جغرافیا و پایداری محیط، شمارهٔ ۲۵، زمستان ۱۳۹۶
صص. ۹۳-۸۱

ارزیابی پایداری اکوسیستم با استفاده از روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز دروک)

عاطفه تیموری - کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
سید مرتضی سیدیان* - استادیار آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
حامد روحانی - استادیار آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
رضا احمدی - کارشناس ارشد آبخیزداری، ادارهٔ کلّ منابع طبیعی و آبخیزداری، گرگان، ایران

وصول: ۱۳۹۶/۰۶/۱۹ **پذیرش:** ۱۳۹۶/۰۹/۱۷

چکیده

ارزیابی پایداری حوضهٔ آبخیز به روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، تکنیکی برای درک و اندازه‌گیری توسعهٔ پایدار است. این تکنیک، امکان مقایسهٔ شرایط موجود منطقه را با وضعیّت ایده‌آل خود، یعنی توسعهٔ کامل انسانی و یک اکوسیستم سالم و مولّد را فراهم می‌آورد. این روش، به صورت هم‌زمان، پایداری اکوسیستم و پایداری انسانی را بررسی می‌کند. در پژوهش حاضر، پایداری حوضهٔ آبخیز دروک با استفاده از روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، توسّط ۷ معیار و ۱۷ شاخص در بخش انسانی و ۸ معیار و ۱۸ شاخص در بخش اکوسیستم بررسی شد. در این پژوهش، حوضهٔ آبخیز دروک، به دو بخش با نام‌های آق‌چشمه و قلعه قافه تقسیم و اندازه‌گیری‌ها در هر بخش، به صورت مجزّا انجام شد. معیار آموزش و پرورش، مهارت و فقر در هر دو زیرحوضه در شرایط متوسّط است. با افزایش میزان اشتغال جوانان، می‌توان باعث کاهش میزان وابستگی و بهبود وضعیّت معیار فقر شد. معیار تأمین و سلامت موادّ غذایی در هر دو زیرحوضه قابل قبول است. معیار عدالت و برابری در شرایط ضعیف و قابل قبول به ترتیب در زیرحوضه‌های آق‌چشمه و قلعه قافه است. امتیاز نهایی زیرحوضهٔ قلعه قافه برابر با ۴۴ و امتیاز نهایی زیرحوضهٔ آق‌چشمه، ۶۱ است. به طور کلّی، امتیاز هر دو زیرحوضه، نشان می‌دهد زیرحوضه‌ها از نظر پایداری در محدودهٔ متوسّط قرار دارند؛ همچنین، امتیاز نهایی حوضهٔ آبخیز دروک، برابر با ۵۲ است که در محدودهٔ وضعیّت متوسّط است. بررسی شاخص‌ها نشان داد، حوضهٔ مورد نظر از لحاظ وضعیّت کاربری و فرسایش نسبت به سایر شاخص‌ها در وضعیّت بسیار نامناسبی قرار دارد و این شاخص، بیشترین تأثیر منفی را در حوضهٔ مورد نظر دارد.

واژگان کلیدی: اکوسیستم، توسعهٔ پایدار، حوضهٔ آبخیز، اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت.

*. نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۱۳۷۱۵۰۲۳
E-mail: s.m.seyedian@gmail.com

مقدّمه

در حال حاضر، جمعیّت جهان بیش از ۷ میلیارد نفر است و تا سال ۲۰۲۶ به ۸ میلیارد خواهد رسید. بحث در مورد تغییر سریع جهان، به دلیل فراهم کردن غذا و منابع مورد نیاز برای این تعداد جمعیّت، موضوع مهمّی است که باید به آن توجّه شود. نحوهٔ مدیریت زمین‌های کشاورزی و جنگل‌ها، تأثیر زیادی بر رسوب کربن و توانایی اکوسیستم در مقابله با تغییرات دارد. افزون بر این، توسعهٔ کشاورزی پایدار و روش‌های جنگلداری پایدار برای اطمینان از وجود امکاناتی که اکوسیستم در اختیار قرار می‌دهد (غذا و آب، سیل و کنترل بیماری، سرگرمی، چرخه نیتروژن و غیره) ضروری است تا شرایط زندگی انسان بر روی زمین امکان‌پذیر باشد.

بر اساس تحقیقات فائو، در کشورهای توسعه‌یافته در سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۸۰ حدود بیست میلیون هکتار جنگل‌کاری شده است، در حالی که طی این دوره، در کشورهای درحال‌توسعه دویست میلیون هکتار از سطح جنگل‌ها کاسته شده است (زاهدی امیری، ۱۳۸۴). محاسبات دانشمندان نشان می‌دهد که یک هکتار از جنگل، ارزشی حدود ۹۶۵ دلار آمریکا برای انسان دارد (کاستانزا[1] و همکاران، ۲۰۱۴)؛ بنابراین، با توجّه به اهمّیّت جنگل، مدیریت پایدار آن و همچنین حرکت در مسیر وظایف حفاظتی از جنگل، باید بهبود بخشیده شود. بیشترین فعّالیّت اقتصادی افراد ساکن روستاهای حوضهٔ آبخیز در ایران، مربوط به محصولات زراعی و یا باغی است. از آنجا که بخش کشاورزی در ایران به علّت پایین بودن بهره‌وری زمین، نمی‌تواند منابع درآمدی کافی برای رفع تمامی نیازهای جمعیّت روستایی را تأمین کند، در نتیجه افراد به تخریب جنگل‌ها و افزایش سطح زیر کشت تمایل می‌یابند که منجر به کاهش پایداری می‌شود. بررسی ارزیابی و سطح‌بندی پایداری یک اکوسیستم، این امکان را به وجود می‌آورد تا با داشتن شناخت کافی از شرایط و منطقه، برنامه‌ریزی برای توسعهٔ پایدار انجام شود. بدون چنین شناختی، برنامه‌ریزی و مدیریت در جهت الگوی فعلی توسعه، با دشواری روبه‌رو است.

به لحاظ تاریخی، مفهوم پایداری، ابتدا در اقتصاد و محیط‌زیست، همچنین در متون مربوط به رشته‌های مختلف (چندرشته‌ای) استفاده می‌شد؛ افزون بر این، مفهوم پایداری از زوایای فرایندهای خرد و جهانی گسترده بوده و کاربران بسیاری با مفهوم پایداری در تعامل و ارتباط هستند (هپلوا[2]، ۲۰۱۳). در مناطق مختلف دنیا، به منظور ارزیابی پایداری جنگل از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود؛ به عنوان مثال، با استفاده از روش‌های فازی، معیارها و شاخص‌های مدیریت پایدار جنگل تعیین می‌شود. در این شیوه، از ترکیب داده‌های مختلف حاصل از سه بخش عوامل سیاسی، نظر پژوهشگران و عوامل اقتصادی استفاده می‌شود. از عوامل تأثیرگذار در این شیوه، تعیین آستانهٔ ارزش هر محدودیت است که نیاز به داشتن اطّلاعات علمی از زیست‌بوم و هماهنگی میان سه بخش یادشده را دارد (مندوزا و پرابو[3]، ۲۰۰۳). بیکر[4] (۱۹۹۹)، در منطقهٔ جنگلی فرانسه و هلند، از پتانسیل ریشه‌های کوچک و ریشه‌چه به عنوان شاخص برای ارزیابی پایداری اکوسیستم جنگل استفاده کرد. نتایج نشان داد که هیدروکسید کلسیم، تأثیر زیادی روی بیوماس و طول ریشه‌چه دارد و باعث افزایش پایداری در طی یک دورهٔ ۲۵ ساله می‌شود؛ بنابراین، با اندازه‌گیری ویژگی‌های ریشه‌چه، مقدار پایداری جنگل قابل بررسی است. تمام پژوهش‌های انجام‌شده روی پایداری، به صورت جزئی و

