

اکوسیستم‌های سالم رودخانه‌ای و مدیریت منابع آب موثر واقع شود. بر اساس نتایج، ارزیابی سلامت جریان یک برنامه مکمل برای برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت آبخیز و استفاده از آن در تنظیم و تعدیل رژیم جریان و احیاء اکوسیستم رودخانه است.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم رودخانه، جریان رودخانه‌ای، سلامت جریان، شاخص‌های هیدرولوژیکی

مقدمه

رودخانه‌ها، سیستم‌های پیچیده و پویای اکوهیدرولوژیک هستند که به شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارند [۱۵]. امروزه فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی باعث تخریب شدید اکوسیستم‌های رودخانه‌ای شده است و احیا و حفاظت از رودخانه‌ها اهمیت ویژه‌ای پیدا نموده است [۲۱]. ارزیابی سلامت رودخانه، امکان حفظ، احیاء و بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع آب و خدمات اکوسیستم رودخانه‌ای را فراهم می‌نماید. بسیاری از فعالیت‌ها و خدمات اقتصادی و اجتماعی انسان وابسته به رودخانه‌ها هستند. ولی انسان تغییرات چشمگیری در رودخانه‌ها ایجاد کرده است. اینجا یک سؤال پیش می‌آید که آیا همه این تغییرات به این معناست که مردم سلامت رودخانه‌ها را تهدید می‌کنند؟ پاسخ این سؤال بستگی دارد که از چه کسی و با چه هدفی پرسیده شود. مثلاً برای آبیاری رودخانه‌هایی سالم‌اند که آب کافی برای آبیاری زمین‌ها داشته باشد، برای تولید نیروی برقابی رودخانه‌ای سالم است که آب کافی برای تولید برق داشته باشد. اما هر یک از این موارد، بخش کوچکی از یک تصویر جامع در مورد سلامت رودخانه است [۸]. رودخانه‌ها بسیاری از محصولات و خدمات مهم را از قبیل آب آشامیدنی، تولید برق، توزیع مواد مغذی، حفظ مواد آلی و زیستگاه برای بسیاری از گیاهان منحصربه‌فرد و حیوانات و فعالیت‌های تفریحی را فراهم می‌سازند [۹]. در دهه‌های گذشته تحولات اجتماعی-اقتصادی و افزایش جمعیت و توسعه مناطق مسکونی و شهری در حاشیه رودخانه‌ها باعث تخریب و افزایش آلودگی رودخانه‌ها در سراسر جهان شده است. آب منبع مهمی برای حیات انسان و جانداران، حفظ تنوع زیستی، حفظ اکوسیستم حاشیه رودخانه و حفظ حیات بر روی کره زمین است. در جهان تعداد کمی از رودخانه‌ها به صورت دست نخورده و بکر باقی مانده‌اند. عوامل مهم تهدیدکننده رودخانه‌ها

سلامت رودخانه، اهمیت و کاربردهای آن

سعید خروشی^۱، رئوف مصطفی زاده^{۲*}، اباذر اسمعیلی عوری^۳ و مجید رئوف^۴
 تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۲۵

چکیده

رودخانه‌ها اکوسیستم‌های پیچیده‌ای هستند که به دلیل استفاده‌های بیش از حد و افزایش رو به رشد جمعیت جهان در معرض تهدید قرار گرفته‌اند. با توجه به ارتباط نزدیک رودخانه‌ها و جوامع انسانی، اکوسیستم رودخانه‌ها نسبت به تنش‌ها و فعالیت انسانی آسیب‌پذیر شده و تغییرات زیادی در رودخانه ایجاد شده است. با این حال تخریب در اثر دخالت و فعالیت‌های انسان، باعث شده است که ارائه مؤثر و پایدار خدمات رودخانه‌ها (شامل آب شرب، تصفیه آب، انرژی برقابی، جذب مواد آلی، چرخه مواد غذایی، تفریح و زیستگاه گیاهان و جانوران) مختل گردد. برای مقابله با تأثیرات مخرب فعالیت‌های انسانی، ارزیابی و تعیین درجه سلامت رودخانه یکی از معیارهای اساسی مدنظر سازمان‌های مدیریت آب است. تعیین سلامت رودخانه می‌تواند به عنوان ابزاری در برآورد جریان زیست‌محیطی و کمی‌نمودن مقدار، زمان‌بندی و کیفیت جریان آب مورد نیاز برای استفاده‌های بشری و تداوم حیات اکوسیستم‌های رودخانه‌ای استفاده شود. هدف از مطالعه حاضر، تبیین مفهوم و اهمیت سلامت رودخانه و چهارچوب‌های نظری و کاربردی به عنوان یک رویکرد جدید در برنامه‌ریزی و استفاده از منابع آب سطحی است. در این راستا تعاریف، چهارچوب‌ها و گزیده‌ای از مطالعات انجام شده در این خصوص ارائه شده است. در نتیجه، ارزیابی سلامت رودخانه می‌تواند در دستیابی به رژیم و الگوی جریان تأمین‌کننده استفاده‌های انسانی و فرآیندهای ضروری برای حفظ

