

مقدمه

مدیریت سازگار آبخیز

زهره ابراهیمی گت کش^۱ و سید حمیدرضا صادقی^{۲*}
 تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۶

چکیده

عدم مدیریت پایدار منابع طبیعی یکی از چالش‌های اساسی پیش‌روی جوامع و دولت‌هاست و می‌بایست در آینده به‌طور جدی‌تر به آن پرداخته شود. از این‌رو مدیریت مؤثر طبیعت و محیط زیست نیازمند ساختار منسجم و مبتنی بر دانش و اطلاعات کافی و قابل اعتماد و به‌روز بوده و مدیریت سازگار نقطه عطفی برای دستیابی به مدیریت پایدار منابع می‌باشد. با وجود این تاکنون عملکرد کاربست مدیریت سازگار در مقیاس حوزه آبخیز مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا در این مقاله چرخه مدیریت سازگار آبخیز در قالب شناسایی مشکل، طراحی، اجرای اقدامات، پایش عملکرد، ارزیابی شرایط بوم‌سازگان و در نهایت اصلاح و تنظیم با هدف تهیه مدل مفهومی کاربست مدیریت سازگار و نهایتاً مقایسه نتایج آن با رویکردهای جاری و مرسوم مدیریت آبخیز تشریح شده است. برای این منظور جزئیات مفهومی هر یک از مراحل چرخه مدیریت سازگار با استفاده از اصول و استانداردهای علمی مترتب بر هر بخش و مبتنی بر ارزیابی سلامت آبخیز، شناخت راه‌کار مناسب، پیش‌بینی روش‌های اجرایی کم‌پایامد و بهترین اقدامات مدیریتی و نهایتاً ارزیابی عملکرد آن‌ها در مقایسه با روش‌های مرسوم مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: آمایش توسعه آبخیز، سلامت و پایداری آبخیز، عملکرد اقدامات آبخیزداری، مدیریت جامع آبخیز.

اهمیت خاک، آب و منابع طبیعی به‌عنوان بستر و عوامل تولید مقبولیت عام و خدشه‌ناپذیری در کلیه جوامع پیشرفته و در حال توسعه پیدا نموده است. اما نحوه استفاده مناسب و اعمال مدیریت صحیح بر این منابع، در همه جای جهان یکسان نیست و در برخی از کشورها، سیر قهقراپی منابع حیاتی به‌دلایل انسانی و یا طبیعی، اتفاق افتاده است. هم‌چنین در طول قرن اخیر سیمای حوزه‌های آبخیز کشور به‌طور مستمر دست‌خوش تحولات وسیعی در تمامی ابعاد اعم از اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی بوده است. این دگرگونی‌ها با افزایش تراکم جمعیت انسانی و دامی توأم بوده است که بهره‌برداری غیراصولی و تغییر کاربری را در پی داشته است. از جمله عواقب این تغییر و تحولات می‌توان به تشدید فرسایش خاک، افزایش فراوانی و بزرگی سیل و متعاقباً خسارت ناشی از آن اشاره نمود. از طرفی روش‌های نظام‌مند و منسجمی برای کاهش خطرات و مهار مقوله‌های مطرح شده در دستور کار مراکز متولی قرار نگرفته است و در چارچوب‌های قانونی و سازمانی کنونی هیچ نشانه‌ای از مدیریت سازگار^۳ به‌صورت اجرایی در حوزه‌های آبخیز دیده نمی‌شود. علاوه بر این، برنامه‌های موجود معمولاً مستقل اجرا شده و در بطن یک هدف کلی‌تر یعنی مدیریت سازگار به‌کار گرفته نمی‌شوند [۲۴].

مدیریت سازگار یک فرآیند نظام‌مند است که برای بهبود اقدامات و سیاست‌های مدیریت منابع تبیین شده است. مدیریت سازگار هر چند از روش‌های سنتی الهام می‌گیرد اما منجر به راه‌حل‌های معنی‌دار و پایداری بوم‌سازگان^۴ می‌شود [۳۶]. از ویژگی‌های این نوع مدیریت، نظام‌مند و هدف‌مند بودن، یادگیری در حین انجام کار^۵ و شناسایی عدم قطعیت‌های^۶ موجود در روش مدیریتی اتخاذ شده حتی در صورت مواجهه با شکست می‌باشد [۳۶، ۹، ۳]. در همین خصوص، سطوح مختلف عدم قطعیت در ارتباط با ضرورت مدیریت سازگار در جدول ۱ نشان داده شده است.

