

تعیین می‌کند. هم‌چنین، ذی‌نفعان می‌توانند با توجه به ترجیحات و شرایط موجود، اقدامات و فعالیت‌هایی را به صورت مشارکتی برنامه‌ریزی و اجرا نمایند.

واژه‌های کلیدی: الگوی مدیریت جامع، حوزه آبخیز زاینده‌رود، خدمات بوم‌سازگان، راهبردی، رویکرد مشارکتی، سلامت آبخیز

ارائه الگوی مدیریت جامع مبتنی بر شاخص‌های خدمات بوم‌سازگان در حوزه آبخیز زاینده‌رود

زینب کریمی^{۱*} و علی طالبی^۲

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۶/۲۱

مقدمه

حوزه آبخیز متشکل از بوم‌سازگان‌های مختلف آبی، خاکی و حاشیه‌زی است و به‌عنوان واحد انجام مطالعات مدیریت جامع در نظر گرفته می‌شود [۳۰]. هر بوم‌سازگان دارای ساختار و عملکرد مربوط به خود است. ساختار بوم‌سازگان مربوط به مجموع گونه‌ها، ترکیب، جمعیت، ساختار جامعه و روابط درونی آن‌ها، فرم آب، هوا، خاک و زیستگاه گیاهان و جانوران است، اما عملکرد بوم‌سازگان مربوط به خصوصیات سیستم یا فرآیندهایی است که بین یک یا چند بوم‌سازگان روی می‌دهد [۶]. این ساختار و عملکرد بوم‌سازگان، کالاها و خدماتی را تولید می‌کند که دارای ارزش است [۱۲]. لذا توسعه مدل‌ها و روش‌های تحلیلی جدید و نوآوری و ابتکاراتی نظیر سیستم‌های طبقه‌بندی خدمات بوم‌سازگان در سطح بین‌المللی مانند ارزیابی بوم‌سازگانی هزاره از آن جمله‌اند. در چارچوب پیشنهادی ارزیابی بوم‌سازگان، بوم‌سازگان‌ها از منظر خدماتی که برای جامعه فراهم می‌سازند دیده می‌شوند و خدمات بوم‌سازگان منافی هستند که افراد از بوم‌سازگان به‌دست می‌آورند و به‌منظور ایجاد ارتباط بین خدمات بوم‌سازگان و رفاه انسانی، آن‌ها را در چهار طبقه خدمات تولیدی^۱، تنظیمی^۲، فرهنگی^۳ و حمایتی^۴ تقسیم کرده‌اند [۲۰]. از طرفی، امروزه بوم‌سازگان‌ها در سطح جهان تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی و تغییر اقلیم قرار گرفته و با افزایش جمعیت و توسعه فعالیت‌های اقتصادی در حال تخریب شدید هستند [۱۸]. به‌هر تقدیر و با وجود این فشارها، حفظ بوم‌سازگان سالم^۵ برای خدمات و کالاهای پایدار و ثابت برای جامعه‌های انسانی و جلوگیری از روند رو به فزونی تخریب زمین و مدیریت جامع منابع خاک و آب ضروری است [۲۸]. ضمن‌اینکه، بوم‌سازگان‌های سالم به‌طور

چکیده

حوزه آبخیز از بوم‌سازگان‌های مختلف تشکیل و به‌عنوان واحد انجام مطالعات مدیریت جامع در نظر گرفته می‌شود. مدیریت جامع با شناسایی فرآیندهای مخرب در جهت بهبود خدمات بوم‌سازگان عمل می‌کند. با توجه به فشار مضاعف بر بوم‌سازگان‌های مختلف و تخریب آن‌ها، کارشناسان و محققان در تلاش هستند به‌منظور حفظ بوم‌سازگان‌ها، یک الگوی مدیریتی جامع برای سلامت آبخیزها ارائه دهند. از طرفی، بعضی از فشارهای وارد بر بوم‌سازگان‌ها در وضعیت کنونی قابل مشاهده است. اما تعدادی از فشارها هستند که به تازگی پدیدار می‌شوند و اثرات آن‌ها در وضعیت منابع طبیعی ممکن است مدت‌ها طول بکشد تا نمود پیدا کند. بنابراین شناسایی این فشارها و پشیران‌ها و اثرات آن‌ها برای ارائه راهکارهای عملیاتی بهینه ضروری است. در همین راستا، به‌منظور کاهش فشار و بهبود شرایط حوزه آبخیز زاینده‌رود طرح‌ها و مطالعات مختلفی صورت گرفته است. حوزه آبخیز زاینده‌رود در منطقه مرکزی ایران از مناطقی است که دارای مسئله ناپایداری منابع آب است. در واقع، تنش آبی و خسارات محیط‌زیستی جبران‌ناپذیری که به حوزه آبخیز زاینده‌رود و کشور وارد شده است، سلامت حوزه آبخیز را به خطر و انجام پژوهش حاضر را توجیه می‌کند. لذا، پژوهش حاضر با تبیین نقشه راه کلی، به دنبال بهبود وضعیت سلامت حوزه آبخیز زاینده‌رود و رسیدن به یک تصمیم مدیریتی مناسب است. در واقع، این الگو می‌تواند به‌عنوان هسته اصلی و الگوی بنیادی در مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز به کار گرفته شود. اهداف و راهکارهای پیشنهادی، مسیر مدیریت درست در حوزه آبخیز زاینده‌رود را

3. Provisioning Services

4. Regulating

5. Cultural

6. Life Supporting Services

7. Healthy ecosystem

۱- پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی و کوبرشناسی، دانشگاه یزد و نویسنده مسئول
Email: Karimi.modares@gmail.com

