دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

مفهوم‌سازی و ارزیابی سلامت آبخیز آسیاب‌رود شهرستان چالوس

سیدحمیدرضا صادقی[۱]، عبدالواحد خالدی‌درویشان[۲]، مهدی وفاخواه[۳]، حمیدرضا مرادی‌رکابدارکلایی[۳]، زینب حزباوی[۴]، محمدرسول رجبی[۵و۶]، زهرا ابراهیمی‌گت‌کش[۵و۶]، سیدامین زکی[۵و۶]، ساناز پورفلاح‌اسدآبادی[۵]، خدیجه حاجی[۵]، علی نصیری‌خیاوی[۷]، اعظم مومزایی[۵]، مهین کله هوئی[۵]، سونیا مهری[۵]، سوده میارنعیمی[۶] و سمیه پورنبی[۶]

۱- استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس، (نویسنده مسوول: sadeghi@modares.ac.ir)
۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار و استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس
۴- استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۵- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران
۶- کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، نوشهر
۷- دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۵
صفحه: ۱۵ تا ۲۵

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: پژوهش حاضر باهدف مفهوم‌سازی و ارزیابی وضعیت سلامت آبخیز آسیاب‌رود واقع در شهرستان چالوس، استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها: ابتدا اطلاعات‌پایه منطقه‌ای شامل داده‌های اقلیمی، هیدرولوژی، فرسایش و رسوب، اقتصادی و اجتماعی از گزارش‌های پیشین جمع‌آوری و تحلیل شد. هم‌چنین چندین بازدید صحرایی در راستای ارزیابی عمومی از وضعیت بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی منطقه و تکمیل اطلاعات از حوزه آبخیز موردمطالعه به عمل آمد. سپس مفهوم‌سازی چارچوب عملکردی سلامت آبخیز بر اساس رویکرد مفهومی فشار، حالت، پاسخ در مقیاس زیرآبخیزهای مطالعاتی صورت گرفت. در این راستا، ابتدا شاخص فشار، از طریق تحلیل نیروهای محرکه فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب‌وهوایی بر آبخیز موردمطالعه بررسی شد. سپس وضعیت موجود محیط طبیعی و عملکرد آبخیز به فشارهای وارده در قالب شاخص وضعیت مورد تحلیل قرار گرفت. هم‌چنین شاخص پاسخ آبخیز آسیاب‌رود برای بیان درجه‌ای از پاسخ جامعه و یا برآیندهای مختلف آبخیز به تغییرات تحمیل‌شده به سامانه آبخیز محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که شاخص سلامت کل آبخیز آسیاب‌رود با مشارکت نسبی شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ به‌ترتیب ۱۸، ۳۹ و ۴۳ درصد برابر ۰/۵۰ و طبعاً وضعیت متوسط بود و حدود ۸۳ درصد آبخیز در طبقه متوسط سلامت قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: به‌رغم قرارگیری وضعیت سلامت آبخیز آسیاب‌رود در شرایط متوسط، در صورت عدم اتخاذ سیاست‌های مناسب مدیریتی، امکان افت وضعیت سلامت آبخیز مزبور و طبیعتاً رخداد پاسخ‌های نامطلوب دور از انتظار نیست.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی راهبردی کمّی، پایداری آبخیز، تحلیل سلامت آبخیز، مدیریت جامع آبخیز

مقدمه

رشد جمعیت و لزوم تأمین نیازهای زیستی انسان به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، منجر به استفاده‌های غیراصولی از منابع سرزمین شده است که در پی آن تغییرات کاربری و پوشش زمین را به دنبال خواهد داشت (۱۷). راهبرد افزایش تولید با بهره‌کشی بیش‌ازحد از منابع، امروزه کشور را با بحران جدی، به‌ویژه درزمینه آب و محیط‌زیست، مواجه کرده است. از طرفی مدیریت ناصحیح منابع آب و سرزمین، امنیت آبی و غذایی کشور را در معرض تهدید قرار داده است (۱۸،۱۴). در همین راستا، اخیراً ارزیابی و مدیریت جامع آبخیزها، در مجامع علمی بین‌المللی به‌عنوان رویکردی مؤثر و کارا برای مدیریت آب، سرزمین و منابع وابسته به آن‌ها و ایجاد تعادل بین نیازهای اقتصادی-اجتماعی جوامع آبخیز نشین و سلامت و پایداری بوم‌سازگان‌ها مطرح‌شده است (۱۳،۱۲،۱۱). هم‌چنین یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین بخش‌ها در مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز، آگاهی از سلامت آبخیزها[1] است (۳۴،۲۶). در این راستا می‌توان سلامت را به‌عنوان یک معیار نسبی از انحراف فرآیندهای آبخیز نسبت به شرایط مرجع (یعنی حالت طبیعی بدون دخالت انسان یا با دخالت بسیار کم انسان) تعریف کرد و آن را از طریق اندازه‌گیری و پایش متغیرها و شاخص‌های گوناگون ارزیابی نمود (۳۵،۳۱،۹،۷). در پژوهش‌های بسیاری، مفاهیم، رویکردها و مدل‌های بوم‌شناختی به‌طور مستقیم در تعریف و ارزیابی سلامت آبخیزها به کار گرفته‌شده‌اند. درحالی‌که باید توجه داشت که فرآیندهای بوم‌شناختی تنها یکی از اجزاء ابعاد آبخیز هستند و در ارزیابی سلامت آبخیزها باید فرآیندهای محیط بیوفیزیکی و جامعه انسانی و ارتباطات بین آن‌ها را نیز در نظر گرفت (۶). لذا مدیریت جامع و پایدار سلامت آبخیز متشکل از روش‌هایی همچون تغییر الگوی مصرف منابع طبیعی، روش‌های مختلف آبخیزداری، بهینه‌سازی سامانه‌های بهره‌برداری آب و استحصال آن، به‌کارگیری ابزارهای کشاورزی سازگار، رعایت تعادل بوم‌شناختی و فرهنگ‌سازی است (۵). حال با توجه به روند تخریب روزافزون منابع طبیعی و لزوم مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور، ارزیابی سلامت آبخیزها ضروری است (۲۵،۱۵). با توجه به این امر که آبخیزهای سالم و پایدار خدمات بوم‌سازگان بسیاری در زمینه‌های مختلف فیزیکی، زیستی و بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی را ارائه می‌دهند، می‌بایست روش‌هایی توسعه یابند که بتوان بر اساس آن‌ها درجه سلامت و سطح پایداری آبخیزها را تعیین نمود (۳۰). امروزه پایداری آبخیزها هم برای آبخیزنشینان و هم برای پایداری حیات در بوم‌سازگان‌ها امری ضروری به شمار می‌آید، این در حالی است که به این مهم توجه کافی نشده است (۲۲،۲). برای ارزیابی سلامت آبخیز، معیارها و شاخص‌های کلیدی از مجموعه عوامل انسانی، اقلیمی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، خاکی و پوشش گیاهی نمایانگر شرایط کنونی سلامت، معرفی و توسعه داده‌شده است. در این راستا، استفاده

1- Watershed Health

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

از هرکدام از این معیارها به‌تنهایی نمی‌تواند گویای وضعیت سلامت بوم‌سازگان موردمطالعه باشد. بر همین اساس ترکیبی از این معیارها مدنظر قرارگرفته است. اما نحوه ترکیب و تلفیق این معیارها و شاخص‌ها بسته به شرایط مطالعاتی متفاوت بوده و یکی از چالش‌های اساسی در حوزه ارزیابی سلامت منابع آب‌وخاک و نهایتاً بوم‌سازگان‌ها محسوب می‌شود (۱۲). در همین راستا، مدل مفهومی شاخص محور فشار، وضعیت، پاسخ (PSR)[1] برای ارزیابی جامعی از سلامت بوم‌سازگان معرفی‌شده و مورداستفاده قرارگرفته است. می‌توان بیان داشت که مدل مفهومی PSR با ساماندهی معیارها در قالب شاخص‌های جامع فشار، حالت و پاسخ توانسته است، سلامت بوم‌سازگان را با لحاظ کلیه شرایط حاکم بر یک سامانه تعیین کند (۱۴). در مدل مفهومی PSR منظور از شاخص فشار (P)، فشارهای موجود بر محیط‌زیست است که از طریق فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب‌وهوا بر یک آبخیز تحمیل می‌شود. هم‌چنین شاخص وضعیت (S) درواقع توصیف‌کننده وضعیت موجود محیط طبیعی و عملکرد آبخیز است و شاخص پاسخ (R)، درجه‌ای را نشان می‌دهند که جامعه و یا برآیندهای مختلف آبخیز به تغییرات و نگرانی‌های تحمیل‌شده پاسخ می‌دهد (۲۲،۲۱،۱۵،۱۴). معیار، ارزش خاصی را برای آبخیز بیان می‌کند و منعکس‌کننده خواص فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی و عوامل اساسی مؤثر بر روند سلامت آبخیز است (۱۳).