1- Costanza
2- Hepelwa
3- Mendoza & Prabhu
4- Bakker

با در نظر گرفتن رابطهٔ بین چند شاخص انجام گرفته است و به نظر می‌رسد نتوانسته به هدف نهایی، یعنی ارزیابی پایداری به صورت جامع و کامل بپردازد. مدیریت پایدار جنگل، به منزلهٔ یک مفهوم گسترده و بسیار فراگیر به تدریج از تولید چوب به سمت مدیریت چندمنظوره در حال تغییر است. مدیریتی که سایر کارکردهای جنگل، مانند حفاظت و تفرّج را در نظر می‌گیرد (سایر[1] و همکاران، ۱۹۹۷). پایداری جنگل با انجام جنگلداری عشایری به کمک مردم (عادلی و همکاران، ۱۳۸۷) و یا کاشت گونه‌ای خاص که متناسب با شرایط منطقه باشد (تیموری و همکاران، ۱۳۹۳)، افزایش می‌یابد.

عدم مدیریت مناسب منابع آب در یک حوضهٔ آبخیز ممکن است باعث ناپایداری شود (هپلوا، ۲۰۱۳). در پژوهش‌های کلی[2] (۲۰۰۰)، نیز رابطهٔ بین علم هیدرولوژی و توسعهٔ پایدار نشان داده شده است؛ همچنین مسائل اقتصادی و اجتماعی تأثیر زیادی بر پایداری حوضهٔ آبخیز دارد (ال‌حاج[3] و همکاران، ۲۰۱۴؛ حافظ‌پرست و همکاران، ۱۳۹۴).

بررسی پایداری حوضه‌های آبخیز به دلیل ارتباط رفاه مردم ساکن در حوضهٔ آبخیز با منابع موجود در حوضه، دارای اهمّیّت است؛ زیرا در صورت کاهش منابع در اثر ناپایداری، مشکلات زیادی به وجود خواهد آمد (چاوز و علیپاز[4]، ۲۰۰۷). مسویا و لالیکا[5] (۲۰۱۷) با ایجاد ساختار یکپارچه برای مدیریت منابع آب، باعث توسعهٔ پایدار حوضهٔ آبخیزی در تانزانیا شدند. افزایش آگاهی عمومی از ارزش منابع طبیعی باعث شده سیاست‌ها و رویکردهای دولت‌ها در جهت توسعهٔ پایدار بر سه اصل سود، مردم و بقای کرهٔ زمین شکل گیرد. تمکین و ادگر[6] (۲۰۰۳) و سندان[7] (۲۰۰۰)، پیشنهاد کردند روش مدیریتی مناسب، می‌تواند بین حفاظت از اکوسیستم و کسب درآمد از اکوسیستم تعادل برقرار نماید. بدیهی است توسعهٔ پایدار، بدون استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های پایداری معتبر امکان‌پذیر نیست. شاخص‌ها نقش مهمّی در بررسی وضع موجود و نظارت بر اجرای طرح‌های مدیریتی دارند. شاخص‌های توسعهٔ پایدار میزان تحقّق اهداف را به‌خوبی اندازه‌گیری می‌کنند؛ ولی تعریف توسعهٔ پایدار مشخّص نمی‌کند که در عمل، پایداری چگونه باید اندازه‌گیری شود؛ لذا در طی سال‌های اخیر، اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت[8] در پی توسعهٔ ابزاری به منظور بهبود ارزیابی مدیریت منابع طبیعی بوده است، به نحوی که با محیط‌زیست سازگار باشد.

یکی از روش‌های ارزیابی توسعهٔ پایدار، روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت است که به طور هم‌زمان، سلامت انسان و اکوسیستم را ارزیابی و میزان پیشرفت به سمت پایداری را اندازه‌گیری می‌کند. از این روش، به منظور اجرای برنامه‌های تنوّع زیستی و حفاظت از جنگل‌ها استفاده می‌شود. توسعهٔ پایدار، یک روش کمابیش پذیرفته‌شدهٔ جهانی است، امّا در حال حاضر، درک درستی از چگونگی دستیابی به آن یا چگونگی اندازه‌گیری میزان پیشرفت به سوی اهداف آن وجود ندارد. روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، با جمع‌آوری نظام‌مند اطّلاعات می‌تواند میزان پیشرفت‌ها را تعیین نماید.

با استفاده از روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، مناطق مختلفی در آسیای جنوبی شامل

1- Sayer
2- Coley
3- El-Hajj
4- Chaves & Alipaz
5- Msuyaa & Lalika
6- Tompkins & Adger
7- Sneddon
8- International Union for Conservation of Nature (IUCN)

کشورهای سریلانکا، پاکستان، هند، نپال و بنگلادش با هدف بازسازی و احیاء محیط‌زیست و بهبود کیفیّت زندگی افراد ساکن ارزیابی شد. نتایج نشان داد که کشور سریلانکا، نسبت به سایر کشورهای این ناحیه به دلیل شرایط بهتر اقتصادی مردم و مدیریت منابع آب از وضعیّت مطلوب‌تری برخوردار است و کشور بوتان، از نظر اکوسیستم و اقتصاد مردم، در شرایط نامطلوب قرار دارد (آی.اف.اف.[1]، ۱۹۹۹). زاهدی امیری (۱۳۸۴)، با روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت به مطالعه و بررسی جنگل‌های خیرودکنار و گلبند پرداخت و نشان داد جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار نوشهر، از لحاظ پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی در شرایط متوسّط نزدیک به قابل قبول و جنگل گلبند در وضعیّت ضعیف قرار دارد.

در سال‌های اخیر، تغییرات زیادی در حوضهٔ آبخیز دروک که کاربری غالب جنگل دارد، صورت پذیرفته است. تخریب منابع طبیعی در دوره‌های گذشته و حسّاسیّت خاک به فرسایش و رسوب‌زایی، سبب آسیب‌های اقتصادی و اجتماعی در منطقه شده است؛ همچنین، در طی سال‌های اخیر، خسارات واردشده به منطقه افزایش یافته است. این حوضهٔ آبخیز، از حوضه‌های مهم و بحرانی از نظر تخریب جنگل و کاهش سطح عرصه‌های جنگلی در استان گلستان به شمار می‌رود. با توجّه به کاربرد گستردهٔ روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت در کشورهای مختلف، در پژوهش حاضر مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها مطابق با روش ارزیابی پایداری اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، مبتنی بر موضوعات نگرانی‌های مربوط به جنگل‌ها سازماندهی شد و پایداری حوضهٔ آبخیز تعیین گردید.