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی و کوبرشناسی، دانشگاه یزد

طبیعی پویا هستند و اغلب توانایی حفظ سلامت خود را دارند. با این حال، در بسیاری از بوم‌سازگان‌ها به دلیل تغییر کاربری اراضی، افزایش بی‌رویه سطح برداشت آب زیرزمینی، ساخت سدها و غیره این رژیم طبیعی دچار اختلال شده است که این مسئله می‌تواند باعث افزایش آسیب‌پذیری حوضه شود [۷ و ۳۶]. از آنجا که تخریب بوم‌سازگان‌های یک حوضه آبخیز پیامدهای اقتصادی و اجتماعی زیانباری را در پی دارد، طی دهه‌های اخیر گرایش عمومی نسبت به ارزیابی شرایط نسبی یا سلامت و پایداری آبخیز^۱ در مقیاس ملی و محلی دیده می‌شود [۸]. سلامت آبخیز توانایی آبخیز برای حفظ ساختار، خود تنظیمی و بازیابی توانایی آبخیز بعد از بروز تنش است [۲۱]. ایده کاربرد ارزیابی سلامت بوم‌سازگان در مدیریت محیط زیست از اواخر دهه ۱۹۸۰ شکل گرفت. ایده سلامت بوم‌سازگان به موازات سلامت انسان مطرح شد اما این مفهوم بسیار مبهم است. به هنگام ارائه تعریف سلامت بوم‌سازگان، باید آبخیز را به عنوان یک سامانه پیچیده و با تأکید بر ارتباطات بین فرآیندهای جامعه و محیط فیزیکی در نظر گرفت. از طرفی بوم‌سازگان یک جامعه مرکب از گونه‌ها، زیستگاه‌ها و شرایط محیطی است که مانند یک سامانه یکپارچه عمل می‌کند [۱۰]. هم‌چنین، ارزیابی و پایش سلامت و پایداری بوم‌سازگان علاوه بر فراهم کردن هشدارهای اولیه تخریب محیط‌زیست، می‌تواند علت مشکلات موجود را شناسایی کند. بنابراین ارزیابی و پایش سلامت آبخیز یک گام مهم و بنیادی برای حفاظت و مدیریت صحیح آبخیز است. در این راستا، مطالعات متنوعی در خصوص ارزیابی سلامت آبخیزها توسط پژوهشگران مختلف [۱، ۲، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۲۴، ۲۷، ۲۸، ۳۱، ۳۲، ۳۵] انجام شده است. از طرفی، برای ارزیابی سلامت آبخیز نیاز است تا شرایط بوم‌سازگان با استفاده از طیفی گسترده از شاخص‌ها کمی شود [۱۵]. امروزه کاملاً واضح است که نمی‌توان یک شاخص یا تعداد کمی از شاخص‌ها را برای ارزیابی سلامت بوم‌سازگان به کار برد. لذا، انتخاب معیارها و شاخص‌های مناسب در ارزیابی سلامت آبخیز و هم‌چنین دستیابی به الگوی مدیریتی مناسب در این راستا می‌تواند گام مؤثر و بنیادی در پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریتی مناسب پایش و ارزیابی کارکرد آبخیزها و نیز تجهیز آن‌ها به ابزارهای اندازه‌گیری ضروری در قبال الگوهای مختلف حفاظت منابع آبخیز باشد [۳۰]. از جمله تجربیات ایران در زمینه حفاظت منابع و مدیریت جامع آبخیزها می‌توان به مدیریت پایدار منابع آب و خاک حبله‌رود (فاز ۱)، پروژه مدیریت جامع آب و خاک البرز، پروژه تقویت و انسجام سازمانی برای مدیریت یکپارچه منابع طبیعی (منارید)، برنامه مدیریت جامع حوضه آبخیز دریاچه ارومیه اشاره کرد. با توجه به بررسی مطالعات صورت گرفته، اگرچه ارزیابی سلامت آبخیز و برنامه مدیریت جامع با اهداف گوناگون تاکنون مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است، اما کم‌تر پژوهشی در خصوص بررسی وضعیت سلامت آبخیز با در نظر گرفتن خدمات و تدوین الگوی

1. Watershed healthy and sustainability

مدیریتی جامع در ایران صورت گرفته است. ضمن اینکه، حوزه آبخیز زاینده‌رود در منطقه مرکزی ایران از مناطقی است که دارای مسئله ناپایداری منابع آب است. در واقع، تنش آبی و خسارات محیط‌زیستی جبران‌ناپذیری که به حوزه آبخیز زاینده‌رود و کشور وارد شده است، سلامت حوزه آبخیز را به خطر و انجام پژوهش حاضر را توجیه می‌کند. در ابتدا مشکلات کم‌آبی در این حوضه، بیش‌تر ناشی از شکاف بین عرضه و تقاضای آب تلقی می‌شد، اما، به تدریج شواهد نشان می‌دهد که این مشکلات فراتر از یک شکاف هیدرولوژیکی ساده است. در واقع، با وجود تفاوت ماهیت و شدت مشکلات بخش آب از بوم‌سازگانی به بوم‌سازگان دیگر، یک جنبه‌ی مشترک بحران آب در بسیاری از آبخیزها از استفاده ناکارآمد و مدیریت ضعیف آب نشأت می‌گیرد. این واقعیت، این امیدواری را به وجود آورده که می‌توان با مدیریت جامع آبخیز، علاوه بر بهبود مدیریت آب بر مشکلات چیره شد. در واقع، مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز فرآیندهای مخرب را شناسایی و با کاهش آن‌ها خدمات آبخیز را بهبود می‌بخشد. فرآیندهای مخرب سلامت حوزه‌های آبخیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین با آگاهی از میزان سلامت حوضه می‌توان در جهت تحقق اهداف مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و آبخیزداری عمل نمود [۲۳]. ضمن اینکه، حوزه آبخیز زاینده‌رود به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق تولید کشاورزی در مرکز ایران است. محدودیت شدید حاکم بر منابع آب و پیش‌بینی خشکسالی در آینده، احتمال به خطر افتادن معاش و رفاه اقتصادی کشاورزان را بالا برده است. لذا طراحی یک سیستم مدیریتی عملیاتی در حوزه آبخیز زاینده‌رود، علاوه بر بهبود وضعیت شرایط پیش‌رو، پتانسیل ویژه‌ای برای بهبود تخصیص‌های آب به مصارف مختلف و مدیریت منابع آب به‌وجود خواهد آورد. از این‌رو، با عنایت به ضرورت انجام ارزیابی وضعیت سلامت آبخیزها از یک‌سو و هم‌چنین پژوهش‌های محدود صورت‌گرفته در زمینه سلامت آبخیز، پژوهش حاضر با هدف تدوین چارچوب مفهومی الگوی مدیریت جامع مبتنی بر شاخص‌های سلامت آبخیز در حوزه آبخیز زاینده‌رود برنامه‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز زاینده‌رود مهم‌ترین رودخانه منطقه اصفهان در مرکز ایران می‌باشد. این رودخانه از کوه‌های زاگرس (با ارتفاع حدود ۴۰۰۰ متر از سطح دریا) در غربی‌ترین مناطق حوضه آبخیز زاینده‌رود منشاء گرفته و به سوی دشت مرکزی ایران سرازیر می‌شود و سرانجام در انتهایی‌ترین نقطه حوضه یعنی تالاب گاوخونی زندگی آن خاتمه می‌یابد. طول رودخانه برابر ۳۵۰ کیلومتر و مساحت کل حوضه برابر ۴۱۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. حوضه صرف‌نظر از بارش‌های زیاد در ارتفاعات کوه‌رنگ دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. بارش متوسط در اصفهان که در ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار

گرفته است فقط ۱۳۰ میلی متر بوده که بیش تر آن در طی فصل زمستان و اوایل بهار می بارد. این در حالی است که تبخیر و تعرق پتانسیل در حوضه ۱۵۰۰ میلی متر می باشد و هیچ فعالیت کشاورزی و اقتصادی بدون وجود آب و آبیاری محصول امکان پذیر نمی باشد [۲۵]. گسترش اراضی تحت آبیاری و فعالیت های صنعتی زیاد حجم قابل ملاحظه ای از منابع آب حوزه آبخیز زاینده رود را مصرف می نماید. از سوی دیگر، رشد جمعیت اصفهان و خشکسالی های مختلف همه و همه حاکی از وابستگی به منابع آب شکننده و حساس حوزه آبخیز زاینده رود می باشد. علی رغم تداوم طرح های تأمین آب حوضه از قبیل احداث سد زاینده رود و تونل های انحراف آب کوهرنگ، حوضه هنوز در کمبود آب به سر می برد و علائمی از جمله رقابت بخش های مختلف برای دریافت آب، پائین رفتن سطح آب زیرزمینی، کاهش کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی (چاه ها، قنات و چشمه ها)، کاهش تولیدات کشاورزی به خصوص در پائین دست حوضه و کاهش بسیار شدید آب ورودی به باتلاق گاو خونی در انتهای حوضه، نشان دهنده وضعیت دشوار و ناراحت کننده حوضه از نظر آب می باشد [۳۳]. لذا، با توجه به تنش آبی و خسارت محیط زیستی جریان ناپذیری که به منطقه و کشور وارد گردیده است، انتخاب و ارزیابی سلامت این حوضه به منظور تدوین الگوی مدیریتی جامع ضروری است. شکل ۱، موقعیت حوزه آبخیز زاینده رود را نشان می دهد.

مراحل تدوین چارچوب مفهومی الگوی مدیریت جامع حوزه آبخیز زاینده رود (شکل ۲):

مرحله اول) تحلیل سیستم و شناسایی ساختار مشکلات - شناخت توان اکولوژیک و اقتصادی - اجتماعی حوزه آبخیز زاینده رود:

در این مرحله، ابتدا اطلاعات مورد نیاز در خصوص وضعیت هیدرولوژیک، فیزیوگرافی، پوشش گیاهی، خاک، ژئومورفولوژی، آب های سطحی و زیرزمینی، فرسایش و رسوب، پارامترهای اقلیمی اثرگذار در حوضه و هم چنین وضعیت اقتصادی - اجتماعی حوزه آبخیز زاینده رود و طرح های اجرایی از تعدادی منابع علمی موجود از جمله کتابچه های طرح حوزه آبخیز زاینده رود، گفتگوی مستقیم با ذی نفعان (جوامع محلی، مدیران، کارشناسان و مهندسان ناظر پروژه های انجام شده) در منطقه مورد مطالعه، بازدیدهای میدانی، آمار و اطلاعات ایستگاه های هیدروکلیماتولوژی و تصاویر ماهواره ای با توجه به اهداف طرح جمع آوری شد.

- بررسی اسناد بالادستی و دستورالعمل های اثرگذار بر مدیریت جامع حوزه آبخیز زاینده رود:

در سیاست گذاری (اسناد بالادستی و قوانین) با شناخت روابط جامعه انسانی با منابع طبیعی و محیط زیست می توان تدابیری اتخاذ نمود تا موجب رشد و توسعه فعالیت های سازنده و موجب توقف و حذف فعالیت های مخرب شد؛ لذا می توان گفت، سیاست علم

و هنری است که به کمک آن می توان گروه های انسانی و امکانات مادی و معنوی موجود را با هم متحد نمود و نیروی آنان را به سوی اهداف حفاظت، احیا، توسعه و بهره برداری پایدار سوق داد. متعاقب سیاست گذاری به منظور اعمال سیاست، قوانین، آیین نامه ها، بخشنامه ها و غیره به عنوان ابزار اعمال سیاست تدوین، تصویب و مورد استفاده قرار می گیرند که با دیدگاه فوق، سیاست و قوانین کاربرد آن ها در حوزه آبخیز زاینده رود مورد بررسی و در نهایت پیشنهادهای لازم ارائه می شود.