در خصوص ارزیابی توان بوم‌شناختی مبتنی بر تحلیل سلامت آبخیز و نیز تجربیات استفاده از مدل PSR پژوهش‌های مختلفی با اهداف متفاوت حفظ سلامت بوم‌سازگان‌های رودخانه‌ای، شهری و تالاب‌ها در جهان و داخل ایران انجام‌شده است. برای مثال، سینگ و همکاران (۳۱) شرایط محیطی آبخیز اصلی رودخانه Surrogates افریقا ازنظر سلامت آبخیز را موردبررسی قراردادند. در مطالعه ایشان مقایسه سلامت بین پنج آبخیز بزرگ افریقا شامل کنگو، چاد، نیل، نیجریه و زامبی با مقایسه وضعیت مناطق حفاظت‌شده، جمعیت و نوع پوشش گیاهی انجام گرفت. نتایج مطالعه مذکور نشان داد که در هر یک از این آبخیزها با توجه به اعمال مدیریت‌های متفاوت در آن‌ها وضعیت پوشش گیاهی باهم متفاوت بوده است. دینگ و همکاران (۳) نیز باهدف ارزیابی سلامت منطقه Inner Mongolia واقع در چین کاربرد مدل PSR در مقیاس حوزه آبخیز را مورد ارزیابی قراردادند. نتایج حاصل از کاربرد شکل اصلاح‌شده PSR در منطقه مطالعاتی نشان داد که فقط ۱۸ درصد از کل منطقه در وضعیت سالم قرارگرفته است. یانگ و همکاران (۳۳) نیز اثر عملیات اصلاحی و ترمیم بر سلامت بوم‌سازگان تالاب مصب رودخانه زرد واقع در چین با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و ۲۷ معیار در قالب مدل ارزیابی جامع PSR ارزیابی نمودند. نتایج نشان‌دهنده ناسالم بودن تالاب بوده و مقدار شاخص جامع ارزیابی سلامت برابر با ۰/۵۹ به‌دست‌آمده آمد. وانگ و همکاران (۳۲) به ارزیابی پایداری منابع آب پکن در چین در دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۲ با استفاده از مدل PSR پرداختند. در این پژوهش برای مدل PSR، ۲۴ شاخص در خصوص سه عامل اقتصاد، جامعه و محیط‌زیست تعریف شد و برای تعیین مقدار ضریب تغییرات از وزن شاخص‌ها استفاده نمودند. نتایج نشان داد که در سال ۲۰۱۲، پایداری منابع آب در بهره‌وری نسبتاً کم و حداکثر ضریب همبستگی چند شاخص ۰/۳۱ و در سال ۲۰۱۶ پایداری منابع آب در سطح کارایی نسبتاً پایین بود و حداکثر مقدار همبستگی چند شاخص ۰/۴۰ بود. هم‌چنین ژانگ و همکاران (۳۶) به ارزیابی وضعیت سلامت چرخه آب بر اساس مدل ابری[2] در ۱۳ شهر در چین پرداختند. در این مطالعه چهار ویژگی اکولوژی، کیفیت، کمیت و مصرف آب موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کمیت آب بدترین وضعیت و ویژگی استفاده از آب بهترین وضعیت در سلامت چرخه آب را به خود اختصاص داده‌اند.

تحلیل سلامت در مقیاس آبخیز در ایران از سابقه چندساله برخوردار است. به‌نحوی‌که حزباوی و همکاران (۱۴) برای اولین بار کاربرد مدل مفهومی سلامت آبخیز مبتنی بر شاخص‌های بومی‌شده فشار، حالت، پاسخ (PSR) در حوزه آبخیز شازند واقع در استان مرکزی در چهار سال ۱۳۶۵، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۳ را مورد ارزیابی قراردادند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، وضعیت آبخیز شازند بر اساس مدل PSR نسبتاً ناسالم ارزیابی شد و توزیع زمانی آن در سال‌های مختلف یکسان نبوده است. نتایج این پژوهش برای تعیین عامل‌های مؤثر بر سلامت آبخیز، شناسایی حوزه‌های آبخیز سالم، انتخاب آبخیزهای نمونه در مناطق همگن و نیز مدیریت پایدار و جامع حوزه‌های آبخیز با قطعیت کافی قابلیت استفاده دارد. همچنین ابراهیمی و همکاران (۴) در حوزه آبخیز طالقان واقع در استان البرز، با استفاده از اطلاعات ایستگاه هیدرومتری گلینک و ۱۰ متغیر کیفیت آب در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به پیش‌بینی وضعیت سلامت آبخیز موردمطالعه پرداختند. نتایج نشان داد که مدل‌سازی داده‌ها به لحاظ سرعت در پردازش داده‌ها و دقت در نتایج، قابل‌قبول بوده است و بیان نمودند که مقدارهای مرجع هر متغیر در هر حوزه آبخیز با توجه به توانمندی آن متفاوت بوده است و نمی‌توان نقاط مرجع یکسانی را برای بررسی سلامت، در تمام حوزه‌های آبخیز در ایران پیشنهاد کرد. سعدالدین و همکاران (۳۰) یک چارچوب عملیاتی برای ارزیابی جامع وضعیت سلامت و پایداری آبخیزهای کشور معرفی نمودند. بدین ترتیب امکان مقایسه حوزه‌های آبخیز و تعیین اولویت آن‌ها در راستای طرح‌ریزی اقدامات مدیریتی به‌منظور بهبود وضعیت سلامت و پایداری آبخیزها ارزیابی شد. تعیین وضعیت خدمات آبخیزها و توجه به روابط علی-معلولی، در نظر گرفتن سطوح تاب‌آوری و توجه به پویایی وضعیت آبخیزها از مزایای چارچوب پیشنهادی بیان شد. در ادامه مؤمنیان و همکاران (۲۱) زیر حوزه‌های آبخیز قطورچای در استان آذربایجان غربی بر اساس درجه سلامت آبخیز مورد ارزیابی و اولویت‌بندی قرار داد. در این پژوهش، سلامت زیرآبخیزها در پنج بخش وضعیت زیستی، پیوستگی هیدرولوژیک، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی و کیفیت آب ارزیابی شد. نتایج اولویت‌بندی شاخص‌ها نشان داد که وضعیت سلامت تمام زیرآبخیزها متوسط بود. کاربرد مدل مفهومی PSR به‌طور مشخص توسط

1- Pressure (P), State (S) and Response (R)
2- Cloud Model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