امروزه اکثر تصمیم‌سازان با عدم قطعیت‌های عمیق^۷ مواجه هستند؛ زیرا عدم قطعیت‌هایی را شامل می‌شوند که نمی‌توان با جمع‌آوری اطلاعات بیش‌تر، آن‌ها را کاهش داد. عدم قطعیت‌های عمیق بدین صورت تعریف می‌شوند که تصمیم‌گیران مدل‌های

3- Adaptive Managment
 4- Ecosystem Sustianbility
 5- Learning On Doing
 6- Uncertainties
 7- Deep Uncertainty

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس
 ۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس و رئیس انجمن آبخیزداری ایران، نویسنده مسئول
 Email: Sadeghi@modares.ac.ir

جدول ۱: سطوح مختلف عدم قطعیت [۴۲]

جهل کامل		دانش کامل	
سطح چهار	سطح سه	سطح دو	سطح یک
عدم قطعیت عمیق	عدم قطعیت آماری	نوع عدم قطعیت	سطوح عدم قطعیت
آینده نامعلوم	آینده‌های احتمالی	آینده‌های جایگزین	آینده واضح
مدل نامعلوم	مدل یکتای سامانه با پارامترهای احتمالی	مدل یکتای سامانه	مدل سامانه
خروجی‌های نامعلوم	محدوده‌ی مشخصی از خروجی‌ها	پیش‌بینی‌های متعدد نقطه‌ای با حاشیه‌های اطمینان	پیش‌بینی نقطه‌ای با حاشیه اطمینان برای هر خروجی
وزن‌های نامعلوم	محدوده مشخصی از وزن‌ها	مجموعه‌های متعدد برای وزن‌ها با درصد احتمال برای هر مجموعه	تخمین یکتا برای وزن‌ها
		وزن‌ها (ترجیحات ذی‌مدخلان)	

توصیف برهم‌کنش‌های متغیرها، توزیع احتمالی متغیرهای کلیدی و نوع خروجی‌های مورد نظر را نمی‌شناسند [۴۳].

مدیریت سازگار یک فرآیند آموزش محور^۱ است که عمده یافته‌های خود را از شرایط طبیعی حاکم بر سامانه‌ها الهام گرفته و به‌نوعی مؤثرترین روش برای مدیریت آبخیزهاست [۳]، زیرا فرآیندهای حاکم بر آن پیچیده و دارای عدم قطعیت‌های فراوان است. در واقع شالوده و عنصر اصلی مدیریت سازگار، یادگیری است. انواع مختلف یادگیری افزایشی^۲، تک حلقه‌ای^۳، یادگیری رویدادی^۴، دو حلقه‌ای^۵، تحولی^۶، سه حلقه‌ای^۷ و هم‌چنین تکاملی^۸ وجود دارد که تمامی آن‌ها در مدیریت آبخیز امری اجتناب‌ناپذیر است [۴] و البته به شکل‌های مختلف انجام می‌شود [۲۴]. نوع دیگر از یادگیری که ارتباط نزدیکی با مفاهیم مدیریت سازگار دارد، یادگیری اجتماعی است که پایه و اساس خود سازمان‌دهی در سامانه‌های سازگار را تشکیل می‌دهد [۲۸]. یادگیری اجتماعی به معنی تغییر در نگرش است که فراتر از سطح فردی رفته و از طریق تعاملات اجتماعی در واحدهای اجتماعی در واحدهای گسترده‌تر اجتماعی واقع می‌شود [۲۷]. سطوح مختلف یادگیری، مصادیق گوناگونی در سامانه‌های مدیریت حوزه‌های آبخیز دارند؛ برای مثال مدیریت سیل، ممکن است بر اساس اطلاعات حاصله از مدل‌های اقلیمی و پایش‌های^۹ صورت گرفته یکی از مصداق‌های یادگیری تک حلقه‌ای می‌باشد. یادگیری نوع دوم در این زمینه می‌تواند به‌صورت تغییر مکان سیل‌بندها و بازگردانی سیلاب‌دشت‌ها بوده و یادگیری

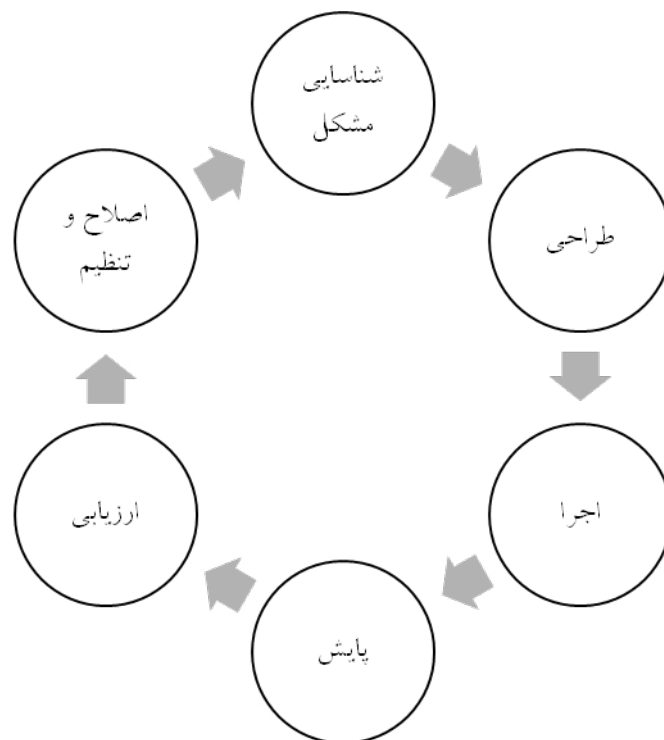
سه حلقه‌ای در زمینه مدیریت سیل، می‌تواند تغییر رویکرد به‌سوی مدیریت جامع حوزه آبخیز باشد.

