

## مقایسه دو روش HELP و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری در ارزیابی

### پایداری حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه بختگان استان فارس)

حامد خیراندیش<sup>۱</sup>، احمد صادقی پور<sup>۲\*</sup>، حنا محمدی کنگرانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۹

#### چکیده

توسعه پایدار در صورتی تحقق می‌یابد که همپوشانی بین لایه‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی ایجاد گردد. هدف از این پژوهش، مقایسه دو روش HLEP و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری در ارزیابی پایداری حوزه آبخیز بختگان است. روش اول، حوزه آبخیز به ۵ بوم‌سازگان تقسیم شد و برای هر بوم‌سازگان معیارها و شاخص‌های مختلفی، تعریف و تعیین و اندازه‌گیری شد که امتیاز نهایی برای بوم‌سازگان مرتع و بیابان ۴۵ شد که آن را در طبقه متوسط قرار می‌دهد و امتیاز نهایی برای بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی ۳۲ شد که آن را در طبقه متوسط قرار می‌دهد و با استفاده از ماتریس برآورد امتیازات و جدول ارزشیابی حوزه آبخیز، وضعیت پایداری مشخص شد. با توجه به جمع کل امتیازات، حوزه آبخیز بختگان به لحاظ پایداری وضعیت ضعیفی دارد. روش دوم مدل HELP بود که بر اساس چهار مقوله هیدرولوژی، محیط‌زیست، حیات آبخیزنشینان، سیاست‌گذاری و سه پارامتر فشار، وضعیت و واکنش و تحت عنوان شاخص پایداری حوزه (WSI) به بررسی پایداری حوضه در سه سطح پایین، متوسط و بالا می‌پردازد. نتایج نهایی نشان داد سطح پایداری حوضه با امتیاز ۰/۶۱ متوسط رو به پایین در دوره مورد مطالعه ارزیابی شد که توجه بیشتری را برای ارتقای سطح پایداری منطقه طلب می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** بوم‌سازگان، توسعه پایدار، سطح پایداری، برنامه‌ریزی سرزمین، سرانه آب.

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

۲. استادیار دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان؛ a.sadeghipour@semnan.ac.ir

۳. دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

این مقاله مستخرج از رساله دکتری دانشگاه سمنان است.

## مقدمه

پایداری مفهومی است که توجه اساسی آن بر حفظ سرمایه‌های (طبیعی، اجتماعی و اقتصادی) در جهت عدالت بین نسلی است. توسعه پایدار در صورتی تحقق می‌یابد که بین لایه‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی، همپوشانی ایجاد شود (رمیدو و بنزل<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). برای اینکه توسعه پایدار باشد باید فاکتورهای اجتماعی و اکولوژی و اقتصادی را در منابع زنده و غیرزنده و فعالیت‌های مختلف را در نظر داشت (سازمان غذا و کشاورزی<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶؛ کنوانسیون تنوع زیست‌شناختی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳؛ وزارت جهاد کشاورزی<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸). منابع طبیعی تجدیدشونده در هر کشور، زیربنای دیگر فعالیت‌ها در عرصه‌های طبیعی بوده و نقش مهمی در اقتصاد ملی دارد. از سوی دیگر، توجه نکردن کافی و مدیریت ناصحیح این منابع باعث بروز و یا شدت یافتن بلایایی از جمله سیل، بهمن، فرسایش، رانش زمین، خشکسالی و بیابان‌زایی می‌شود که به دنبال آن‌ها، فقر و مهاجرت‌های اجباری و کاهش تولیدات دامی و پروتئینی و خسارت‌های مالی و جانی و انقراض گونه‌های با ارزش جانوری و گیاهی رخ می‌دهد (وزارت توسعه بین‌المللی<sup>۵</sup>، ۲۰۰۲؛ سازمان جنگل، مرتع و آبخیزداری ایران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۰). افزایش مصرف و فقر باعث ایجاد فشار شدیدی بر محیط زیست شده است. در بسیاری از مناطق، وضعیت محیط زیست نسبت به چند دهه اخیر شکننده‌تر شده است. به‌رغم بهبود و اصلاح قابل توجه وضعیت رودخانه‌ها و کیفیت هوا در مناطقی مثل اروپا و شمال آمریکا، شاهد یک افول در مسائل زیست‌محیطی، به‌ویژه در بخش‌های وسیعی از مناطق در حال توسعه جهان هستیم (هریس<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰). بدیهی است که توسعه اقتصادی می‌تواند اثرات ناخواسته اجتماعی و زیست‌محیطی، شامل تغییر آب و هوا، استفاده بیش از اندازه منابع آب شیرین، کاهش تنوع زیستی و افزایش نابرابری‌ها را به همراه داشته باشد. توسعه

پایدار یک دستاورد در توسعه می‌باشد که با فعالیت‌های همه‌جانبه اقتصادی با حفظ محیط زیست و مسائل اجتماعی مرتبط با آن همراه است (WSSD, 2002). ارزیابی توسعه پایدار به‌منظور سنجش سطوح آن، موضوعی ضروری است که به دلیل اینکه ویژگی‌هایی خاص و مفهومی از پایداری مدنظر است، غالباً با پیچیدگی‌هایی همراه است. در این بین در صورتی که هدف نهایی از برنامه‌ریزی، توسعه پایدار باشد، نیاز به ابزار و روش‌هایی است تا بتوان به کمک آن‌ها حرکت به سوی پایداری را در ابعاد مختلف آن (اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی) اندازه‌گیری کرد (عربیون و عبدالله‌زاده، ۲۰۱۴). بدیهی است هیچ تصمیم هوشمندانه‌ای درباره اجرای توسعه پایدار بدون استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های پایداری معتبر ایجاد نمی‌شود. شاخص‌ها نقش مهمی در هر راهبرد گزارش‌دهی و نظارت بر اجرا بازی می‌کنند. شاخص‌های توسعه پایدار درجه اجرای اهداف را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند (پوراصغر سنگاچین و همکاران، ۲۰۱۰). شاخص‌های چندگانه کمی و کیفی پایداری، پرکاربردترین روش‌های ارزیابی پایداری در ادبیات علمی این حوزه هستند. در زمینه روش‌های ارزیابی توسعه پایدار، اغلب به تدوین چهارچوبی برای شاخص‌ها بسنده می‌شود؛ به‌طوری که بدون شاخص‌ها نمی‌توان اقدامی برای سنجش پایداری صورت داد. در دهه گذشته، شاخص‌های توسعه در سطح منطقه‌ای، ملی، محلی یا میدانی به‌عنوان یک رهیافت عمومی و به‌عنوان ابزارهای ارزیابی در سطح وسیع مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پیچیدگی روش‌شناسی‌های مبتنی بر داده‌های آزمایشگاهی و مشکلات مربوط به هزینه و زمان در مدل‌های شبیه‌سازی، استفاده بیشتر از شاخص‌ها را به‌عنوان نماگرهای اندازه‌گیری در بیشتر برنامه‌های نظارت و ارزیابی موجب شده است (بوکستالر و ژیراردن<sup>۸</sup>، ۲۰۰۳). آنچه رویکرد مدیریت جامع آبخیزداری را از سایر فعالیت‌های مدیریت اراضی متمایز می‌سازد، توجه فراگیر به پیوندهای میان همه این اهداف و فعالیت‌ها، درون حوزه آبخیزی است که برای دستیابی به این اهداف استفاده می‌شود. وجود بسیاری از عوامل باعث شده که مدیران منابع

