ارزش واقعی از ارزش کمینه دامنه کسر و تقسیم بر اختلاف میان ارزش بیشینه و ارزش کمینه دامنه شده و در ۲۰ ضرب، سپس با مبنای امتیاز طبقه جمع می‌شود.

برای مثال، امید به زندگی در ایران در هنگام تولد ۶۴ سال است جدول ۵ که آن را در دامنه متوسط قرار می‌دهد. محاسبه به صورت زیر است:

$$۱۰ = (\text{ارزش کمینه}) ۶۰ - (\text{ارزش بیشینه}) ۷۰$$

$$۴ = (\text{ارزش کمینه}) ۶۰ - (\text{ارزش واقعی}) ۶۴$$

$$۴۸ = (\text{امتیاز پایه دامنه}) ۴۰ + ۸$$

$$۸ = ۰/۴ \times ۲۰ \quad ۴ \div ۱۰ = ۰/۴$$

ب) زمانی که بهترین حالت ارزش کمینه و بدترین حالت ارزش بیشینه را داراست: در این حالت ارزش واقعی از ارزش کمینه دامنه کسر می‌شود. تقسیم بر اختلاف میان ارزش بیشینه و ارزش کمینه دامنه شده در ۲۰ ضرب و سپس از امتیاز بالای طبقه کسر می‌شود.

برای مثال، تراکم جمعیت ۳۹ درصد می‌باشد (جدول ۶). این مقدار آن را در طبقه متوسط قرار می‌دهد. روش محاسبه به صورت زیر است:

$$۵ = (\text{ارزش کمینه}) ۳۵ - (\text{ارزش بیشینه}) ۴۰$$

$$۴ = (\text{ارزش کمینه}) ۳۵ - (\text{ارزش واقعی}) ۳۹$$

$$۶۴ = ۱۶ - (\text{امتیاز پایه دامنه}) ۸۰$$

$$۱۶ = ۰/۸ \times ۲۰ \quad ۴ \div ۵ = ۰/۸$$

نتایج

انتخاب معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی وضعیت پایداری و مدیریت حوزه آبخیز از لحاظ دسترسی به اطلاعات و تولید داده‌ها، همواره دچار مشکلاتی بوده است. بسیاری از متغیرها، نیاز به سنجش و اندازه‌گیری‌های زمانی دارند، در نتیجه نمی‌توان تمام شاخص‌های هر معیار تعریف شده در مقطع زمانی خاص را در اختیار داشت [۱۵].

تغییرات جمعیت نیز از نسبت جمعیت در یک سال معین، به جمعیت در سال پایه یعنی سال ۱۳۷۵ و به صورت درصد بیان می‌شود. تراکم جمعیت، از نسبت تعداد جمعیت، به مساحت منطقه به دست می‌آید. همچنین، متوسط بُعد خانوار نیز، از نسبت تعداد جمعیت، به تعداد خانوار، به دست می‌آید. برای اطلاعات مربوط به این شاخص، از آمارهای مرکز بهداشت شهرستان آباده استفاده شده است.

۲- شاخص سواد: برای این شاخص، از متغیرهای نسبت باسوادی، نسبت بی‌سوادی، زنان و مردان باسوادی، زنان و مردان محصل و مردان و زنان بی‌سوادی استفاده شده است. برای این بخش از آمارهای موجود در مرکز بهداشت شهرستان آباده استفاده شده است.

۳- شاخص فقر: برای این شاخص، متغیرهای نرخ اشتغال و بیکاری، مرد و زن بیکار، مرد و زن شاغل، بار تکفل خالص و عملکرد در هکتار محصولات عمده کشاورزی، انتخاب و اندازه‌گیری شد. بار تکفل خالص، از نسبت تعداد جمعیت غیرشاغل، به جمعیت شاغل در سطح خانوار، آبادی و حوزه آبخیز، بر اساس یافته‌های سرشماری نفوس و مسکن به دست می‌آید. عملکرد در هکتار محصولات عمده کشاورزی، توسط مراکز جهاد کشاورزی هر ساله اندازه‌گیری و اعلام می‌گردد.

۴- شاخص تغذیه و امنیت غذایی: شاخص‌های مهم در زمینه تغذیه و امنیت غذایی، مشتمل بر سرانه اراضی کشاورزی، سرانه تعداد دام و سرانه تولیدات کشاورزی می‌باشد. محاسبه آنها به صورت نسبت سطح اراضی کشاورزی به جمعیت آبادی، تعداد دام به جمعیت آبادی و میزان تولیدات به جمعیت آبادی به دست می‌آید.

ب) شاخص‌های مرتبط با معیار عوامل حقوقی و قانونی

۱- شاخص عدالت و مساوات: در این بخش اطلاعات مربوط به نقش زنان در فعالیت‌های اجتماعی و تولیدی و همچنین آمار زنان بهره‌دار و سطح سواد و توانمندی‌های علمی آنان مورد نیاز است. در این تحقیق، اطلاعات لازم از دهیاری‌های خسروشیرین، محمدآباد و شاه‌نشین و همچنین مرکز بهداشت، و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان آباده بدست آمد.

در حالت کلی، دو بحث رفاه انسان و پایداری بوم‌نظام در روش IUCN بررسی شد. در بخش رفاه انسان، ۲ معیار و ۶ شاخص و ۱۶ متغیر جدول ۷، و در بخش پایداری بوم‌نظام نیز ۳ معیار، ۱۰ شاخص و ۲۶ متغیر سنجش و اندازه‌گیری شد (جدول ۸).

جدول ۵- طبقه‌بندی روش IUCN برای شاخص امید به زندگی

باند	مقیاس بالای باند	امید به زندگی در هنگام تولد
خوب	۱۰۰	۸۵
قابل قبول	۸۰	۷۵
متوسط	۶۰	۷۰
ضعیف	۴۰	۶۰
بد	۲۰	۴۵
پایه	۰	۲۵

جدول ۶- طبقه‌بندی روش IUCN برای تراکم جمعیت

باند	مقیاس بالای باند	تراکم جمعیت (%)
خوب	۱۰۰	۱۵
قابل قبول	۸۰	۳۵
متوسط	۶۰	۴۰
ضعیف	۴۰	۴۵
بد	۲۰	۵۰
پایه	۰	۵۵

نتایج ارزش‌دهی به شاخص‌های منتخب

الف) نتایج ارزیابی پایداری شاخص‌ها در بخش بوم‌نظام

با توجه به این‌که بعضی از متغیرها تغییرپذیری یکسانی داشتند (کیفیت آب و یا نوع جاده روستایی)، در ارزیابی پایانی از آنها استفاده نشد. برای ارزش‌دهی به شاخص‌ها، با توجه به تغییرات موجود در متغیرهای مربوطه از روش میانگین‌گیری حسابی در هر بخش و به تفکیک هر معیار استفاده شد. نتایج ارزش‌دهی به شاخص‌های منتخب در بخش‌های بوم‌نظام مرتع و رفاه انسان به ترتیب در جدول‌های ۹ و ۱۰ آمده است.

برای رسیدن به درک بهتر از وضعیت پایداری شاخص‌های بخش اقتصادی-اجتماعی در روش IUCN، با استفاده از نتایج اندازه‌گیری و ارزش‌گذاری شاخص‌های منتخب، شکل ۴ ترسیم گردید.

در این شکل، ۱۰ دایره هم مرکز وجود دارد. از مرکز دایره‌ها به سمت خارج، هر دو دایره، به ترتیب یکی از ۵ وضعیت پایداری، شامل: ناپایدار، پایداری ضعیف، پایداری متوسط، پایدار و بسیار پایدار را به تفکیک برای هر شاخص در هر کدام از زیرحوزه‌ها نشان می‌دهد.