این نوع مدیریت بر نیاز به تغییر با محیط‌زیست و یادگیری از انجام کار تاکید دارد و صرفاً با پایش تمام تغییرات شرایط محیط‌زیست قابلیت اجرایی پیدا خواهد کرد. طبق اظهارات هولینگ [۱۶] مدیریت سازگار ابزاری است که نه تنها موجب تغییر و بهبود یک سامانه می‌شود بلکه ابزاری برای یادگیری از خود سامانه نیز به حساب می‌آید. لذا مدیریت سازگار را می‌توان به‌عنوان پل ارتباطی بین متخصصین و سیاست‌مداران مطرح نموده و به‌عبارت دیگر گزینه‌ای برای فرمان‌دهی و مدیریت صحیح منابع طبیعی در سامانه‌های بوم‌شناختی اجتماعی همراه با عدم قطعیت، پیچیدگی و تضاد می‌باشد [۲۳ و ۹] و لذا پایش تغییرات در این شرایط به‌عنوان ابزار مهمی در بهبود مدیریت سازگار محسوب می‌شود.

مدیریت سازگار دارای دو مرحله راه‌اندازی^{۱۰} و تکرار شونده^{۱۱} صورت می‌گیرد که در نه گام مشارکت ذی‌مدخلان، مشخص کردن اهداف، اقدامات مدیریتی، مدل‌ها، طراحی برنامه‌های پایش، تصمیم‌سازی، پایش، ارزیابی و برگشت به گام ششم می‌باشد [۴۷]. چرخه مدیریت سازگار با شناسایی مشکل^{۱۲} و بیان هدف متناسب برای حل آن شروع می‌شود. سپس دانسته‌ها و اطلاعات لازم در رابطه با مشکل موجود جمع‌آوری و عدم قطعیت‌ها و فنون متناسب با حل مشکل تعیین می‌شوند. در ادامه با تهیه فهرست مورد نیاز، طرح مورد نظر برای مدیریت سازگار مبتنی بر مرحله اول چرخه پیاده‌سازی می‌شود. در مرحله بعد، طرح پیش‌بینی شده^{۱۳}، اجرا^{۱۴} و پیاده‌سازی برنامه‌ها و سیاست‌های اتخاذ شده صورت می‌گیرد. پایش برنامه‌ها و سیاست‌های اتخاذ شده برای مدیریت سازگار در

- 1- Learning Oriented
- 2- Incremental Learning
- 3- Single-Loop Learning
- 4- Episodic Learning
- 5- Double-loop Learning
- 6- Transformational learning
- 7- Triple-Loop Learning
- 8- Evolutionary
- 9- Monitoring

- 1- Set-up Phase
- 11- Iterative phase
- 12- Problem Assessment
- 13- Design
- 14- Implementation



شکل ۱: نمودار جریانی فرایند مدیریت سازگار

مرحله بعد انجام می‌شود و در عین حال بخش اصلی چرخه مزبور را تشکیل می‌دهد. سپس ارزیابی^۱ عملکرد اقدامات اجرایی و تحلیل میزان اثربخشی آن‌ها انجام و نهایتاً امکان اصلاح^۲ و تجدید نظر در اهداف از پیش تعیین شده و اطلاعات و دانش فعلی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. هم‌چنین نیاز است در این مرحله مجدداً فهرست کاملی از اهداف و اطلاعات تهیه شده و فنون و روش‌های مدیریتی جدیدی اتخاذ شود تا دوباره بتوان چرخه مدیریت سازگار را بر اساس آموزش‌های یاد گرفته از برنامه‌های اجرا شده و به‌صورت نظام‌مندتر و جامع تکرار نمود. برای به ثمر رسیدن و تحقق اهداف مدیریت سازگار ممکن است تکرارهای متعدد برای فرایند مدیریت سازگار نیاز باشد. مراحل و چرخه مدیریت سازگار در شکل ۱ نشان داده شده است.

مفهوم تصمیم‌گیری سازگار اولین بار توسط بورتون در سال ۱۹۵۷ در زمینه شیلات و سپس توسط هولینگ در سال ۱۹۷۸ و هم‌چنین والتز در سال ۱۹۹۷ در مقوله منابع طبیعی مطرح شد. گلیک [۱۳] در کالیفرنیا مفهوم سازگاری در مدل‌سازی الگوهای آب و هوایی را استفاده نمودند که باعث ظهور نظریه تغییرات غیرخطی یا نظریه آشفتگی شد. هم‌چنین کالیس [۲۰]، هابرون و همکاران [۱۴]، سانجی [۳۴]، بیسارو [۹]، اسمیت [۳۸]، اینگل [۱۲]، به‌ترتیب به اهمیت رویکرد سازگاری در مدیریت منابع آب، استفاده از رویکرد سازگاری در مدیریت زمین و تغییرات آب و هوایی در نقاط مختلف جهان پرداختند. الوانگ [۵]، کاربرد مفهوم سازگاری در حوزه‌های