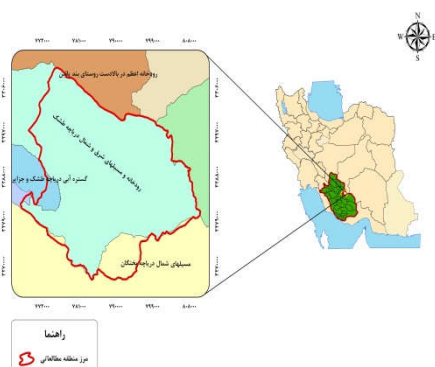
1. Remedio & Bensel
2. Food and Agriculture Organization
3. Convention on Biological Diversity
4. Jihad Agriculture Ministry
5. Department for International Development
6. Range, Forest and Watershed Organization of Iran
7. Harris

طلب می‌کند. در تحقیق حاضر، ضمن استفاده از استراتژی مدل HELP (شاخص‌ها و زیرشاخص‌های هیدرولوژی کمی و کیفی، محیط زیست، حیات آبخیزنشینان و سیاست‌گذاری) و شاخص پایداری آبخیز و استفاده از دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری که توسط معاونت برنامه‌ریزی نظارت راهبردی رئیس جمهور و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری برای ایران تهیه و تنظیم شده، به ارزیابی سطح پایداری در یک دوره ده‌ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۵) برای آبخیز بختگان استان فارس پرداخته شد.

## مواد و روش‌ها

### مشخصات منطقه مورد مطالعه

آبخیز بختگان بین طول‌های جغرافیایی  $45^{\circ} 00'$  تا  $53^{\circ} 30'$  و  $29^{\circ}$  تا  $29^{\circ} 48'$  (طول شرقی) و عرض‌های جغرافیایی  $29^{\circ} 48' 30''$  (عرض شمالی) و در بخش آباده طشک شهرستان نیریز و در مجاورت این دریاچه قرار دارد. بارندگی سالانه در این منطقه  $277/12$  میلی‌متر، دمای سالیانه  $17/5$  درجه سانتی‌گراد، تبخیر سالیانه  $2680$  میلی‌متر برآورد شده و با توجه به اقلیم نمای امبرژه، اقلیم منطقه به بیابانی معتدل و خشک سرد نزدیک است. سه جامعه گیاهی درختچه‌ای، شورپسند و غیر شورپسند، پوشش گیاهی عرصه را تشکیل می‌دهد که در قالب چهار تیپ گیاهی ظهور می‌کند.



شکل (۱): محدوده مورد مطالعه  
figure (1): Study area

## روش تحقیق

به‌منظور بررسی جامع جنبه‌های هیدرولوژی، زیست‌محیطی، حیات و سیاست‌گذاری بر پایداری یک حوزه آبخیز،

طبیعی، پژوهشگران، تصمیم‌گیران و جامعه به‌عنوان یک مجموعه کل به‌طور روزافزونی به مدیریت جامع آبخیزداری به‌عنوان رویکردی مشارکتی و کاربردی برای اداره مشکلات زمین، آب و سایر منابع طبیعی توجه کنند. اجتناب از بسیاری از خطرات طبیعی شدید بالقوه، بستگی زیادی به حرکت به‌سمت جلو با استفاده از برنامه‌های مدیریت جامع دارد؛ زیرا از تخریب منابع طبیعی جلوگیری کرده و ظرفیتی را برای استفاده عاقلانه از منابع طبیعی فراهم می‌کند (بدری‌پور، ۲۰۱۲). امروزه پایداری آبخیزها هم برای آبخیزنشینان و هم برای پایداری حیات در زیست‌بوم‌ها امری ضروری به‌شمار می‌آید، این در حالی است که به این مهم توجه کافی نشده است. شاخص‌ها ابزار ایدئالی به‌منظور پیگیری تغییرات در شرایط حوضه آبخیز به حساب می‌آیند و در نتیجه، اطلاعات برای تصمیم‌گیری را فراهم می‌کنند (والمسلی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). شاخص‌ها خلاصه‌ای از شرایط را ارائه می‌کنند؛ همان‌طور که از روی علائم زیستی انسان می‌توان به سلامت آن پی برد، برای یک آبخیز هم با توجه به عوامل مختلف باید شاخص‌هایی تعریف و تعیین کرد که از طریق آن بتوان سلامت یا پایداری آبخیز را سنجید و یا با استفاده از روش‌ها و رابطه‌های ریاضی که در کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه متداول شده است، وضعیت یک آبخیز را درجه‌بندی کرد. محمدی و دستورانی (۲۰۱۷) با استفاده از شاخص پایداری آبخیز (WSI) به بررسی سطح پایداری آبخیز زیدشت پرداختند. نتایج مقدار این شاخص را در آبخیز زیدشت  $0/65$  نشان داد که حکایت از سطح متوسط رو به پایین برای پایداری دارد. امروزه پایداری آبخیز چهار هدف مهم تنظیم رژیم جریان آب، حفظ و بهبود کیفیت آب، حفظ کیفیت اکولوژیکی گیاهی و جانوری و منابع انرژی را در نظر می‌گیرد. کاظمی و کمالی (۲۰۱۸) با استفاده از شاخص پایداری آبخیز (WSI) به بررسی سطح پایداری آبخیز بهشت گمشده پرداختند؛ به‌طور کلی نتایج نشان داد سطح پایداری حوضه با امتیاز  $0/67$  متوسط رو به پایین در دوره مورد مطالعه ارزیابی شد که توجه بیشتری را برای ارتقای سطح پایداری منطقه

1. Walmsley

جدول (۱): تعیین سطوح پایداری آبخیز به کمک WSI (چاوز و آلپاز، ۲۰۰۷)  
Table (1): Determining WSI Sustainability Levels Using WSI (Chavez & Alipaz, 2007)

سطح پایداری آبخیز	شاخص پایداری آبخیز (WSI)
پایین	$WSI < 0.6$
متوسط	$0.6 \leq WSI \leq 0.8$
بالا	$WSI > 0.8$

روش دیگر مورد استفاده برای اندازه‌گیری پایداری برگرفته از دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری می‌باشد که برای ایران تهیه و تنظیم شده است (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، ۲۰۱۰). در این روش، پس از تعیین معیارها و شاخص‌ها و همچنین متغیرهای مربوط به هر شاخص، اقدام به اندازه‌گیری شد. این روش حوزه آبخیز به ۵ بوم‌سازگان جنگل، بیابان، مرتع، محیط آبی و مسائل اقتصادی و اجتماعی تقسیم و برای هر بوم‌سازگان معیارها و شاخص‌های مختلفی تعریف و تعیین و اندازه‌گیری شد. هر متغیر به طبقات مختلف از لحاظ عددی تقسیم شد و به هر طبقه یک امتیاز (از عالی تا ضعیف) داده شد؛ که در نهایت امتیازات با هم جمع شدند و یک طبقه را تشکیل دادند. برای بوم‌سازگان مرتع ارزیابی نهایی به صورت جدول (۲) می‌باشد.

جدول (۲): امتیاز نهایی برای بوم‌سازگان مرتع

Table (2): Final score for pasture ecologists

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

برای بوم‌سازگان مسائل اقتصادی و اجتماعی، تمامی امتیازات جمع شدند و با استفاده از میانگین‌گیری حسابی ارزش نهایی برآورد شد. در این بخش به دلیل تعداد زیاد شاخص‌ها و متغیرها، از میانگین‌گیری حسابی استفاده شد که ارزشیابی پایانی به صورت جدول (۳) می‌باشد.