- تعیین وضعیت سلامت آبخیز بر مبنای شاخص های خدمات بوم سازگان حوزه آبخیز زاینده رود:

ظرفیت ارائه خدمات، به ترکیبی از ویژگی های زنده و غیرزنده بوم سازگان در حوزه آبخیز بستگی دارد. بوم سازگان های مختلف در حوزه آبخیز، ترکیبات مختلف از خدمات را در مقادیر و زمان های مختلف سال ارائه می دهند. لذا در پژوهش حاضر، تعدادی شاخص تحت تأثیر آمار و اطلاعات موجود، اهداف مدیریت حوزه آبخیز، زمان و امکان اندازه گیری انتخاب شد. به عبارت دیگر، هدف از تعیین و انتخاب شاخص ها این است که بتوان به کمک آن ها به ارزیابی وضعیت سلامت حوزه آبخیز و ارائه الگوی مدیریتی جامع رسید. بر اساس شاخص های مختلف، خدمات متفاوتی وجود دارد. به عبارت دیگر، از هر گروه شاخص ها یک دسته خدمات باید تعریف و مشخص شود.

- شناخت (عوامل، اثرات، ارتباط و فرآیندها) و اولویت گذاری فشارها با رویکرد DPSIR در حوزه آبخیز زاینده رود:

پس از ارزیابی وضعیت سلامت آبخیز، به منظور بهبود وضعیت سلامت حوزه آبخیز زاینده رود و کاهش مخاطرات و اثرات نامطلوب وضعیت کنونی، انواع پیشران ها و فشارهای منتج به وضعیت کنونی و نیز اثرات نامطلوب حاصل از این وضعیت مبتنی بر تحلیل روابط علت و معلولی میان آن ها با کاربرد چارچوب DPSIR (پیشران، فشار، وضعیت، اثر، پاسخ) شناسایی شده است. بدین منظور، روابط میان انواع عوامل مربوط به هر مؤلفه در قالب ماتریس های تعامل ارائه شد [۱۷ و ۲۴]. لذا، ابتدا از طریق برگزاری کارگاه با حضور ذی نفعان و با استفاده از نظرات اخذ شده در مصاحبه و ادبیات مروری و یافته های محیطی، مشکلات محیط زیستی و اجتماعی شناسایی و سپس در چارچوب مدل تحلیل گردید [۳]. در هر یک از کارگاه ها با مشارکت مؤثر ذی نفعان، به شناسایی مشکلات، وضعیت موجود، علت ها و اثرات و هم چنین طبقه بندی و اولویت بندی آن ها پرداخته شده است. مسیر منطقی اجرای این مدل از تبیین وضعیت سیستم محیطی و انسانی و روند آن شروع شده و سپس عوامل مستقیم (فشارها) و عوامل غیرمستقیم (پیشران ها) و هم چنین راهبرد و راهکارهای احتمالی که موجب بروز وضعیت شده اند را شناسایی و معرفی می کند. مؤلفه های رویکرد مذکور شامل موارد زیر است

مشکلات از طریق تحلیل مجدد نتایج DPSIR تهیه، سپس درخت اهداف ایجاد و اهداف جزئی، خروجی‌ها (دستاوردها) و فعالیت‌ها، از درخت اهداف استخراج گردید [۳].

- توسعه راه‌حل‌ها:

شناسایی و ارائه راه‌حل‌های ممکن با مشارکت جوامع محلی و کارشناسان و با توجه به سناریوهای مختلف برای آینده انجام شده است. سناریوها و راه‌حل‌های مختلف در سیستم‌های DSS² استفاده می‌شود [۲۳] و متقابلاً کاربران سیستم‌های مذکور می‌توانند از بین سناریوها و راه‌حل‌های مختلف بر اساس انتخاب خودشان، ذیل هر سناریو، راه‌حل‌های مختلف را برگزینند و نتایج و اثرات آن‌ها را به کمک سیستم‌های DS مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند [۳۸]. راه‌حل‌های پیشنهادی اولی به منظور رفع مشکلات و نزدیک شدن به اهداف مدیریت جامع آبخیز در قالب چهارچوب DPSIR و تحلیل درخت مشکل، با مشارکت ذی‌نفعان جمع‌آوری شد. بدین منظور، انواع راه‌کارهای مؤثر بر حذف یا تعدیل پیشران‌ها و فشارها، بهبود وضعیت حوضه و کاهش اثرات نامطلوب وضعیت کنونی مبتنی بر انواع رویکردهای واکنشی و پیشگیرانه مشخص شده است.

هم‌چنین، همان‌طور که اشاره شد در این پژوهش در قالب چهارچوب DPSIR و تحلیل درخت مشکل، وضعیت سیستم (حوزه آبخیز) تشریح و طی برگزاری کارگاهی با مشارکت جمعی از ذی‌نفعان حوزه آبخیز زاینده‌رود به شناسایی مهم‌ترین فشارها، وضعیت سیستم و اثرات احتمالی پرداخته شده است [۳ و ۲۴]. برای شناسایی مهم‌ترین فشارها، وضعیت سیستم و اثرات آن‌ها از پرسشنامه استفاده کردیم. پرسشنامه تهیه شده پس از تشریح بین شرکت‌کنندگان توزیع و در نهایت شرکت‌کنندگان اقدام به رتبه‌بندی فشارها، وضعیت سیستم و اثرات آن‌ها از لحاظ میزان اهمیت نسبت به یکدیگر کردند. پس از شناسایی مهم‌ترین PSI³ سیستم، شاخص‌های اثربخشی متناسب با آن‌ها با استفاده از نظرات کارشناسی معادل‌سازی و استخراج شد.

مرحله سوم) مدل‌سازی برای انتخاب راه‌حل‌ها در حوزه آبخیز زاینده‌رود:

در پژوهش حاضر از رویکرد مدل‌سازی mDSS استفاده شد [۲۶]. نرم‌افزار mDSS یک محیط مدل‌سازی است که به منظور توسعه سامانه‌های پشتیبان تصمیم محیط‌زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴]. مراحل اجرای پروژه در نرم‌افزار mDSS شامل تبیین مدل مفهومی، طراحی، انتخاب و تصمیم‌گیری گروهی می‌باشد. مدل مفهومی مورد استفاده در این محیط مدل‌سازی از نوع DPSIR است که در مرحله اول تبیین شد. در این مرحله هم‌چنین معیارها و شاخص‌های ارزیابی اثرات راه‌کارهای مختلف بر هر یک از

الف) پیشران‌ها: تحولات اجتماعی، جمعیتی و اقتصادی در جوامع و تغییرات مربوط به سبک زندگی و الگوهای تولید و مصرف.