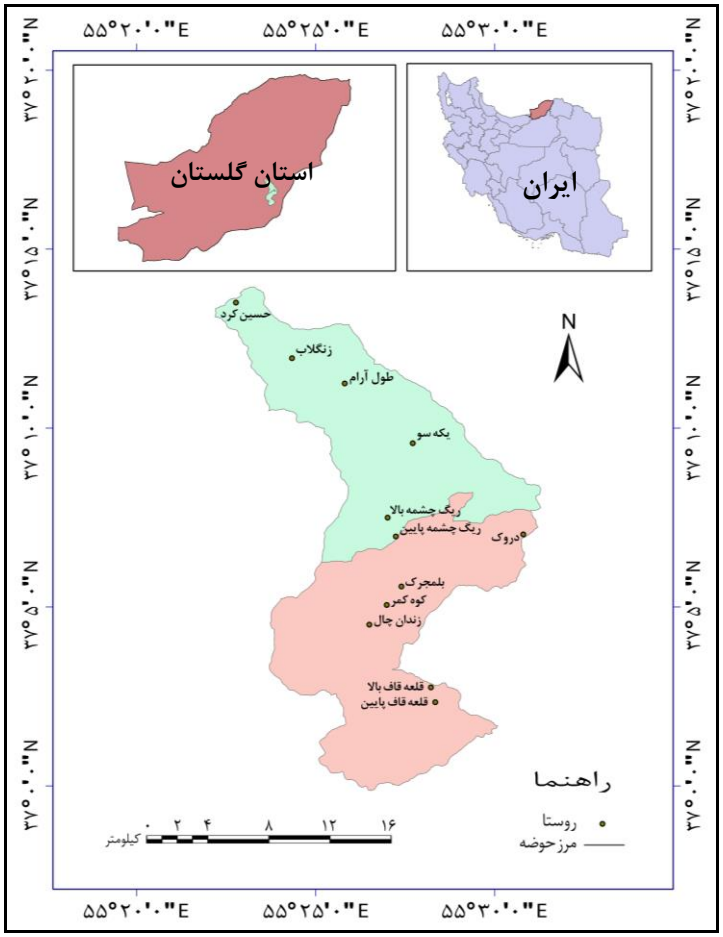
مواد و روش‌ها

حوضهٔ آبخیز دروک، از نظر تقسیمات سیاسی جزء استان گلستان، شهرستان مینودشت، بخش مرکزی است. این حوضه، در جنوب شهرستان مینودشت و بین "۳۵ '۲۳ °۵۵ تا "۴۶ '۳۲ °۵۵ طول شرقی و "۴۶ '۵۹ °۳۶ تا "۱۲ '۱۴ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است. مساحت حوضهٔ آبخیز دروک، ۱۵۳۸۷ هکتار، محیط آن ۸۲/۶۵ کیلومتر، حداقل ارتفاع حوضه، ۱۸۶ متر و حداکثر ارتفاع آن، ۲۰۹۳ متر است (شکل ۱). ۱۳ روستا در حوضهٔ آبخیز مورد مطالعه قرار دارد. منطقهٔ مورد مطالعه، حوضهٔ آبخیز کوهستانی با کاربری غالب جنگل و کاربری‌های زراعی، باغی و دامداری است.

حوضهٔ آبخیز دروک، دارای دو زیرحوضهٔ آق‌چشمه و قلعه قافه است و این زیرحوضه‌ها، در غالب طرح‌های آبخیزداری و جنگلداری به صورت مجزّا اداره می‌شود. برای مقایسهٔ بهتر شیوه‌های مدیریتی، حوضهٔ آبخیز دروک به دو زیرحوضهٔ آق‌چشمه و قلعه قافه تقسیم و معیارها و شاخص‌ها برای آنها به صورت مجزّا بررسی شد.

روش ارزیابی پایداری اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، یک فرایند هفت مرحله‌ای را توصیف می‌کند. این روش، نحوهٔ دخالت‌ها و مدیریت‌ها را به صورت یک چرخه ارائه و طراحی می‌کند. تغییرات صورت‌گرفته در حوضهٔ آبخیز در طول زمان قابل ارزیابی است؛ لذا مبنای ارزیابی‌ها، نحوهٔ اثر عوامل مختلف روی پدیده‌های طبیعی است که مورد پایش قرار می‌گیرد. اجرای این پژوهش برای ارزیابی پایداری در منطقهٔ مورد مطالعه در هفت مرحله شامل: ۱- تعیین هدف ارزیابی؛ ۲- تعریف سیستم و اهداف آن؛ ۳- تشریح ابعاد و شناسایی مؤلّفه‌ها و اهداف آن؛ ۴- انتخاب شاخص‌ها و معیارهای عملکرد؛ ۵- جمع‌آوری داده‌ها و تهیّهٔ نقشه‌ها؛ ۶- ترکیب شاخص‌ها و تهیّهٔ نقشهٔ شناسه‌ها و ۷- مرور نتایج و ارزیابی پیامدها، انجام شده است.

1- Intergovernmental Forum on Forests (IFF)



شکل ۱. موقعیّت حوضهٔ آبخیز دروک در کشور و استان گلستان

ارزش هر شاخص، با استفاده از نرم‌افزار ولبینگ اسکور[1] بر مبنای ۰ تا ۱۰۰ امتیازبندی شده و برای هر شاخص با توجّه به معیار تغییرات آن، از میانگین‌های حسابی و یا وزنی استفاده شد. مقدار عددی شاخص‌ها به صورت ریاضی با استفاده از مقیاس‌های عملکردی به مقیاس استاندارد بین ۰ تا ۱۰۰ تبدیل می‌شود.

شاخص‌ها، هنگامی که بهترین حالت ارزش حداکثر و یا حداقل را داشته باشند، به دو صورت امتیازدهی می‌شوند. هنگامی که بهترین حالت، ارزش حداکثر و بدترین حالت، ارزش حداقل را دارد، ارزش حداقل از ارزش واقعی کم شده و حاصل بر اختلاف میان ارزش حداکثر و حداقل تقسیم و در اختلاف طبقه‌بندی ضرب می‌شود و سپس با مبنای امتیاز طبقه جمع می‌شود؛ همچنین در صورتی که بهترین حالت، ارزش حداقل و بدترین حالت، ارزش حداکثر را داشته باشد، ترتیب مراحل مانند قبل است و فقط در بخش آخر، امتیاز نهایی از کسر عدد نهایی از امتیاز پایه به دست می‌آید. شاخص‌ها پس از تبدیل به مقیاس‌های استاندارد می‌توانند دوباره با هم ترکیب شوند؛ زیرا آنها دارای مقیاس‌های مشابهی هستند.

پس از تعیین امتیاز هر شاخص، بر اساس روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت ارزیابی و مقایسهٔ عملکرد معیارهای اکوسیستم و اقتصادی - اجتماعی با استفاده از قابلیت فشارسنج پایداری انجام می‌شود. این فشارسنج، امتیاز معیارهای اکوسیستم را در محور X و میانگین امتیاز معیارهای اقتصادی و اجتماعی را در محور Y در پنج محدودهٔ بد، ضعیف، فقیر، قابل قبول و خوب مورد مقایسه قرار می‌دهد.

1- Wellbeing score

در حالت کلّی، دو موضوع رفاه انسان و پایداری اکوسیستم در روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت بررسی می‌شود. در بخش پایداری اکوسیستم، ۸ معیار و ۱۸ شاخص و در بخش رفاه انسان، ۷ معیار و ۱۷ شاخص، اندازه‌گیری شدند. معیارهای اکوسیستم و نقش آن در مدیریت حوضهٔ آبخیز بسیار متنوّع است. هریک از معیارها، شناسایی‌شده و شاخص‌ها پس از اندازه‌گیری مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. همهٔ شاخص‌های منتخب پس از رتبه‌بندی بر اساس روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت با یکدیگر تلفیق شده که این ترکیب، به نوعی ایجاد ارتباط نزدیک میان پدیده‌هایی است که در یک اکوسیستم وجود دارد (اسدی نیلوان و همکاران، ۱۳۹۲). در این بخش، سه مؤلّفهٔ اصلی اکوسیستم، شامل هوا و اقلیم، جنگل و محیط آبی بررسی شدند که در مجموع، از ۸ معیار که شامل ۱۸ شاخص است استفاده شد. پایداری اکوسیستم شامل گسترهٔ منابع جنگلی، تنوّع زیستی، سلامتی و شادابی، کارکرد اقتصادی - اجتماعی، آب، کارکرد حفاظتی، هوا و اقلیم و حفاظت خاک است که مقدار آنها در دو زیرحوضهٔ آق‌چشمه و قلعه قافه آورده شده است (جدول ۱).