جدول (۳): امتیاز نهایی برای بوم‌سازگان مسائل اقتصادی و اجتماعی  
Table (3): Final score for ecosystems on economic and social issues

امتیاز	۱	۲	۳
طبقه	ضعیف	متوسط	خوب

برای دستیابی به مقادیر کمی امتیاز کسب‌شده در حوزه، از ماتریس استفاده شد که در بخش نتایج آورده شده است. در سطر این ماتریس، وضعیت اکوسیستم و در ستون، اکوسیستم‌های تشکیل‌دهنده حوزه آبخیز درج شد. در جعبه‌های

شاخص پایداری حوضه با بهره‌گیری از استراتژی‌های مدل HELP توسط صندوق حفاظت از زیستگاه‌ها ارائه شد (یونسکو، ۲۰۰۵). برای ارزیابی پایداری، باید یک محدوده و قلمرو تعریف شود. اگرچه مرزهای حوزه آبخیز می‌تواند به‌عنوان واحد برنامه‌ریزی برای مدیریت منابع آبی به کار رود، این مرزها تنها برای برنامه‌ریزی و مدیریت اجرایی از سوی دولت‌ها در نظر گرفته می‌شود و این قلمرو و مرزها (حوزه آبخیز) به‌عنوان واحد سیاست‌گذاری مد نظر قرار نگرفته است (نایرگز، ۲۰۰۲). در مدل HELP، حوزه آبخیز به‌عنوان واحد سیاست‌گذاری در بحث مدیریت و برنامه‌ریزی مد نظر قرار گرفته است و به‌نوعی این نقیصه را در مورد حوزه‌های آبخیز مرتفع ساخته است. مدل HELP با استفاده از شاخص WSI (شاخص پایداری حوضه، رابطه ۱) در غالب چهار زیرشاخص هیدرولوژی (کمی و کیفی) (H)، زیست‌محیطی (E)، حیات آبخیزنشینان (L) و سیاست‌گذاری (P) و در غالب سه پارامتر فشار، وضعیت و واکنش<sup>۲</sup> در دامنه امتیازات صفر تا یک و با وزن برابر، به بررسی شرایط پایداری در حوزه آبخیز می‌پردازد.

### محاسبه شاخص پایداری آبخیز

پس از اینکه امتیازهای نهایی برای هر زیرشاخص از میانگین پارامترهای فشار-وضعیت-پاسخ به دست آمد، مقدار WSI از طریق میانگین حسابی زیرشاخص‌ها به صورت رابطه (۱) محاسبه شد (۵).

$$WSI = \frac{H+E+L+P}{4}$$

در این رابطه، H امتیاز هیدرولوژی، E امتیاز محیط زیست، L امتیاز حیات و P امتیاز سیاست‌گذاری است که محدوده امتیازات آن‌ها از بازه صفر تا یک به پنج کلاس تقسیم شد (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱)؛ به این صورت که در بهترین وضعیت امتیاز یک و در بدترین وضعیت امتیاز صفر را تلقی می‌کنند. پایداری آبخیز در سه سطح، پس از محاسبه WSI (بازه صفر تا یک) با استفاده از جدول (۱) به دست آمد.

1. Nyerges

2. (PSR), Pressure, State and Response

می‌دهد. از سوی دیگر، با پیگیری مسیر فرایند پایش و ارزشیابی می‌توان گره‌گاه‌ها و ناکارآمدی‌ها یا اقدامات مؤثر و همچنین اولویت‌های اقدام، در بوم‌سازگان‌ها را ردیابی کرد. فرایند ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و طرح‌های آبخیزداری باید در چهارچوب رویکرد سیستمی و در راستای ارزشیابی پایداری مد نظر قرار داده شوند.

### نتایج

**مدل HELP: ۱. شاخص هیدرولوژی:** امتیاز شاخص هیدرولوژی از میانگین قسمت کمی و کیفی این شاخص به دست آمد.

**کمیت آب:** امتیاز پارامترهای فشار و وضعیت کمی هیدرولوژی برحسب مقدار آب در دسترس (WA) به دست آمد. آب در دسترس برای هر نفر از تقسیم آب خروجی بر جمعیت حوضه برای پارامتر وضعیت به دست آمد. میانگین بارندگی متوسط سالانه حوضه ۲۷/۷ cm می‌باشد. حجم آب خروجی از حوضه در سال ۱۳۸۵ برابر  $44825000 \text{ m}^3$  بوده که سرانه آب در دسترس در آن سال معادل  $2450 \text{ m}^3/\text{pr.y}$  است. همان گونه که جدول (۶) نشان می‌دهد حجم آب خروجی حوضه در طی بازه زمانی ده‌ساله کاهش پیدا کرده است و سرانه آب در دسترس نیز به تبع آن کاهش نشان می‌دهد. مقدار این سرانه برای سال ۱۳۹۵ معادل  $1891 \text{ m}^3/\text{pr.y}$  می‌باشد.

ماتریس مقادیر امتیاز، از حاصل ضرب خطی امتیاز عوامل به شرح زیر حاصل شد.

ضریب ماهیتی عملکردی (۰/۹ تا ۴) × امتیاز وضعیت (از ۵ تا) × نسبت سطح اکوسیستم‌ها در کل حوزه (درصد)

### عوامل مؤثر در ارزشیابی پایداری

۱. نسبت درصد سطح اکوسیستم‌ها در حوزه آبخیز؛
۲. وضعیت اکوسیستم‌ها که از یک (وضعیت خیلی ضعیف) تا پنج (وضعیت عالی) رتبه‌بندی شد؛
۳. ضریب ماهیتی و عملکردی یک اکوسیستم بر اساس اجماع کارشناسی به شرح زیر است.

جدول (۴): ضریب ماهیتی و عملکردی یک اکوسیستم بر اساس اجماع کارشناسی

Table (4): The Essential and Functional Coefficient of an Ecosystem Based on the Consensus of Experts

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

جدول (۵): مقادیر مبنایی ارزشیابی حوزه آبخیز

Table (5): Watershed Evaluation Baseline Values

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

این ارزشیابی به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان و مجریان طرح‌های آبخیزداری درباره نتایج حاصل از اقدامات خبر

جدول (۶): حجم آب و سرانه آب در دسترس

Table (6): Water volume and water per capita available

حوضه	جمعیت (نفر)	حجم آب (m3)	سرانه آب در دسترس (m3/pr.y)	تغییر WA (%)
بختگان	۱۸۲۹۴	۳۴۵۹۸۴۵۰	۱۸۹۱	-۵/۵۹

کم و به دلیل وابستگی شدید آبخیزنشینان به کشاورزی و هم‌چنین خشکسالی‌های اخیر در این منطقه، بهبود بهره‌وری مصرف آب صورت نگرفته است و می‌توان گفت حوضه آبخیز مورد مطالعه از این نظر در شرایط عادی قرار ندارد.

مقدار پارامتر فشار و وضعیت کمی هیدرولوژی حوضه مطابق با جدول ۷ به دست آمد. این حوضه از لحاظ متغیر WA در طبقه (b) یعنی  $1700 < WA < 3400$  قرار دارد که ضعیف تلقی می‌شود. در این حوضه بهبود راندمان مصرف آب بسیار

جدول (۷): مقادیر امتیازات زیرشاخص کمی هیدرولوژی

Table (7): Scores of subscales of quantitative hydrology

حوضه	فشار	وضعیت	واکنش	کمی هیدرولوژی (میانگین امتیاز)
بختگان	مقدار	مقدار	مقدار	۰/۲۵
	امتیاز	امتیاز	امتیاز	
	-۵/۵۹	۱۸۹۱	خیلی ضعیف	

استفاده شده است؛ که این آمار شامل بررسی یون سدیم، یون کلر، یون سولفات، اسیدیته یا PH آبها، هدایت الکتریکی یا EC و نیز میزان مواد جامد محلول در آب یا TDS می باشد. مقدار سدیم و املاح موجود در آب از مهم ترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی است (علیزاده، ۲۰۰۴). این دو عامل در رشد گیاه و همچنین در درجه تناسب آب از نظر آبیاری و تأثیر آن بر نفوذپذیری خاک مؤثر است (دزی و همکاران، ۱۹۹۷). همان طور که ملاحظه شد، در جدول (۸) مقادیر پارامترهای شیمیایی نمونه های آب های سطحی آورده شده است. این پارامترها شامل مقادیر  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $EC$ ,  $SAR$ ,  $TDS$ ,  $PH$  و  $SO_4^{2-}$  می باشد.