1-Evaluation
2-Adjustment

آبخیز در ارتفاعات امریکای جنوبی با مشکلات محیط زیستی مرتبط با فعالیت‌های انسانی مواجه و بوم‌سازگان بسیار شکننده به این نتیجه رسیدند که مدیریت بر اساس مشارکت ذی‌نفعان به‌عنوان وسیله‌ای برای پذیرش نتایج بوده است. کانگ [۱۹]، به‌طور مشخص به استفاده از رویکرد سازگاری در مدیریت آب در کره جنوبی پرداختند. سپس نقاط ضعف مدیریت مصرف آب، مدیریت سیلاب، مدیریت محیط‌زیست و بوم‌سازگان را شناسایی نمودند. هبین [۱۵]، از تقویت قوانین و سازمان‌ها برای مقابله با عدم قطعیت در قالب سازگاری استفاده کردند. شانون [۳۵]، از رویکردهای سازگاری در حوزه‌های آبخیز جنگلی با شرایط تغییرات آب و هوایی در مدیریت و حفاظت از حوزه‌های آبخیز جنگلی ارائه دادند. در ایران نیز آذری و همکاران [۶]، به نقش تغییر اقلیم بر منابع آب و خاک در نقاط مختلف پرداخته و ضمن بیان وجود عدم قطعیت بالای پیش‌بینی‌های آینده و اثرات تغییر اقلیم در مدیریت آب و خاک، به‌کارگیری اقدامات اجرایی آبخیزداری به‌عنوان اقدامات هم‌سو به تعدیل و سازگاری با تغییر اقلیم را توصیه نمودند. صادقی و همکاران [۳۱] راه‌کار بیان تخریب زمین را به‌عنوان روشی جدید در مدیریت سازگار حوزه آبخیز سازند مطرح نمودند. بر همین اساس مدیریت سازگار به‌عنوان مبنای حفظ شرایط توسعه و مدیریت پایدار زمین و تلاش در بهبود خدمات محیط‌زیست معرفی شد. هم‌چنین صادقی و همکاران [۳۲]، مدیریت سازگار منابع آب و خاک در حوزه آبخیز هراز بر اساس تغییرات زمانی رواناب و رسوب را مطرح نمودند و تغییرات زمانی رسوبات معلق در راستای ارزیابی وضعیت آبخیز را مورد توجه قرار دادند. تاج‌بخش [۴۰]، مدیریت سازگار در حوزه آبخیز کاخک در

خراسان جنوبی را تنها از طریق عنوان فهرست اقدامات انجام شده و تحلیل اثر اقدامات با تأکید بر ضرورت انجام پایش مورد بررسی اجمالی قرار دادند. صادقی [۳۳]، مدیریت سازگار مبتنی بر ارزیابی سلامت و پایداری را بررسی نمودند و نشان دادند که ابزارهای ارزیابی سلامت و پایداری آبخیز به سبب تهیه پایگاه داده‌ای جامع از وضعیت حوزه‌های آبخیز در مقیاس‌های مکانی و زمانی متفاوت و ارائه نقشه جامع می‌تواند به عنوان برنامه‌ای منسجم برای پایش عملکرد مدیریت سازگار در نظر گرفته شود.

با توجه به شناخت ناکافی انسان از جوانب مختلف طبیعت، اتخاذ شیوه‌های مدیریتی مناسب مبتنی بر کاهش عدم قطعیت‌ها و لحاظ کلیه اجزای سامانه تحت مدیریت و ارتباطات درونی آن‌ها در مدیریت محیط ضروری است. لذا تاکنون کاربرد مدیریت سازگار در مقیاس آبخیز صورت نگرفته است و اغلب سوابق در زمینه سازگاری جوامع مختلف در خصوص مدیریت منابع و تغییرات آب و هوایی گزارش شده که کاملاً با مفهوم مدیریت سازگار در حوزه‌های آبخیز متفاوت است.

مدل مفهومی مدیریت سازگار آبخیز

۱- شناسایی مشکل

شناسایی اهداف و مشکل نقشی ضروری در ارزیابی عملکرد، کاهش عدم قطعیت‌ها و بهبود مدیریت در طول زمان دارد. در مطالعات مرسوم آبخیزداری مشکلات بر اساس گزارش‌های رسیده، اطلاعات مشاهداتی، سیاسی و محلی و یا مطالعات قدیمی حوزه آبخیز تشخیص داده می‌شود. حال آن‌که در رویکرد مدیریت سازگار، شناسایی مشکل بر اساس عملکرد حوزه آبخیز از لحاظ نوع و بزرگی مشکل (مثل سیل، خشکسالی، مهاجرت و وضعیت درآمد) و خدمات متوقع (برای مثال خدمات کنترل‌کنندگی^۱، ضروری^۲ و حمایتی^۳) و تحلیل روابط علت و معلولی صورت می‌گیرد. لذا می‌توان به منظور تفکیک میزان اثر معیارهای مختلف و امکان مدیریت مناسب و کمک به تصمیم‌گیرندگان، معیارها و عامل‌های مختلف اقلیمی، هیدرولوژی و انسانی متناسب با شرایط حاکم و همچنین اطلاعات مورد نیاز در رابطه با مشکل موجود جمع‌آوری و روابط علت و معلولی آن را مورد بررسی و تحلیل قرار داد. بنابراین شناخت موضوع مشکل و مسئله در حوزه‌های آبخیز کشور اهمیت به‌سزایی دارد که باید مشکل منطقه به درستی تشخیص داده شود.