حزباوی و همکاران (۷) برای ارزیابی تغییرپذیری زمانی و مکانی سلامت آبخیز و شاخص‌های آن در حوزه آبخیز شازند، استان مرکزی استفاده‌شده است. طبق نتایج، مشخص شد که عمده فشارهای وارده بر آبخیز شازند از مجموعه عامل‌های اقلیمی در دو سال ۱۳۶۵ و ۱۳۷۸ و از مجموعه عامل‌های انسانی در تمام سال‌های مطالعاتی بوده است. همچنین عامل‌های اقلیمی و انسانی بیش‌ترین اثر در تبیین شاخص حالت آبخیز مطالعاتی را داشتند. در محاسبه شاخص پاسخ نیز عامل انسانی در سال ۱۳۶۵ و عامل هیدرولوژیکی در دیگر سال‌های مطالعاتی (۱۳۷۸، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۳) بیش‌ترین نقش را داشتند. همچنین نتایج نشان داد که به‌طورکلی ۵۳، ۷۷، ۷۸ و ۶۰ درصد حوزه آبخیز شازند شرایط نسبتاً ناسالم به‌ترتیب در سال‌های اول تا چهارم مطالعاتی به خود اختصاص داده است. این نتایج تقریباً مشابه با نتایج سایر مطالعات مشابه در همین آبخیز بوده است (۲۹،۲۸،۲۳،۱۸،۱۴،۱۳،۱۲،۱۱،۱۰). در مطالعه دیگری، با استفاده از اصول حاکم بر مدل مفهومی فشار–حالت–پاسخ (PSR)، وضعیت و تغییرات مکانی سلامت آبخیز کوزه‌تپراقی واقع در استان اردبیل توسط حزباوی و همکاران (۹) ارزیابی و حفاظت از مناطق اولویت‌دار و هدایت راهبردهای مدیریتی با توجه به وضعیت متوسط سلامت آبخیز مطالعاتی گزارش شد. اخیراً نیز اطلس سلامت آبخیز حوزه آبخیز پیشکوه واقع در شهرستان تفت، استان یزد، با اهداف متنوع و در قالب مدیریت منابع زیستی و غیر زیستی منطقه توسط صادقی و همکاران (۲۴) با استفاده از مدل مفهومی PSR تهیه شد. پژوهش حاضر در راستای تحقق بخشی از اهداف مدیریتی کشور و نیز در راستای تبیین الگوی جامع مدیریت حوزه‌های آبخیز شمال کشور به ارزیابی سلامت آبخیز آسیاب‌رود واقع در استان مازندران با در نظر گرفتن مفاهیم حاکم بر رویکرد فشار، حالت، پاسخ (PSR) انجام شد. بررسی‌های انجام‌شده و تنوع مبانی تفکری، مفهوم‌سازی و معیارها و عوامل مؤثر بر سلامت آبخیز در نقاط مختلف مشخصاً دلالت بر ضرورت انجام مطالعات ارزیابی سلامت بر اساس مفهوم‌سازی‌های مشکل محور[1] در حوزه‌های آبخیز مختلف کشور دلالت دارد. در همین ارتباط بررسی فعلی برای ارزیابی سلامت آبخیز آسیاب‌رود به‌عنوان یکی از زیرآبخیزهای نمونه در غرب استان مازندران بنا به فراخوان توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، نوشهر و به‌منظور مدیریت جامع و راهبردی حوزه‌های آبخیز منطقه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در آبخیز آسیاب‌رود با مساحت ۶۵۴۱/۹ هکتار به‌عنوان یکی از زیرآبخیزهای رودخانه چالوس واقع در جنوب شهرستان چالوس و در غرب استان مازندران انجام شد. موقعیت جغرافیایی منطقه، بین ۵۱ درجه و ۵ دقیقه و ۱۷ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه و ۲۴ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه و ۴۸ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۴ ثانیه عرض شمالی واقع‌شده است. متوسط بارش سالانه ۶۱۱ میلی‌متر است. هم‌چنین حداکثر ارتفاع آبخیز ۴۰۲۵ متر واقع در زیرآبخیز A3-2-2 و حداقل ارتفاع در خروجی آبخیز برابر ۷۶۵ متر از سطح دریاست. ارتفاع متوسط وزنی ۲۲۶۲ متر و متوسط شیب آبخیز ۵۹/۷ درصد است. برون‌زد سنگی ۱۶/۳ درصد منطقه را تشکیل می‌دهد و بیش‌تر گروه هیدرولوژیکی خاک از نوع Dو C است. شرایط جغرافیایی و نمایی از آبخیز مطالعاتی در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده‌شده است (۲۵،۲۳).

مفهوم‌سازی و کاربست رویکرد PSR

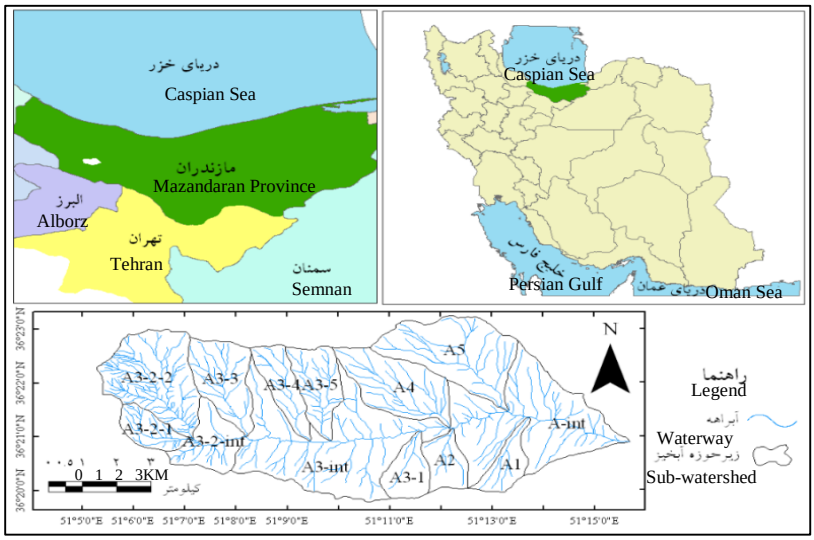
رویکرد PSR بر اساس مفهوم علیت ارائه‌شده است. بر اساس مفاهیم حاکم بر آن هرگونه فعالیت انسانی بر بوم‌سازگان فشار (P) وارد کرده و کمیت و کیفیت منابع طبیعی آن را در وضعیت و حالت (S) خاص قرار می‌دهد. بنابراین بوم‌سازگان در برابر فشار وارده، یک نوع پاسخ (R) نشان خواهد داد (۲۲،۱۵،۸). در همین راستا، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی و اولویت‌بندی سلامت آبخیز آسیاب‌رود در استان مازندران با استفاده از رویکرد فشار، حالت، پاسخ (PSR) صورت پذیرفت. در راستای تعیین میزان اثربخشی معیارهای مختلف در سلامت آبخیز آسیاب‌رود با توجه به هدف پژوهش و مشکلات موجود در منطقه، شرایط حاکم بر منطقه، شاخص فشار و حالت به سه عامل اقلیمی، هیدرولوژی و انسانی و همچنین شاخص پاسخ به عامل هیدرولوژی طبقه‌بندی شد.

شاخص فشار

با در نظر گرفتن سه عامل اقلیمی، هیدرولوژی و انسانی، ۱۷ معیار مختلف در شاخص فشار حوزه آبخیز موردمطالعه تعیین شد. در راستای تأمین اطلاعات مربوط به معیارهای عامل اقلیمی ازجمله بارش و دمای متوسط سالیانه از ایستگاه‌های هواشناسی آبخیز و گزارش‌های مبتنی بر دوره آماری ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۴ استفاده شد. معیارهای ضریب برف‌گیری و تبخیر و تعرق سالیانه به‌ترتیب از روش Chandra و Thornthwaite محاسبه شد. آمار و اطلاعات ایستگاه هیدرومتری آبخیز و مبتنی بر طول دوره آماری ۱۳۵۹ تا ۱۳۸۴ در محاسبه معیارهای دبی جریان، آبدهی سالیانه و ارتفاع رواناب از عامل هیدرولوژی، مورداستفاده قرار گرفت. با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه شیب حوزه آبخیز موردمطالعه تهیه شد و سپس معیارهای شیب متوسط و عامل طول شیب زیرآبخیزها استخراج شد. آمار و اطلاعات معیارهای مجموع طول آبراهه‌ها و مقدار بارندگی سالیانه مؤثر در فرسایش از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران دریافت شد. همچنین از روابط شاخص فورینه در محاسبه مقادیر مربوط به فرسایندگی باران استفاده شد. بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران تعداد جمعیت هر یک از زیرآبخیزها مشخص شد و از تقسیم تعداد جمعیت به مساحت زیرآبخیز مربوطه، تراکم جمعیت محاسبه شد. از اطلاعات مربوط به سامانه‌های عرفی حوزه موردمطالعه، تعداد واحد دامی زیرآبخیزها استخراج شد (۲۵،۲۳).

1- Problem-oriented

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان مازندران
Figure 1. Location of the study area in the Mazandaran Province, Iran

شکل ۲- نمایی از آبخیز آسیاب‌رود در استان مازندران
Figure 2. View of Asiabrood watershed in the Mazandaran Province, Iran

شاخص حالت

در عامل اقلیمی شاخص حالت، تنها معیار نسبت بارش به تبخیر و تعرق سالیانه در نظر گرفته شد که این معیار از تقسیم مقدار عددی متوسط بارش سالیانه به مقدار متوسط تبخیر و تعریق زیرآبخیزها محاسبه شد. معیارهای عامل هیدرولوژی (میزان نفوذپذیری، متوسط CN، پتانسیل تولید سیل و ضریب رواناب ۱۰۰ ساله) در شاخص حالت با استفاده از آمار و اطلاعات اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران تهیه شد. در عامل انسانی با استفاده از نقشه کاربری حوزه آبخیز آسیاب‌رود، مساحت کاربری‌های کشاورزی و جنگلی مشخص و سپس در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.4 با استفاده از نقشه کاربری و نقشه شیب منطقه، اراضی کشاورزی بالای شیب ۲۰ درصد تفکیک شد و نهایتاً مساحت آن در هر یک از زیرآبخیزها محاسبه شد (۲۵،۲۳).