میانگین ارزش شاخص‌های منتخب بخش بوم‌نظام مرتع ۴۷/۲، بدست آمد. این نتیجه نشان می‌دهد بوم‌نظام فوق در وضعیت پایداری متوسط قرار دارد. ارزیابی وضعیت شاخص‌های مربوط در این بخش به تفکیک، به شرح زیر است:

شاخص حفاظت خاک که از عوامل مثبت در پایداری است، با میانگین ارزش ۸۴/۲ در حال حاضر در کل حوزه، دارای وضعیت بسیار پایدار می‌باشد. با توجه به پایداری ضعیف شاخص‌های فرسایش و رسوب (۳۷/۴) و دام موجود (۲۹/۲) و پایداری متوسط شاخص ویژگی‌های جمعیت (۵۳/۸)، وضعیت این شاخص (حفاظت خاک)، بسیار شکننده است.

اعمال مدیریت و اجرای طرح‌های بیولوژیک (بذرکار، کپه‌کاری، مدیریت چرا، حفاظت و قرق و تعادل دام و مرتع)، با حفاظت از سطح خاک و افزایش پوشش گیاهی می‌تواند در حفظ وضعیت پایدار این شاخص مؤثر باشد. هم‌چنین وضعیت شاخص‌هایی مانند فرسایش و رسوب و شاخص تولید را بهبود ببخشد.

جدول ۷- معیارها، شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی و هم‌چنین مقدار آنها در بخش بوم‌نظام مرتع

معیار	شاخص	متغیر	بایرام‌بیگی	تنگ‌رود	چهاردره	خسروشیرین و شاهنشین	محمدآباد
معیار پایداری خاک	بقایای گیاهی (%)	۵	۲	۲	۲	۴	۹
		۱۸	۳۷	۳۰	۳۴	۲۳	۲۳
		۴۸	۲۵	۲۶	۲۶	۴۷	۴۷
		۷۱	۶۴	۵۸	۶۴	۷۹	۷۹
		۲۹	۳۶	۴۲	۳۶	۲۱	۲۱
فرسایش و رسوب	فرسایش ویژه ($m^3/km^2/y$)	۷۳۳	۷۵۰	۹۷۰	۴۴۱	۲۲۱	۲۲۱
		۲۸۵	۱۹۴	۳۰۶	۵۵۰	۱۳۶	۱۳۶
		۳۹۴۵۳	۲۱۸۲۳	۲۴۵۳۹	۷۳۱۷۹	۱۱۳۶۰	۱۱۳۶۰
تنوع زیستی	تعدادتپ	۸	۷	۵	۸	۴	۴
		۱۰	۸	۹	۸	۳۲	۳۲
		۹۰	۹۲	۹۱	۹۲	۶۸	۶۸
معیار پایداری پوشش گیاهی	ترکیب گیاهی	I کلاس خوشخوراکی	۷	۶	۵	۳	۱۰
		II کلاس خوشخوراکی	۹	۷	۱۰	۷	۳۸
		III کلاس خوشخوراکی	۸۴	۸۷	۸۵	۹۰	۵۲
معیار پایداری پوشش گیاهی	شکل رویش	شکل رویش fr	۴۸	۴۷	۵۳	۵۱	۴۵
		شکل رویش Gr	۲۴	۲۱	۲۷	۲۲	۲۰
		شکل رویش Sr	۲۸	۳۲	۲۰	۱۷	۳۵
شاخص تولید	تولید	تولید (kg/ha)	۵۰۴	۳۱۵	۱۴۳	۴۵۹	۳۱۳
		ذخیره کربن (kg/ha)	۱۴۸	۱۲۸	۱۵۷	۳۱۰	۱۴۸
		علوفه دسترس (kg/ha)	۱۸۴	۱۱۰	۵۷۱	۷۹۸	۱۵۵
معیار هوا و اقلیم	ظرفیت چرا	مساحت مراتع به هکتار	۵۶۶۹	۶۸۹۰	۶۷۵۴	۲۴۴۲	۱۰۰۷۵
		ظرفیت چرای مجاز	۴۵۲۴	۵۸۲۵	۲۷۰۰	۵۸۲	۴۹۵۳
معیار هوا و اقلیم	شاخص دما	متوسط بارش (mm)	۳۵۳	۴۷۲	۳۶۱	۳۰۳	۴۱۰
		متوسط دما (c)	۱۲	۱۴	۱۰/۵	۱۰	۱۲
		تبخیر و ترق واقعی	۱۱۵۲	۲۷۸۴	۱۳۷۵	۱۶۹۱	۱۹۲۵

پایداری ضعیف این شاخص با پایین‌بودن شاخص حفاظت خاک و شاخص ظرفیت دام موجود در این حوزه مرتبط می‌باشد. تقویت پوشش گیاهی و احداث سازه‌های کنترل رسوب و پخش سیلاب مانند چک‌دم و بندهای سنگی-ملاتی، احداث کونتورفار و هلالی‌های آبگیر، در بهبود وضعیت پایداری این شاخص مؤثر خواهد بود.

شاخص فرسایش و رسوب که از عوامل منفی در پایداری به حساب می‌آید با میانگین ارزش ۳۷/۴ در وضعیت پایداری ضعیف قرار دارد. این وضعیت در کل حوزه یکسان نبوده و از وضعیت ناپایدار در زیرحوزه چهاردره تا وضعیت پایدار در زیرحوزه محمدآباد متغیر است.

جدول ۸- معیارها، شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی و همچنین مقدار آنها در بخش بوم‌نظام اجتماعی و اقتصادی (رفاه انسان)

معیار	شاخص	متغیر	بایرام‌بیگی	تنگ‌رود	چهاردره	خسرو شیرین و شاه نشین	محمدآباد
	شاخص	رشد سالانه جمعیت (/.)	۴/۹	۵/۱	۵	۲/۶	۴/۸
	ویژگی‌های	تراکم جمعیت (/.)	۰/۰۷	۱/۳۵	۰/۰۴	۰/۲۳	۱۱
	جمعیت	بعد خانوار (تعداد) (/.)	۵/۱	۵/۴۱	۶	۴	۴/۸
	شاخص سواد	نسبت باسوادی (/.)	۵۱	۵۲	۷۴	۸۴	۷۰
معیار توسعه و نیازهای اجتماعی	شاخص فقر	نرخ اشتغال (/.)	۷۴	۷۹	۱۰۰	۵۰	۷۵
		نرخ بیکاری (/.)	۲۶	۲۱	۰	۵۰	۲۵
		بار تکفل خالص	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۳۱	۱/۳	۱/۳۲
	شاخص تغذیه و امنیت غذایی	عملکرد محصولات	۱/۲	۳	۲۲	۲	۳۱
		سرانه تولیدات کشاورزی	۱/۳	۱/۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
		سرانه اراضی (هکتار)	۴	۹	۰/۱	۳/۵	۰/۳۵
		سرانه تعداد دام	۳۰	۲۴	۸	۱/۲۶	۸/۵
معیار عوامل و حقوقی و قانونی	شاخص عدالت و مساوات	زنان بهره بردار (/.)	۳	۳	۳	۲	۴
		زنان شاغل (/.)	۶۵	۶۵	۳۵	۳۰	۴۵
		زنان باسواد (/.)	۴۲	۵۵	۷۵	۸۲	۴۹
	شاخص مالکیت	مالکیت خصوصی (/.)	۵	۵	۰	۲۰	۱۰
		مالکیت ملی (/.)	۹۵	۹۵	۱۰۰	۶۰	۹۰

جدول ۹- ارزش شاخص‌های منتخب در بخش بوم‌نظام مرتع به روش IUCN

زیرحوزه شاخص	بایرام بیگی	تنگ رود	چهار دره	خسرو شیرین و شاهنشین	محمد آباد	میانگین
شاخص حفاظت خاک	۸۰	۸۳	۷۷	۸۳	۹۸	۸۴/۲
شاخص فرسایش و رسوب	۲۷	۲۵	۱۷	۵۶	۶۲	۳۷/۴
شاخص تنوع گونه‌ای	۹۵	۹۳	۷۲	۷۰	۴۵	۷۵
شاخص کلاس سنی	۹۰	۸۶	۶۴	۶۲	۴۰	۶۸/۴
شاخص ترکیب گیاهی	۴۶	۴۶	۴۵	۴۳	۴۰	۴۴
شاخص گیاهان سمی	۹۲	۹۲	۹۲	۹۹	۹۹	۹۴/۸
شاخص تولید	۸۱	۴۳	۱۹	۷۲	۴۲	۵۱/۴
شاخص دام موجود	۲۵	۳۰	۳۱	۳۲	۲۸	۲۹/۲
شاخص میزان بارش	۸۶	۷۸	۸۶	۵۲	۶۲	۷۲/۸
شاخص تبخیر و تعرق	۶۷	۵۵	۶۴	۶۲	۵۸	۶۱/۲
جمع ارزش شاخص‌ها	۶۸۹	۶۳۱	۵۶۷	۶۳۱	۵۷۴	
میانگین	۶۸/۹	۶۳/۱	۵۶/۷	۶۳/۱	۵۷/۴	۶۱/۸

می‌توان وضعیت پایداری شاخص‌های دیگر، مانند شاخص‌های تولید، کلاس سنی و ترکیب گیاهی را بهبود بخشید.