کیفیت آب: در این قسمت برای بررسی کیفیت آب، به جای استفاده از پارامتر BOD از TDS استفاده شد. پارامتر فشار تغییرات میانگین TDS در طول دوره مطالعاتی (۱۳۸۵-۱۳۹۵) و پارامتر وضعیت میانگین درازمدت TDS را بررسی می کند. نمونه برداری و تعیین کیفیت شیمیایی آبها در دشتها با دو هدف انجام می گیرد: ۱. بررسی تغییرات مکانی کیفیت شیمیایی آب در بخش های مختلف یک دشت و تأثیر عوامل مختلف بر آن؛ ۲. بررسی تغییرات زمانی کیفیت شیمیایی آب در طول دوره نمونه برداری در نقاط مختلف دشت. بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب در ایستگاه های مختلف حوزه بختگان بر اساس آمار موجود کیفیت آب های سطحی از ایستگاه های آب سنجی فعال در منطقه با دوره آماری ۱۰ سال

جدول (۸): آنالیز پارامترهای کیفیت شیمیایی آب سطحی

Table (8): Analysis of Surface Water Chemical Quality Parameters

SAR (meq/lit)	(mg/lit)TDS		(µs/cm)EC		PH		$SO_4^{2-}$ (meq/lit)	$Cl^-$ (meq/lit)	$Na^+$ (meq/lit)	محدوده مطالعاتی
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX				
۵/۵۲	۲۹۲۵	۷۱۵	۲۰۵۰	۱۱۰۰	۷/۹	۶/۷	۳/۶۵	۹/۲	۱۰/۵	بختگان

جدول (۸) آمار یون های سدیم، کلر، سولفات، TDS، PH، EC و نیز نسبت جذب سدیم (SAR) آب های سطحی را در حوزه آبخیز بختگان نشان می دهد. بر این اساس، هر چه میزان PH و EC و TDS آب بیشتر باشد، نشان دهنده کیفیت پایین تر آب می باشد و برعکس مقادیر کمتر در این اندازه گیری ها نشانگر بالا بودن کیفیت و مرغوبیت آب است.

جدول (۸) آمار یون های سدیم، کلر، سولفات، TDS، PH، EC و نیز نسبت جذب سدیم (SAR) آب های سطحی را در حوزه آبخیز بختگان نشان می دهد. بر این اساس، هر چه

جدول (۹): مقادیر امتیازات زیرشاخص کیفی هیدرولوژی

Table (9): The values of the qualitative subscales of hydrology

حوضه	فشار	وضعیت	واکنش	کیفی هیدرولوژی (میانگین امتیاز)
بختگان	مقدار امتیاز ۰/۱۲	مقدار امتیاز ۱۸۲۰	مقدار امتیاز ۰/۵	۰/۴۱۷
	۰/۵	۰/۵	ضعیف ۰/۲۵	

میانگین امتیازها برای قسمت کیفی آب، ۰/۴۱۷ به دست آمد که وضعیت متوسط رو به پایینی را نشان می دهد. همچنین میانگین امتیازها برای قسمت کمی آب، ۰/۲۵ را نشان می دهد که وضعیت ضعیفی را برای این قسمت حکایت می کند.

میانگین امتیاز برای زیرشاخص هیدرولوژی ۰/۳۳ بود که نشان دهنده وضعیت ضعیفی در این منطقه است. مدیریت یکپارچه منابع آب نیازمند یک روش فکری چندبعدی است که وابستگی های بین طبیعت، اجتماع و سیستم های زیستی را در نظر بگیرد. طرح جامع مدیریت کمی و کیفی منابع آب

۲. شاخص محیط زیست: برای محاسبه پارامتر فشار و وضعیت این شاخص از میانگین تغییرات جمعیت در دوره مطالعاتی و تغییر در مساحت زمین های کشاورزی در حوضه و مقدار پوشش طبیعی باقی مانده طی سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ از نقشه های کاربری تهیه شده برای حوزه بختگان استفاده شد. درصد مساحت زمین های زراعی در سال ۱۳۸۵، ۲۹/۶۴٪ بوده

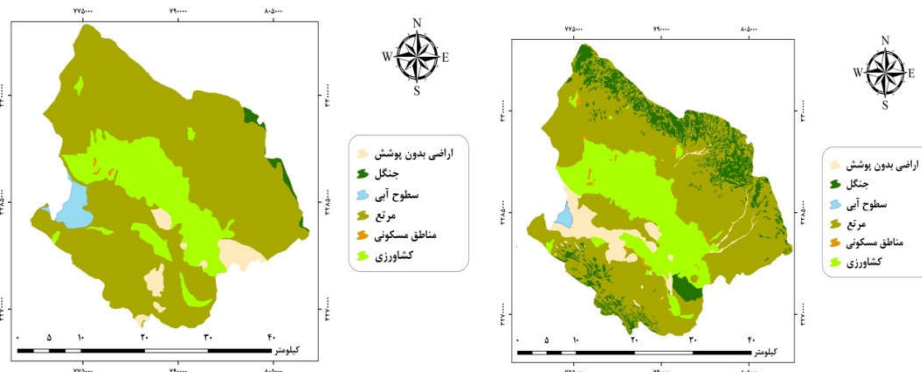
است و این رقم برای سال ۱۳۹۵ به ۲۵/۱۴٪ از سطح حوضه رسیده است. همان گونه که مشاهده شد، از وسعت زمین‌های کشاورزی کاسته شده (۴/۵٪-) که قاعدتاً مربوط به دیم‌زارها و موضوع خشکسالی‌های اخیر است. پوشش گیاهی عمده است.

جدول (۱۰): مقادیر امتیازات شاخص محیط زیست

Table (10): Environmental Index Score Values

حوضه	فشار	وضعیت		واکنش	محیط زیست (میانگین امتیاز)
		مقدار امتیاز	مقدار امتیاز		
بختگان	-۲/۵۵	۱	۵۷/۸۳٪	>۲۰	۱

همان گونه که در جدول (۱۰) مشاهده شد، EPI برای حوزه آبخیز بختگان یک به دست آمد. پوشش طبیعی حوضه شامل جنگل‌ها و مراتع ۵۷/۸۳٪ از سطح حوضه را به خود اختصاص داده و پوشش طبیعی مساحتی بیش از ۴۰٪ از



شکل (۳): نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳۸۵ (بالا) و ۱۳۹۵ (پایین) آبخیز بختگان  
Figure (3): Land use maps of 2006 (above) and 2016 (below) Bakhtegan watershed

۰/۸۲ محاسبه شد.

**زیرشاخص آموزش:** این زیرشاخص خود از دو پارامتر میانگین درصد باسوادی بزرگسالان و ترکیب ثابت نام ناخالص در سطوح مختلف آموزشی تشکیل شد. میزان باسوادی در استان فارس در سال ۱۳۸۵ معادل ۸۶/۶٪ و در سال ۱۳۹۵ معادل ۸۸/۸٪ اعلام شد. نتیجه زیرشاخص آموزش برای سال ۱۳۸۵ معادل ۰/۷۹۲۸ و برای سال ۱۳۹۵ معادل ۰/۸۰۳۸ محاسبه شد.