شاخص پاسخ

معیارهای عامل هیدرولوژی در شاخص پاسخ شامل، دبی سیلاب ویژه ۲۵ ساله، حجم سیلاب، رسوب ویژه، نسبت تحویل رسوب (از حاصل نسبت رسوب به فرسایش)، تراکم زه‌کشی و فرسایش از آمار و اطلاعات حاصل از مطالعات پیشین اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران تأمین شد و در تهیه سلامت آبخیز آسیاب‌رود استفاده شد (۲۵،۲۳). چارچوب مفهومی شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ و عامل‌ها و جزئیات روش کار در شکل ۳ قابل‌مشاهده است.

پهنه‌بندی سلامت آبخیز آسیاب‌رود

با توجه به جامعیت و تعداد بسیار زیاد عامل‌های در نظر گرفته‌شده در رویکرد ارزیابی سلامت آبخیز مطالعاتی، آزمون خودهمبستگی متغیرها در هر شاخص با کمک زیر برنامه Correlation Matrix در نرم‌افزار STATISTICA برای کمینه‌سازی داده‌ها و جلوگیری از اثر مازاد متغیرهای هم‌سو اجرا شد. سپس با جمع‌آوری اطلاعات و نیز محاسبه معیارهای منتخب ارزیابی سلامت آبخیز موردمطالعه، به دلیل تفاوت در ماهیت داده‌ها و نیز اختلاف موجود در واحدهای معیارها، نرمال‌سازی انجام شد. نرمال‌سازی معیارها در دودسته موردمحاسبه قرار گرفت. برای نرمال‌سازی معیارهای دارای مفهوم و اثر مثبت و منفی بر سلامت آبخیز به‌ترتیب از رابطه‌های (۱) و (۲) استفاده شد (۲۲،۲۰،۱۴،۱۳،۷).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

رابطه (۱) $$X_s = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

رابطه (۲) $$X_s = \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}}$$

در رابطه‌های مذکور، X_s، X_i، X_{min} و X_{max} به‌ترتیب بیان‌گر مقدارهای نرمال‌شده، واقعی، حداقل و حداکثر معیار موردنظر است. سپس شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ بر اساس میانگین حسابی مقادیر نرمال‌شده معیارهای مورد مطالعه نیز محاسبه شدند. در نهایت برای تعیین وضعیت نهایی سلامت آبخیزهای موردمطالعه از میانگین هندسی شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ برای هر یک از زیرآبخیزها طبق رابطه (۳) به‌عنوان شاخص سلامت زیرآبخیزها و نهایتاً کل آبخیز استفاده شد (۲۲،۱۶،۱۴،۱۳،۱۲،۱۱).

رابطه (۳) $$\text{میانگین هندسی} = [\prod_{n=1}^{k} X_n]^{\frac{1}{k}}$$

که در رابطه مزبور، $\prod_{n=1}^{k} X_n$ و k به‌ترتیب برابر با حاصل‌ضرب شاخص‌ها و تعداد شاخص‌هاست.

در ادامه طبق تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی میزان اثر هرکدام از معیارها در محاسبه شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ و نیز وضعیت نهایی سلامت آبخیز ارزیابی شد (۲۶،۲۲،۴). بدین ترتیب هر زیرآبخیز متناسب با مقادیر شاخص‌های رویکرد PSR و نیز وضعیت سلامت آبخیز در یکی از پنج طبقه سالم (۱-۰/۸۱)، نسبتاً سالم (۰/۸۰-۰/۶۱)، متوسط (۰/۶۰-۰/۴۱)، نسبتاً ناسالم (۰/۴۰ -۰/۲۱) و ناسالم (۰/۲۰-۰/۰۰) قرار گرفت (۲۵،۷). درنهایت با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.4 نقشه پهنه‌بندی سلامت آبخیز آسیاب‌رود تهیه شد.

نتایج و بحث

پهنه‌بندی شاخص فشار

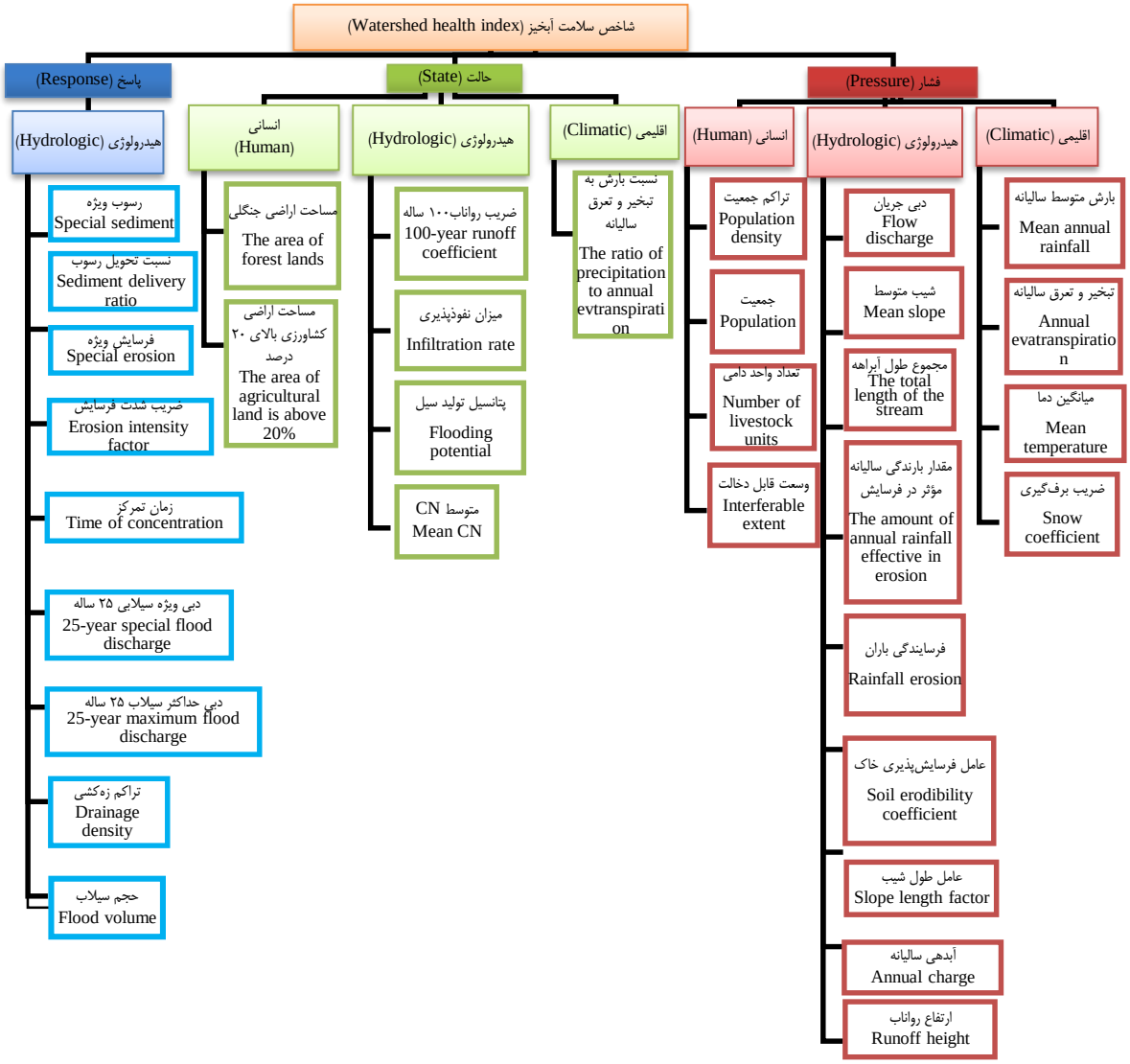
با استفاده از تجزیه‌وتحلیل آماری معیارهای میانگین دما و ضریب برف‌گیری از عامل اقلیمی، مجموع طول آبراهه، تراکم زه‌کشی، مقدار بارندگی سالیانه مؤثر در فرسایش، فرسایندگی باران، ضریب فرسایش‌پذیری خاک، آبدهی سالیانه، ارتفاع رواناب و عامل طول شیب از عامل هیدرولوژی همچنین تعداد جمعیت و وسعت قابل‌دخالت از عامل انسانی در شاخص فشار به دلیل همبستگی با سایر معیارهای عوامل اقلیمی، هیدرولوژی و انسانی بر اساس ضرورت عامل تورم واریانس (VIF)[1] کم‌تر از ۱۰ و عدم وجود خودهمبستگی بین باقیمانده‌ها با استفاده از آماره منتج از کاربرد آزمون Durbin-Watson و نزدیک به دامنه قابل‌قبول ۱/۵ تا ۲/۵ حذف شد و ادامه محاسبات با معیارهای تأثیرگذار باقی‌مانده انجام گرفت. میزان درصد مشارکت شاخص فشار نسبت به شاخص‌های حالت و پاسخ در پهنه‌بندی سلامت آبخیز منطقه موردمطالعه مبتنی بر سهم نسبی ضریب همبستگی استانداردشده رگرسیون چند متغیره شاخص سلامت ۱۸ درصد است و در دوطبقه نسبتاً سالم و متوسط قرار گرفت. طبقه‌بندی وضعیت فشار در زیرآبخیزهای آسیاب‌رود در شکل ۵ قابل‌مشاهده است. معیار وسعت قابل‌دخالت از عامل انسانی با مشارکت ۲۱ درصدی بیش‌ترین تأثیر را بر شاخص منطقه داشته و کم‌ترین مقدار عددی معیار فوق معادل صفر کیلومترمربع مربوط به زیرآبخیزهای A1، A2، A3-1، A3-2-1، A3-2-2، A3-2-int، A3-3، A3-4 و A3-5 است و حداکثر مقدار آن با هفت کیلومترمربع در زیرآبخیز A3-int محاسبه شد. معیار تراکم جمعیت از عامل انسانی هم با ۱۴ درصد نسبت به دیگر معیارها، مشارکت کمتری در شاخص فشار منطقه داشته است. تراکم جمعیت در زیرآبخیز A1، A2، A3-1، A3-2-1، A3-2-2، A3-2-int و A3-5 با حداقل‌ترین مقدار عددی برابر با صفر (هکتار در نفر) و حداکثر مقدار عددی آن معادل ۲۶۵/۵ (هکتار در نفر) در زیرآبخیز A3-4 محاسبه شد.