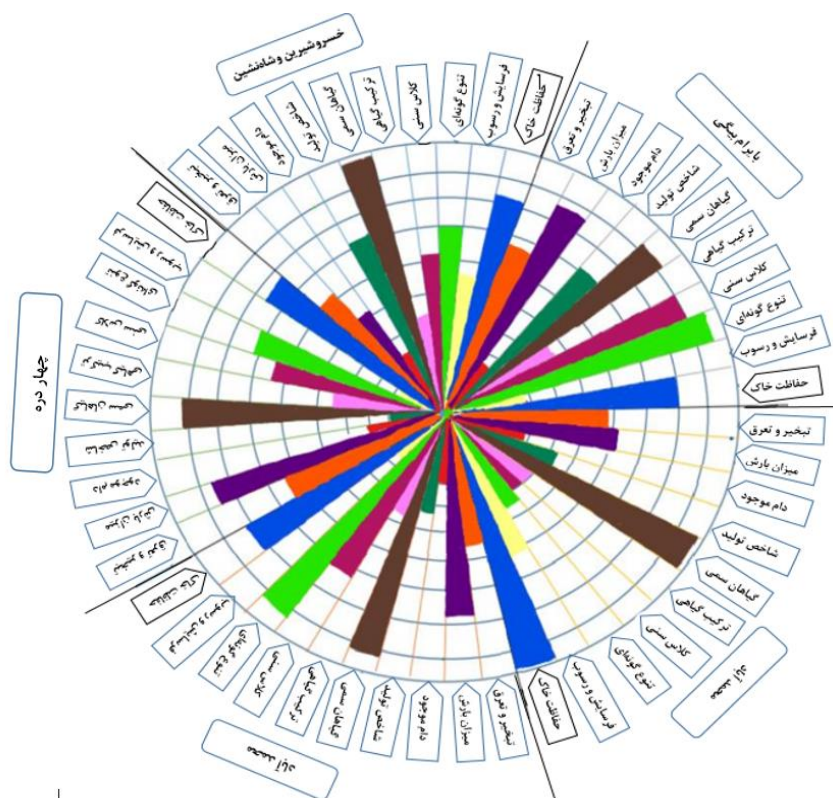
شاخص کلاس سنی با میانگین ارزش ۶۸/۴ نشان‌دهنده وضعیت پایدار این شاخص در کل حوزه

شاخص تنوع گونه‌ای با میانگین ارزش ۷۵ در کل حوزه دارای وضعیت پایدار می‌باشد. این شاخص تابع شاخص‌های میزان بارش، تبخیر و تعرق، پایداری خاک و شاخص دام موجود می‌باشد. با توجه به پتانسیل این شاخص با اقداماتی نظیر حفاظت و قرق و مدیریت چرا،

زیرحوزه است. با توجه به پایداری بودن شاخص‌هایی مثل میزان بارش (۶۲) و تنوع گونه‌ای (۷۵) در این زیرحوزه، در صورت انجام اقداماتی نظیر کپه‌کاری و بذرکاری با گونه‌های سازگار، حفاظت و قرق و مدیریت چرا وضعیت پایداری این شاخص بهبود خواهد یافت.

می‌باشد. وجود ترکیبی از گیاهان یکساله، دوساله و چندساله در گستره وسیعی از حوزه نشان‌دهنده ظرفیت این حوزه در بهبود وضعیت پایداری شاخص‌های مربوط به معیار پایداری خاک و شاخص‌هایی مانند ترکیب گیاهی، تنوع گونه‌ای و شاخص تولید است.

پایداری ضعیف این شاخص در زیرحوزه محمدآباد (۴۰) به دلیل غالبیت گیاهان یکساله در سطح این



شکل ۴- نمودار تجمیعی ارزیابی پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین بخش بوم‌نظام مرتع

شاخص گیاهان سمی با میانگین ارزش ۹۴/۸ در وضعیت کاملاً پایدار قرار دارد. این نوع گیاهان به ندرت در منطقه مشاهده می‌شوند. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات بعدی این شاخص حذف شود. زیرا این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها وزن زیادی را در ارزش‌دهی به خود اختصاص می‌دهد.

شاخص تولید با میانگین ارزش ۵۱/۴ دارای وضعیت پایداری متوسط، در کل حوزه است. خشکسالی، فشار دام مازاد بر ظرفیت، عدم رعایت زمان‌بندی کوچ، ورود زود هنگام در بهار و خروج دیر هنگام دام در پاییز، عوامل تأثیرگذار در وضعیت پایداری این شاخص است.

شاخص ترکیب گیاهی با میانگین ارزش ۴۴ نشان‌دهنده پایداری متوسط اما نزدیک به پایداری ضعیف این شاخص در کل حوزه است. گونه‌های خوشخواراک کلاس I و II، فراوانی چندانی در کل حوزه ندارند. اغلب گونه‌های موجود، در کلاس خوشخواراک III قرار دارند. عامل اصلی این وضعیت، وجود دام مازاد بر ظرفیت و عدم رعایت تقویم کوچ (زمان ورود و خروج سالانه دام به مراتع) می‌باشد. با اعمال مدیریت چرا، رعایت زمان‌بندی تقویم کوچ و کنترل زمان ورود و خروج دام‌ها همراه با کپه‌کاری و بذرکاری با گونه‌های خوشخواراک بومی و سازگار با منطقه، وضعیت پایداری این شاخص در حوزه مورد مطالعه بهبود خواهد یافت.

ب) نتایج ارزیابی پایداری شاخص‌ها در بخش اقتصادی - اجتماعی (رفاه انسان):

در ارزیابی پایداری بوم‌نظام اقتصادی و اجتماعی (رفاه انسان)، میانگین ارزش شاخص‌های منتخب ۴۷/۲، بدست آمد. این نتیجه نشان می‌دهد وضعیت پایداری بوم‌نظام فوق، پایداری متوسط است. وضعیت شاخص‌های این بخش به تفکیک به شرح زیر ارزیابی گردید:

شاخص ویژگی‌های جمعیت که یکی از عوامل منفی در رفاه زندگی انسان حساب می‌آید با میانگین ارزش ۵۳/۸ در وضعیت پایداری متوسط قرار دارد. بالابودن متغیرهای نرخ رشد جمعیت، تراکم جمعیت و بُعد خانوار در کل حوزه مورد مطالعه، نشان‌دهنده بی‌نظمی در جمعیت است. کنترل جمعیت می‌تواند با کاهش اندازه متغیرهای فوق به بهبود وضعیت پایداری این شاخص کمک کند.

شاخص سواد، با میانگین ارزش ۵۶/۲ دارای وضعیت پایداری متوسط است. بین زیرحوزه‌های مورد مطالعه در این خصوص تفاوت چندانی مشاهده نشد. با توجه به این‌که سواد بر تمام جنبه‌های زندگی انسان اثرگذار است و انسان را به سمت پیشرفت و فناوری سوق می‌دهد؛ تشویق به ادامه تحصیل جوانان و برگزاری کلاس‌های آموزشی در تمام ابعاد اعم از آموزش‌های شغلی، بهداشتی، خانه‌داری و اجتماعی برای بهره‌برداران، ارتقاء وضعیت پایداری را بدنبال خواهد داشت.