ب) فشارها: فعالیت‌های مربوط به بشر (کشاورزی، شهرسازی، صنعت و معدن، تأمین آب، کنترل سیل، ناوبری، حمل و نقل، صید و بهره‌برداری آبزیان و تفرج) یا تغییر اقلیم که سبب تغییر وضعیت سامانه رودخانه شده است. فشارها، ناشی از اثرات مستقیم پیشران‌ها هستند که سبب بروز فرآیندهایی می‌شود که موجب تغییر در وضعیت محیطی می‌شوند.

ج) وضعیت: نشان‌دهنده نمود بیرونی سامانه حوضه و یا رودخانه از نظر ساختار و یا عملکرد سامانه می‌باشد. در این راستا وضعیت زیستی و وضعیت غیرزیستی قابل تصور می‌باشد.

د) اثرات: شامل پیامدها و عواقب برای سلامت انسان و بوم‌سازگان می‌باشد. در عمل، این مفهوم انعکاس‌دهنده اثرات محیط‌زیستی منفی ناشی از فشارها و تغییر وضعیت هستند.

ه) پاسخ‌ها: راه‌کارها و فعالیت‌های (اقدامات) مدیریتی به منظور کاهش اثرات فعالیت‌های مخرب انسانی.

مرحله دوم) ترسیم مدل مفهومی و توسعه راه‌حل‌ها در حوزه آبخیز زاینده‌رود

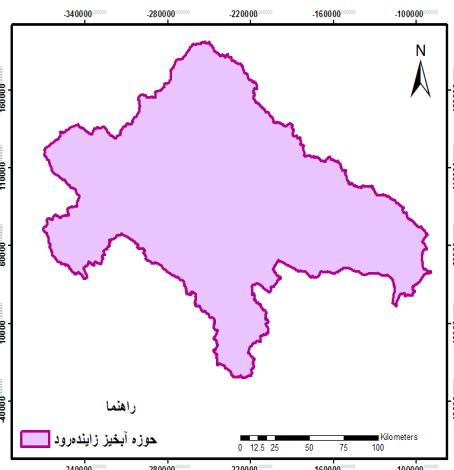
- چهارچوب مدل مفهومی:

چهارچوب مدل مفهومی می‌تواند در قالب روابط علت و معلولی، ساختار سیستم مورد مطالعه را در سطح قابل قبولی از جزئیات و درعین حال به شکل ساده‌شده نمایش دهد [۵]. ساخت مدل مفهومی حوزه آبخیز زاینده‌رود مبتنی بر اهداف و مقیاس‌های زمانی و مکانی، هم‌چنین لحاظ کردن نیازها و نگرانی‌های ذی‌نفعان انجام شده است [۳]. مراحل تهیه چهارچوب مدل مفهومی شامل شناسایی متغیرها و عوامل مؤثر در تخریب و مدیریت حوضه و ترسیم ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم بین آن‌ها در قالب یک دیاگرام بوده است. لازم به ذکر است نتایج قالب علت و معلولی از رویکرد DPSIR، مبنای مدل مفهومی حوضه بوده است. برای این منظور ابتدا با مشارکت ذی‌نفعان اهداف آرمانی تبیین شد. هم‌چنین، تبیین اهداف و تدوین برنامه عملیاتی با استفاده از رویکرد چهارچوب منطقی (LFA)^۱ انجام گردید. رویکرد منطقی پروژه که به اختصار به آن Logframe می‌گویند یک روش تحلیلی است که در آن اهداف بلندمدت، کوتاه‌مدت، خروجی، فعالیت‌ها و روابط علت و معلولی برنامه‌ها و پروژه‌ها شناسایی شده است. در واقع، چهارچوب منطقی رویکردی ساختاریافته و منطقی برای تنظیم اولویت‌ها و تعیین نتایج و فعالیت‌های مربوط به یک پروژه است. رویکرد مزبور الگویی از مولفه‌های برنامه و چگونگی ارتباط بین آن‌ها را ترسیم می‌کند [۱۶]. در این رویکرد برای تعیین اهداف و فعالیت‌ها از روش ترسیم درخت مشکلات و درخت اهداف استفاده شد. ابتدا درخت