پهنه‌بندی شاخص حالت

پس از آزمون خودهمبستگی با استفاده از زیربرنامه Correlation Matrix از بین هفت معیار در نظر گرفته‌شده، تنها معیار متوسط CN از عامل هیدرولوژی به‌دلیل همبستگی زیاد با دیگر معیارها حذف شد. میزان مشارکت شاخص حالت در وضعیت سلامت آبخیز موردمطالعه ۳۹ درصد بوده است و در طبقه‌های سالم، نسبتاً سالم، متوسط و نسبتاً ناسالم قرار گرفت. شکل ۵ طبقه‌بندی حالت آبخیز آسیاب‌رود را نشان می‌دهد. در شاخص حالت، معیار پتانسیل تولید سیل کم‌ترین مشارکت را با مقدار عددی نه درصد داشته است، حداقل‌ترین مقدار آن ۰/۴۰ در زیرآبخیز A1 و حداکثر مقدار آن ۱۲۵/۷۰ در زیرآبخیز A-int برآورد شد. همچنین معیار ضریب رواناب با ۲۵ درصد مشارکت بیش‌ترین مشارکت را در وضعیت حوزه موردنظر داشته است و مقدار عددی آن در زیرآبخیزها بین دو عدد ۰/۵۲ و ۰/۵۳ متغیر بوده است. همان‌طور که در شکل ۵ قابل‌مشاهده است، وضعیت زیرآبخیز A3-1 در طبقه سالم و زیرآبخیزهای A3-int، A4، A-int در طبقه نسبتاً ناسالم قرارگرفته است.

1- Variance Inflation Factor (VIF)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]



شکل ۳- معیارها و متغیرهای مورداستفاده در رویکرد PSR برای ارزیابی سلامت آبخیز آسیاب‌رود، شهرستان چالوس، استان مازندران
Figure 3. Criteria and variables used in application of the PSR approach for health assessment of the Asiabrood Watershed, Chalus City, Mazandaran Province, Iran

پهنه‌بندی شاخص پاسخ

در شاخص پاسخ هم مانند دو شاخص فشار و حالت پس از تجزیه‌وتحلیل‌های آماری معیارهای نسبت تحویل رسوب، فرسایش ویژه، ضریب شدت فرسایش، دبی حداکثر سیلاب ۲۵ ساله به دلیل همبستگی با دیگر معیارها حذف شد. پس از محاسبه‌های شاخص پاسخ، بیش‌ترین مشارکت را نسبت به دو شاخص فشار و حالت با مقدار عددی ۴۳ درصد در وضعیت سلامت حوزه موردمطالعه داشته است. با توجه به شکل ۵ وضعیت شاخص پاسخ آبخیز آسیاب‌رود در پنج طبقه سالم، نسبتاً سالم، متوسط و نسبتاً ناسالم قرار گرفت. زیرآبخیزهای A3-int و A-int در وضعیت سالم و زیرآبخیزهای A3-1، A3-2-1، A3-2-int، A3-4 و A3-5 در وضعیت نسبتاً ناسالم قرارگرفته‌اند. در شاخص پاسخ، معیار دبی ویژه ۲۵ ساله با ۲۶ درصد بیش‌ترین مشارکت را داشته است و مقدار عددی حداکثری و حداقلی آن به‌ترتیب با ۴۳۹۶ و ۷۳۳ مترمکعب بر ثانیه در زیرآبخیز A3-4 و A3-int محاسبه شد. معیار تراکم زه‌کشی با اختلاف بسیار کم نسبت به دیگر معیارها، کم‌ترین سهم مشارکت (۲۴ درصد) را داشته است و زیرآبخیزهای A3-2-1 و A3-int به‌ترتیب با ۶/۱۰ و ۱/۸۰ کیلومتر بر کیلومترمربع، حداکثر و حداقل مقدارهای عددی مربوط به معیار تراکم زه‌کشی را داشته است.

ارزیابی سلامت آبخیز

نتایج حاصل از ارزیابی و پهنه‌بندی سلامت آبخیز آسیاب‌رود (شکل ۵ و جدول ۱) نشان داد که مقدار متوسط و انحراف معیار شاخص فشار در آبخیز به‌ترتیب برابر با ۰/۵۹ و ۰/۱۰ است. کم‌ترین مقدار این شاخص در این آبخیز در حدود ۰/۴۱ و مربوط به زیرآبخیز A5 و بیش‌ترین مقدار آن در حدود ۰/۷۱ و مربوط به زیرآبخیز A3-2-2 است. شاخص فشار در طبقه‌های نسبتاً سالم و متوسط به‌ترتیب با ۴۵ و ۵۵ درصد از کل آبخیز قرارگرفته است. هم‌چنین این شاخص در بخش غربی و جنوبی آبخیز دارای وضعیت نسبتاً سالمی است. وضعیت سلامت آبخیز ازلحاظ شاخص فشار از سمت غرب و