شاخص فقر در کل حوزه با میانگین ارزش ۶۱/۸ در وضعیت پایدار قرار دارد. زیر حوزه تنگ‌رود با میانگین ارزش ۴۶ و وضعیت پایداری متوسط، نسبت به سایر حوزه‌ها از پایداری ضعیف‌تری برخوردار است. حوزه چهاردره با میانگین ارزش ۸۰ در وضعیت بسیار پایدار قرار دارد. این وضعیت، به دلیل متفاوت شاخص درصد نرخ اشتغال در این دو زیرحوزه است. ایجاد فرصت‌های جدید شغلی در حوزه در این خصوص مؤثر است.

شاخص تغذیه و امنیت غذایی با میانگین ارزش ۴۳/۴ در وضعیت پایداری متوسط (نزدیک به پایداری ضعیف) قرار دارد. پایین‌بودن سرانه تولیدات کشاورزی، سرانه اراضی، و سرانه تعداد دام، از دلایل عمده این موضوع است. شاخص ویژگی‌های جمعیت نیز به‌ویژه در زیرحوزه‌های خسروشیرین و شاه‌نشین از دلایل دیگر آن است. ایجاد

در حوزه مورد مطالعه، زیرحوزه چهاردره، شاخص تولید با میانگین ارزش ۱۹ در وضعیت ناپایدار قرار دارد. علاوه بر وجود دام مازاد بهره‌برداران و مرتعداران، این زیرحوزه در مسیر کوچ و ایل‌راه عشایر کوچنده استان‌های اصفهان و چهارمحال بختیاری موقعیت دارد. گیاهان در این زیرحوزه هر سال در ابتدای فصل رشد مورد چرا قرار گرفته و فرصت رشد و تولید علوفه چندانی ندارند. کنترل کوچ، قرق مراتع، بذرکاری و کپه‌کاری و مدیریت چرا در راستای کاهش فشار دام به مراتع می‌تواند به بهبود وضعیت پایداری این شاخص کمک کند.

شاخص ظرفیت دام موجود با میانگین ارزش ۲۹/۲ و وضعیت پایداری ضعیف، تأثیرگذارترین شاخص منفی در پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین است. در تمام زیرحوزه‌های مورد مطالعه، دام موجود بیش از ظرفیت و توان تعلیف مراتع است. دام مازاد با چرای مفرط و از بین بردن پوشش گیاهی، علاوه بر شاخص تولید بر کلیه شاخص‌های مرتبط با معیار پایداری خاک و معیار پایداری گیاه اعم از شاخص‌های حفاظت خاک، فرسایش و رسوب، کلاس سنی، ترکیب گیاهی و تنوع گونه‌ای تأثیر منفی دارد. این وضعیت، متأثر از وضعیت پایداری متوسط و ضعیف، در شاخص‌های، ویژگی جمعیت و مالکیت (مرتبط با بخش بوم‌سازگان انسان) است. جمعیت زیاد، پایداری بوم‌سازگان را برای تأمین نیازهای خود برهم می‌زند و ناپایداری آن را به همراه دارد.

کمبود شغل‌های جایگزین و عدم تنوع در درآمد، باعث شده است دامداری شغل اصلی مردم شود. خارج کردن دام مازاد، همراه با ایجاد مشاغل جدید با استفاده از محصولات فرعی مرتع شامل گیاهان دارویی و صنعتی، همچنین با استفاده از ظرفیت بوم‌گردی و گردش‌گری منطقه می‌توان وضعیت پایداری این شاخص و به تبع آن سایر شاخص‌های مرتبط را بهبود بخشید.

شاخص‌های میزان بارش و تبخیر و تعرق که شاخص‌های مثبت در پایداری هستند با میانگین ارزش ۷۲/۸ و ۶۱/۲ در وضعیت پایداری قرار دارند.

مشاغل جدید، به منظور خارج کردن بخشی از جمعیت مشغول به کشاورزی و دامداری، افزایش بهره‌وری در کشاورزی با ایجاد گلخانه‌ها و مجتمع‌های دامداری صنعتی

از راه کارهای مؤثر در بهبود وضعیت پایداری می‌باشد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- ارزش شاخص‌های منتخب در بخش اقتصادی-اجتماعی (رفاه انسان)

نام زیرحوزه شاخص	بایرام بیگی	تنگ رود	چهار دره	خسروشیرین و شاه نشین	محمدآباد	میانگین
شاخص ویژگی‌های جمعیت	۵۶	۶۳	۵۲	۵۰	۴۸	۵۳/۸
شاخص سواد	۴۸	۵۰	۵۸	۶۸	۵۷	۵۶/۲
شاخص فقر	۶۰	۴۶	۸۰	۶۳	۶۰	۶۱/۸
شاخص تغذیه و امنیت غذایی	۵۹	۶۲	۳۱	۳۰	۳۵	۴۳/۴
شاخص عدالت و مساوات	۳۵	۳۰	۳۰	۴۰	۳۵	۳۴
شاخص مالکیت	۳۵	۳۲	۳۰	۴۰	۳۴	۳۴/۲
جمع ارزش شاخص‌ها	۲۹۳	۲۸۳	۲۸۱	۲۹۱	۲۶۹	
میانگین ارزش شاخص‌ها	۴۸/۸	۴۷/۲	۴۶/۸	۴۸/۵	۴۴/۸	۴۷/۲

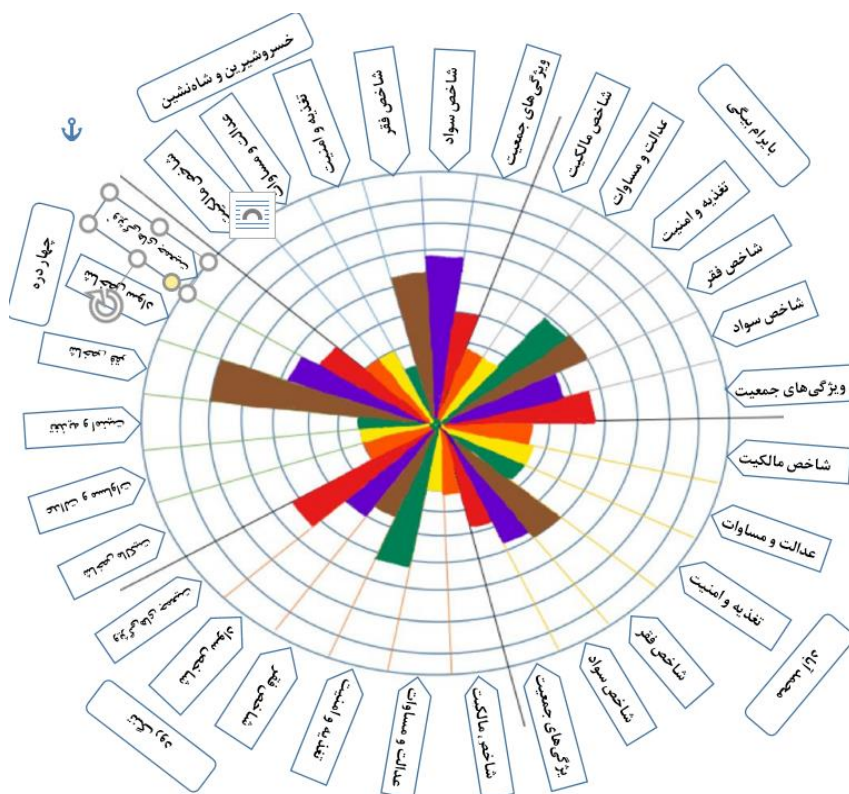
شاخص عدالت و مساوات با میانگین امتیاز حدود ۳۴ و وضعیت پایداری ضعیف در کل حوزه، نشان دهنده نابرابری اجتماعی و اقتصادی بین زن و مرد است. تفاوتی چندانی بین زیرحوزه‌ها در وضعیت این شاخص مشاهده نشد. با افزایش درصد زنان شاغل می‌تواند وضعیت این شاخص را بهبود بخشید.