**زیرشاخص درآمد سرانه:** این زیرشاخص از سرانه درآمد ناخالص ملی (GNI) محاسبه شد. رقم زیرشاخص درآمد سرانه با استفاده از شاخص دستیابی تولید ناخالص محاسبه شد. شاخص تولید ناخالص در استان فارس در سال ۱۳۸۵

**۳. شاخص حیات:** با توجه به اینکه تمامی پارامترهای این شاخص وابسته به نشانگر توسعه انسانی (HDI) هستند، ابتدا به ارائه نتایج حاصل از محاسبات آن پرداخته شد.

**نشانگر توسعه انسانی:** برای محاسبه HDI به دلیل محدودیت و دسترسی نداشتن به اطلاعات کافی، برای کل آبخیز دو عدد متفاوت که هرکدام از اطلاعات سال‌های مختلف اما در داخل باز زمانی تحقیق از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ بودند، استفاده شد.

**زیرشاخص سلامت:** امید به زندگی در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ برای روستاییان استان فارس به ترتیب ۰/۷۶۱۳ و ۰/۸۱۶۶ است که رشد میزان امید به زندگی را نشان داد. مقدار شاخص پایه برای امید به زندگی با توجه به رابطه و مقادیر حداقل و حداکثر در جدول برای سال ۱۳۸۵، ۰/۸۱ و برای سال ۱۳۹۵،

معادل ۰/۴۹۹ بود که این رقم در سال ۱۳۹۵ به میزان ۰/۶۶۷۶ و ۰/۶۸۴۳ و ۰/۷۶۲۶ به دست آمد که حکایت از رشد این رسید که یک نرخ رشد صعودی را نشان داد. بعد از محاسبه زیرشاخص‌های نشانگر توسعه انسانی، مقدار این شاخص برای حوزه مد نظر در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ به ترتیب بختگان در جدول (۱۱) آورده شده است.

جدول (۱۱): مقادیر و امتیازات زیرشاخص حیات

Table (11): The values and scores below the life index

حوضه	فشار	وضعیت	واکنش	حیات (میانگین امتیاز)
بختگان	مقدار امتیاز ۱/۱۶/۸۶	مقدار امتیاز ۰/۷۶۲۶	مقدار امتیاز ۰/۷/۸۳	۰/۷۵

و هزینه‌های مربوط به IWRM در آبخیز بختگان می‌پردازد که در نتیجه مذاکره شفاهی با «معاونت برنامه‌ریزی و بهبود مدیریت شرکت آب منطقه‌ای استان فارس» و «اداره کل منابع طبیعی استان فارس» مشخص گردید که طی دوره مطالعاتی این تحقیق، با توجه به کارگروه‌های تشکیل شده از ادارات و دستگاه‌های دولتی و مراکز آموزشی و دانشگاهی دست‌اندرکار برای اجرای مدیریت جامع آبخیز بختگان، پارامتر وضعیت خوب و از لحاظ تخصیص اعتبارات دولتی که صرف طرح‌های جامع آب شده است، طی سال‌های اخیر سیر صعودی را پشت‌سر گذاشته و پروژه‌های زیادی یا به اتمام رسیده یا در مراحل اجرا شدن است.

۴. شاخص سیاست‌گذاری: در این شاخص که آخرین مؤلفه‌ای است که برای دست‌یابی به درجه پایداری آبخیز بختگان مورد بررسی قرار می‌گیرد، پارامتر فشار آن از تغییر در زیرشاخص آموزش HDI در سال‌های مورد نظر ۱/۱٪ به دست آمد؛ این نشان داد که تحول چشمگیری در سطح آموزش و آگاهی مردم ساکن در روستاهای شهرستان نی‌ریز طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ رخ نداده است و بدین ترتیب امتیاز برای این پارامتر ۰/۷۵ منظور گردید (بر اساس طبقه‌بندی امتیازهای پارامتر فشار (جدول ۱۲)). پارامتر وضعیت به ظرفیت نهادی (سازمانی) حوضه برای پیاده کردن مدیریت یکپارچه منابع آب و پارامتر واکنش (پاسخ) به روند تدریجی اعتبارات

جدول (۱۲): مقادیر و امتیازات زیرشاخص سیاست‌گذاری

Table (12): Policy values and privileges

حوضه	فشار	وضعیت	واکنش	سیاست‌گذاری (میانگین امتیاز)
بختگان	مقدار امتیاز ۱/۱	مقدار امتیاز خوب ۰/۷۵	مقدار امتیاز ۰ تا ۱۰٪ ۰/۵	۰/۶۷

مقدار نشان می‌دهد که پایداری آبخیز بختگان از سطح متوسط رو به بالا برخوردار است.

شاخص پایداری آبخیز: WSI به سهولت از طریق میانگین چهار زیرشاخص بررسی شده محاسبه گردید و مقدار آن برای کل آبخیز بختگان ۰/۶۱ تعیین شد (جدول ۱۳). این

جدول (۱۳): امتیاز پارامترها و زیرشاخص‌های شاخص پایداری آبخیز بختگان

Table (13): Parameter and subscale score of Bakhtegan Watershed Sustainability Index

منطقه	شاخص‌ها	امتیاز فشار	امتیاز وضعیت	امتیاز واکنش	امتیاز شاخص	امتیاز نهایی منطقه (WSI)
بختگان	هیدرولوژی (کمی)	۰/۵	۰/۲۵	۰	۰/۲۵	۰/۶۱
	هیدرولوژی (کیفی)	۰/۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۴۱۷	
	محیط زیست	۱	۱	۱	۱	
	حیات	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۷۵	
	سیاست‌گذاری	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۶۷	
	تلفیق	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۴۵	۰/۶۵	



طبقه متوسط قرار می‌دهد (جدول ۱۴) و امتیاز نهایی برای بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی ۳۲ شد که با توجه به ۱۶ متغیر انتخابی عدد دو (تقسیم) به دست می‌آید که آن را در طبقه متوسط قرار می‌دهد (جدول ۱۵). در نهایت با استفاده از ماتریس برآورد امتیازات جدول (۱۶) و (۱۷) وضعیت پایداری حوزه آبخیز مشخص می‌شود. با توجه به جمع کل امتیازات حوزه آبخیز بختگان به لحاظ پایداری وضعیت ضعیفی دارد.

در روش دیگر (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری) در حالت کلی در بخش بوم‌سازگان مرتعی ۳ معیار، ۹ شاخص و ۱۴ متغیر انتخاب و اندازه‌گیری شدند (جدول ۱۴)، بخش پیوست). در بخش بوم‌سازگان مسائل اقتصادی و اجتماعی ۵ معیار و ۱۶ شاخص (خود شاخص‌ها به‌عنوان متغیر عمل می‌کنند) انتخاب و اندازه‌گیری شدند (جدول ۱۵)، بخش پیوست).