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

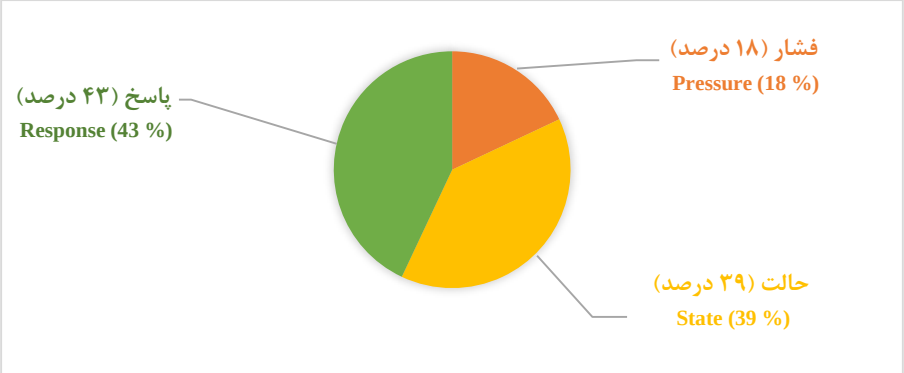
جنوب به سمت شرق و شمال آبخیز وخیم‌تر می‌شود. به‌طورکلی در بین معیارهای مورداستفاده برای محاسبه شاخص فشار در آبخیز آسیاب‌رود در بین عوامل هیدرولوژی (معیارهای دبی جریان و شیب هرکدام با ۱۷ درصد)، عوامل انسانی (فاصله منطقه مسکونی تا خروجی آبخیز با ۲۱ درصد) و عوامل اقلیمی (معیار تبخیر- تعرق سالانه با ۱۹ درصد) بیش‌ترین درصد مشارکت را داشته‌اند. عمده فشارهای وارده به بوم‌سازگان ناشی از عوامل انسانی و هیدرولوژی بوده است. در ارتباط با شاخص حالت، آبخیز آسیاب‌رود با متوسط ۰/۵۲ و انحراف معیار ۰/۱۶ در طبقه‌های سالم تا نسبتاً ناسالم قرار دارد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده آمده در این آبخیز فقط قسمت‌هایی از جنوب‌شرقی دارای وضعیت‌های سالم (زیرآبخیز A3-1، حدود سه درصد) و نسبتاً سالم (زیرآبخیزهای A1 و A2، حدود شش درصد) می‌باشند ولی بقیه قسمت‌ها شامل غرب و شمال شرقی و غربی دارای وضعیت متوسط (حدود ۴۰ درصد) و قسمت‌های مرکزی و شرقی در وضعیت نسبتاً ناسالم (حدود ۵۱ درصد) قرار دارند. در این آبخیز بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار شاخص حالت به‌ترتیب با مقادیر ۰/۸۱ و ۰/۳۴ مربوط به زیرآبخیزهای A3-1 و A3-int است. زیرآبخیزهای A1 و A2 در وضعیت نسبتاً سالم و سایر زیرآبخیزها در وضعیت‌های متوسط و نسبتاً ناسالم ارزیابی شدند. در شاخص حالت در آسیاب‌رود میزان ضریب رواناب ۱۰۰ ساله (۲۵ درصد) از دسته عوامل هیدرولوژی، مساحت اراضی جنگلی (۱۹ درصد) از دسته عوامل انسانی و معیار اقلیمی نسبت بارش به تبخیر- تعرق سالانه (۱۷ درصد) از تأثیرگذارترین معیارها به‌دست‌آمده آمدند. در ارتباط با شاخص پاسخ به سبب شرایط حاکم بر آبخیز موردمطالعه و نیز فرآیند مدل‌سازی نهایتاً فقط معیارهای هیدرولوژی در ارزیابی سلامت موردبررسی قرار گرفتند که درصد مشارکت تمام معیارها تقریباً به‌صورت یکسان و در دامنه ۲۴ تا ۲۶ متغیر بوده است، همچنین با توجه به شاخص پاسخ، به‌طورکلی ۳۸ درصد از کل منطقه در وضعیت سالم قرارگرفته است که شامل خروجی آبخیز و هم‌چنین محدوده‌ای از مرکز و جنوب آبخیز است. میزان متوسط و انحراف معیار شاخص سلامت به‌ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۱۹. محاسبه شد. در آبخیز آسیاب‌رود زیرآبخیز A3-int با مقدار ۰/۸۴ و زیرآبخیزهای A3-2-1 و A3-2-int با مقدار ۰/۳۰ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر شاخص پاسخ را به خود اختصاص داده‌اند.

در ارتباط با شاخص سلامت کل آبخیز که از میانگین هندسی شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ به‌دست‌آمده است می‌توان گفت که در حوزه آبخیز آسیاب‌رود مقدار این شاخص برابر با ۰/۵۰ است. هم‌چنین با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی آبخیز مذکور، می‌توان این‌گونه تشریح نمود که حوزه آبخیز آسیاب‌رود در وضعیت متوسطی ازلحاظ سلامت و توان بوم‌شناختی قرار دارد. یعنی طبقات سلامت در این آبخیز فقط شامل نسبتاً سالم و متوسط بوده و عمده زیرآبخیزها (حدود ۸۳ درصد) مربوط به طبقه متوسط است. به‌طوری‌که بالاترین مقدار شاخص سلامت با مقدار ۰/۷۰ مربوط به زیرآبخیز A1 و کم‌ترین مقدار این شاخص با مقدار ۰/۴۲ مربوط به زیرآبخیز A3-4 است. وضعیت سلامت در قسمت شرق و شمال آبخیز در وضعیت متوسط قرارگرفته است و وضعیت بهتری از سلامت آبخیز در قسمت‌های غربی و جنوبی است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر یافته‌های صادقی و همکاران (۲۵) که در آبخیز آسیاب‌رود شاخص سلامت آبخیز را با استفاده از مدل PSR موردبررسی قرار داده بودند در یک راستاست. بر اساس نتایج شاخص سلامت آبخیز آسیاب‌رود بایستی چنین نتیجه گرفت که لحاظ رویکردهای صحیح مدیریتی لازم بوده و بایستی زیرآبخیزهای A3-4، A5، A3-2-int، A3-5و A3-2-1 با مقدار شاخص سلامت ۰/۴۲ تا ۰/۴۵ در اولویت اصلی قرار گیرند.

در ارتباط با درصد مشارکت کلی شاخص‌های فشار، حالت و پاسخ می‌توان بیان نمود که به‌ترتیب ۱۸، ۳۹ و ۴۳ درصد در ارزیابی سلامت آبخیز آسیاب‌رود نقش داشتند (شکل ۴). آبخیز آسیاب‌رود به سبب دارا بودن مراتع و جنگل‌های متراکم و قابلیت انعطاف‌پذیری در برابر فشارهای وارده منطبق با آمار و اطلاعات قابل‌دسترس، ازنظر کلی دارای وضعیت متوسطی از شاخص سلامت ارزیابی شد که با نتایج یانگ و همکاران (۳۳) و Ahn و Kim (۱) مبنی بر تأثیرگذاری عوامل مذکور در بهبود سلامت بوم‌سازگان در یک راستاست. هم‌چنین اختصاص گروه‌های هیدرولوژیکی C و D با نفوذپذیری کم خاک، بافت خاک متوسط، رواناب بالا، شیب زیاد، تراکم زه‌کشی بالا و رخنمون سنگی در برخی از زیرآبخیزها و نیز برف‌گیر بودن آن و ذوب برف عمدتاً در فصل گرم به‌ویژه در ماه‌های اسفند و فروردین و افزایش دبی رودخانه و بروز سیلاب ازجمله عوامل تأثیرگذار در افت سلامت عمومی آبخیز می‌توان ذکر نمود که با نتایج لیانگ و همکاران (۱۹)، لیو و هاو (۲۰) و حزباوی (۸) برای ارزیابی سلامت بوم‌سازگان‌های مختلف مطابقت دارد. دامنه شاخص جامع ارزیابی سلامت آبخیز بین صفر و یک است که میانگین شاخص ارزیابی جامع سلامت آبخیز آسیاب‌رود برابر با ۰/۵۰ به‌دست‌آمده است.

بر اساس نتایج و تحلیل شاخص‌ها و معیارهای مربوطه، وضعیت سلامت آبخیز آسیاب‌رود ازلحاظ سلامت و توان بوم‌شناختی در طبقه متوسط قرار دارد. به عبارتی می‌توان گفت هرچقدر فشار بیش‌تری بر منطقه موردمطالعه وارد شود تقریباً به همان اندازه وضعیت و واکنش یا پاسخ آن برای سلامت کل آبخیز نیز تغییر خواهد نمود. بنابراین عمده مشکل حوزه آبخیز آسیاب‌رود مربوط به سیلابی بودن آن تحت تأثیر عوامل طبیعی (بارش‌های فصلی، شیب زیاد، سیل‌خیزی و وجود سازندهای حساس به فرسایش) و انسانی (تغییر کاربری اراضی و کشاورزی روی اراضی با شیب زیاد) است که موجب بروز فرسایش سطحی و آبراهه‌ای و حرکات توده‌ای در سطح این آبخیز شده است. عوامل مذکور به همراه مواردی نظیر ورود فاضلاب‌ها و زباله‌ها موجب آلودگی آب‌های سطحی و تنزل شدید کیفیت آب در این آبخیز می‌شود که با رشد جمعیت و افزایش فعالیت‌های انسانی این موضوع هرروز وخیم‌تر و منجر به مشکلات بعدی ازجمله زمین‌لغزش، آبشویی، فرسایش‌های کنار رودخانه‌ای خواهد شد.