شاخص مالکیت با میانگین امتیاز ۳۴/۲، در وضعیت پایداری ضعیف قرار دارد. سطح وسیعی از اراضی کشاورزی (حدود ۵۰ درصد) در کل حوزه به صورت تصرفی بوده و جزء اراضی ملی محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، هرچند مراتع بصورت قانونی و در قالب طرح‌های مرتعداری یا پروانه بهره‌برداری در اختیار دامداران قرار دارد، اما بر اساس قانون، مالکیت مراتع در اختیار دولت است.

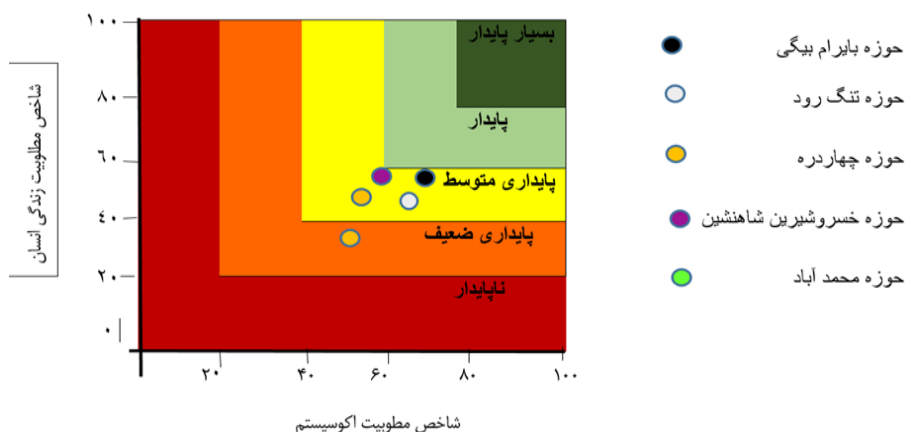
در مجموع شاخص‌های بخش رفاه انسان از لحاظ پایداری در کل حوزه در وضعیت مناسبی قرار ندارند. بیشترین و کمترین میزان پایداری در بخش رفاه انسان، به ترتیب در زیرحوزه‌های بایرام‌بیگی و محمدآباد مشاهده شد. شکل ۵، نمودار فشارسنج پایداری پنج زیرحوزه بوم‌سازگان مورد مطالعه که از نتایج تلفیقی شاخص‌های

بوم‌نظام (۶۱/۸) و شرایط زندگی اجتماعی و اقتصادی (۴۷/۲) به دست آمده را نشان می‌دهد. این فشارسنج میانگین معیارهای بوم‌نظام را در محور X و میانگین معیارهای اقتصادی و اجتماعی را در محور Y در پنج محدوده، ناپایدار، پایداری ضعیف، پایداری متوسط، پایدار و بسیار پایدار مورد مقایسه قرار می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده، زیرحوزه محمدآباد در وضعیت پایداری ضعیف و سایر زیرحوزه‌ها در وضعیت پایداری متوسط قرار دارند. در آخر، وضعیت پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین بر اساس ارزیابی به روش IUCN در شرایط پایداری متوسط ارزیابی گردید (شکل ۶).

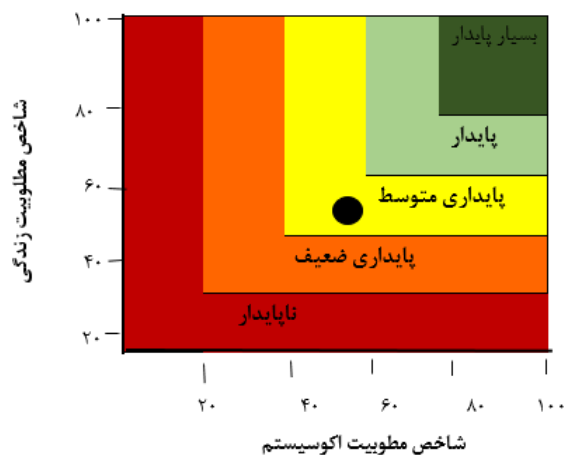
در روش دیگر (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری) در حالت کلی بوم‌سازگان، در بخش بوم‌نظام مرتع ۳ معیار، ۹ شاخص و ۱۴ متغیر انتخاب و اندازه‌گیری شد (جدول ۱۱). در بخش بوم‌نظام مسائل اقتصادی و اجتماعی، ۵ معیار و ۱۶ شاخص (خود شاخص‌ها به عنوان متغیر عمل می‌کنند)، انتخاب و اندازه‌گیری شدند (جدول ۱۲).



شکل ۵- نمودار تجمیعی ارزیابی پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین بخش رفاه انسان



شکل ۶- دیاگرام تجمیعی سنجش پایداری در ۵ زیرحوزه مورد مطالعه



شکل ۷- دیاگرام سنجش پایداری در کل حوزه خسروشیرین

جدول ۱۱- معیارها، شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی در روش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری بخش بوم‌نظام مرتع

معیار	شاخص	متغیر	علائم و نشانه‌ها	امتیاز روش	امتیاز
	حفاظت خاک	میزان پوشش سطح خاک	میزان پوشش سطح خاک بیش از ۵۰ درصد	۵	۵
			میزان پوشش سطح خاک ۴۱ تا ۵۰ درصد	۴	-
			میزان پوشش سطح خاک ۲۶ تا ۴۰ درصد	۳	--
			میزان پوشش سطح خاک ۱۰ تا ۲۵ درصد	۲	--
			میزان پوشش سطح خاک کمتر از ۱۰ درصد	۱	--
	فرسایش پذیری	شدت فرسایش	نامحسوس	۴	--
			کم	۳	--
			متوسط	۲	۲
			شدید	۱	--
پایداری خاک	میزان پایداری خاک		قطعه خاک در آب بدون تورم و متلاشی شدن باقی می‌ماند (پایدار)	۵	--
			تنها قسمت‌های کوچکی از خاک در آب فرو می‌ریزد (نسبتاً پایدار)	۴	۴
			قطعه خاک در آب بین ۵ تا ۱۰ ثانیه متلاشی می‌شود (ناپایدار)	۳	
			قطعه خاک تا ۵ ثانیه متلاشی می‌شود (خاک بسیار ناپایدار)	۲	--
			امکان آزمایش وجود ندارد مانند خاک‌های شنی (سست و سبک)	۱	--
بافت خاک	میزان نفوذپذیری		خاک‌های شنی تا شنی رسی (نفوذپذیری خوب)	۴	۴
			خاک‌های شنی رسی تا رسی شنی (نفوذپذیری متوسط)	۳	--
			خاک‌های رسی شنی تا رسی (نفوذپذیری کم)	۲	--
			خاک‌های رسی تا رسی سنگین (نفوذپذیری بسیار کم)	۱	--
	تنوع گونه‌ها		بیش از ۵۰ گونه گیاهی	۴	۴
			۳۰ تا ۵۰ گونه گیاهی	۳	--
			۱۰ تا ۳۰ گونه گیاهی	۲	--
			کمتر از ۱۰ گونه گیاهی	۱	--
تنوع زیستی	درجه خلوص تیپ		تیپ از چند گونه تشکیل شده باشد	۳	۳
			تیپ از دو گونه تشکیل شده باشد	۲	--
			تیپ از یک گونه غالب تشکیل شده باشد	۱	--
پایداری پوشش گیاهی	وجود کلاس‌های سنی مختلف		وجود کلاس‌های سنی مختلف در بیش از ۷۵ درصد گونه‌ها	۴	--
			وجود کلاس‌های سنی مختلف در ۵۰ تا ۷۵ درصد گونه‌ها	۳	۳
			وجود کلاس‌های سنی مختلف در ۲۵ تا ۵۰ درصد گونه‌ها	۲	-
			وجود کلاس‌های سنی مختلف در کمتر از ۲۵ درصد گونه‌ها	۱	--
ترکیب گیاهی	کلاس خوشخوراکی		بیشتر گیاهان از کلاس I می‌باشند	۴	--
			بیشتر گیاهان از کلاس II می‌باشند	۳	--
			بیشتر گیاهان از کلاس III می‌باشند	۲	۲
			بیشتر گیاهان سمی می‌باشند	۱	--
	شکل رویش گیاهان در ترکیب گیاهی		وجود شکل‌های رویشی مختلف گیاهان به نسبت قابل انتظار	۴	۴
			وجود شکل‌های رویشی مختلف گیاهان به نسبت بالای ۵۰ درصد	۳	-
			وجود شکل‌های رویشی مختلف گیاهان به نسبت ۲۰ تا ۵۰ درصد	۲	-
			فاقد شکل‌های رویشی مختلف می‌باشد	۱	--