امتیاز نهایی برای بوم‌سازگان مرتع ۴۵ شد که آن را در

جدول (۱۶): ارزشیابی پایداری حوزه آبخیز بختگان

Table (16): Sustainability Evaluation of Bakhtegan Watershed

اکوسیستم‌ها	نسبت درصد در حوضه (%)	امتیاز عملکردی	وضعیت				
			عالی ۵	خوب ۴	متوسط ۳	ضعیف ۲	خیلی ضعیف ۱
محیط آبی	-	۴					
جنگل	-	۳					
مرتع	۶۸	۲			۳*۲*۶۸		
فضای انسانی	۱۵	۱			۳*۱*۱۵		
بیابان	۱۷	۰/۹			۲*۰/۹*۱۷		
جمع	۱۰۰						
جمع کل امتیاز							۴/۸۳۶

جدول (۱۷): مقادیر مبنایی ارزشیابی حوزه آبخیز

Table (17): Watershed Evaluation Baseline Values

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

کوچک وضعیت پایداری حوزه از یک طبقه به طبقه دیگر جابه‌جا می‌شود. بنابراین یکی از مشکلات این روش، مرز بین طبقه‌هاست. مشکل دیگر این روش در نظر نگرفتن متغیرهای کیفی می‌باشد. از مزایای این روش می‌توان به استفاده آن در هر سیستم (جهان تا سطح خانوار) اشاره کرد که توانایی بالای این روش را در ارزیابی پایداری نشان می‌دهد. از دیگر مزایای آن ارزیابی همزمان بین پایداری اکوسیستم و رفاه انسان است که نشان می‌دهد در چه قسمتی انسان باعث ناپایداری اکوسیستم و در کجا باعث افزایش پایداری شده است. در روش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، طبقه‌بندی خاصی برای منابع کمی آب انجام نگرفته که همین یکی از مشکلات اصلی این روش است. از مزایای آن استفاده از تمام عوامل مؤثر در حوزه آبخیز برای ارزیابی پایداری است. از دیگر مزایای آن نسبت

## بحث و نتیجه‌گیری

فرایندهای مختلف در انتخاب معیارها و شاخص‌ها برای مدیریت پایدار حوزه آبخیز از لحاظ دسترسی به اطلاعات و تولید داده‌ها همواره دچار مشکلاتی بوده‌اند. بسیاری از متغیرها نیاز به سنجش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمانی هستند؛ در نتیجه نمی‌توان تمام شاخص‌های هر معیار تعریف‌شده در مقطع زمانی خاص را در اختیار داشت. در حالت کلی، چهار مقوله هیدرولوژی (کمی و کیفی)، محیط‌زیست، حیات آبخیز‌نشینان، سیاست‌گذاری و سه پارامتر فشار، وضعیت و واکنش و تحت عنوان شاخص پایداری آبخیز (WSI) به بررسی پایداری آبخیز در سه سطح پایین، متوسط و بالا می‌پردازد. هر دو روش مورد تحقیق مزایا و معایبی دارند. در روش HELP وضعیت پایداری بین طبقه‌ها مشخص می‌شود، ولی با یک اشتباه

به روش قبلی استفاده از متغیرهای کیفی است. بررسی‌های میدانی انجام گرفته در حوزه بختگان نشان می‌دهد که به لحاظ پایداری (با در نظر گرفتن جامعیت حوزه آبخیز) در سطح ضعیفی قرار دارد.

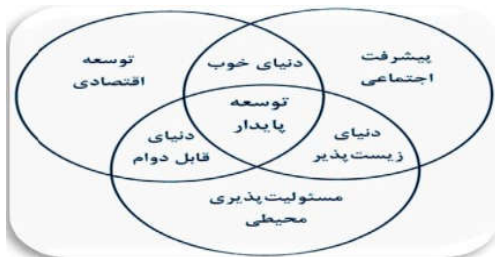
نتایج این تحقیق با نتایج طرح‌های اجرایی در حوزه آبخیز جنگلی خیرودکنار در ایران و طرح‌های اجرایی در آفریقا و آسیای جنوبی در بخش معیارها و شاخص‌های مسائل اقتصادی و اجتماعی مطابقت دارد. اما در بخش متغیرهای اکوسیستم، معیارها و شاخص‌های منتخب تا حدودی با هم مطابقت دارند؛ زیرا حوزه آبخیز خود دربرگیرنده اکوسیستم مرتعی می‌باشد. بنابراین معیارها و شاخص‌های حوزه آبخیز بیشتر و متنوع‌تر خواهد بود. مشکلاتی که برای اندازه‌گیری بعضی از متغیرها در طرح‌های مختلف مورد اشاره بوده نیز برای این تحقیق پیش آمده است. بیشتر این مشکلات در تمام مطالعات شامل زمان بر بودن و هزینه زیاد و عدم داده‌های مناسب برای اندازه‌گیری متغیرها بوده است. بعضی از متغیرها نیز قابلیت کمی شدن ندارند که از آن‌ها صرف نظر شده است. طرح اجرایی در آفریقا و آسیای جنوبی در سطح منطقه‌ای انجام گرفته، ولی در این تحقیق و طرح خیرودکنار در سطح حوزه‌ای بوده است که توانایی روش HELP را در هر بخش و سطحی نشان می‌دهد. به طور کلی، ارزیابی پایداری با در نظر گرفتن تمامی عوامل مؤثر بر حوزه کاری بسیار دشوار و پرهزینه و زمان‌بر است که به ناچار باید بعضی از عوامل را که اثر کمتری دارند، در نظر نگرفت. در بخش هیدرولوژی برای شاخص منابع آب، با اجرای عملیات بیولوژیکی و مکانیکی می‌توان پاسخ هیدرولوژیکی را که یکی از متغیرهای کاهش پایداری است کم کرد. حتی می‌توان دبی و حجم رواناب را نیز کاهش داد و به افزایش پایداری حوزه کمک کرد. برای شاخص حفاظت خاک می‌توان از پهن‌برگان که تاج‌پوشش بهتری دارند استفاده کرد و میزان درصد خاک لخت را که یکی از متغیرهای منفی حفاظت خاک به شمار می‌رود کاهش داد. فرسایش و رسوب را که یکی از عوامل اصلی در کاهش پایداری حوزه آبخیز به شمار می‌رود، می‌توان با اجرای عملیات مکانیکی و بیولوژیکی بسته به نوع منطقه کاهش داد.

یکی از اصلی‌ترین شاخص‌ها در کاهش پایداری حوزه آبخیز بختگان مقادیر زیاد فرسایش و رسوب است.

در بخش انسانی، شاخص تغذیه و امنیت غذایی باعث کاهش پایداری در این بخش بوده است. در این راستا می‌توان سرانه تولیدات کشاورزی را با روش‌های نوین افزایش داده و سطح پایداری را بهبود بخشید و همچنین سرانه تعداد دام را با توجه به ظرفیت چرا و تولید علوفه در حوزه آبخیز بختگان افزایش داده و سطح پایداری را به حد قابل قبول رساند. شاخص جمعیت نیز یکی از عوامل کاهش پایداری در بخش انسانی است که می‌توان آن را کنترل کرد. از طریق کاهش زادوولد، رشد سالانه جمعیت کاهش پیدا می‌کند و تغییرات جمعیت ثابت می‌ماند و تراکم جمعیت و بُعد خانوار نیز کاهش پیدا می‌کنند که همه این عوامل در جهت افزایش پایداری می‌باشند. شاخص عدالت و مساوات در این حوزه نیز یکی از عوامل کاهش پایداری در بخش انسانی بوده است. با کاهش درصد زنان بهره‌بردار و افزایش درصد زنان شاغل می‌توان این شاخص را بهبود بخشید و به پایداری مطلوب دست پیدا کرد. شاخص فقر نیز باعث کاهش پایداری شده است که می‌توان با افزایش نرخ اشتغال از طریق ایجاد فرصت‌های شغلی جدید آن را کاهش داد و میزان پایداری حوزه مورد نظر را افزایش داد.