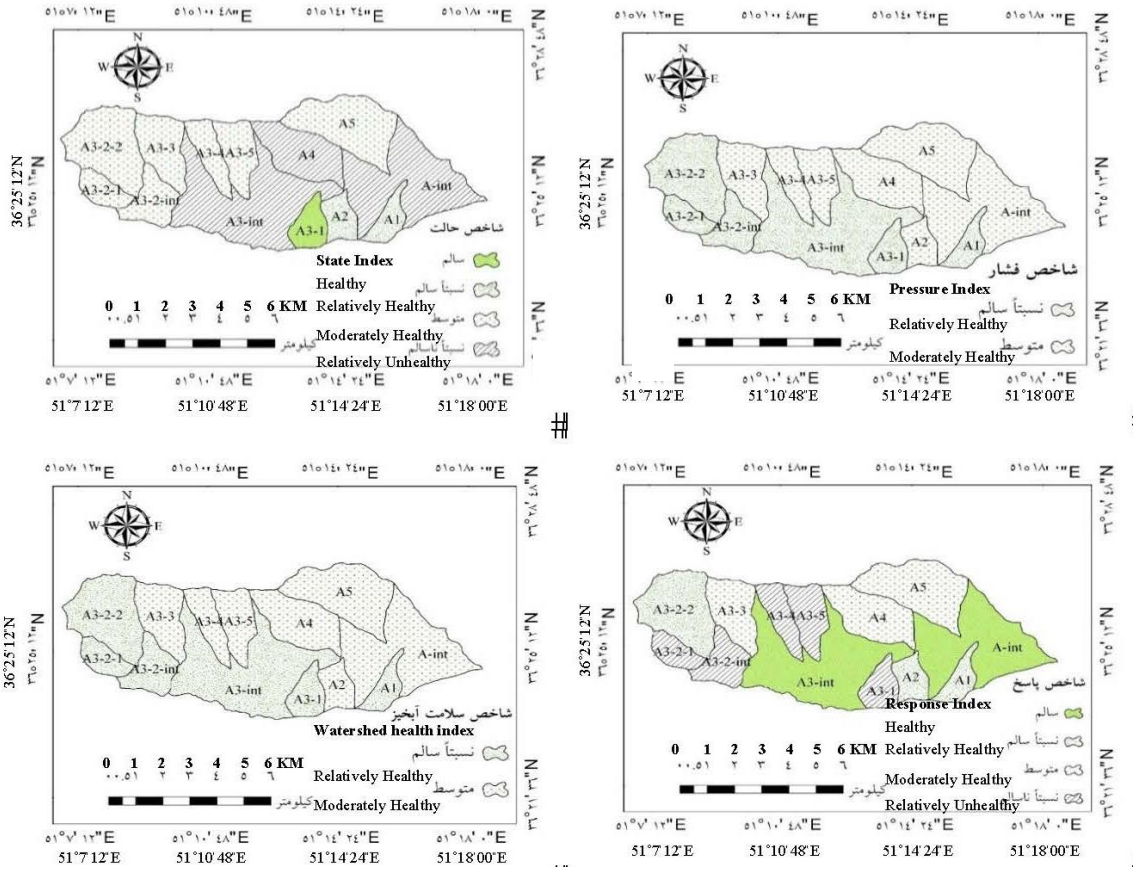
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]



شکل ۴- درصد مشارکت شاخص‌های فشار، پاسخ و حالت در ارزیابی سلامت آبخیز آسیاب‌رود
Figure 4. Percentage of contribution of pressure, state and response indicators of the Asiabrood Watershed, Chalus City, Mazandaran Province, Iran

جدول ۱- ویژگی‌های توصیفی شاخص‌های ارزیابی سلامت مبتنی بر رویکرد PSR، آبخیز آسیاب‌رود، شهرستان چالوس، استان مازندران
Table 1. Descriptive statistics of the Asiabrood Watershed health assessment indicators based on PSR approach Chalus City, Mazandaran Province, Iran

انحراف معیار Standard Deviation	میانگین Average	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	شاخص‌ها Indicators
0.10	0.59	0.71	0.41	فشار Pressure
0.16	0.52	0.81	0.34	حالت State
0.19	0.51	0.84	0.30	پاسخ Response
0.09	0.50	0.70	0.42	سلامت Health



۵- پهنه‌بندی شاخص‌های سلامت آبخیز آسیاب‌رود مبتنی بر مدل مفهوم PSR، شهرستان چالوس، استان مازندران
Figure 5. Zoning of watershed health indicators based on PSR conceptual model for the Asiabrood Watershed, Chalus City, Mazandaran Province, Iran

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

تشکر و قدردانی

پژوهش انجام‌شده مبتنی بر نتایج حاصل از طرح مطالعه و تدوین سند راهبردی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز پایلوت آسیاب‌رود و برارود شهرستان چالوس، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران- نوشهر با قرارداد شماره ۹۷/۱۰/۵۷۸۴۷/۲۰ مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۱۱ است.

منابع

1. Ahn, S.R. and S.J. Kim. 2017. Assessment of integrated watershed health based on the natural environment, hydrology, water quality, and aquatic ecology. Hydrology and Earth System Sciences, 21: 5583-5602.
2. Asadi Neliwan, O., A. Saad al-Din, S.H.R. Sadeghi and Z. Hezbavi. 2018. Analysis of Watershed Health and Sustainability Assessment Methods, 12th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Watershed Management and Environmental Crises, October 9 and 9, 2017, 142-136 pp, Malayer (In Persian).
3. Ding, Y., W. Wang, X. Cheng and S. Zhao. 2008. Ecosystem health assessment in Inner Mongolia Region based on Remote Sensing and GIS. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVII. Part B1, 1029-1034 pp.
4. Ebrahimi, P., A. Salajegheh, M. Mohseni Saravi and A. Malekian. 2019. Watershed Health Prediction Based on Surface Water Quality Variables (Case Study: Taleghan Watershed), Geography and Environmental Stability, 26: 13-1 pp (In Persian).
5. EPA, Environment Protection Agency. 2012. Identifying and protecting Healthy Watersheds, EPA 841-B 11-002.
6. EPA, Environment Protection Agency. 2014. Wisconsin integrated assessment of watershed health, A Report on the Status and Vulnerability of Watershed Health in Wisconsin. EPA 841-R-14-001.
7. Hazbavi Z., S.H.R. Sadeghi, M. Gholamalifard and A.A. Davudirad. 2019a. Watershed health assessment using pressure-state-response (PSR) framework. Land Degradation and Development, https://doi.org/10.1002/ldr.3420.
8. Hazbavi, Z. 2018a. Importance of geology and geomorphology in watershed health assessment. Agriculture & Forestry, 64(4): 277-287 pp.
9. Hazbavi, Z. 2018b. Localization of Watershed Health Dynamics Models, Ph.D. Thesis, Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, 122 pp (In Persian).
10. Hazbavi, Z., J.E.M. Baartman, J.P. Nunes, S.D. Keesstra and S.H.R. Sadeghi. 2018a. Changeability of reliability, resilience and vulnerability indicators with respect to drought patterns, Ecological Indicators, 87: 196-208 pp.
11. Hazbavi, Z., N. Parchami, N. Alaei and L. Babaei. 2021. Assessment and Analysis of the Koozeh Topraghi Watershed Health Status, Ardebil Province, Iran. Journal of Water and Soil Resources Conservation. 9(3): 121-142 pp (In Persian).
12. Hazbavi, Z., S.D. Keesstra, J.P. Nunes, J.E.M. Baartman and M. Gholamalifard S.H.R. Sadeghi. 2018b. Health comparative comprehensive assessment of watersheds with different climates, Ecological Indicators, 93: 781-790 pp.
13. Hazbavi, Z., S.H.R. Sadeghi and M. Gholamalifard. 2018c. Land cover-based watershed health assessment. AGROFOR International Journal, 3, 47-55. http://doi.org/10.7251/AGRENG1803047H UDC 631.4:502/504.
14. Hazbavi, Z., S.H.R. Sadeghi and M. Gholamalifard. 2019b. Comparative analysis of variability of health assessment indicators of pressure, state, and response in Shazand watershed. 13th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran and 3rd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment October 4 and 5, 2016, Mohaghegh Ardabili University. 6-1 (In Persian).
15. Hazbavi, Z. and S.H.R. Sadeghi. 2016. Watershed Health (Part 2): Conceptual Model of Pressure, Status, and Response (PSR). Promotion and Development of Watershed Management, 4 (15): 31-25 (In Persian).
16. Hazbavi, Z. and S.H.R. Sadeghi. 2017. Watershed health characterization using reliability-resilience-vulnerability conceptual framework based on hydrological response, Land Degradation and Development, 28: 1528-1537 pp.
17. Javidan, N., A. Bahremand. R. Javidan. M. Onagh and C.B. Komaki. 2018. Impact of land use Changes Scenarios on water Balance Components using Wetspa Model (Case Study: Ziarat Watershed of Golestan Province), Journal of Watershed Management, 9(17): 168-181 (In Persian).
18. Khajoi, P. 2017. Investigating the issues and problems of water, soil, and food security policy in Iran. Journal of Strategic Studies, Public Policy, 6(20): 180-165 (In Persian).
19. Liang, P., D. Liming and Y. Guijie. 2010. Ecological security assessment of Beijing based on PSR model. Procedia Environmental Sciences, 2: 832-841.
20. Liu, D. and S. Hao. 2017. Ecosystem Health Assessment at County-scale using the Pressure-State-Response Framework on the Loess Plateau, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(1): 12 p. http://doi.org/10.3390/ijerph14010002.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