2. Decision Support System

3. Pressures- impacts- State

1. Logical Framework Approach



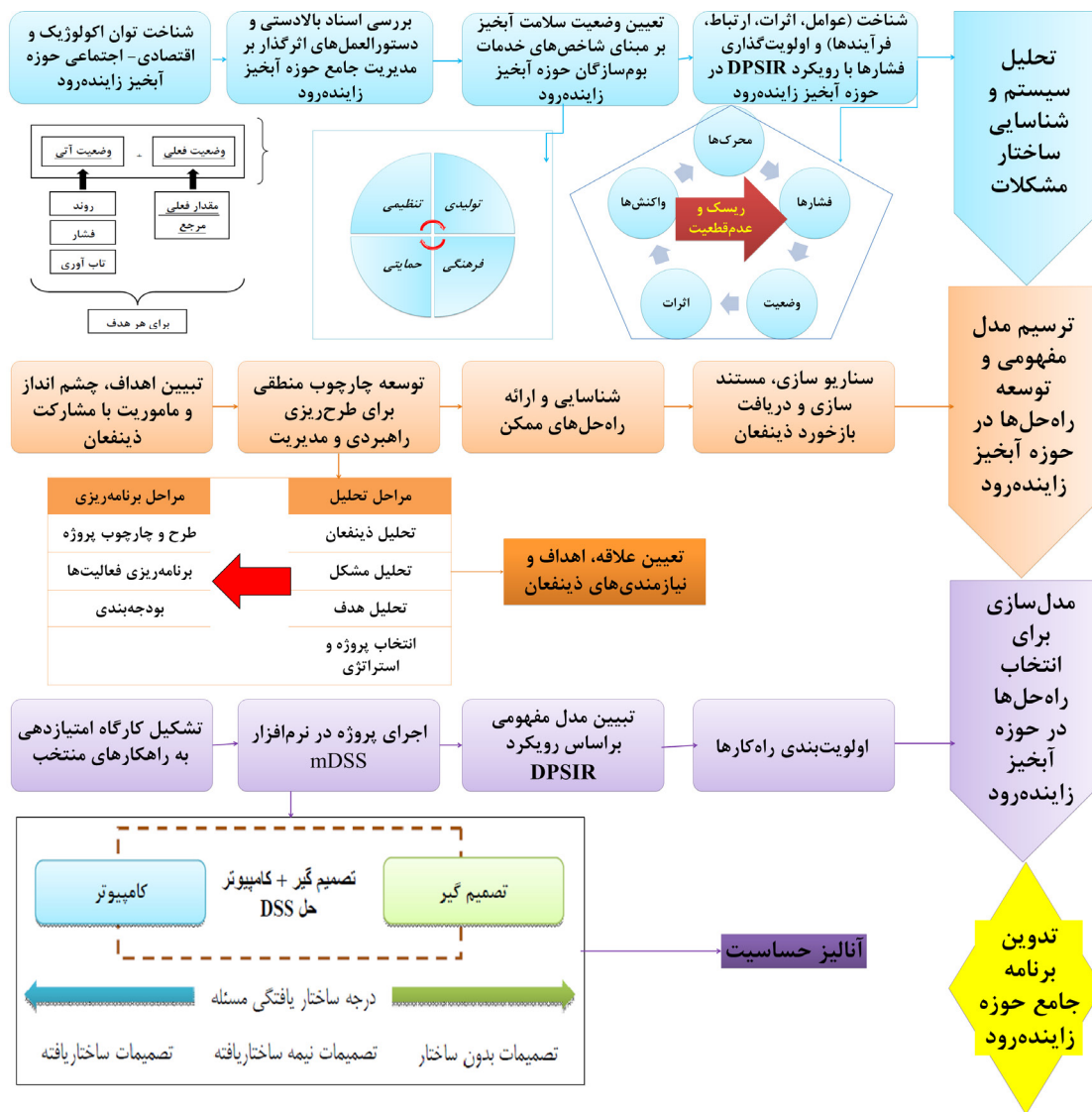
شکل ۱: نقشه حوزه آبخیز زاینده رود در تقسیمات استانی

راه کلی و تهیه و تدوین یک راهبرد یا سیستم مدیریتی عملیاتی، به دنبال کاهش تخریب و بهبود وضعیت سلامت حوزه آبخیز زاینده رود است. بنابراین شناسایی عوامل مستقیم (فشارها) و عوامل غیرمستقیم (پیشرانها) که موجب بروز چنین وضعیتی (تنش آبی و به خطر افتادن معیشت مردم) شده‌اند، برای ارائه راه کارهای عملیاتی بهینه ضروری است. لذا، در پژوهش حاضر به منظور شناسایی مشکلات منابع طبیعی و روابط علت و معلولی بین عواملی که تعیین کننده مشخصه‌های تأثیرگذار بر منابع طبیعی در سطح حوزه آبخیز زاینده رود هستند از ابزار DPSIR استفاده شد. مسیر منطقی اجرای این مدل از تبیین وضعیت سیستم محیطی و انسانی و روند آن شروع شده و سپس عوامل مستقیم و غیرمستقیم که موجب بروز وضعیت شده‌اند را شناسایی و معرفی می‌کند. در واقع استفاده از رویکرد DPSIR به ارزیاب کمک می‌کند تا با نگاه فرآیندی و سیستمی انواع شاخص‌های متفاوت را با یکدیگر ترکیب و نه تنها تأثیرات محیط‌زیستی بلکه تأثیرات اقتصادی- اجتماعی ناشی از تغییرات در وضعیت بوم‌سازگان‌ها را نیز در نظر بگیرد. ضمن اینکه، برای ایجاد ارتباط بین مرحله شناخت سیستم، تعیین اهداف و شاخص‌ها، ارائه و انتخاب راه‌حل‌ها و برنامه‌های حوزه آبخیز زاینده رود از تحلیل ذی‌نفعان نیز استفاده شده است. لذا ذی‌نفعان می‌توانند با توجه به ترجیحات و شرایط موجود، جهت نیل به اهداف عملیاتی تبیین شده، از بین راهکارهای پیشنهادی، اقدامات و فعالیت‌هایی را به صورت مشارکتی برنامه‌ریزی و اجرا نمایند. در مجموع، به دلیل مدیریت ناکارآمد و عدم مدیریت جامع در حوزه آبخیز زاینده رود که مشکلات و خسارات محیط‌زیستی جبران‌ناپذیری به این حوضه و کشور وارد شده است، انجام پژوهش حاضر قابل توجه و پیشنهاد می‌شود از الگوی مدیریتی مذکور به‌عنوان سرلوحه‌ای برای بهبود وضعیت سلامت آبخیزهای کشور استفاده شود.

مؤلفه‌های فشار و وضعیت و اثرات مدل DPSIR تبیین شده است. مرحله طراحی با توجه به معیارهای ارزیابی انتخابی و راهکارهای منتخب ارائه شده در مرحله قبل، ماتریس تجزیه و تحلیل تشکیل شد. معیارهای ارزیابی اثربخشی مورد استفاده در این پژوهش به روش بارش مغزی استخراج و اولویت بندی و انتخاب راه کارها با استفاده از روش پرسشنامه با طیف لیکرت به‌عنوان ابزار اندازه‌گیری انجام شده است. در واقع، پس از مشخص نمودن راه کارها، روایی پرسشنامه مبتنی بر نظرات خبرگان به تأیید نهایی رسیده است. توضیح این که در این پژوهش، هر یک از راه کارها به‌عنوان یک گویه در نظر گرفته شد. در این پژوهش مبتنی بر روش کدگذاری چند پاسخی، متغیرهای پرسشنامه از نوع متغیرهای ترتیبی کیفی و منطبق با طیف لیکرت (خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴) و خیلی زیاد (۵)) بوده، به طوری که اقدام به نظرسنجی از کارشناسان خبره شد. در آخرین مرحله، به منظور رتبه بندی گویه‌ها از آزمون فریدمن برای تجزیه واریانس دو طرفه از طریق رتبه بندی و هم‌چنین مقایسه میانگین رتبه بندی گروه‌های مختلف با کاربرد نرم افزار SPSS شد [۲۴].