۴	۴	کمتر از ۵ درصد ترکیب گیاهی متعلق به گیاهان سمی	گیاهان سمی	وضعیت گیاهان سمی
---	۳	۵ تا ۱۰ درصد ترکیب گیاهی متعلق به گیاهان سمی		
--	۲	۱۰ تا ۲۰ درصد ترکیب گیاهی متعلق به گیاهان سمی		
---	۱	بیش از ۲۰ درصد ترکیب گیاهی متعلق به گیاهان سمی		
---	۳	متعادل	نسبت دام	تناسب بین دام و مرتع
۲	۲	کمتر از دو برابر ظرفیت	موجود به	
---	۱	بیش از دو برابر ظرفیت	ظرفیت مجاز	
---	۳	نوع دام کاملاً متناسب با شرایط مرتع باشد	رعایت تناسب	پایداری اقتصادی واجتماعی
۲	۲	نوع دام موجود نسبتاً متناسب با شرایط مرتع باشد	دام با مرتع	
-	۱	نوع دام موجود متناسب با شرایط مرتع نباشد		
--	۴	عرصه فاقد هر گونه تبدیل اراضی مرتعی به سایر کاربری‌ها	تبدیل اراضی مرتعی به سایر کاربری‌ها	تناسب بهره‌برداری
۳	۳	فقط در عرصه‌های مناسب تغییر کاربری انجام شده است		
-	۲	در عرصه‌های مناسب و نامناسب تغییر کاربری دیده می‌شود		
--	۱	تغییر کاربری انجام شده فاقد استعداد بوده است		
۳	۳	قسمتی از عرصه تحت پوشش برنامه‌های حفاظتی قرار دارد	سطوح حفاظتی	
--	۲	قسمتی از عرصه دارای قرق شاهد است		
--	۱	فاقد سطح حفاظتی و قرق شاهد است		
۴۶				جمع

جدول ۱۲- معیارها، شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی در روش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری بخش بوم‌نظام رفاه انسان

امتیاز	امتیاز روش	تجزیه و تحلیل (ارزشیابی اولیه)	شاخص	معیار
--	۱	بیش از ۴۵ نفر در km^2 (تراکم زیاد)	تراکم جمعیت	تغییر و تحول جمعیت
--	۲	بین ۳۵ تا ۴۰ نفر در km^2 (تراکم متوسط)		
۳	۳	کمتر از ۳۵ نفر در km^2 (تراکم کم)		
۱	۱	بعد خانوار بیش از ۴ نفر (نامناسب)	بعد خانوار	
--	۲	بعد خانوار حدود ۴ نفر (متوسط)		
--	۳	بعد خانوار کمتر از ۴ نفر (مناسب)		
--	۱	رشد سالانه بیش از ۱۰ درصد (نامناسب)	رشد سالانه جمعیت	
۲	۲	رشد سالانه بین ۵ تا ۹ درصد (متوسط)		
--	۳	رشد سالانه کمتر از ۴ درصد (مناسب)		
--	۱	نرخ اشتغال کمتر از ۹۲٪ (نامساعد)	نرخ اشتغال	
۲	۲	نرخ اشتغال بین ۹۲ تا ۹۷٪ (متوسط)		
--	۳	نرخ اشتغال بیش از ۹۷٪ (مساعد)		
--	۱	کمتر از ۲۵ نفر شاغل (بسیار ضعیف)	تعداد شاغلین	
۲	۲	۵ تا ۵۰ نفر شاغل (متوسط)		
--	۳	بیش از ۵۰ نفر شاغل (خوب)		
--	۱	میزان سربراری بیش از ۳ نفر (بد)	بار تکفل خالص	فقر و معیشت
۲	۲	۳ تا ۲ نفر سربرار (متوسط)		
--	۳	کمتر از دو نفر سربرار (خوب)		
۱	۱	عملکرد گندم کمتر از ۲ تن در هکتار (ضعیف)		

--	۲	عملکرد گندم ۲ تا ۵ تن در هکتار (متوسط)	عملکرد محصولات	
--	۳	عملکرد گندم بیش از ۵ تن در هکتار (خوب)	عمده کشاورزی	
-	۱	میزان باسوادی کمتر از ۷۰٪ ضعیف	نرخ باسوادی	
-	۲	میزان باسوادی بین ۷۰ تا ۹۰٪ (متوسط)		
۳	۳	میزان باسوادی بیش از ۹۰٪ خوب		
--	۱	میزان محصولین کمتر از ۵۰٪ ضعیف	نرخ محصولین	آموزش و مهارت
--	۲	میزان محصولین بین ۵۰ تا ۷۰٪ متوسط		
۳	۳	میزان محصولین بیش از ۷۰٪ خوب		
--	۱	میزان خالص ثابت نام کمتر از ۹۵٪ ضعیف	نسبت خالص ثابت	
--	۲	میزان خالص ثابت نام ۹۵ تا ۹۹٪ متوسط	نام در مدارس	
۳	۳	میزان خالص ثابت نام ۱۰۰٪ خوب	ابتدایی	
--	۱	سرانه اراضی کمتر از ۱/۵ هکتار (بد)	سرانه اراضی	
--	۲	سرانه اراضی حدود ۱/۵ تا ۲/۵ هکتار (متوسط)	کشاورزی	
۳	۳	سرانه اراضی بیش از ۲/۵ هکتار (خوب)		
---	۱	سرانه دام کمتر از ۳ واحد دامی (بد)	سرانه تعداد دام	تغذیه و امنیت غذایی
--	۲	سرانه دام ۴ واحد دامی (متوسط)		
۳	۳	سرانه دام بیش از ۴ واحد دامی (خوب)		
--	۱	سرانه تولید کمتر از ۲/۵ تن گندم (بد)	سرانه تولیدات	
۳	۲	سرانه تولید کمتر از ۲/۵ تا ۵ تن گندم (متوسط)	کشاورزی	
--	۳	سرانه تولید بیشتر از ۵ تن گندم (خوب)		
--	۱	تعداد خانوارهای برخوردار کمتر از ۸۰٪ (نامناسب)	خانوارهای برخوردار	
۳	۲	تعداد خانوارهای برخوردار بین ۸۰ تا ۹۵٪ (متوسط)	از آب سالم	
--	۳	تعداد خانوارهای برخوردار بیش از ۹۵٪ (مناسب)		
-	۱	تعداد خانوارهای برخوردار کمتر از ۸۰٪ (نامناسب)	تعداد خانوارهای	بهداشت و سلامت جامعه
۳	۲	تعداد خانوارهای برخوردار بین ۸۰ تا ۹۵٪ (متوسط)	برخوردار از توالت	
--	۳	تعداد خانوارهای برخوردار بیش از ۹۵٪ (مناسب)	بهداشتی	
--	۳	تعداد خانوارهای برخوردار کمتر از ۸۰٪ (نامناسب)	تعداد خانوارهای	
۳	۲	تعداد خانوارهای برخوردار بین ۸۰ تا ۹۵٪ (متوسط)	برخوردار از حمام	
--	۳	تعداد خانوارهای برخوردار بیش از ۹۵٪ (مناسب)		
۳۶			جمع امتیاز	

با توجه به ماتریس برآورد امتیازات در جدول ۱۳، و جمع کل امتیازات کسب شده (۵/۵۱۲۵)، در وضعیت پایداری ضعیف قرار دارد.