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
- ۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، نویسنده مسؤل.
Email: raoofmostafazadeh@yahoo.com
- ۳- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.
- ۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

شامل غنی‌سازی مواد غذایی، افزایش شوری، تجمع آفت‌کش‌ها، بارگذاری رسوب، استحصال آب، از دست دادن پوشش گیاهی جوامع حاشیه رودخانه، تخلیه پساب‌ها هستند [۱۶، ۲۰].

مفهوم سلامت رودخانه

تعریف سلامت رودخانه و ارزیابی وضعیت آن یک موضوع دشوار و پیچیده است، چون دربرگیرنده همه منافع و مفهوم‌های مختلف است و باید در زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی یا ارزش‌های زیست‌محیطی تعریف شده و یا به وسیله شاخص‌های بیولوژیکی، شیمیایی یا فیزیکی مورد ارزیابی قرار گیرد. علاوه بر این، سلامت رودخانه از اهداف اجتماعی، سیاسی و علمی نیز متأثر است که تعریف و اندازه‌گیری آن را کاملاً پیچیده می‌نماید [۱۵]. معنی واژه‌ی "سلامت" به‌عنوان وضعیت، تندرستی، سرزندگی و یا موفقیت است، به عبارتی واژه سلامت یک اختصار برای یک شرایط خوب است. سلامت رودخانه‌ها یک توصیف از شرایط حیات آن و همچنین یک ارزیابی گسترده از عملکردهای رودخانه‌ها و ارتباط آن با جوامع انسانی است [۲۶]. در ابتدا اصطلاح سلامت رودخانه در کنترل آلودگی آب ایالت متحده (قانون آب پاک^۱) در سال ۱۹۷۲ پیشنهاد شد [۹]. هدف این قانون بازگرداندن و حفظ وضعیت شیمیایی، فیزیکی و یکپارچگی^۲ آب بود که به معنی حفظ ساختار طبیعی و عملکرد اکوسیستم است. بر اساس قانون آب پاک بسیاری از محققان سلامت رودخانه را به‌عنوان حفظ یکپارچگی اکوسیستم رودخانه در نظر گرفته‌اند [۱۰].

تعاریف

اصطلاح سلامت رودخانه یک مفهوم گسترده است و توصیف آن در یک اصطلاح دقیق علمی دشوار است و محققان مفاهیم مختلفی درباره سلامت رودخانه ارائه داده‌اند [۷]. در سال ۱۹۹۷ میر [۱۰]، سلامت رودخانه را این‌چنین تعریف می‌کند که رودخانه سالم، اکوسیستمی پایدار و انعطاف‌پذیر است که ساختار و عملکردهای زیست‌محیطی را در طول زمان حفظ کند درحالی‌که بتواند به‌طور مداوم نیازها و انتظارات اجتماعی را نیز برطرف سازد. بر اساس بر تعریف نوریس [۱۱]، رودخانه سالم اکوسیستمی است که یکپارچگی بیولوژیکی و پایداری داشته باشد. سلامت رودخانه برابر با یکپارچگی هیدرولوژیک، یکپارچگی اکولوژیکی، شرایط زیستگاهی و پارامترهای شیمیایی است [۱]. و وگتوین [۲۴]، سلامت رودخانه را تبیین توانایی یک رودخانه در حفظ عملکرد اکولوژیکی آن بر اساس ساختار خود و توانایی رفع نیازهای اقتصادی مطابق با شرایط اجتماعی جامعه تعریف می‌کند. دونگ [۵]، بیان می‌کند که سلامت رودخانه یک اصطلاح دقیق علمی نیست اما یک ابزار در مدیریت رودخانه است. ژیانویان [۲۶]، سلامت رودخانه را یک توصیف

از شرایط رودخانه با ویژگی‌های اجتماعی است تعریف می‌کند و نیز استاندارد سلامت رودخانه در زمینه‌های مختلف منعکس‌کننده واقعیت اجتماعی است.

عملکردهای رودخانه

عملکردهای رودخانه^۳ شامل دو نوع عملکرد اصلی اجتماعی و عملکرد طبیعی است. عملکردهای اجتماعی رودخانه منعکس‌کننده تامین سیستم‌های اجتماعی-اقتصادی (شامل جنبه‌های زیبایی‌شناختی، تفریحی و تامین آب شرب) است و هدف اصلی آن حفاظت از تداوم حیات سالم رودخانه‌هاست. عملکرد طبیعی رودخانه‌ها تضمین‌کننده‌ی کارکردهای اکوسیستم رودخانه‌هاست که در نهایت بر توسعه پایدار جامعه و اقتصاد تأثیر می‌گذارد. داشتن هر دو عملکرد طبیعی و اجتماعی به‌طور هم‌زمان شاخص اساسی از سلامت رودخانه است [۲۶]. دبی رودخانه از مهم‌ترین ویژگی‌های هیدرولوژیکی رودخانه‌هاست و تأثیر مستقیم و غیرمستقیمی در سلامت اکوسیستم دارد درحالی‌که دبی رودخانه به‌طور مستقیم نیازهای زیستی گونه‌های گیاهی و جانوری رودخانه را تامین می‌کند، به‌طور غیرمستقیم نیز کیفیت فیزیکی و شیمیایی کیفیت آب را تغییر می‌دهد [۲۸].

اسکافیلد و همکاران [۲۰]، به ارزیابی سلامت رودخانه با استفاده از برنامه پیش‌بینی و طبقه‌بندی بی‌مهرگان رودخانه (RIVPACS) تحت برنامه سلامت ملی رودخانه^۴ پرداختند. نوریس و توماس [۱۱]، با ارزیابی مفهوم سلامت رودخانه به این نتایج دست یافتند که علائم و شاخص‌های سلامت می‌تواند شامل متغیرهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی باشد. کار [۸]، مفهوم و اندازه‌گیری سلامت رودخانه را بررسی کرده و بیان نمود که موفقیت در حفظ سلامت رودخانه بستگی به مدل‌های واقعی از تعامل میان خصوصیات آبخیز، رودخانه‌ها و فعالیت‌های انسانی دارد و پایش بیولوژیکی در نقاط مختلف رودخانه ارزیابی جامع‌تری از شرایط و سلامت رودخانه فراهم می‌کند. وی اشاره نمود که شاخص‌های بیولوژیکی معیارهای مهمی در توصیف شرایط و سلامت رودخانه، تشخیص دلایل تخریب و پیشنهاد برنامه‌های احیا و توسعه رودخانه هستند.

شاخص‌های سلامت رودخانه زرد چین با استفاده از شاخص‌های سلامت رودخانه، شامل جریان حداقل، ظرفیت دبی جریان حداکثر، شیب عرضی سیلاب‌دشت‌ها، درجه کیفیت آب، مناطق تالاب‌ها، اکوسیستم آب و ظرفیت ذخیره آب با استفاده از داده‌های هیدرولوژیکی و مشاهداتی دوره آماری ۲۰۰۴-۱۹۵۶ توسط ژیانویان و همکاران [۲۶] ارزیابی شد و به این نتیجه رسیدند با بهبود سلامت رودخانه زرد و بهبود توسعه اجتماعی و اقتصادی، تضاد اساسی رودخانه تغییر خواهد کرد. در بررسی مفهوم و سیستم شاخص‌های

3- River Functions-1

4- River Invertebrate Prediction and Classification Scheme

5- National River Health Program

1-Clean Water Act

2- Integrity

ارزیابی سلامت رودخانه گو و همکاران [۷] به این نتیجه دست یافتند که ارزیابی سیستم شاخص‌ها با بسیاری از زمینه‌ها در ارتباط است و رابطه پیچیده‌ای بین حفظ عملکردهای طبیعی و عملکردهای اجتماعی در اکوسیستم رودخانه دارد.

تیلور و همکاران [۲۲]، در پژوهشی که در رودخانه‌های می‌سی‌سی‌پی و مینوری و اوهایو برای شاخص‌های شرایط هیدرولوژیکی و زیستگاه انجام دادند بیان کردند که الگوی هیدرولوژیکی جریان رودخانه توسط توالی سد و احداث آن‌ها تغییر داده شده است. پیتو و ماهشواری [۱۴]، با ارائه‌ی یک چارچوب برای ارزیابی سلامت رودخانه در چشم‌اندازهای حومه شهری به توسعه ابزاری برای ارزیابی خطر در ارتباط با سلامت رودخانه برای فعالیت‌های تفریحی و رشد جلبک با استفاده از سه شاخص کلیدی پرداخته‌اند. وزنیک و همکاران [۲۵]، با ارائه‌ی انتخاب پارامترهای مدل اکوهیدرولوژیکی برای ارزیابی سلامت رودخانه، شاخص‌های هیدرولوژیکی را در به پنج بخش از رژیم جریان رودخانه شامل بزرگی، فراوانی، تداوم، زمان‌بندی و نرخ تغییرات جریان تقسیم‌بندی نمودند. ایشان از داده‌های جریان روزانه سال آبی ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۹ برای کار خود استفاده کردند و هر بخش را بر اساس نوع جریان در سه طبقه متوسط، کم و زیاد کلاسه‌بندی نمودند. سانچز و همکاران [۹]، جهت ایجاد ارتباط میان سلامت جریان در مقیاس حوزه و شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی با خوشه‌های فضایی و مدل‌سازی معادله ساختاری بر رودخانه حوزه آبخیز ساقیناو در میشیگان برای توصیف روابط بین شاخص‌های سلامت جریان و اقدامات اجتماعی اقتصادی جوامع از روش دسته‌بندی مکانی در ترکیب با مدل معادلات ساختاری استفاده کردند. ایشان نتیجه گرفتند که ترکیب خوشه‌بندی و معادلات ساختاری، توان پیش‌بینی مدل را بهبود بخشیده است. در مجموع بر اساس سوابق تحقیق می‌توان گفت که ارزیابی سلامت رودخانه از مواردی است که می‌تواند در تعیین استراتژی‌های احیا رودخانه‌ها و نیز بهره‌برداری بهینه از منابع آب سطحی مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا شاخص‌های هیدرولوژیک معیار مناسبی برای تعیین وضعیت و میزان تغییرات جریان متاثر از فعالیت‌های انسانی است.

روش مطالعه

این مطالعه بر اساس مرور مطالعات انجام گرفته در زمینه سلامت رودخانه می‌باشد. لذا با مطالعه و استفاده از مقالات در زمینه سلامت رودخانه و شاخص‌های هیدرولوژیکی مربوط به سلامت جریان، سعی شده است که ابعاد مختلف ارزیابی سلامت رودخانه، رویکردهای مورد استفاده، شاخص‌های ارزیابی و تجارب سایر کشورها در این زمینه ارائه گردد. در ادامه شاخص‌های هیدرولوژیک مورد استفاده در ارزیابی سلامت رودخانه مورد تاکید قرار گرفته است.

شاخص‌های مؤثر در ارزیابی سلامت رودخانه

از عوامل مؤثر بر سلامت رودخانه می‌توان به کاهش بارندگی، تغییرات کاربری اراضی، انحراف جریان آب و تغییر الگو و پیوستگی جریان اشاره نمود [۳]. در جدول (۱) شاخص‌های مربوط به ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه آورده شده است.

معیارهای هیدرولوژیک مورد استفاده در ارزیابی سلامت رودخانه در زیر ارائه شده است [۱۳].

گروه ۱: مقدار دبی ماهانه جریان

قابلیت پیش‌بینی و یا پایداری جریان از فرمول $(C/(C+M))$ به‌دست می‌آید. مقدار این شاخص بین ۰-۱ در تغییر است و در آن مقدار C بیانگر پایداری زمانی و مقدار M نشان دهنده احتمال دوره‌ای بودن جریان است. پایداری جریان توسط مقادیر C و M به ترتیب در رودخانه‌هایی با دبی ثابت و متغیر کاربرد دارند [۱۲].

گروه ۲: مدت زمان و قابلیت پیش‌بینی سالانه دبی حداکثر و حداقل

در این دسته از شاخص‌ها، مقادیر شاخص آب پایه در بازه‌های زمانی ۷ و ۳۰ روز برای دبی‌های حداقل و حداکثر جریان رودخانه‌ای در نظر گرفته می‌شود. به‌عبارتی در این شاخص‌ها بر تداوم دبی‌های حداقل و شاخص‌های منتج از منحنی تداوم جریان تاکید دارند که علاوه بر موارد مذکور می‌توان به شاخص Q95 نیز اشاره نمود [۲]، [۱۸]. تداوم دبی‌های سیلابی و نیز فاصله بین وقوع سیل‌ها نیز از شاخص‌هایی تعیین‌کننده مدت دبی‌های حداکثر است.

گروه ۳: تغییرات زمانی دبی‌های حدی کم و زیاد در مقیاس زمانی سالانه

در محاسبه این شاخص، متوسط مقادیر ضریب تغییرات دبی‌های یک روزه حداکثر و حداقل در طول یک سال در رخدادهای حدی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۸]. در این دسته از شاخص‌ها خصوصیات جریان‌های حدی با احتمال و فراوانی وقوع پایین در ارزیابی تغییرات استفاده می‌گردد. هم‌چنین شاخص‌هایی مانند تعداد روزهایی بدون جریان رودخانه‌ای و هم‌چنین تداوم دبی‌های حداقل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گروه ۴: فراوانی، تداوم و قابلیت پیش‌بینی دبی‌های زیاد و کم وقایع

در این دسته از شاخص‌ها متوسط وقایع دبی کم در هر سال، میانه تداوم دبی‌های جریان، ضریب تغییرات تعداد رخدادهای حداکثر در طول هر سال و ضریب تغییرات دبی‌های حداکثر در مواقع سیلابی مورد محاسبه قرار می‌گیرد که در آن مقادیر متوسط شاخص‌های جریان در ارزیابی خصوصیات هیدرولوژیک استفاده می‌گردد [۱۳]، [۱۷].

گروه ۵: شدت و فراوانی تغییرات در حجم دبی

در این دسته از شاخص‌ها، متوسط تعداد سالانه تغییر وقایع از حالت دبی صعودی به نزولی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. هم‌چنین ضریب پراکندگی شدت افزایش دبی (صعود) در رخدادهای سیلابی

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه [۷]

مؤلفه	شاخص	توضیحات
محیط زیست رودخانه	نسبت تنظیم جریان زیست محیطی	نسبت جریان زیست محیط واقعی به جریان زیست محیطی محاسباتی
	نسبت استاندارد کیفیت آب	طول رودخانه دارای دامنه استاندارد کیفیت آب به طول رودخانه
	نسبت هدر رفت آب و خاک	نسبت هدر رفت آب و خاک به مساحت کل
شرایط فیزیکی	نسبت خود پالائی آب	مساحت تامین کننده عملکردهای آب به مساحت کل بدنه‌های آبی
	پیوستگی عرض رودخانه	نسبت حجم کل ذخیره جریان به متوسط رواناب سالانه رودخانه
	پیوستگی جانبی	نسبت مساحت مستغرق سیلابی به مساحت مستغرق جریان طبیعی
منطقه حاشیه رودخانه	پوشش حاشیه رودخانه	نسبت مساحت پوشش گیاهی به کل مساحت حاشیه رودخانه
	شاخص‌های تنوع سیمای سرزمین	
حیات آبریان	نسبت مساحت آب‌ها و تالاب‌ها	نسبت مساحت اکوسیستم‌های آبی و تالاب‌ها به کل مساحت حوزه آبخیز
	شاخص جامعه زیستی ماهی	گونه‌های ماهی شاخص
	شرایط بقاء گونه‌های نادر آبرزی	تعداد گونه‌های نادر آبرزی
عملکردهای اقتصادی-اجتماعی	نسبت سازه‌های مهندسی کنترل سیلاب	نسبت تعداد سازه‌های کنترل سیل موثر به کل سازه‌ها
	نسبت استفاده از منابع آب	نسبت ظرفیت استفاده از منابع آب به ظرفیت کل
	استفاده از آب به ازای تولید ناخالص داخلی	نسبت کمیت آب به تولید ناخالص داخلی
عملکردهای اقتصادی-اجتماعی	نسبت تضمین آب آشامیدنی سالم	نسبت تعداد روزها با آب سالم (فاقد کلیرم، کدوری کمتر از ۵NUT، رنگ کمتر از ۱۵NUT، فاقد بو و pH بین ۵/۶-۸/۵) به کل روزهای سال
	نسبت تضمین تولید آب	نسبت تولید آب به تقاضای آب
	نسبت بهره‌برداری برقابی	ظرفیت احداث بهره‌برداری برقابی به کل ظرفیت احداث
عملکردهای اقتصادی-اجتماعی	نسبت تامین فعالیت‌های کشتیرانی	نسبت روزهای بدون امکان کشتیرانی به کل روزهای سال

جریان ماهانه^۵ (LM)، تداوم حداکثر جریان^۶ (PH)، تداوم حداقل جریان^۷ (PL)، تداوم جریان خیلی کم^۸ (PVL)، تغییرات فصلی بودن جریان^۹ (SFS) و دامنه جریان سیلابی^{۱۰} (FFI) است که در تحقیقات مرتبط با ارزیابی سلامت جریان نیز مورد استفاده قرار گرفته است [۶، ۱۲، ۱۳، ۱۸ و ۲۳]. زیر معیارهای شاخص سلامت جریان بر اساس خصوصیات جریان ماهانه، در دوره‌های پر آبی و کم آبی،

مد نظر قرار می‌گیرد [۱۸، ۱۳، ۲۳]. در محاسبه شاخص‌های این گروه از روش‌هایی مانند تحلیل نقاط تغییر^۱ (CPA)، برای تعیین تعداد نقاط تغییر معنی‌داری در سری‌های زمانی استفاده می‌گردد. بر اساس رویکرد ارائه شده توسط مرکز بین‌المللی آب، سلامت جریان دارای ۹ زیر شاخص هیدرولوژیک، شامل حداکثر جریان^۲ (HF)، حداقل جریان^۳ (LF)، حداکثر جریان ماهانه^۴ (HM)، حداقل

- 5- Lowest Monthly
- 6- Persistently Higher
- 7- Persistently Lower
- 8- Persistently Very Lower
- 9- Seasonality Flow Shift
- 10- Flow Flood Interval

- 1- Change Point Analysis
- 2- High Flow
- 3- Low Flow
- 4- Highest Monthly

مقادیر حداکثر و حداقل جریان، توالی دوره‌های خشک و مرطوب جریان و خصوصیات فصلی بودن جریان و نیز تداوم فواصل میان دوره‌های سیلابی محاسبه می‌شوند که مفهومی مرتبط با سلامت اکولوژیکی است.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

در مجموع هدف اصلی ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه می‌تواند چهار هدف مهم حفظ یکپارچگی، ارزش‌های زیبایی شناختی، تعادل رژیم جریان و توانایی ارائه خدمات اکوسیستمی را در بر داشته باشد. نظریه‌های سلامت رودخانه در آمریکا، استرالیا، انگلستان، کانادا و آفریقای جنوبی توسعه یافته است [۲۷]. ارزیابی سلامت رودخانه از اهداف مهم مدیریت رودخانه است و امکان تبیین استراتژی‌های مدیریت، حفظ، احیاء و بهره‌برداری از اکوسیستم رودخانه را فراهم می‌نماید. بنابراین، معیارهای شاخص سلامت رودخانه باید بر اساس اطلاعات به‌روز محاسبه شوند. تعریف ساده تحت چهار موضوع اصلی یکپارچگی، جاذبه بصری، تعادل هیدرولوژیکی و توانایی رودخانه در رفع نیازهای جوامع پدید آمده است و هم‌چنین کلمات مورد استفاده برای توصیف سلامت رودخانه مرتبط با پنج توصیف کلیدی: اشیای نامطلوب شناور، تأثیر فعالیت‌های گسترده انسان، گیاهان^۱ و حیوانات^۲ یک ناحیه و تنوع زیستی است. هنگامی که شاخص‌های سلامت رودخانه اندازه‌گیری می‌شوند باید به‌گونه‌ای تفسیر و تحلیل شوند که امکان مقایسه سیستم‌های پایش و مقایسه‌ی درجه پایداری سیستم‌های رودخانه‌ای را فراهم می‌نماید. طبقه‌بندی سلامت رودخانه (برای اهداف استاندارد) استفاده می‌شود که در آن هر یک از دسته‌بندی‌های سلامت رودخانه با یک سطح از سلامت اکوسیستم وابسته است. در مجموع، شاخص‌های ارزیابی سلامت هیدرولوژیک رودخانه باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که قابلیت کمی نمودن پدیده‌های هیدرولوژیک را داشته باشد، نتایج قابل تفسیر ارائه نماید و نیز به تغییرات انسانی و طبیعی ایجاد شده در شرایط رودخانه حساسیت بالایی داشته باشد و در همه مناطق جغرافیایی قابل اندازه‌گیری باشد. با توجه به این که رودخانه‌ها مزایای بسیار زیادی دارند و بسیاری از فعالیت‌های انسان به رودخانه‌ها وابسته است و چون در دهه‌های گذشته تغییرات زیادی در رودخانه‌ها ایجاد شده است لذا تحلیل و ارزیابی سلامت رودخانه‌ها در مدیریت منابع آب ضروری است. شاخص‌های هیدرولوژیک از متغیرهای اصلی در پایش سلامت رودخانه‌ها و تعیین آشفستگی در سیستم رودخانه‌ای و اثر آن بر خصوصیات جریان هستند. تغییر شرایط هیدرولوژی رودخانه اغلب توسط تنظیم جریان توسط سدها و یا برداشت از آب‌های سطحی و یا ترکیبی از آنها ایجاد می‌گردد. احداث سدها از عوامل اصلی تغییر حجم و یا تغییر زمان‌بندی در نوسانات جریان رودخانه‌ای است. در مجموع می‌توان گفت که شاخص‌های ارزیابی

1- Flora
2- Fauna

سلامت رودخانه شامل ابعاد مختلف بیوفیزیکی در رشته‌های گوناگون با روابط درونی پیچیده است. بنابراین، باید در مطالعات سلامت رودخانه مواردی همچون انتخاب شاخص مناسب، تعیین دامنه استاندارد، انتخاب مقیاس زمانی و مکانی ارزیابی مد نظر قرار گیرد. هم‌چنین می‌توان با تعیین سلامت رودخانه، امکان استفاده از آن در طرح‌های مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و احیاء آبخیزها را فراهم نمود. با توجه به وجود خلأ مطالعاتی در زمینه سلامت آبخیز و سلامت رودخانه می‌توان زمینه انجام چنین مطالعاتی را در کشور متناسب با داده‌های موجود، شرایط حوزه‌های آبخیز و اهداف مرتبط با مدیریت حوزه‌های آبخیز را فراهم نمود.

منابع

- 1- An, K. G., Park, S. S., Shin, J. Y. 2002. An evaluation of a river health using the index of biological integrity along with relations to chemical and habitat conditions. *Environment International* 28: 411-420.
- 2- Baker, D. B., Richards, R. P., Loftus, T. T., Kramer, J. W. 2004. A new flashiness index: characteristics and applications in Midwestern rivers and streams. *J. Am. Water Res. Assoc.* 40, 503-522.
- 3- Bowmer, K. H. 2011. Quality and quantity as a feature of agricultural land management system. *Water Resource Protection in Australia*, Eh Graham Center Monograph No.2. Ed EH Clayton and HM Burs, Eh Graham Center for Agriculture Innovation Wagga Wagga, NSW. Available at: <http://www.csu.edu.au/research/grahamcentre/>
- 4- Claassen, M. 2007. The South African river health programme. CSIR Natural Resources and the Environment. www.csir.co.za.
- 5- Dong, Zh. 2005 River health connotation. *China water resources* 4:15-18.
- 6- Gippel, C. J., Marsh, N., and Grice, T. 2012. Flow Health - Software to assess the deviation of river flows from reference and to design a monthly environmental flow regime. Technical Manual and User Guide, Version 2.0. ACEDP Australia-China Environment Development Partnership, River Health and Environmental Flow in China. International Water Centre, Brisbane, Fluvial Systems Pty Ltd, Stockton, and Yorlb Pty Ltd, Brisbane, September.
- 7- Guo, W., Xia, Z., and Wang, H. 2008. Connotation and evaluation indicators system of river

socioeconomic indicators with spatial clustering and structural equation modeling. *Environmental Modelling & Software* 70: 113-127.

20- Schofield, N. J., Davies, P. E. 1996. Measuring the health of our rivers. *Water*, vol. May/June, pp. 39-43.

21- Song, J., Cheng, D., Li, Q., He, X., Long, Y., and Zhang, B. 2015. An Evaluation of River Health for the Weihe River in Shaanxi Province, China. *Advances in Meteorology*. 1-13.

22- Taylor, D. L., Bolgrien, D. W., Angradi, T. R., Pearson, M. S., and Hill, B. H. 2013. Habitat and hydrology condition indices for the upper Mississippi, Missouri and Ohio rivers. *Ecological Indicators* 29:111-124.

23- USGS, 2000. Abundance of age-0-fishes correlated with hydrologic indicators. 2000.U.S. Geological Survey, Upper Midwest Environmental Sciences Center, La Crosse, WI. Project Status Report 2000-03.

24- Vugteveen P., Leuven R.S., Huijbregts M.A., (2006). Redefinition and elaboration of river ecosystem health: perspective for river management. *Hydrobiologia* 565:289-308

25- Wozniki, S. A., Nejadhashemi, A. P., Ross, D. M., Zhang, Z., Wang, L., Esfahani, A. 2015. Ecohydrological model parameter selection for stream health evaluation. *Science of the Total Environment* 511: 341-353.

26- Xiaoyan, L., Yuanfeng, Z., and Jianzhong, Z. 2006. Healthy Yellow River's essence and indicators. *J Geographical Sciences* 16 (3): 259-270.

27- Yanwei, Z and Zhifeng, Y. 2005. River health:concept, assessment method and direction. *Scientia Geographica Sinica* 25:119-124.

28- Yazdian, H., Jaafarzadeh, N., and Zahrai, B. 2014. Relationship between benthic macroinvertebrate bio-indices and physicochemical parameters of water: atools for water resources manager. *Journal of Environmental Health Sciences & Engineering*, 12:30.

health. Proceedings of 16th IAHR-APD Congress and 3rd Symposium of IAHR-ISHS.

8- Karr, J. R. 1999. Defining and measuring river health. Blackwell Science Ltd, *Freshwater Biology*, 41:221-234.

9- Karr, J. R., Chu, E. W. 2000. Sustaining living rivers. *Hydrobiologia* 422/423:1-14

10- Meyer, J. L. 1997. Stream health: incorporating the human dimension to advance stream ecology. *The North American Benthological Society* 16: 439-447.

11- Norris, R. H., and Thomas, M. S. 1999. What is river health?. Blackwell Science Ltd, *Freshwater Biology*, 41:197-209.

12- Pegg, M. A., and Pierce, C. L., 2002. Fish community structure in the Missouri and lower Yellowstone Rivers in relation to flow characteristics. *Hydrobiologia* 479:155-167.

13- Pegg, M.A., Pierce, C.L., 2002. Fish community structure in the Missouri and lower Yellowstone Rivers in relation to flow characteristics. *Hydrobiologia* 479: 155-167.

14- Pinto, U., Maheshwari, B. L. 2014. A framework for assessing river haelth in peri-urban lanscapes. *Ecohydrology & Hydrobiology* 14:121-131.

15- Pinto, U., Maheshwari, B. L., Sherestha, S., Morris, C. 2012. Understanding the meaning of river health for a community: perspectives from the peri-urban region of the Hawkesbury-Nepean catchment, Australia. *Water Policy* 766-783.

16- Poff, L. N., Allan, D. J., Bain, B. M. 1997. The natural flow regime, a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience*. 47:769-784.

17- Richter, B. D., Baumgartner, J. V., Braun, D. P., and Powell, J. 1998. A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. *Regul. River: Research Management*. 14: 329-340.

18- Richter, B. D., Baumgartner, J. V., Powell, J., and Braun, D. P. 1996. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology*. 10: 1163-1174.

19- Sanchez, G. M., Nejadhashemi, P. A., Zhang, Z., Pyatt, M. S., Habron, G., and Shortridge, A. 2015. Linking watershed-scale stream health and

*Abstract***River health, importance and applications**S. Khorrooshi¹, R. Mostafazadeh^{*2}, A. Esmaliouri³ and M. Raoof⁴

Received: 2015/08/10 Accepted: 2016/08/15

Rivers are complex ecosystems that severely damaged, or even destroyed due to overexploitation and increasing population growth. Close relationship of rivers and human societies along with socio-economic developments have led to degradation and considerable changes in river ecosystems. However, providing critical goods and services, including drinking water, water purification, power generation, organic matter retention, nutrient recycling, recreational activities and habitat for many unique plants and animals have been impaired due to man-made disturbances. The assessment and measurement of river condition and health is one of the main preventing tools of water management organizations. Also, the concept of river health can be used as a tool to estimate the rate of environmental flows to quantifying quantity, timing, and quality of water flows essential to sustain freshwater and aquatic ecosystems and depending human livelihoods and well being. This study aims to explain the concept and importance of river health along with practical theoretic and practical methods as a new approach in planning and utilization of surface water resources. In this regard, different available definitions, frameworks and selected studies have been presented. Therefore, implementation of river health assessment can leads to achieve a flow regime, or pattern, that provides human uses and essential processes required to support healthy river ecosystems and management of water resources. According to the literature reviewe, river health assessment served as a complementary programme in watershed planning/management and regulation and adjustment of river flow regime to maintain riverine ecosystems.

Keywords: *River ecosystems, River flow, River health, Hydrologic indices*

2. M.Sc student in Watershed Management, Dept. of Watershed Management, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

1. Assistant Professor, Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, corresponding author: raoofmostafazadeh@yahoo.com

3. Associate Professor, Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

4. Assistant Professor, Dept. of Water Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.