در تعریف پایداری اجتماعی، گروهی از محققان به چهار عنصر اصلی و تعیین‌کننده اشاره کرده‌اند: عدالت اجتماعی، همبستگی اجتماعی، مشارکت و امنیت (اصول و شیوه‌های جنگل‌های سازگار با محیط‌زیست<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲). در این معنا، مؤلفه‌هایی چون فرصت‌های برابر و توأم با پیشرفت برای تمامی انسان‌ها، زندگی همراه با تعاون و همکاری، فرصت‌های برابر برای تمامی افراد در جهت ایفای نقشه‌ای اجتماعی به همراه امنیت امرار معاش و ایمنی سکونتگاه‌های انسانی در برابر مخاطرات طبیعی، مبنای سنجش پایداری اجتماعی قرار گرفته‌اند (زاهدی امیری، ۲۰۰۵). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققان دیگر همخوانی دارد که سطح حوضه‌های مورد مطالعه را در سطح متوسط رو به پایین ارزیابی کرده

بین عناصر فیزیکی - زیستی توجه دارد، بلکه آن‌ها را در فرایندهای تولیدی، تنظیمی، پشتیبانی و فرهنگی در خود جای می‌دهد. توسعه پایدار بر آن است تا از طریق توسعه اقتصادی، پیشرفت اجتماعی و مسئولیت‌پذیری محیطی، جامعه انسانی را به سوی دنیایی خوب، زیست‌پذیر و دوام‌یافتنی رهنمون سازد. در این معنا، هسته مرکزی مفهوم پایداری بر حفظ و نگاهداشت ذخایر سرمایه‌ای استوار است و در حقیقت توسعه پایدار چیزی جز حفظ ذخایر سرمایه‌ای چون سرمایه انسانی، اجتماعی، طبیعی و اقتصاد نیست (شکل ۴).



شکل (۴): معنای مفهومی توسعه پایدار از تلفیق مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیطی

Figure (4): The conceptual meaning of sustainable development from the integration of economic, social and environmental issues

سنجش پایداری با روش HELP در این حوزه توانسته است ارزیابی متوسطی از روند توسعه کمی و کیفی اکوسیستم و مطلوبیت رفاه زندگی انسان به دست دهد. نتایج این تحقیق از لحاظ معیارها و شاخص‌های منتخب با توجه به کیفیت و کمیت اطلاعات و دقت داده‌های تولیدشده می‌تواند در سایر مناطق ایران (البته مشابه با حوزه مورد نظر) قابل تعمیم باشد. برای رسیدن به پایداری قابل قبول باید حوزه مورد نظر از لحاظ اکوسیستم و مسائل اقتصادی و اجتماعی پیشرفت کند و در حالت تعادلی که فعلاً در آن قرار دارد پیشی بگیرد. این شرایط با حفاظت از اکوسیستم و تأمین زندگی مطلوب برای آبخیزنشینان میسر می‌شود. با توجه به عملیات آبخیزداری انجام‌گرفته در حوزه انتظار می‌رود که بخش اکوسیستم به حد پایداری مطلوب برسد و برای آنکه حوزه پایدار باشد، باید بخش اقتصادی و اجتماعی نیز مورد توجه قرار گیرد و با اقداماتی برای ارتقای سطح زندگی مردم می‌توان به آن دست پیدا کرد. طبیعتاً ارزش ماهوی و عملکردی اکوسیستم‌ها در شکل‌گیری و پایداری حوزه آبخیز یکسان نیست؛ از این رو به استناد اجماع

بودند و همچنین استفاده از روش WSI را در دیگر حوزه‌های جهان توصیه کردند. به این ترتیب ثابت شد که WSI به‌عنوان ابزاری سودمند، ساده و سازگار برای ارزیابی وضعیت نسبی پایداری آبخیز در طول یک دوره زمانی مشخص می‌تواند کارساز باشد و قادر به پشتیبانی از فرایندهای تصمیم‌گیری به‌منظور اعمال مدیریتی یکپارچه و سازگار با محیط‌زیست در حوزه‌های آبخیز می‌باشد. مطابق با نتایج دیگر محققان از جمله محمدی و دستورانی (۲۰۱۷) و کاظمی و کمالی (۲۰۱۸) شاخص WSI یک شاخص ساده، مفید و سازگار برای ارزیابی وضعیت نسبی پایداری آبخیز در یک بازه زمانی خاص می‌باشد. این شاخص کمک شایانی به شناسایی اولویت‌های هر آبخیز در راستای توسعه پایدار و ارزیابی عملکرد در این راستا می‌کند. به‌علاوه، ملاحظه می‌شود که برخی خدمات اکوسیستمی به‌ویژه در ارتباط با ابعاد زمانی و مکانی حضور و دسترسی به آب (و کیفیت آن) به‌عنوان شاخص‌هایی که به‌طور مستقیم ناشی از عملکرد و ساختار هستند، ملموس‌تر و جامع‌تر قابل درک می‌باشند. در این بررسی اولیه نمی‌توان به‌صورت کمی دربارهٔ صدمات ناشی از توسعه در فقدان برنامه‌ریزی اظهار نظر کرد یا حتی با اطمینان دربارهٔ اقدام‌های مؤثر دارای اولویت سخن گفت. اما بدیهی است که مشکلات اصلی بر اساس تخصیص غلط منابع آب روی داده (به‌طور مستقیم یا بر اثر تقاضای کاربری‌ها بدون توجه به ابعاد زمانی و مکانی دسترسی و اولویت‌های مصارف آب) و تمرکز بر مدیریت آب به‌عنوان منبع حیاتی و همین‌طور حفاظت از جریان سطحی و زیرزمینی آب به‌عنوان ساختار استراتژیک اکولوژیک در اولویت است. ۲. به‌علاوه، در هماهنگی با اظهار نظرهای گزارش هزاره (۲۰۰۵)، پیشنهاد می‌شود: ارزش‌گذاری بر خدمات اکوسیستمی به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی در مطالعات ارزیابی به‌صورت جدی در نظر گرفته شود. در صورت در دست داشتن اطلاعات بیشتر می‌توان خدمات اکوسیستمی را به‌صورت مکان‌دار نقشه‌سازی کرد و به‌صورت مکان‌دار نسبت به پایش و حفاظت آنان اقدام کرد. جایگزینی مفهوم خدمات اکوسیستمی در ارزیابی‌ها نه تنها به مجموعه تعاملات ناشناخته

گذشت ۱۰ سال مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گیرند. پیشنهاد می‌شود که در بخش معیارهای عوامل حقوقی و قانونی شاخص‌های بیشتری در نظر گرفته شود که در این تحقیق به دلیل عدم همکاری سازمان‌های مرتبط بیشتر شاخص‌های انتخابی در این بخش حذف شدند. پیشنهاد می‌شود که تحقیقات به روش HELP در بخش‌های مختلف کشور افزایش یابد؛ زیرا استفاده از تجربیات کاری دیگر بی‌شک ارتقای سطح کیفی این‌گونه تحقیقات را به همراه خواهد داشت. آنچه مسلم است کاهش وابستگی افراد به حوزه آبخیز را در یک کلام بایستی ارتقای سطح زندگی (مشاغل جایگزین) آن‌ها دانست و ارتقای سطح زندگی به نتیجه فعالیت جمعی برمی‌گردد.

کارشناسان، اکوسیستم‌های آبی بیشترین ارزش و اکوسیستم‌های بیابانی کمترین ارزش را در ارزشیابی یک حوزه آبخیز احراز می‌کنند. پس در فرایند تعیین پایداری حوزه آبخیز، باید به ارزش ماهوی ترکیب اکوسیستم‌ها و سطحی از حوزه آبخیز که تحت پوشش آن‌ها قرار دارند توجه کرد.