21. Momenian, P., H. Nazarnezhad, M.P. Miryaghobzadeh and R. Mostafazadeh. 2019. Assessment and Prioritizing of Subwatersheds Based on Watershed Health Scores (Case Study: Ghotorchay, Khoy, West Azerbaijan), Journal of Watershed Management Research, 9(17): 13-1 (In Persian).
22. Sadeghi, S.H.R., A. Sadoddin, O. Asadi Nalivan, Z. Hazbavi, A. Zare Karizi and M.H. Moayeri. 2020. Watershed Health and Sustainability (Principles, Approaches, and Assessment Methods), Tarbiat Modares University Press, 233 pp (In Persian).
23. Sadeghi, S.H.R., A.V. Khaledi Darvishan, M. Vafakhah and H.R. Moradi Rekabdar Lolai. 2020. Report on the study and compilation of the strategic document of comprehensive management of Asiabrood and Bararrood pilot watersheds in Chalus city, General Department of Natural Resources, and Watershed Management of Mazandaran- Province- Nowshahr, 167 pp (In Persian).
24. Sadeghi, S.H.R., M. Vafakhah, V. Moosavi, S. Pourfallah Asadabadi, P.S. Sadeghi, A.V. Khaledi Darvishan and H.R. Moradi Rekabdar Kolai. 2021. Atlas Report of Pishkoh Watershed, General Department of Natural Resources and Watershed Management of Yazd Province, 164 pp (In Persian).
25. Sadeghi, S.H.R., Z. Ebrahimi Gatkesh, F. Jafari and P. Farzi. 2019. Health Assessment of Asiabrud Watershed using Conceptual Model of Pressure-State-Response, In: 13th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran and 3rd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment, Ardabil, Iran, Oct. 2 and 3, 2018: 6p. Ardebil. (In Persian).
26. Sadeghi, S.H.R., Z. Hazbavi and M. Gholamalifard. 2019. Interactive impacts of climatic, hydrologic, and anthropogenic activities on watershed health. Science of the Total Environment, 648: 880-893 pp.
27. Sadeghi, S.H.R., Z. Hazbavi and M. Gholamalifard. 2020. Zonation of health dynamism for the Shazand Watershed based on low and high flow discharges. Watershed Engineering and Management, 11(3): 608-589 (In Persian).
28. Sadeghi, S.H.R., and Z. Hazbavi. 2017. Spatiotemporal variation of watershed health propensity through reliability-resilience-vulnerability based drought index (case study: Shazand Watershed in Iran). Science of the Total Environment 587-588: 168-176. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.098.
29. Sadeghi, S.H.R. and Z. Hazbavi. 2019. Compatible watershed management based on health and sustainability assessment, Third National Conference on Soil Conservation and Watershed Management. Tehran, 10-1 pp (In Persian).
30. Sadoddin, A., S.H.R. Sadeghi, A. Zare Karizi, Z. Hazbavi and O. Asadi Nalivan. 2019. Presenting an index-based framework for comprehensive assessment of watershed health and sustainability with emphasis on future research, the 13th National Conference on Watershed Management Science and Engineering in Iran and the 3rd National Conference on Natural Resources and Environment October 10 and 11, 2016, Mohaghegh Ardabili University. 7-1. (In Persian).
31. Singh, A., A. Dieye and M. Finco. 1999. Assessing environmental condition major river basins in Africa as Surrogates for watershed health. Ecosystem Health, 5(4): 265-274.
32. Wang, Q., S. Li and R. Li. 2019. Evaluating water resource sustainability in Beijing, China: Combining PSR model and matter-element extension method. Journal of Cleaner Production, 206: 171-179 pp.
33. Yang, W., Y. Jin, T. Sun and M. Li. 2015. Effects of seashore reclamation activities on wetlands ecosystem, a Case study in Yellow River Delta. E-proceedings of the 36th IAHR World Congress, The Hague, the Netherlands. 28 June- 3 July, 2015, 1-3.
34. Yu, G., Q. Yu, L. Hu, S. Zhang, T. Fu, X. Zhou, X. He, Y. Liu, S. Wang and H. Jia. 2013. Ecosystem health assessment based on analysis of a land use database. Applied Geography, 44: 154-164.
35. Zhang, F., J. Zhang, R. Wu, Q. Ma and J. Yang. 2015. Ecosystem health assessment based on DPSIRM framework and health distance model in Nansi Lake, China. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 30: 1235-1247.
36. Zhang, Sh., M. Xiang, Z. Xu, L. Wang and Ch. Zhang. 2020. Evaluation of water cycle health status based on a cloud model. Journal of Cleaner Production, 245: 118850.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]

Conceptualization and Evaluation of Asiabrood Watershed Health, Chalus Township, Iran

Seyed Hamidreza Sadeghi[1], Abdulvahed Khaledi Darvishan[2], Mehdi Vafakhah[3], Hamidreza Moradi Rekabdarkolaei[3], Zeinab Hazbavi[4], Mohammadrasol Rajabi[5, 6], Zahra Ebrahimi Gatekesh[5, 6], Seyed Amin Zaki[5, 6], Sanaz Pourfallah Asadabadi[5], Khadijeh Haji[5], Ali Nasiri Khiavi[7], Azam Mumzaei[5], Mahin Kalehhouei[5], Sonia Mehri[5], Soodeh Miarnaeimi[6] and Somayeh Pournabi[6]

1- Professor, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, (Corresponding author: sadeghi@modares.ac.ir)
2 and 3- Associate Professor and Professor, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, respectively
4- Assistant Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, and Member of Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
5- Ph.D. Student in Watershed Management Science and Engineering, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran
6- Experts of the General Department of Natural Resources and Watershed Management of Mazandaran Province, Nowshahr, Mazandaran
7- Grauated Ph.D. Student in Watershed Management Science and Engineering, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran
Received: 19 January 2021 Accepted: 15 May 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: The present study was conducted to conceptualize and evaluate the health of the Asiabrood Watershed in Chalus Township, Mazandaran Province, Iran.

Material and Methods: The existing regional data, including climatic, hydrologic, erosion, sedimentation, and economic and social data, were collected and analyzed. In addition, several field visits were also made to make a general assessment of the ecological, economic, and social situation of the region and to complete the information on the study watershed. Then, the watershed health was assessed using the conceptual model of pressure, state, and response at the sub-watershed scale. Accordingly, the pressure index was first investigated by analyzing the driving forces of human activities and climate change over the study watershed. Then, the current state of the natural environment and the watershed performance to the pressures was analyzed as the status index. Further, the response index of the Asiabrood Watershed was calculated as a criterion for expressing the degree of community response or different outcomes of the watershed to the changes and concerns imposed on the watershed system.

Results: The results showed that the total health index of the Asiabrood Watershed with respective and relative contributions of pressure, state, and response indices of 18, 39, and 43% and an overall health index of 0.50 has a moderate health condition.

Conclusion: Although the health status of the Asiabrood Watershed is in moderate condition, the health status of the study watershed may decline, and, of course, adverse responses are possible if appropriate management policies are not adopted.

Keywords: Integrated watershed management, Quantitative strategic planning, Watershed health analysis, Watershed sustainability

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1402.14.27.2.9]
[DOI: 10.61186/jwmr.14.27.15]