در بررسی نتایج حاصل از هر دو روش (IUCN و روش سازمان جنگل‌ها)، مشاهده می‌شود عامل محدودکننده پایداری در بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین بیشتر تحت تأثیر عوامل مرتبط با دخالت انسان است تا عوامل محیطی.

امتیاز نهایی برای بوم‌نظام مرتع ۴۶ بدست آمد. بنابراین بر اساس جدول ۱، این بوم‌سازگان در طبقه متوسط قرار می‌گیرد. امتیاز نهایی برای بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی ۳۶ بدست آمد که با تقسیم به ۱۶ (تعداد متغیر انتخابی)، عدد ۲/۲۵ به دست می‌آید و آن را در طبقه‌ی متوسط قرار می‌دهد (جدول ۲). در آخر وضعیت پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز خسروشیرین بر اساس ارزیابی به روش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری

این یافته با نتایج حوزه‌های آبخیز خیررود کنار مازندران، زیدشت طالقان [۲] و همچنین تحقیقات انجام شده در حوزه آبخیز بختگان [۱۴] مطابقت دارد. اما در بخش متغیرهای بوم‌نظام، وضعیت معیارها و شاخص‌های منتخب تا حدودی با هم مطابقت دارند، چرا که بوم‌سازگان حوزه آبخیز مورد مطالعه فاقد بوم‌نظام جنگل می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق با تحقیقاتی که در آفریقا و آسیای جنوبی به روش IUCN در سطح منطقه‌ای

انجام گرفته است، مطابقت داشته، و توانایی این روش در هر بخش و سطحی را نشان می‌دهد. مشکلاتی که برای اندازه‌گیری بعضی از متغیرها در مطالعات مختلف مورد اشاره بوده است برای این تحقیق نیز پیش آمده است. بیشتر این مشکلات شامل زمان‌بر بودن و هزینه زیاد و عدم داده‌های مناسب برای اندازه‌گیری متغیرها بوده است. بعضی از متغیرها نیز قابلیت کمی شدن ندارند که از آنها صرف‌نظر شده است.

جدول ۱۳- ماتریس برآورد امتیازات

وضعیت	بوم‌نظام‌ها	نسبت درصد حوزه	امتیاز ماهوی
عالی ۵ خوب ۴ متوسط ۳ ضعیف ۲ خیلی ضعیف ۱	محیط آبی	۰	۴
	جنگل	۰	۳
	مرتع	۹۰	۲
	فضای انسانی	۵	۱
	بیابان	۰	۰/۹
	جمع	۹۵	
	جمع کل امتیازات		۵/۵۱۲۵

تأمین نیازهای معیشتی خانوارهایی با جمعیت زیاد، سطح سواد پایین، نبود شغل‌های جایگزین دامداری و کمبود آموزش‌های لازم، موجب می‌شود فرزندان با ادامه‌دادن شغل پدری (تنها شغلی که می‌توانند داشته باشند) روز به روز به تعداد دام‌های موجود افزوده شده و پایداری بوم‌سازگان حوزه آبخیز را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

یافته‌های این تحقیق توانسته است وضعیت کمی و کیفی پایداری بوم‌سازگان حوزه مورد مطالعه و میزان رفاه زندگی انسان در این حوزه را نشان دهد. نتایج این تحقیق از لحاظ معیارها و شاخص‌های منتخب با توجه به کیفیت و کمیت اطلاعات و دقت داده‌های تولیدشده در سایر حوزه‌های آبخیز با شرایط مشابه قابل تعمیم است.

برای ارتقاء وضعیت پایداری بوم‌سازگان مورد مطالعه، لازم است وضعیت متغیرها و شاخص‌های مرتبط با بوم‌نظام‌های موجود (مرتع و مسائل اقتصادی و اجتماعی) پیشرفت کند. در این خصوص حفاظت از منابع موجود اعم

از منابع طبیعی و منابع انسانی و تأمین زندگی مطلوب برای آبخیزنشینان ضروری است.

استفاده از ظرفیت بوم‌گردی و اجرای طرح‌های مرتع‌داری در راستای ایجاد تنوع در درآمد آبخیزنشینان، همچنین اجرای طرح‌های بیولوژیکی، مکانیکی و بیومکانیکی در بخش آبخیزداری، ارتقاء وضعیت شاخص‌های مرتبط با بخش بوم‌نظام و افزایش سطح پایداری بوم‌سازگان در کوتاه مدت و میان مدت را به دنبال خواهد داشت. لیکن بهبود وضعیت متغیرها و شاخص‌های در بخش رفاه انسان و مسائل اقتصادی و اجتماعی با شرایط موجود، در دراز مدت امکان‌پذیر خواهد بود.

مطالعه حاضر برای اولین بار در سطح بوم‌سازگان و حوزه‌های آبخیز سدهای درودزن و ملاصدرا در خسروشیرین آباد انجام گرفته است. این تحقیق می‌تواند به عنوان الگو برای سایر محققان در مطالعات دیگر حوزه‌های آبخیز مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود: (۱) سایر حوزه‌های آبخیز سدهای ملاصدرا و درودزن به منظور آگاهی از وضعیت پایداری و

در تحقیقات آتی وضعیت پایداری بوم‌سازگان‌های خارج از حوزه‌های آبخیز سدهای کشور نیز با استفاده از روش IUCN و روش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، مورد ارزیابی قرار گیرد. بدون شک افزایش آگاهی از وضعیت پایداری بوم‌سازگان‌های کشور به سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری بهتر مسئولان کمک خواهد کرد.

References

- [1]. Arjomand, A., Mortazavi, S., Khalilian, A., & Zare Garizi, A. (2020). Sustainability Pattern of Land Use Optimization in Hablehroud Basin in Iran. *Agricultural Economics and Development*, 28(109), 129-193. [in Farsi]
- [2]. Asadi Nalivan, O., Mohseni, M., Zahedi Amiri, G.A., & Nazari Samani, A. A. (2015). Comparison of Two Methods of IUCN and Watershed, Range and Forest Management in Assessing Watershed Sustainability (Case study: Talleghan-Zeidasht). *Journal of Watershed Management Research*, 6(11), 73-89. [in Farsi].
- [3]. Asadi Nalivan, O., & Mohseni Saravi, M. (2016). Application of IUCN method in assessing the sustainability of the watershed (Case study: Taleghan-Zaidasht watershed) Pasture and Watershed. *Natural Resources of Iran*, 5(1), 69-74. [in Farsi]
- [4]. Badri, S. A., Faraji Sabokbar H.A., Javedan, M., & Sharafi, H. (2012). Ranking the Sustainability Levels of Rural Areas Based on Vikor Model Case Study: the Villages of Fasa County – Fars Province. *Geography and Development*, 10(26), 1-20. [in Farsi]
- [5]. Chaves, H., & Alipaz, S. (2007). Integrate basin hydrology, environment, life, and policy the watershed sustainability index. *Water Resource Management*, 21, 883-895.
- [6]. Chansarn, S. (2014). The Evaluation of the Sustainable Human Development: A Cross Country Analysis Employing Slack Based DEA, *Procedia Environmental Sciences*, 20, 3-11.
- [7]. Cornescu, V., & Adam, R. (2014). Considerations regarding the role of indicators used in the analysis and assessment of sustainable development in the E.U, *Procedia Economics and Finance*, 8, 10-16.
- [8]. Cortes, A.E., Oyarzun, R., Kretschmer, N., Chaves, H., Soto, G., Soto, M., Amezago, J., Oyarzu, J., Rotting, T., Senoret, M., & Maturana, H. (2012). Application of the Watershed Sustainability Index to the Elqui River Basin, North-Central Chile. *ObrasProyectos*, 12, 57-69.
- [9]. Hirani, A., Behzadfar, M., Hizbavi, Z. (2021). Analysis of the level of sustainability based on the ecological-human well-being balance in to tli watershed. *Geography and Environmental Sustainability*, 11(42), 152-169. [in Farsi].
- [10]. Haseb Fars Consulting Engineers. (2013). studies of the detailed-implementation phase of the Chahar Dareh parcel basin, report volumes 1 to 9, (in Farsi).
- [11]. Hassanshahi, H., Sadati, S.A., & Rezaei A. (2010). An Analysis of Sustainable Natural Resource Management among Farmers in Behbahan County (Khuzestan Province). *Environmental Sciences*, 7(15), 169-180. [in Farsi].
- [12]. Hafezparast, M., & Fatemi, S. E. (2016). Calculating Sustainability Indices of Water and Basin to Maintain Sustainability Development (Case Study: Gamasiab Basin Watershed). *Geography and sustainability of Environment*, 6(18), 81-93. [in Farsi].
- [13]. Hazbavi, Z., & Sadeghi, S. H. (2017). Watershed Health (Part three): Vigor, Organization and Resilience Conceptual Model. *Extension and Development of Watershed Management*, 5(16), 1-7. [in Farsi]
- [14]. Kheirandish, H., Sadeghipur, A., & Mohammadi H. (2021). Evaluating the Stability of Bakhtegan Watershed using the HELP model. *Watershed Research*, 34(2), 48-60. [in Farsi].
- [15]. Mircholi, F., Sadeghi, H., Darvishan, A. (2017). A brief assessment of watershed

مدیریت پایدار بوم‌سازگان‌ها در راستای افزایش عمر مفید سدهای مذکور مطالعه شوند؛ ۲) بوم‌سازگان مطالعه‌شده، پس از ۵ سال مجدداً مورد مطالعه قرار گرفته و با اجماع کارشناسی و هماهنگی با اداره‌های منابع طبیعی و آبخیزداری، در بخش‌های حقوقی و قانونی، معیارها و شاخص‌های بیشتری تعیین و مورد ارزیابی قرار گیرد؛ و ۳)

- stability using temporal and spatial changes in vegetation cover. In: 13th National Watershed Science and Engineering Conference and 3rd National Conference on Protection of Natural Resources and Environment. Ardabil: Mohaghegh Ardabili University. [in Farsi].
- [16]. Mohammadi Golrang, B., Rangavar, A., & Kazemi, M. (2017). Economic evaluation of the performance of gabion dams constructed to control erosion and sedimentation in the catchment area of the dams. A case study of Shahid Yacoubi Dam watershed. In: Third National Conference on Watershed Management and Water and Soil Resources Management. Kerman: Shahid Bahnar University. [in Farsi].
- [17]. Mohammadi, H., Moghim, H., & Helisaz, A. (2018). Evaluation of local sustainability with the IUCN method before and after the implementation of the artificial feeding project (case study: Kal village/ Fars province). *Natural environment*, 72(4), 515-527. [in Farsi].
- [18]. Mohamadi, T., Dastorani, M. (2017). The Evaluation of the Sustainability of Watershed Using Watershed Sustainability Index. *Hydrogeomorphology*, 4(10), 41-64. (in Farsi).
- [19]. Najafinejad, A., Telluri, A., Tajiki M. (2017). The effect of watershed management measures on the flood risk of Ramyan watershed using HEC-HMS model. *Iranian Water Research Journal*, 12(3), 19-26. [in Farsi]
- [20]. Netpa Consulting Engineers. (2013). Detailed-executive stage studies of Mohamadabad Parsel Basin. Report Volumes 1 to 5. [in Farsi]
- [21]. Organization of Forests, Ranges and Watershed Management. (2010). Deputy Watershed Management Office, Executive Technical System Office. Instructions for Monitoring and Evaluation of Natural Resources and Watershed Management. Plans Publication, No: 505. [in Farsi]
- [22]. Poyeshgaran Abokhak, Consulting Engineers. (2013). Studies of the detailed stage-implementation of the Tangroud parcel basin, report, volumes 1 to 8. [in Farsi].
- [23]. Mirchooli, F., & Sadeghi, S. H. (2019). (Comparative Analysis of Watershed Health and Sustainability (Technical Note. *Journal of Water and Sustainable Development*, 5(2), 163-168. doi: 10.22067/jwsd.v5i2.69177. [in Farsi]
- [24]. Sadeghi, H.R., Sadoddin, A., Hazbavi, Z., Zare, A., & Moeiry, M. (2021). Watershed health and sustainability. Tehran: Tarbiat Modarres University. [in Farsi]
- [25]. Sengab Zagros Consulting Engineers. (2013). Studies of the detailed stage-implementation of the Bahrambeigi report, volumes 1-3. [in Farsi]
- [26]. Sengab Zagros Consulting Engineers. (2013). Detailed-Executive Stage Studies of Khosroshirin and Shahneshin. Parcel Basin Report. Volumes 1-6. [in Farsi].
- [27]. Schlor, H., Fisher, W., & Friedrich J. (2013). Methods of measuring sustainable development of the German energy sector. *Applied Energy*, 101, 172-181.
- [28]. Yilmaz, B., & Harmancioglu, N. (2010). An Indicator Based Assessment for Water Resources Management in Gediz River Basin, Turkey, *Water Resources Management*, 24, 4359-4379.

Assessing the sustainability of ecosystems in the Khosrow-Shirin-Abadeh watershed (Research Paper)

- 1- Akbar Rahimi Haghghi, Ph.D. Candidate, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
- 2- Seyed Ahmad Ghanbari, Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
- 3- Mohamad Reza Asgharipour*, Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

m_asgharipour@uoz.ac.ir

Received: 19 May 2022

Accepted: 15 Aug. 2022

Abstract

The achievement of sustainable development is contingent upon a holistic strategy that takes into account the ecological, economic, social, and cultural factors specific to each locality. The safeguarding of renewable natural resources serves as a crucial foundation for enhancing the standard of living for human beings. The objective of this study was to assess the ecological sustainability of the ecosystems present in the Khosroshirin Abadeh watershed. The present investigation employed two techniques, namely the International Union for Conservation of Nature (IUCN) methods and the guidelines of the Organization of Natural Resources and Watershed Management. The initial approach involved partitioning the domain into five distinct sub-domains, followed by an assessment of its sustainability based on three criteria, 10 indicators, and 26 variables within the ecosystem sustainability category. Additionally, two criteria, six indicators, and 16 variables were utilized to evaluate human welfare within the domain. The mean value of the chosen metrics within the domains of ecosystem and human welfare were determined to be 61.8 and 47.2, correspondingly. The stability barometer analysis indicates that the ecosystems under investigation are currently exhibiting moderate levels of stability. The second approach involved an assessment of the rangeland ecosystem and economic and social issues based on the Natural Resources and Watershed Organization's guidelines. The evaluation of the rangeland ecosystem section involved the consideration of 3 criteria, 9 indicators, and 14 variables. On the other hand, the economic and social issues was evaluated based on 5 criteria and 16 indicators, which served as variables. The present approach involved the computation of a final score of 46 for the rangeland ecosystem and a final score of 36 for the human welfare human ecosystem. A value of 2.2 was obtained based on the analysis of the 16 selected variables. The score estimation matrix table was utilized to derive a total score of 5.5 for both rangeland ecosystems and human welfare. The sustainability assessment table indicates that the Khosroshirin basin's ecosystem is currently in a state of weak sustainability, according to the assigned score. Enhancing the existing livestock and plant composition indicators, along with promoting sustainability of the ecosystem and ensuring ownership, justice, equality, nutrition, and food security in the human ecosystem, can lead to improved living standards of the watershed inhabitants and foster better health and sustainability of the ecosystems in question.

Keywords: Sustainability assessment, Ecosystems, Watershed, Sustainability indicators, IUCN method.