جمع بندی

منابع طبیعی کشور با تهدیدات جدی تغییرات اقلیم، خشکسالی‌ها، کمبود آب، آلودگی‌ها (آب، خاک، هوا)، فرسایش شدید خاک، بیابان‌زایی، تبعات تغییرات مدیریت اراضی هم‌چون جنگل تراشی‌ها، تخریب مراتع، اقدامات کشاورزی نامناسب و غیراصولی و توسعه ناپایدار به ویژه در اراضی شیب‌دار و مناطق کوهستانی روبرو است [۳۴]. اوضاع منابع طبیعی حوزه آبخیز زاینده رود از تک‌تک این تهدیدات مخرب مستثنی نبوده و در هر نقطه‌ای از آن یک یا تعدادی از این پدیده‌ها نمود داشته و دارد. لذا، پژوهش حاضر با تبیین نقشه



شکل ۲: مدل مفهومی مدیریت جامع حوزه آبخیز زاینده‌رود

Integrated Bayesian Decision Support System for Environmental Problems in a Semi-Arid Watershed.

4. Babbar, M., Mukhopadhyay, S., Singh, V., and Piemontia, A. 2015. A web-based software tool for participatory optimization of conservation practices in watersheds. *Environmental Modelling and Software*. 69: 111-127.

5. Badham, J., Elsayah, S., Guillaume, J., Hamilton, S., Hunt, R., Jakeman, A.J., and Pierce, S. 2019. Effective modeling for Integrated Water Resource Management: A guide to contextual practices by phases and steps and future opportunities. *Environmental Modelling and Software*. 116: 40-56.

6. Costanza, R., Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limberg, K., Naem, S., Neill,

منابع

1. Ahn, S.R., and Kim S.J. 2017. Assessment of watershed health, vulnerability and resilience for determining protection and restoration Priorities. *Environmental Modelling & Software*.
2. Alilou, H., Rahmati, O., Singh, V. P., Choubin, B., Pradhan, B., Keesstrag, S., Ghiasi, S.S., and Sadeghi, S.H.R. 2019. Evaluation of watershed health using Fuzzy-ANP approach considering geo-environmental and topo-hydrological criteria. *Journal of environmental management*. Feb 15; 232:22-36.
3. Alvandi, E., and Sadoddin, A. 2019. Developing a Web-Based Integrated Bayesian Decision Support System for Environmental Problems in a Semi-Arid Watershed. *Vahed berdi, developing a Web-Based*

- Junchompoo, Ch., and Hines, H. 2016. How the DPSIR framework can be used for structuring problems and facilitating empirical research in coastal systems, *Environmental Science and Policy*. 56: 110-119.
18. Lu, Y., Wang, R., Zhang, Y., Su, H., Wang, P., Jenkins, A., Ferrier, R.C., Bailey, M., and Squire, G. 2015. Ecosystem health towards sustainability. *Ecosystem Health and Sustainability*, 1 (1): 2.
19. Mallya, G., Hantush, M., and Govindaraju, R.S. 2018. Composite measures of watershed health from a water quality perspective. *Journal of Environmental Management*, 214:104-124.
20. Millennium Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 2005.
21. Mircholi, F., and Sadeghi, S.H.R. 2018. Comparative analysis of watershed health and sustainability concepts (Technical Note). *Journal of Water and Sustainable Development*, 5 (2): 163- 168.
22. Mtibaa, S., Hotta, N., and Irie, M. 2018. Analysis of the efficacy and cost-effectiveness of best management practices for controlling sediment yield: A case study of the Joumine watershed, Tunisia, *Science of the Total Environment*. 617:1-16.
23. Momenian, P., Nazarnejad, H., Miryaghoubzadeh, M., and Mostafazadeh, R. 2018. Assessment and Prioritizing of Subwatersheds Based on Watershed Health Scores (Case Study: Ghotorchay, Khoy, West Azerbaijan). *Journal of Watershed Management Research*, 9 (17): 1- 13.
24. Mosaffaie J., Salehpour Jam, A., Tabatabaei M.R. and Kousari M.R. 2021. Trend assessment of the watershed health based on DPSIR framework. *Land Use Policy*. 100.
25. Murray-Rust, H., Sally, H., Salemi, H. R., and Mamanpoush, A. 2000. An overview of the hydrology of the Zayandeh Rud basin". Iran-IWMI Collaborative Research Project, Research Paper no.3.
26. Ranjan, P., Singh, A., Tomer, M., Lewandowski, A. and Prokopy, L. 2019. Lessons learned from using a decision-support tool for precision placement of conservation practices in six agricultural watersheds in the U.S. Midwest. *Journal of Environmental R.V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., and Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature*. 387: 253-260.
7. Environment Protection Agency. 2012. Identifying and protecting Healthy Watersheds. EPA 841-B- 11-11-002.
8. EPA, 2014. Wisconsin integrated assessment of watershed health. 111 p. available at: [http:// www. epa. gov/ healthy watersheds](http://www.epa.gov/healthywatersheds).
9. Guangwei, H. 2011. Long-term impacts of policy mismatch upon watershed health. *Journal of River Basin Management*, 9 (1): 79-84.
10. Hazbavi, Z., Jantiene, B., Nunes, J.P. Keesstra, S.D., and Sadeghi, S.H.R. 2018. Changeability of reliability, resilience and vulnerability indicators with respect to drought patterns. *Ecological Indicators* 87: 196-208.
11. Hazbavi, Z., Sadeghi, S.H.R. 2017. Watershed health characterization using reliability- resilience- vulnerability conceptual framework based on hydrological responses. *Land Degradation and Development* 28: 1528-1537.
12. Heal, G.M., Barbier, E.B., Boyle, K.J. Covich, A.P., Gloss, S.P., Hershner, C.H., Hoehn, J.P., Pringle, C.M., Polasky, S. 13. Segerso, K. and Schrader-Frechette, K. 2005. *Valuing Ecosystem Services. Toward Better Environmental Decision- Making*. The National Academies Press, Washington, D.C.
14. Jafari, A., Keivan-behjoui, F., and Mostafazadeh, R. 2017. Comparing the conditions of different ecosystem health components in Iiril watershed, Ardabil Province. *Desert Ecosystem Engineering Journal*. 6 (16): 81-92.
15. Jovanelly, T. J., Rodríguez-Montero, L., Sánchez-Gutiérrez, R., Mena-Rivera, L., and Thomas, D. 2020. Evaluating watershed health in Costa Rican national parks and protected areas. *Sustainable Water Resources Management*, 6 (5): 1-14.
16. Kragt, M.E. 2009. A beginner's guide to Bayesian network modeling for integrated catchment 773 management. *Landscape Logic*. Hobart, 22p.
17. Lewison, R., Rudd, M., Al-hayek, W., Baldwin, C., Beger, M., Lieske, S., Jones, Ch., Satumanatpan, S.,