شاخص‌های مربوط به بخش رفاه انسانی در روستاهای داخل حوضهٔ آبخیز اندازه‌گیری شد. از اطّلاعات موجود در طرح‌های منابع طبیعی تهیّه‌شده در این حوضهٔ آبخیز و نیز آماربرداری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ استفاده شد. در بخش رفاه انسانی، ۷ معیار و ۱۷ شاخص اندازه‌گیری شدند. معیارهای مسائل اقتصادی و اجتماعی (رفاه انسان) شامل ویژگی‌های جمعیّت، سواد، فقر و معیشت، ثروت، عدالت و مساوات، سلامت و بهداشت و تغییر کاربری اراضی هستند که مقدار آنها، در بخش انسانی برای هر روستا آورده شده است (جدول ۲).

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های منتخب و مقدار امتیاز هر زیرحوضه در بخش اکوسیستم

ردیف	معیار	شاخص	قلعه قافه	آق‌چشمه
۱	گسترهٔ منابع جنگلی	مساحت جنگل (درصد)	۴۵/۱	۷۸/۹۳
		موجودی جنگل (حجم سرپا) (متر مکعب در هکتار)	۴۵/۷	۵۸/۸۸
		سطح جنگل ممیزی‌شده (درصد)	۱۰۰	۱۰۰
		سطح جنگل مدیریت‌شده (درصد)	۴۰/۵	۹۱/۲۹
		وسعت جنگل طبیعی (درصد)	۱۰۰	۸۸/۴۸
۲	تنوّع زیستی	تعداد گونه‌های درختی	۳۰	۴۵
۳	سلامتی و شادابی	چرای دام در جنگل (تعداد در هکتار)	۰	۸۰/۸
		زادآوری طبیعی و سالم	۱۴	۱۷/۲
		میانگین سالیانه تغییر در نواحی جنگلی	۱۶/۲	۸۲/۵
		درصد رقابت گونه‌های غیر بومی	۱۰۰	۰
۴	کارکرد اقتصادی - اجتماعی	سرانهٔ نواحی جنگلی	۴۸/۸	۱۰۰
۵	آب	هدایت الکتریکی آب (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	۵۸/۸	۵۳/۵۲
		کلّ مواد جامد محلول در آب (میلی‌گرم در لیتر)	۶۷/۸	۸۷/۶
		سرانهٔ آب در دسترس	۱۰۰	۱۰۰
۶	کارکرد حفاظتی	درصد تغییرات مساحت زمین‌های کشاورزی	۰	۸۰/۱۲
۷	هوا و اقلیم	میانگین بارندگی (میلی‌متر)	۸۶	۶۶/۰۲
		تبخیر و تعرّق واقعی (میلی‌متر)	۵۴/۳	۲۵/۱۲
۸	حفاظت خاک	فرسایش ویژه (مترمکعب در کیلومتر مربع در سال)	۰	۲۸/۳۲

جدول ۲. مقدار امتیاز شاخص‌های بخش رفاه انسانی در هر روستا

ردیف	معیار	شاخص	۱*	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	ویژگی‌های جمعیّت	A1	۹۲/۳	۹۵/۴	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۶/۳	۹۸/۲	۸۲/۳	۸۷/۳	۷۰/۵	۷۰/۶
		A2	۷۲/۶۲	۹۹/۴۴	۸۶/۹۶	۱۰۰	۹۷/۴	۴۱/۹۴	۹۵/۴۴	۷۹/۶	۵۹/۲۳	۴۴/۵۴	۷۷/۳۴	۷۷/۲۲
		A3	۷۴/۶۸	۶۸/۳۴	۷۳/۵	۳۹/۵	۷۱/۸۴	۶۶/۸۴	۷۱	۶۱/۵	۶۰/۵	۵۸/۸۴	۷۳/۸۴	۷۶/۵
۲	آموزش مهارت	B1	۴۳/۵۳	۶۱/۵۱	۷۶/۵۹	۵۵/۹۵	۶۱/۴۱	۷۱/۴۳	۷۴/۲۹	۶۴/۹	۵۹/۳۲	۶۹/۰۷	۶۳/۹۲	۶۷/۷۱
۳	فقر و معیشت	C1	۸۶/۶۶	۰	۰	۰	۰	۳۳/۳۳	۸۶/۶۶	۱۰۰	۰	۸۶/۶۶	۷۳/۳۳	۰
		C2	۳/۲	۶۸	۶۸	۰	۸۷/۶	۶۴/۸	۶۶/۸	۹۲	۳۰	۸۵/۸	۶۳	۴۰/۸
		C3	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱	۵۱/۵۱
۴	تغذیه و امنیت غذایی	D1	۱۳/۸۳	۱۸/۱۶	۲۱/۱۶	۲۳/۱۶	۲۴/۱۶	۱۳/۸۳	۸/۳۳	۸/۱	۱۴	۱۳/۶۶	۲۷/۵	۳۲/۶۶
		D2	۶۱/۴	۹۰/۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۶	۱۰۰	۷۱	۵۳/۶	۱۰۰	۱۰۰
		D3	۴۰/۴	۴۸	۵۲/۴	۵۶/۱۳	۵۷/۲	۴۰/۸	۲۳/۶	۳۸/۸	۴۱/۸۶	۴۱/۳۳	۶۲/۲۶	۶۹/۸۶
۵	عدالت و مساوات	E1	۰	۰	۱۴/۳	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۰
		E2	۰	۵۵/۳	۴۹/۴۸	۵۴	۶۵/۸۳	۶۵/۴۴	۶۰/۲۲	۶۴/۲	۶۸/۵۲	۶۵/۶۶	۵۷/۷۸	۵۳/۳۲
۶	بهداشت و سلامت جامعه	F1	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
		F2	۰	۰	۰	۲۵/۹۲	۰	۰	۴۰/۴	۰	۰	۲۰	۰	۰
		F3	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۲۳/۲	۰	۰	۲۰	۰	۰
۷	تغییر کاربری اراضی	G1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷/۴	۷/۴	۱۰/۸	۰	۹۲/۲	۹۲/۲
		G2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰

شاخص‌ها، در جدول ۲ عبارتند A1: رشد سالیانهٔ جمعیّت (درصد)، A2: تراکم (نفر در کیلومتر مربع)، A3: بعد خانوار، B1: نرخ باسوادی (درصد)، C1: نرخ اشتغال (درصد)، C2: بار تکفّل خالص، C3: عملکرد در هکتار محصولات (کیلوگرم در هکتار)، D1: سرانهٔ زمین‌های کشاورزی (هکتار)، D2: سرانهٔ تعداد دام، D3: سرانهٔ تولیدات کشاورزی، E1: زنان شاغل (درصد)، E2: زنان باسواد (درصد)، F1: درصد خانوارهای برخوردار از آب آشامیدنی، F2: درصد خانوارهای برخوردار از سرویس بهداشتی، F3: درصد خانوارهای برخوردار از حمام خانگی، G1: درصد اراضی جنگلی یا مرتعی تخریب‌یافته، G2: درصد اراضی دیم یا شخم‌خورده بیش از ۱۲٪.

*** نام روستاها: ۱- بلمجرک، ۲- دروک، ۳- زندان چال، ۴- کوه کمر، ۵- قلعه قافهٔ پایین، ۶- قلعه قافه، ۷- حسین کرد، ۸- زنگلاب، ۹- یکه سور، ۱۰- طول آرام، ۱۱- ریگ چشمهٔ پایین، ۱۲- ریگ چشمهٔ بالا.**

نتایج

روش ارزیابی پایداری اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت، به صورت هم‌زمان، بخش انسانی و اکوسیستم را مورد بررسی قرار می‌دهد. معیارها و شاخص‌ها، با توجّه به دسترسی به آمار و اطّلاعات، انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای محاسبهٔ ارزش شاخص‌های اکوسیستم به تفکیک هر معیار در هر بخش، با توجّه به جدول ۱، از روش میانگین‌گیری وزنی استفاده شد (جدول ۳).

در بخش اکوسیستم، بیشتر سعی شده است که معیارها و شاخص‌هایی انتخاب شود که قابلیت اصلاح داشته و بتوان تغییراتی در حوضهٔ آبخیز به منظور بهبود آنها ایجاد کرد. امتیاز معیار حفاظت خاک در زیرحوضهٔ قلعه قافه برابر با ۰ و در زیرحوضهٔ آق‌چشمه برابر با ۲۸ است که با توجّه به تغییر کاربری اراضی صورت گرفته در زیرحوضه‌ها منطقی به نظر می‌رسد.

جدول ۳. ارزش معیارهای منتخب در بخش اکوسیستم به روش اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت در هر زیرحوضه

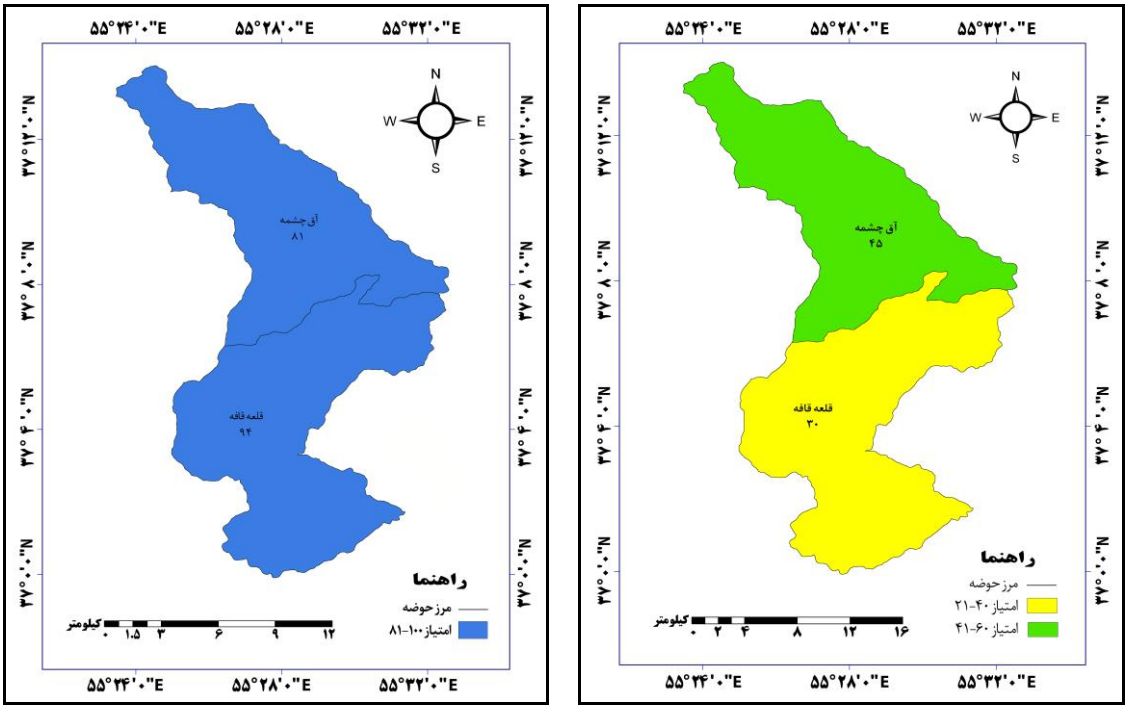
معیارها	قلعه قافه	آق‌چشمه
گسترهٔ منابع جنگلی	۵۵	۷۰
تنوّع زیستی	۳۰	۴۵
سلامتی و شادابی	۳۳	۴۵
کارکرد اقتصادی - اجتماعی	۴۸	۱۰۰
آب	۷۰	۸۶
کارکرد حفاظتی	۰	۸۰
هوا و اقلیم	۷۰	۴۶
معیار حفاظت خاک	۰	۲۸

درصد تغییراتی که در مساحت زمین‌های کشاورزی به وجود آمده نشان می‌دهد معیار کارکردهای حفاظتی در زیرحوضهٔ آق‌چشمه امتیاز ۸۰ است که نشان می‌دهد عرصه‌های زراعی منطقه که با تخریب جنگل‌ها به وجود آمده بود کاهش و پایداری افزایش یافته است. معیار هوا و اقلیم در زیرحوضهٔ قلعه قافه در وضعیّت قابل قبول و در زیرحوضهٔ آق‌چشمه در وضعیّت متوسّط قرار دارد که نشان می‌دهد فقط این معیار در زیرحوضهٔ قلعه قافه، نسبت به آق‌چشمه وضعیّت بهتری دارد. برای محاسبهٔ ارزش شاخص‌های رفاه انسان به تفکیک هفت معیار منتخب در هر بخش با توجّه به جدول ۲ و روابط ۱ تا ۵ از روش میانگین‌گیری وزنی استفاده شد که نتایج به تفکیک هر زیرحوضهٔ آبخیز در جدول ۴ آورده شده است.

نتایج تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد در رابطه با معیارها و شاخص‌های پایداری بخش انسانی، معیار تغییر کاربری اراضی در پایین‌ترین امتیاز قرار دارد. امتیاز زیرحوضهٔ آق‌چشمه و قلعه قافه به ترتیب برابر با ۳۰ و ۰ است که بیانگر نرخ تخریب زیاد اراضی منطقه است. با توجّه به میزان امتیاز هر شاخص در زیرحوضه‌ها، نقشهٔ معیارها تهیّه می‌شد. با توجّه به تعداد زیادی نقشه‌ها، دو نمونه از نقشه‌های ایجادشده در هر یک از ابعاد اکوسیستم و رفاه انسانی در شکل ۲ آورده شده است.

جدول ۴. امتیاز نهایی معیارهای منتخب در بخش رفاه انسانی به تفکیک هر زیرحوضه

معیار	قلعه قافه	آق‌چشمه
ویژگی‌های جمعیّت	۹۴	۸۱
آموزش و مهارت	۵۹	۵۹
فقر و معیشت	۴۱	۶۱
تغذیه و امنیت غذایی	۷۱	۶۷
عدالت و مساوات	۳۷	۶۷
بهداشت و سلامت جامعه	۴۳	۴۷
تغییر کاربری اراضی	۰	۳۰



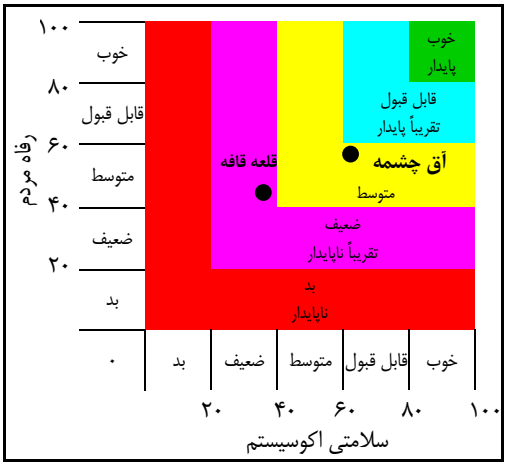
شکل ۲. نقشهٔ وضعیّت الف: تنوّع زیستی (سمت راست) و ب: وضعیّت جمعیّت در سنجش پایداری (سمت چپ) در زیرحوضه‌های آبخیز دروک. (رنگ سبز: امتیاز ۶۰-۴۱، رنگ زرد: امتیاز ۴۰-۲۱ و رنگ آبی: امتیاز ۱۰۰-۸۱)

ترکیب نتایج معیارها و شاخص‌های اکوسیستم و همچنین مؤلّفه‌های رفاه انسانی در ارزیابی پایداری مورد بررسی قرار گرفت. نمودار فشارسنج پایداری حاصل از تلفیق شاخص‌های اکوسیستم و شرایط زندگی اجتماعی و اقتصادی در زیرحوضه‌های آبخیز دروک در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس شکل یادشده، زیرحوضهٔ قلعه قافه، در وضعیّت ضعیف و زیرحوضهٔ آق‌چشمه در وضعیّت متوسّط قرار دارد.

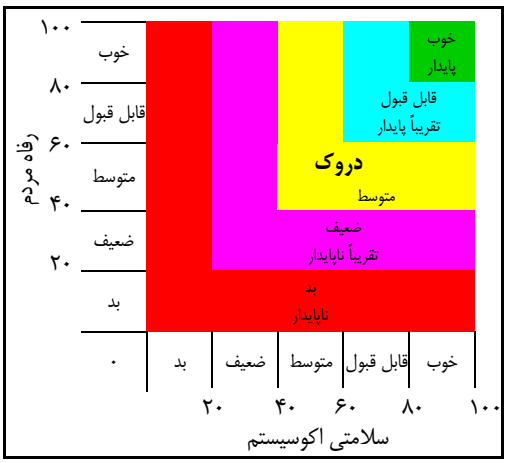
فشارسنج پایداری در حوضهٔ آبخیز دروک بر اساس میانگین وزنی نتایج فشارسنج پایداری در دو زیرحوضهٔ آق‌چشمه و قلعه قافه، محاسبه می‌شود. حوضهٔ آبخیز دروک از نظر پایداری در وضعیّت متوسّط قرار دارد (شکل ۴). امتیاز نهایی اکوسیستم برابر با ۵۰ و مسائل اقتصادی و اجتماعی برابر با ۵۴ و به طور متوسّط برای حوضهٔ آبخیز دروک برابر با ۵۲ است.

بحث

منابع طبیعی، منبع مهمّی برای امرار معاش مردم در جهان هستند. در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه، حوضهٔ آبخیر منبع اصلی امرار معاش برای بسیاری از خانواده‌هاست؛ بنابراین، بسیاری از حوضه‌ها تحت فشار زیادی هستند و این منابع، به دلیل استفادهٔ بی‌رویه، دچار آسیب شده و باعث ناپایداری حوضه می‌شوند (رنی و سینگ[1]، ۱۹۹۶:۲۱).



شکل ۳. فشارسنج پایداری اتّحادیهٔ بین‌المللی حفاظت از طبیعت در زیرحوضه‌های آبخیز دروک



شکل ۴. فشارسنج پایداری فشارسنج پایداری در حوضهٔ آبخیز دروک در حوضهٔ آبخیز دروک

1- Rennie & Singh

پایداری حوضهٔ آبخیز، به وسیلهٔ شاخص‌های پایداری به روش‌های مختلفی تعیین می‌شود. این شاخص‌ها، بر اساس ساختارشان از اجزائی تشکیل شده‌اند که معیار نام دارد و یک یا چند عامل را بررسی می‌کنند. روش‌های مختلفی مانند فشار - حالت موجود - پاسخ[1]، پایداری را بررسی می‌کند (حافظ‌پرست و همکاران، ۱۳۹۴).

از نظر پایداری، امتیاز نهایی اکوسیستم در حوضهٔ آبخیز دروک برابر با ۵۰ و مسائل اقتصادی و اجتماعی برابر با ۵۴ و به طور میانگین، برابر با ۵۲ است که این امتیاز، متوسّط، نشان‌دهندهٔ حوضهٔ در فشار است. فردوس[2] و همکاران (۲۰۱۴)، نیز نشان داد حوضهٔ باتانگ در اندونزی از نظر پایداری در شرایط متوسّط قرار دارد و به دلیل امتیاز برخی از پارامترها، تحت فشار است که این امتیازها، نشان‌دهندهٔ استفادهٔ بیش از حد از منابع موجود است. بررسی پایداری حوضهٔ آبخیز ارس نیز نشان داد، وجود شهرهای بزرگ و تقاضای شرب و صنعت، باعث کاهش پایداری حوضه در مناطق شرقی حوضه شده و باید با مدیریت عرضه و تقاضا پایداری را افزایش داد (حافظ‌پرست و همکاران، ۱۳۹۴).

در منطقهٔ مورد مطالعه در بخش اکوسیستم، کارکرد حفاظتی در زیرحوضهٔ قلعه قافه و معیار حفاظت خاک در دو زیرحوضه امتیاز کمی دارند که بیانگر تبدیل جنگل به زمین‌های کشاورزی است. در بخش رفاه انسانی نیز معیار کاربری اراضی در هر دو زیرحوضه امتیاز کمی دارد و نشان‌دهندهٔ فشار روی عرصه‌های جنگلی است. تبدیل اراضی جنگلی به زراعی، بیشترین نقش را در کاهش پایداری حوضهٔ آبخیز دروک دارد. می‌توان با اقدامات حفاظتی از جنگل‌ها از روند رو به رشد کاهش عرصه‌های جنگلی و تبدیل آنها به اراضی زراعی بایر کم‌بازده جلوگیری کرد تا پایداری بوم‌سازگان انسانی و جنگلی به طور هم‌زمان برقرار شود. تغییر کاربری اراضی نه‌تنها تأثیری در روند بهبود وضعیّت اقتصادی ساکنین منطقه ندارد، بلکه باعث کاهش سرمایه‌های طبیعی منطقه شده است. باید توجّه داشت، فقر و ناپایداری منابع، به طور کامل به یکدیگر وابسته هستند، به طوری که فقر در یک جامعه، باعث فشار بیشتر بر منابع و نابودی و تخریب منابع، موجب فقر می‌شود. تخریب ناشی از فعّالیّت‌های کشاورزی نه یکباره بلکه در طول سالیان و از روی اجبار بوده است؛ بنابراین، افرادی را که برای تأمین معاش خود اراضی جنگلی با شیب تند را زیر کشت برده‌اند و در درازمدّت باعث تخریب منابع طبیعی شده‌اند را به راحتی نمی‌توان مقصّر دانست (فیروزآبادی و عظیم‌زاده، ۱۳۹۱).

فقر، علّت عمده و مؤثّر مشکلات زیست‌محیطی است؛ بنابراین، تلاش برای بررسی مشکلات زیست‌محیطی بدون توجّه به اشتغال و درآمد امکان‌پذیر نیست (فورسیس و ملیسا[3]، ۱۹۹۸: ۴۱) نامناسب بودن فعّالیّت در بخش کشاورزی، در این حوضه برای کشاورزان منطقه نیز روشن است. بررسی‌های صورت‌گرفته در منطقه نشان داد، با توجّه به خسارات ناشی از فعّالیّت‌های کشاورزی در حوضهٔ آبخیز دروک، فعّالیّت‌های زنبورداری، نوغان‌داری و دامداری توسّط ساکنین منطقه مورد توجّه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد اشتغال در این بخش‌ها بتواند تا حدودی در بهبود اوضاع اقتصادی ساکنین منطقه مؤثّر باشد تا به منظور کشت و تهیّهٔ غذا برای احشام، فعّالیّت‌های غیرقانونی مانند تخریب اراضی و جنگل‌های منطقه را انجام ندهند. روند رو به رشد کاهش عرصه‌های جنگلی، افزایش جمعیّت انسانی و گسترش زمین‌های بایر در زیرحوضهٔ قلعه قافه زمینهٔ کاهش امتیاز کارکردهای اقتصادی - اجتماعی را فراهم کرده است. فقر روستایی به واسطهٔ فشار بر منابع

1- Pressure-State-Response
2- Firdaus
3- Forsyth & Melissa

محیطی و بهره‌برداری غیر اصولی و ناپایدار از این منابع، موجب تشدید تخریب محیط می‌شود و بحران‌های زیست‌محیطی نیز به واسطهٔ تحلیل و از بین بردن منابع مورد استفادهٔ روستاییان، بر شدّت فقر آنان می‌افزاید (فیروزآبادی و عظیم‌زاده، ۱۳۹۱). با توجّه به معیار فقر و وضعیّت اشتغال و وجود اراضی زراعی در شیب‌های بالای ۱۲٪ اجرای طرح‌های دارکشت‌ورزی[1] می‌تواند خاک را بهتر حفاظت کرده، سطح محصول را افزایش دهد و اشتغال ایجاد نماید. دارکشت‌ورزی به همان میزان که درآمد بهره‌برداران را افزایش می‌دهد، وابستگی آنها به منابع طبیعی را نیز کاهش می‌دهد (کالکینز و تانت[2]، ۲۰۱۰).

معیار ویژگی‌های جمعیّت از جمله معیارهایی است که در دو زیرحوضه از امتیاز بالایی برخوردار است و به نظر می‌رسد، اگر همین روند با وجود بهبود در معیارها ادامه یابد، زمینه‌های پیشرفت به سمت پایداری برای ساکنین منطقه فراهم شود. معیار تغذیه و امنیت غذایی در هر دو زیرحوضهٔ آبخیز در وضعیّت قابل قبول قرار دارد. معیار عدالت و مساوات در زیرحوضهٔ قلعه قافه و آق‌چشمه، به ترتیب در وضعیّت ضعیف و قابل قبول قرار دارد. با فرهنگ‌سازی در زمینهٔ وضعیّت اشتغال و سواد در بین زنان زیرحوضهٔ قلعه قافه می‌توان معیار عدالت و مساوات را ارتقا داد. معیار بهداشت و سلامت جامعه در هر دو زیرحوضه در وضعیّت متوسّط قرار دارد که باید از طریق مراکز بهداشت فعّال در منطقه، فعّالیّت مناسب صورت گیرد تا در وضعیّت منطقه بهبود حاصل شود.

معیار آموزش و مهارت در دو زیرحوضه، در وضعیّت متوسّط قرار دارد. یکی از ضعف‌های جوامع روستایی در حوضه‌های آبخیز، ناآگاهی و نداشتن دانش کافی است و این موضوع، زمینه‌های انجام فعّالیّت‌های اشتباه و ناآگاهانه را ایجاد می‌کند و باعث کاهش پایداری حوضه‌های آبخیز می‌شود. مسائل خاصّ انسانی و ادغام زندگی انسان در جنگل و در واقع قرار گرفتن انسان در جنگل، به عنوان جزئی از اکوسیستم آن، نیازمند مدیریتی خاص برای ایجاد پایداری است (امیراحمدی، ۱۳۷۷). توسعهٔ پایدار در صورتی به وجود می‌آید که تمامی عوامل در حدّ مطلوبی باشند؛ بنابراین، نمی‌توان انتظار داشت امتیاز بالای یک عامل، امتیاز بسیار کم عامل دیگر را جبران کند (ال‌حاج و همکاران، ۲۰۱۴).

پایداری را می‌توان با برنامه‌ریزی در مورد کاربری اراضی، آموزش و فعّالیّت‌های اقتصادی و طرح‌های حفاظت خاک افزایش داد (فردوس و همکاران، ۲۰۱۴). با توجّه به رشد جمعیّت و مسائل اقتصادی - اجتماعی، تنها راه‌حلّ موجود برای ایجاد تعادل بین نیازهای مردم و استفاده از منابع طبیعی، مدیریت پایدار و یکپارچه با مشارکت مردم است (اسپرینگیت[3] و همکاران، ۲۰۰۳). امیراحمدی (۱۳۷۷) و عادلی و همکاران (۱۳۸۷)، نیز یکی از دلایل تخریب منابع طبیعی را از بین رفتن نظم موجود و عدم مشارکت مردم در طرح‌های اجرایی می‌داند. کلید اصلی پایداری حوضهٔ آبخیز، مشارکت مردمی، داشتن تکنولوژی مناسب برای فعّالیّت‌های اقتصادی بدون آسیب رساندن به منابع طبیعی، قوانین کافی و بازدارنده و پایداری اقتصادی است. تکنولوژی‌های ساده و ارزان، بیشتر مورد قبول کشاورزان است تا فنّاوری‌های پیچیده و ارزان. کشاورزان به فنّاوری‌هایی نیازمند هستند که بدون کمک‌های دولتی و به سادگی آنها را بیاموزند و استفاده کنند (ویشنوداس[4] و همکاران، ۲۰۰۸).

مهم‌ترین معضل جوامع درحال‌توسعه، کم‌سوادی فرهنگی جامعه است. سواد فرهنگی، شاخص بسیار

1- Agroforestry
2- Calkins & Thant
3- Springate
4- Vishnudas

روشنی برای نقش فرد در جامعه است. هر جامعه‌ای که به نقش فرد اهمّیّت می‌دهد و مشارکت افراد در آن مهم باشد، بسترهای پرورش سواد فرهنگی را فراهم می‌کند. به طوری که نشانه‌هایی مانند هشدارهای زیست‌محیطی تنها یک تصویر نمادین خاموش نیست؛ بلکه هشداری برای تنظیم رفتارهای فرد با محیط است.

نتیجه‌گیری

یکی از مسائل اساسی در بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی، استفاده از ملاک‌ها و اصولی است که خصوصیات کیفی سیاست‌ها و برنامه‌های کشوری را در قالب کمیّت بیان کند. برخلاف استفادهٔ گسترده از مفهوم پایداری، تعریفی دقیق و روشن از آن در دسترس نیست. در این میان، سیستم‌های شاخص، امکان کمّی‌سازی پارامترها را ایجاد می‌کنند. شاخص‌های توسعهٔ پایدار به گونه‌ای بیان‌کنندهٔ مدل تعاملی بین جامعه و محیط هستند. پژوهش حاضر، به منظور بررسی پایداری حوضهٔ آبخیز دروک انجام شد. به طور کلّی، در حوضهٔ آبخیز دروک، در بُعد اکوسیستم، در زیرحوضهٔ آق‌چشمه، معیارهای کارکرد اقتصادی - اجتماعی و معیار آب در وضعیّت پایدار و در زیرحوضهٔ قلعه قافه، معیار کارکرد حفاظتی و حفاظت خاک در وضعیّت ناپایدار قرار دارد. در رابطه با بُعد انسانی، معیار ویژگی‌های جمعیّت در هر دو زیرحوضه در وضعیّت پایدار و معیار تغییر کاربری اراضی در زیرحوضهٔ قلعه قافه در وضعیّت ناپایدار قرار دارد. وضعیّت کلّ حوضهٔ آبخیز در محدودهٔ متوسّط است و تغییر این شرایط، به منظور بهبود وضعیّت پایداری و ارتقای امتیاز نیاز به سیاست‌های مناسب دارد. موضوع مهم در بهبود شرایط پایداری حوضهٔ آبخیز، همکاری مردم ساکن منطقه است که بیشترین نقش را در تغییر روند وضعیّت منطقه داشته‌اند.

منابع

اسدی نیلوان، احمد؛ نظری سامانی، علی‌اکبر؛ محسنی ساروی، محسن؛ زاهدی امیری، قوام‌الدین (۱۳۹۲) تعیین و ارزیابی معیارها و نشانگرهای پایداری در حوضهٔ آبخیز طالقان - زیدشت یک، **آمایش سرزمین**، ۵ (۱)، صص. ۱۵۴-۱۳۳.

امیراحمدی، بهزاد (۱۳۷۷) محیط‌زیست و کوچ‌نشینی، **محیط‌زیست و کوچ‌نشینی**، ۲۳، صص. ۱۴۵-۱۳۲.

تیموری، سارا؛ مخدوم فرخنده، مجید؛ فقهی، جهانگیر؛ عباس‌زاده تهرانی، نادیا (۱۳۹۳) ارزیابی تخریب تا پایداری بوم‌سازگان جنگل شهری (مطالعه موردی: پهن بران جنگلی سرخه‌حصار)، **محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران**، ۶۷ (۴)، صص. ۳۹۰-۳۸۱.

حافظ‌پرست، مریم؛ عراقی‌نژاد، شهاب؛ شریف آذری، سلمان (۱۳۹۴) معیارهای پایداری در ارزیابی مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه آبریز ارس بر اساس رویکرد DPSIR، **پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک**، ۲۲ (۲)، صص. ۷۷-۶۱.

زاهدی امیری، قوام‌الدین (۱۳۸۴) **شناسایی، انتخاب معیارها و شاخص‌ها و انجام سنجش‌های لازم برای پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی در اکوسیستم جنگلی (مطالعهٔ موردی جنگل گلبند و خیرودکنار)**، چاپ اوّل، انتشارات سازمان محیط‌زیست، تهران.

عادلی، کامران؛ جلیلوند، حمید؛ یخکشی، علی؛ فلاح، اصغر (۱۳۸۷) ارزیابی پایداری جنگل تحت تأثیر جنگل‌داری عشایری (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ شول‌آباد لرستان)، **تحقیقات جنگل و صنوبر ایران**، ۱۶ (۱)، صص. ۳۷-۲۳.

فیروزآبادی، سید احمد؛ عظیم‌زاده، دلارام (۱۳۹۱) فقر روستایی و تخریب محیط‌زیست (مورد مطالعه روستاهای

سرخون و بیدله از توابع استان چهارمحال و بختیاری)، **توسعهٔ روستایی**، ۴ (۲)، صص. ۱۲۰-۹۹.

Bakker, M. R. (1999) Fine-Root Parameters as Indicators of Sustainability of Forest Ecosystems, **Forest Ecology and Management**, 122 (1-2), pp. 7-16.

Calkins, P., Thant, P. P. (2010) Sustainable Agroforestry in Myanmar: from Intentions to Behavior, **Environmental Development Sustainably Journal**, 13 (2), pp. 439-461.

Chaves, H., Alipaz, S. (2007) Integrating Basin Hydrology, Environment, Life and Policy the Watershed Sustainability Index, **Water Resource Management**, 21 (5), pp. 883-895.

Coley, R. W. (2000) The Role of Sustainable Development in Protecting and Enhancing Wetland Habitats, **International Conference on Ecosystem Service and Sustainable Watershed Management**, Beijing, P. R. China, August 23-25, pp. 253-264.

Costanza, R., Groot, R., Sutton, P., Ploeg, S. V., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R. K. (2014) Changes in the Global Value of Ecosystem Services, **Global Environmental Change**, 26, pp. 152-158.

El-Hajj, R., Al-Jawhary, D., Moukaddem, T., Khater, C. (2014) Forest Sustainability in North Lebanon: A Challenging Complexity in a Changing Environment, **International Journal of Forestry Research**, 14, pp. 1-13.

Firdaus, R., Nakagoshi, N., Idris, A. (2014) Sustainability Assessment of Humid Tropical Watershed: A Case of Batang Merao Watershed, Indonesia, **Procedia Environmental Sciences**, 20, pp. 722-731.

Forsyth, T. Melissa, L. (1998) **Poverty and environment: Priorities for research and policy**, Sussex, UK.

Hepelwa, A. S. (2013) Technical Efficiency as a Sustainability Indicator in Continuum of Integrated Natural Resources Management, **Resources and Environment**, 3 (6), pp. 194-203.

IFF. (1999) Distribution of the Recommendations for Establishing an International Process and the Framework of National-Level Criteria and Indicators Based on the Outcome of the fao/unep/itto/usfs/iifm, **workshop on national-level criteria and indicators for sustainable forest management of dry forests in Asia,** Bhopal, India.

Mendoza, G. A., Prabhu, R. (2003) Qualititative Multi-Criteria Approaches to Assessing Indicators of Sustainable Forest Resource Management, **Forest Ecology and Management**, 174 (1-3), pp. 329-343.

Msuya, T. S., Lalika, C. S. (2017) Linking Ecohydrology and Integrated Water Resources Management: Institutional challenges for water management in the Pangani Basin, Tanzania, Ecohydrology & Hydrobiology, 17 (2), pp. 1-18.

Rennie, K., Singh, N. (1996) **Participatory Research for Sustainable Livelihoods: a Guidebook for Field Projects**, International Institute for Sustainable Development, Manitoba, Canada.

Sayer, J. A., Vanclay, J. K., Byron, N. (1997) Technologies for Sustainable Forest Management: Challenges for 21st Century, **Center for international Forestry Research,** 76 (3), pp. 162-170.

Sneddon, C. S. (2000) Sustainability in Ecological Economics, Ecology and Livelihoods: a Review, **Progress in Human Geography**, 24 (4), pp. 521-549.

Springate, B.O., Dev, O. P., Yadav, N., Soussan, J. (2003) Community Forest Management in the Middle Hills of Nepal: the changing context, **Forest & Livelihoods**, 3 (1), pp. 5-20.

Tompkins, E. L., Adger, N. W. (2003) Building Resilience to Climate Change Through Adaptive Management of Natural Resources at UNDP Expert Group Meeting, **Integrating Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change**, Cuba, 17-19 Jun.

Vishnudas, S., Savenije, H. G., Zaag, P. V., Ajith Kumar, C. E., Anil, K. R. (2008) Sustainability Analysis of Two Participatory Watershed Projects in Kerala, **Physics and Chemistry of the Earth**, 33 (1-2), pp. 1-12.