مطالعه حاضر برای اولین بار در ایران و جهان در سطح حوزه آبخیز و در یکی از زیرحوزه‌های آبخیز بختگان انجام گرفته است که می‌تواند به‌عنوان الگو برای سایر محققان که بخواهند در دیگر حوزه‌های کشور مطابق با الگوی آب‌وهوایی حوزه بختگان مطالعاتی انجام دهند مورد استفاده قرار گیرد. برای آگاهی از وضعیت روند پایداری، پیشنهاد می‌شود عرصه‌هایی که مورد مطالعه قرار گرفته‌اند بعد از

## منابع

- Alizadeh, H., 2004. Principles of Applied Hydrology, Mashhad, Astan Quds Razavi Publications. Seventh edition. 776 pages.
- Arabion, A. and Abdollahzadeh, Gh.H., 2014. Introduction to Sustainable Agricultural Development, Qassar Publishing, pp. 70 - 8.
- Badri Pur, h., 2012. The Need for Human Focus in the Watershed Master Plan or the Watershed Comprehensive Plan of Natural Resources. Proceedings of the 8th National Conference on Watershed Management Science and Engineering, Lorestan University.
- Bockstaller, C. and Girardin, P., 2003. How to validate environmental indicators. Agricultural Systems, 76: 639-653Pp.
- Chaves, H. and Alipaz, S. 2007. Integrate Basin Hydrology, Environment, Life, and Policy the Watershed Sustainability Index, Water Resource Management, 21, PP. 883-895.
- Dazy, J., Drogue, C., Harmanidis, P. and Darlet, C., 1997. The inflows on chemical composition of groundwater in small island: The example of the Cyclades, (Greece), Environ. (31): 133-141.
- Department for International Development, 2002. Indicators for Socially Sustainable Development, 8 pp.
- Ecoforestry principals and practices, 2002. Critical elements of forest sustainability. IUCN report, 157 pp.
- Food and Agriculture Organization, 1996. Workshop on Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in near East Process, Cairo, Egypt. 211 pp.
- Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety, 3<sup>rd</sup> edition, 2003. United Nations Environment Programmer. 1533 pp. <http://www.biodiv.org>.
- Harris, M.J., 2000. Basic Principles of Sustainable Development, Global Development and Environment institute, Tufts University Medford MA 02155, USA, 26 pp.
- <http://www.un.org/events/WSSD>, 2002. May 16, 2012.
- Jihad Agriculture Ministry, 2008. Economical and planning department, Agriculture statistic. (Vol 1). Agronomical Yield, 68 pp.
- Kazemi, M., Kamali, E., 2018. Watershed Sustainability Assessment Based on HELP Model (Case Study: Behesht Gomshodeh Watershed, Fars Province). Journal of Extension and Development of Watershed Management. Vol. 6, No. 22, Fall 2018.
- Mohamadi, T., Dastorani, M.T., 2017. The Evaluation of the Sustainability of Watershed Using Watershed Sustainability Index. Journal of Hydrogeomorphology, pp 41-64.
- Nyerges T., 2002. Linked visualizations in sustainability modeling: an approach using participatory GIS for decision support. Assoc

- Am Geog Illust, Los Angeles, CA, p. 18.
17. Pourasghar Sangachin, F. Salehi, A. and Masnavi, M.R., 2010. Comparative-Analytical Comparison of Sustainable Development Measurement Methods. Environmental Research. Vol. 1, pp. 67 - 82.
  18. Range, Forest and Watershed Organization of Iran, 2010. Guideline for Monitoring and Evaluation of Natural Resources and Watershed Management Plans, 505: 196.
  19. Remedio, E.M. and T.G. Bense, 2003. Socio-Economic and Environmental impacts of Woodfuel Consumption and production in South Asia, 54 pp.
  20. UNESCO, 2005, Hydrology for the Environmet, Life and Policy HELP, Paris, P. 20.
  21. Walmsley, J., Carden, M., Revenga, C., Sagona, F. and Smith, M., 2001. Indicators of sustainable development for catchment management in South Africa - Review of indicators from around the world. Journal of Water SA. Nigeria, (27): 539-550.
  22. Zahedi Amiri, Gh., 2005. Required indices, criteria for forest sustainable management, final project report (2nd stage), 264 pp.

## Comparison of HELP and Forest, Rangeland and Watershed Management Methods on Watershed Sustainability Assessment: A Case Study of Bakhtegan, Fars Province

Hamed Kheirandish<sup>1</sup>, Ahmad Sadeghipour<sup>2\*</sup>, Hananeh Mohammadi Kangarani<sup>3</sup>

Received: 11/02/2020

Accepted: 30/09/2020

### Expanded abstracts

**Introduction:** as healthy watersheds provide many ecosystem services in various fields such as social and economic welfare, some methods need to be developed for measuring the extent of watersheds' health and sustainability. Sustainable development is a comprehensive approach to improving human life quality by providing the economic, social, and environmental well-being of human settlements. Therefore, it is achieved if there is an overlap between the ecological, economic, and social layers. The purpose of this study was to compare two methods of HLEP and the organization of forests, rangelands, and watershed management in assessing the sustainability of the Bakhtegan watershed in Fars province.

**Materials and methods:** The first Method used the guidelines for monitoring and evaluating natural resource management and watershed management plans prepared by the Vice President for Strategic Planning and the Organization of Forests, Rangelands, and Watershed Management for Iran. In this method, the watershed was divided into five ecosystems: forest, desert, rangeland, aquatic environment, and economic and social issues. Different criteria and indicators were defined, determined, and measured for each of these ecosystems. Each variable was divided into different classes numerically, and each class was given a score (from high to low). The second method for analyzing and measuring stability in the field was the HELP that was based on four categories of hydrology (quantitative and qualitative), environment, watershed life, and policy-making. Moreover, three parameters of pressure, status, and reaction were used under the title of Basin Stability Index (WSI) to study basin stability at three levels: low, medium, and high.

**Result:** as for the first method, the scores were added up to create a class, and according to the study area, three criteria, nine indicators, and 14 variables were selected and measured based on the rangeland and desert ecologists' section. In the ecologists' section, five criteria and 16 indicators (the indicators themselves act as variables) were selected and measured. The final scores for rangeland and desert ecologists and the economic and social issues were reported as 45 and 32, respectively, putting both in the middle class. The watershed's sustainability status was also determined using the score estimation matrix and watershed assessment table. Taking the Bakhtegan watershed's total points into account, it could be said that it is in a weak position in terms of stability. The results of the application of the HELP method showed that the pressure parameter with a score of 0.75 and the response parameter with a score of 0.45 had the highest and lowest scores for assessing the sustainability of the Bakhtegan watershed, respectively, indicating an appropriate response to reduce the pressure on the ecosystem. The results also suggested that quantitative hydrological sub-indices with a score of 0.25 and environment with a score of one had the highest and lowest priority for watershed management (especially

1. PhD student in Desertification, Faculty of Desertology, Semnan University

2. Assistant Professor Faculty of Desertology, Semnan University; a.sadeghipour@semnan.ac.ir

3. Associate Professor Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan

DOI: 10.22052/deej.2020.9.28.61

management and protection of existing water resources), respectively. The level of watershed stability was assessed with a mean downward score of 0.61 in the study period, indicating that improving the region's level of sustainability requires more attention.

**Discussion and Conclusion:** This study's results in terms of selected criteria and indicators concerning the quality and quantity of information and accuracy of the data could be generalized to other parts of Iran (although similar to the field). To achieve acceptable sustainability, the area must be developed in terms of ecosystem, economic, and social issues and surpass the current equilibrium state. These conditions are made possible by protecting the ecosystem and providing a decent life for watershed dwellers. Considering the watershed management operations carried out in the basin, it is expected that the ecosystem sector will reach the desired level of stability. Moreover, for the basin to be sustainable, the economic and social sectors must get involved, conducting some measures to improve people's living standards. Naturally, ecosystems' substantive and functional value in the formation and sustainability of watersheds are not the same; Therefore, according to the consensus of experts, aquatic ecosystems have the highest value, and desert ecosystems have the lowest value in the evaluation of a watershed. Thus, in the process of determining the sustainability of the watershed, the essential value of the composition of the ecosystems and the surface of the watershed that are covered must be taken into consideration.

**Keywords:** Bakhtegan Watershed, Ecosystems, HELP, Sustainability Assessment, Sustainable Development.