۲- طراحی

در این مرحله در شرایط فعلی انواع روش‌های زیستی (کپه‌کاری، حفاظت و قرق) و مهندسی (خشکه‌چین، سنگی‌ملاتی، توری‌سنگی) و با ارجحیت سازه‌های متعارف آبخیزداری و بر اساس مکان‌یابی‌های ساده و طراحی‌های نمایشی و سپس متره برآورد پروژه‌ها و سازه‌ها و

بر اساس فهرست بهای کشاورزی و منابع طبیعی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در سال‌های هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد. حال آن‌که مدیریت سازگار متناسب با نوع مشکل، پراکنش مکانی، بزرگی و شدت مسئله، مجموعه وسیعی از اقدامات و راه‌بردها از جمله بهترین اقدامات مدیریتی^۴ از قبیل نوارهای سپری حاشیه شبکه‌های زه‌کشی، اقدامات مهار فرسایش حاصل از تخریب، محدودیت انجام عملیات فصلی، تحصیل زمین، نصب علائم، توافق‌های کتبی، بازنگری طرح، برنامه‌های نظارتی آبخیزها، اقدامات قانونی، مشارکت و آموزش همگانی [۱، ۲۲، ۲۶، ۳۷ و ۴۱]، توسعه اقدامات کم‌پایامده [۱۷ و ۲]، و آمایش سرزمین [۲۵ و ۷]، علاوه بر روش‌های معمول مد نظر قرار خواهند گرفت. در این خصوص جایگزینی اقدامات مرسوم و سازه‌ای بزرگ از قبیل سدهای سنگی سیمانی، توری‌سنگی، نخاله‌گیر و دیوارهای حائل و ساحلی با روش‌های زیستی (برای نمونه بذرپاشی، بذرکاری، کپه‌کاری)، مدیریتی (برای نمونه حفاظت و قرق، تنظیم ظرفیت چرا، رعایت فصل چرا) و همچنین زیست‌مهندسی (برای نمونه بانکت‌بندی، ترانس‌بندی، دیوارهای زنده، سدهای چپری و سبز، کشت تلفیقی) مد نظر قرار خواهد گرفت. طبیعی است نتایج حاصل از مرحله شناسایی مشکل برای تبیین شیوه مناسب کاربست مدیریت سازگار استفاده خواهد شد. در این ارتباط و در صورت لزوم از رویکردهای بهینه‌سازی^۵ و با توجه به نوع و ابعاد تابع هدف و محدودیت‌های مترتب با آن استفاده خواهد شد.

۳- اجرا

مرحله اجرا به‌صورت جداگانه برای هر دو رویکرد مرسوم آبخیزداری در قالب اقدامات انجام شده و یا سناریوی‌های مدیریت سازگار بررسی و علاوه بر آن کیفیت و کمیت اقدامات اجرا شده در روش‌های مرسوم و سازگار آبخیزداری بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های موجود (دستورالعمل طراحی سازه‌ها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) در قالب ارزیابی تاثیر سناریوهای اجرایی در هر دو رویکرد آبخیزداری مرسوم و سازگار صورت می‌گیرد.

۴- پایش

یادگیری که هسته مرکزی مدیریت سازگار را تشکیل می‌دهد بدون سامانه پایش مناسب به تحقق نمی‌پیوندد. با مقایسه پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط مدل‌ها و عواقب واقعی اقدامات مدیریتی، برنامه‌های پایش امکان ارزیابی این اقدامات و در پی آن یادگیری را فراهم می‌آورند. سامانه پایش هم باید سازگار باشد یعنی با تغییرات محیط‌زیستی و همچنین تغییرات اجتماعی و سیاسی سازگار شود تا

4- Best Management Practices (BMB)

5- Low Impact Development

6- Land Use Planning

7- Optimization

1- Regulating

2- Provisioning

3- Supporting

بتواند از اطلاعات جدید، فن آوری‌ها و هم‌چنین پژوهش‌های علمی، بهترین بهره را ببرد. پایش چهار هدف اصلی میزان پیشرفت در دستیابی به اهداف، تعیین وضعیت سامانه مورد نظر، بهبود و درک پویایی سامانه مورد نظر و بهبود مدل‌ها دارد [۴۵].

بنابراین تسهیل تصحیحات حین اجرا، اصلاحات مورد لزوم، تعیین مسائل و یادگیری سازمانی، سهیم شدن در پاسخ‌گویی مشترک به ذی‌نفعان و حامیان طرح‌ها از اهداف آن در این مرحله می‌باشد، از این‌رو اثر اقدامات اجرا شده و یا سناریوهای مورد نظر در روش‌های مرسوم و مدیریت سازگار بر اساس شاخص‌های مرتبط با مشکل‌های شناسایی شده و نیز تغییر در سلامت آبخیز مورد ارزیابی [۳۹ و ۳۰] قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری تغییرات شناسایی شاخص، معیارها و عوامل مطالعاتی متأثر از روش‌های مورد استفاده و پیشنهادی مدیریت سازگار در ارزیابی مشکلات شناسایی شده انجام می‌شود. انواع مختلف پایش از قبیل پاسخ تمامی عوامل و فرآیندهای ذی‌مدخل در طراحی و برنامه‌ریزی، پایش فعالیت‌های اجرایی، ارزیابی کارایی عوامل و مؤلفه‌های نظام‌های مورد نظر، هم‌سویی فعالیت‌ها و اهداف، پایش برون‌دادها و نتایج و پیامدهای حاصل از اجرای برنامه‌ها می‌باشد [۱۰].

۵- ارزیابی

هدف از انجام مطالعه ارزیابی اطمینان یافتن از رعایت سیاست‌ها و اهداف تعیین شده در برنامه‌ها و فعالیت‌های پروژه در راستای ضوابط، معیارها، قوانین و مقررات می‌باشد. بنابراین با انجام این گونه مطالعات، روند اجرای پروژه‌ها، هم‌سو با اهداف توسعه پایدار شده و نهایتاً موجب بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک با حداقل آثار سوء در راستای دستیابی به اهداف مدیریت منابع آبخیز می‌شود. به‌همین منظور هدف اصلی رسیدن به پایداری در توسعه است. لذا در چرخه مدیریت سازگار ارزیابی مشخصاً بر اساس تحلیل نتایج متوقع حاصل از انجام اقدامات صورت می‌گیرد. به‌نحوی که در هر یک از الگوهای مدیریتی میزان تغییرپذیری نسبی مؤلفه‌های مطالعاتی انجام می‌شود. ارزیابی مقایسه‌ای عملکرد الگوهای مدیریتی مورد نظر با استفاده از ابزارها و رویکردهای به‌کار بسته شده در مطالعات و یا مقوله‌های مطالعاتی صورت خواهد گرفت. هم‌چنین این ارزیابی در صورت امکان از بعدهای مختلف فنی، اقتصادی، اجتماعی، مالی، جغرافیایی و محیط‌زیستی نیز صورت خواهد گرفت و می‌تواند به رفع نارضایتی جامعه، از بین بردن ناسازگاری بین افراد جامعه و ارگان‌های دولتی، افزایش کیفیت محیط زیست، اعتبار بخشیدن به دولت در سطوح بین‌المللی، ایجاد برنامه‌ریزی مناسب، افزایش آگاهی و دانش محیط‌زیستی در سطوح مختلف جامعه، مسئولین و تصمیم‌گیرندگان، افزایش قدرت اجرایی به قوانین و مقررات، تلفیق حفاظت و توسعه، تعیین اثرات و پیامدهای احتمالی، ارائه راه‌حل‌های صحیح و منطقی از منابع طبیعی و انسانی کمک کند.

۶- اصلاح و تنظیم

سخت‌ترین گام در مدیریت سازگار، ترجمه یادگیری به تغییرات عملی در نحوه اجراست [۱۱]. اصلاح و تنظیم برنامه‌های اجرایی با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی و شناسایی نقاط قوت و ضعف و تحلیل علل موفقیت و یا عدم موفقیت‌ها و از طریق بهینه‌سازی برنامه‌های پیش‌بینی شده، بهبود کارایی در مدیریت سازگار و جهت‌دهی صحیح در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیمات مدیریتی انجام می‌پذیرد. این مرحله با هدف دستیابی به حد بهینه عملیات و رویکردهای پیش‌بینی شده در مدیریت سازگار مد نظر قرار می‌گیرد.

چالش‌های پیش‌روی مدیریت سازگار

با توجه به توضیحات ارائه شده و سرشت حاکم بر مدیریت سازگار، چالش‌های متعدد زیر پیش‌روی مدیریت سازگار آبخیز وجود دارد.

- نبود گفتمان مناسب که بتواند بر اختلاف نظرهای فائق آید و یک چشم‌انداز مشترک از وضعیت سازگار و تاب‌آور برای سامانه ایجاد کند [۴۶].

- زمان‌بر بودن و هزینه‌بر بودن و مخاطره‌آمیز بودن فرآیند [۲۱].
- انعطاف‌پذیری در محیط تصمیم‌سازی و امکان تغییر تصمیم‌ها بر اساس یادگیری‌های صورت گرفته [۲۹].

جمع‌بندی

با توجه به شرایط اقلیمی و انسانی متفاوت در مناطق مختلف، سازمان‌دهی روش‌های متناسب با شرایط خاص برای مدیریت حوزه‌های آبخیز از موارد ضروری محسوب می‌شود. در این راستا با مدیریت سازگار می‌توان بر مشکلات بوم‌سازگان فائق آمد. زیرا مدیریت سازگار شیوه مدیریتی مبتنی بر کاهش عدم قطعیت‌های بوم‌شناختی است و هم‌چنین به‌عنوان مسیر ارتباطی میان دانشمندان و مدیران عمل نموده و خلاء میان آنان را پر می‌نماید. بر این اساس مدیریت سازگار آبخیز با پذیرش شرایط توسعه و پیشرفت، با تکیه بر الگوی فراگیری حین عمل، نقص‌های برنامه‌های مرسوم اجرایی را پوشش داده و با الهام از نتایج آن، زمینه‌ساز مدیریت صحیح عرصه‌های آبخیز می‌شود.

منابع

1. Adhami, M. Sadeghi, S.H.R., Sheikhmohammady M., 2018. Making competent land use policy using a co-management framework, Land Use Policy, 72: 171-180.
2. Ahiablame, L. Shakya R., 2016. Modeling flood reduction effects of low impact development at a watershed scale. Journal of Environmental Management, 171: 81-91.

water resources: tensions, legacies, and the next best thing. *Ecology and Society*, 16(1).

13. Gleick J., Berry M., 1987. Chaos-Making a New Science. *Nature*, 330, 293 p.

14. Habron, G., 2003. Role of adaptive management for watershed councils, *Environmental Management*, 31(1): 29-41.

15. Hebin, LIN., Jeffrey A., Nickolai S., 2015. A watershed-based adaptive knowledge system for developing ecosystem stakeholder partnerships, *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 33 (6): 1476-1488.

16. Holling C.S., 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley, Sons. 377 P.

17. Ishaq, S., Hewage K., Farooq S., Sadiq R., 2019. State of provincial regulations and guidelines to promote low impact development (LID) alternatives across Canada: Content analysis and comparative assessment. *Journal of Environmental Management*, 235, 389-402.

18. Jensen, M. E., Bourgeron P., Everett R., Goodman I., 1996. Ecosystem management: a landscape ecology perspective. *Water Resources Bulletin* 32(2):203-216.

19. Kang, M.G., Park S.W., 2015. An adaptive watershed management assessment based on watershed investigation data. *Environmental Management*, 55(5): 1006-21.

20. Kallis, G., M. Kiparsky Norgaard R., 2009. Collaborative governance and adaptive management: lessons from California's Calfed Water Program. *Environmental Science and Policy*, 12(6):631-643.

21. Medema W., McIntosh B., jeffrey P., 2008. From premise to practice: a Critical Assessment of integrated water resources management aproches in the water sector. *Ecology and Society. The Resilience Alliance* 13(2).

22. Mtibaa, S., Hotta N., 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*, 616: 1-16.

23. Nana, T., Lu F., 2013. Adaptive management

3. Allan, C., Curtis A., Stankey G., Shindler B., 2008. Adaptive Management and Watersheds: a social science perspective, *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 44(1): 166- 174.

4. Allen C., Garmestani A., (2015) *Adaptive Management of Social- Ecological System*. Springer Netherland .120-128.

5. Alwang, J., Barrera, V., Andrade, R., Hamilton, S., & Norton, G. W., (2009). *Adaptive Watershed Management in the South American highlands: Learning and teaching on the Fly. The Sciences and Art of Adaptive Management: Innovating for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management*. Ankenny, 209-227.

6. Azari, M., Moradi H., Saqhaian B, Faramarzi N 2013 (a). The Impact of Climate Change on Soil Resources, 9th Iranian Conference on Watershed Management Science and Engineering, Yazd University, 9 p

7. Balasubramani, K., 2018. Physical resources assessment in a semi-arid watershed: An integrated methodology for sustainable land use planning. *ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 142, 358-379.

8. Beverton, R.J.H., Holt S.J., 1957. *On the Dynamics of Exploited Fish Populations*. Her Majesty Stationeri Office, London, 146 p.

9. Bisaro, A., Hinkel J., Kranz N., 2010. Multilevel water, biodiversity and climate adaptation governance: Evaluating adaptive management in Lesotho. *Environmental Science & Policy*, 13: 637-647.

10. Department of Natural Resources and Watershed Management of Mazandaran-Noshahr, 2011. *Detailed Exploratory Studies of the 2012 Mikhasaz Watershed*, Volume 10, 1400 p.

11. Doremus H., Andereen W., Camacho A., Farber D., Glicksman R., Golble D., Karkkainen B., Rohlf D., Tarlock A., Zellemer S., 2011. *Making good use of Adaptive management*. Center for Progressive Reform White Paper. (1104).

12. Engle, N., Johns, O., Lemos, M. C., & Nelson, D., 2011. *Integrated and adaptive management of*

Management Based on Health and Sustainability Assessment, Third National Conference on Soil and Watershed Management June 29-30 , 10 p.

34. Sanjay, T., Sreeja N., 2008. Adaptive Policies Community Case Study: Participatory Watershed Management in Maharashtra, India. The International Institute for Sustainable Development, 45 p.

35. Shannon, P. D., Swanston, C. W., Janowiak, M. K., Handler, S. D., Schmitt, K. M., Brandt, L. A., Patricia R. Butler-Leopold. Todd Ontl, T., 2019. Adaptation strategies and approaches for forested watersheds. Climate Services.1-14

36. Shamshiri, R.R., Mahadi M.R., Thorp K.R., Ismail I.W., Kelly R., Ahmad D., Man H.C., 2017. Adaptive management framework for evaluating and adjusting microclimate parameters in tropical greenhouse crop production systems. Intech Publication. Book title: Plant Engineering. 167-191

37. Sith, R., Watanabe A., Nakamura T., Yamamoto T., Nadaoka K., 2019. Assessment of water quality and evaluation of best management practices in a small agricultural watershed adjacent to Coral Reef area in Japan. Agricultural Water Management, 213: 659-673.

38. Smith, C. B., 2011. Adaptive management on the central Platte River—science, engineering, and decision analysis to assist in the recovery of four species. Journal of Environmental Management, 92(5): 1414-1419.

39. Sun, T., Lin W., Chen G., Guo P., Zeng Y., 2016. Wetland ecosystem health assessment through integrating remote sensing and inventory data with an assessment model for the Hangzhou Bay, China. Science of the Total Environment, 566: 627-640.

40. Tajbakhsh, S, M., Rezaei Groovi F., 2016. Active Compatible Management of a New Approach to Comprehensive Watershed Management (Case Study: Gonabad Kakhak Watershed) 11th National Conference on Watershed Management Science and Engineering, Yasuj University, 31 April-2 May. 9 p.

41. Tasdighi, A., Arabi M., Harmel D., Line D., 2018. A Bayesian total uncertainty analysis framework for assessment of management practices using watershed models. Environmental Modelling &

decision of agroforestry under timber price risk, Journal of Forest Economics, 19:162-173

24. Pahl W., 2009. a Conceptual Framework for Analysing Adaptive Capacity and Multi- level Learning Processes in Resource Governance regimes. Global Environmental Change. Elsevier 19(3): 354-365.

25. Qi, H., Altinakar M. S., 2011. A conceptual framework of agricultural land use planning with BMP for integrated watershed management. Journal of Environmental Management, 92(1): 149-155.

26. Qiu, J., Shen Z., Huang M., Zhang X., 2018. Exploring effective best management practices in the Miyun reservoir watershed, China. Ecological Engineering, 123: 30-42.

27. Reed M., Evelyn A., Cundill G., Fazey I., Glass J., Laing A., Newig J., Parrish B., Prell C., Raymond C., 2010. What is social Learning? Ecology and Society. 1: 15(4).

28. Rijke J., 2014. Delevering Change, Towards fit- for- Purpose Governance of Adaption to flooding and drought. Delft University of Tectology, 248.

29. Ruhl J., 2016. Adaptive management of ecosystem services across different land use regimes. Journal of environmental management. Elsevier 183: 418-423.

30. Sadeghi S.H.R., Hazbavi Z., 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.

31. Sadeghi, S.H.R., H. Davoodi Rad A., Sadaddin A., 2013 (a). Introducing and applying the concepts of consistent management and the zero balance approach in reducing land degradation, promoting watershed development, 2 (7): 37-42.

32. Sadeghi, S.H.R., Kiani harchgani M., Saeedi P., 2014 (b). Compatible Water and Soil Resource Management in Haraz Basin Based on Analysis of Runoff and Sediment Time Variations, 10th National Conference on Watershed Management Science and Engineering, Birjand University, February 29-30. 10 p.

33. Sadeghi, S.H.R., Hezbawi Z., 2018. Compatible

46. Westling E., Sharp L., Scott D., Tait S., Rychlewski M., Ashley R., 2019. Reflexive adaption for resilient water services: Lessons for theory and practice. *Global Enviromental Change*. Elsevier 57: 101937.
47. Williams, B. K. Szaro R.C., Shapiro C.D., 2009. Adaptive management. The U.S. Department of the Interior Technical Guide. Adaptive management working Group, U.S. Department of the Interior, Washington, DC. 84 p.
42. Walker w., Marchu A., Swanson D., 2010. Addressing deep Uncertainty using Adapttive Policies: Introduction to Section 2, Tecchnological Forecasting and Social Change, 77(6):917.
43. Walker w., Haasnoot M., Kwakkel H., 2013. Adapt or Perish: a review of Planning Approaches for Adaptation under deep Uncertaiinty. *Sustainability. Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 5(3): 955-979
44. Walters, C., 1986. Adaptive management of renewable resources McMillan, New York. 388 p.
45. Webb J., Watte R., Allen C., Warner A., 2017. Principles for Monitoring Evalutation, and Adaptive Managmentof Enviromental Water Regimes. *Water for the Enviroment*. Elsevier: 599-623.



Abstract

Watershed Adaptive Management

Z. Ebrahimi Gatekash¹ and S.H.R. Sadeghi^{*2}

Received: 2019/10/12 Accepted: 2020/04/14

The lack of sustainable management of natural resources is one of the fundamental challenges to which societies and governments are faced and should be therefore addressed more seriously in the future. Hence, effective management of nature and environment requires a coherent and a knowledge-based structure, enough, reliable and up-to-date information. Accordingly, adaptive management is a landmark to achieve sustainable resource management. However, applicability of watershed adaptive management has not been assessed yet. The present study therefore aims to apply the watershed adaptive management consists of identifying the problems, designing, implementing measures, monitoring, assessing the ecosystems conditions and finally adjusting approaches. It is further planned to develop appropriate conceptual model for the adaptive management at the watershed scale. The performance will be then compared to that of the application of conventional measures. Towards this, the details of different sectors of adaptive management will be designated based on scientific standards and bases. Accordingly, assessment of watershed health, diagnosis of appropriate strategies, implementation of low impact and best management practices and ultimately performance evaluation will be taken place in the present Study.

Keywords: Watershed land use planning, Watershed health and sustainability, Performance of watershed management measures, Comprehensive watershed management

1-PhD Student of Watershed Management Sciences and Engineering, Tarbiat Modares University,

2-Professor, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor 4641776489, Mazandaran Iran, Corresponding Author, E-mail: sadeghi@modares.ac.ir