33. Salemi, H. R., Mamanpoush, A., Miranzadeh, M., Akbari, M., Torabi, M., Toomanian, N., Murray-Rust, H., Droogers, P., Sally, H., and Gieske, A. 2000. Water management for sustainable irrigated agriculture in the Zayandeh Rud basin, Isfahan province, Iran". Iran-IWMI Collaborative Research Project, Research Paper no.1.
34. Sheikh, V., Sadoddin, A., Abdollahian, H., Zare, A., Asadi Nalivan, O., Alvandi, E., and Khosrvai, Gh. 2021. Analysis of potentials and limitations to attain an integrated management of watersheds (Case study: Goorsefid subwatershed of Hablrerud river basin). 17th Iranian Soil Science Congress and 4th National Conference on Farm Water Management. 18- 20 October, Karaj.
35. Tsai, Y.W., Lin, J.Y., and Chen, Y.C. 2021. Establishment of the watershed health indicators and health check of reservoirs. *Ecological Indicators*, 127, p.107779.
36. U.S. EPA. 2011. Healthy Watersheds Initiative-National Framework and Action Plan, EPA 814- R- 11-005, 28p.
37. Wang, B., Yu, F., Teng, Y., Cao, G., Zhao, D., and Zhao, M. 2022. A SEEC Model Based on the DPSIR Framework Approach for Watershed Ecological Security Risk Assessment: A Case Study in Northwest China. *Water*, 14(1): 106.
38. Xu, H., Windsor, M., Muste, M. and Demir, I. 2020. A web-based decision support system for collaborative mitigation of multiple water-related hazards using serious gaming. *Journal of Environmental Management*. 255:109887.
- Management. 239: 57-65.
27. Rolia, E., Sutjningsih, D., and Siswantining, T. 2021. Modeling Watershed Health Assessment for Five Watersheds in Lampung Province, Indonesia. *Advances in Sciences Technology, and Engineering Systems Journal*, 6: 1.
28. Sadeghi, S.H.R., and Hazbavi, Z. 2018. Adaptive watershed management based on health and sustainability assessment. Collection of articles of the Third National Conference on Soil Conservation and Watershed Management, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. 29 and 30 June 2018; 10 p.
29. Sadeghi, S.H.R., Hazbavi, Z., and Gholamalifard, M. 2018. Interactive impacts of climatic, hydrologic and anthropogenic activities on watershed health. *Science of the Total Environment*.
30. Sadeghi, S.H.R., Sadoddin, A., Asadi Nalivan., O. Hazbavi, Z., Zare, A., and Moayeri, M.h. 2020. Watershed health and sustainability (principles, approaches and assessment methods). Tarbiat Modares University Publications. 233 p.
31. Salamat, V., and Najafinejad, A. 2014. Prioritization and protection of healthy watersheds using a multi-criteria decision-making approach in Golestan province (Case study: a number of Gorganrood and Qarahu watersheds). National Conference on Water, Human, Earth, Isfahan <https://civilica.com/doc/319015>. Isfahan 6 September 2014, 10 p.
32. Salehian, S., and Manshizadeh, R. 2018. Analysis of changes in groundwater resources in relation to the instability of water resources in Zayandehrood basin. *Rainwater catchment systems*, 5 (17): 15-24.



Abstract

**Presenting the integrated management model based on ecosystem service indicators
in Zayandeh-roud watershed**Z. Karimi¹ and A. Talebi²

Received: 2022/07/10 Accepted: 2022/09/12

The watershed is composed of various ecosystems and is considered a unit for conducting integrated management studies. Integrated management works to ecosystem services improve by identifying destructive processes. Due to the double pressure on the ecosystem different and their destruction, experts and researchers are trying to provide an integrated management model for watershed health in order to preserve ecosystems. On the other hand, some of the pressures on the ecosystem are visible in the current situation. But there are a number of pressures that are emerging recently and their effects on the state of natural resources may take a long time to appear. Therefore, identifying these pressures and drivers and their effects is essential to provide optimal operational solutions. In this regard, in order to reduce the pressure and improve the conditions of Zayandeh-roud watershed, various plans and studies have been done. Zayandeh-roud watershed in the central region of Iran is one of the regions that has the problem of water instability. In fact, water stress and irreparable environmental damage to the Zayandeh-roud watershed and the country, endanger the health watershed and justifies the present study. Therefore, the present study seeks to health status improve of Zayandeh-roud watershed by explaining the general roadmap and reach an appropriate management decision. In fact, this model can be used as the core and basic model in the integrated management of watersheds. The proposed goals and solutions, determine the correct management way in Zayandeh-roud watershed. Also, the stakeholders can, according to preferences and existing conditions, actions and activities can be planned and implemented in a participatory manner.

Keywords: Integrated management model, Zayandeh-roud watershed, Ecosystem services, strategic, participatory approach, watershed health

1. Postdoctoral researcher, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Karimi.modares@gmail.com

2. Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies.