طرح الگویی ساماندهی خشکه‌رودها به‌منظور تقویت پایدار سطوح آبگیر باران

علی‌اکبر داودی راد*[۱]، محمدرضا غریب‌رضا[۲]، نادرقلی ابراهیمی[۳]

۱*- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک وآبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی *davudi_rad@yahoo.com*

۲-رئیس گروه تحقیقات مهندسی رودخانه و حفاظت سواحل، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، *gharibreza@scwmri.ac.ir*

۳- دانشیار پژوهشی، دبیر ستاد توسعه فناوری آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری *nebrahimi81@yahoo.com*

چکیده

ساماندهی خشکه‌رودهای مناطق بالادست و میانه حوزه‌های آبخیز و بهره‌گیری از بسترمسیل‌ها در مناطق خشک، زمینه مناسبی برای مدیریت جریانات فصلی، ایجاد آبخوان‌های کوچک، مهار فرسایش و رسوب فراهم می‌کند. بدین ترتیب از یک‌سو حفاظت منابع آب و خاک را در پی داشته که علاوه بر اثرات اقتصادی و اجتماعی، اثرات اکولوژیک آن قابل توجه بوده و از سوی دیگر سطوح مناسبی برای درخت‌کاری و ایجاد فضای سبز در اراضی شیب‌دار ایجاد نموده که افزایش اشتغال در مناطق روستایی و بهبود فضای سبز و توسعه گردشگری و بوم‌گردی را به‌دنبال دارد. دراین رابطه بهره‌گیری از روش‌ها و فن‌آوری‌های بیومهندسی که مبتنی بر استقرار سازگارترین اقدامات مهندسی با شرایط طبیعی حائز اهمیت هستند. کاهش هزینه اجرایی، موثر بودن، سازگاری با طبیعت و داشتن اقبال مردمی از مهم‌ترین مزیت‌های روش‌های بیومهندسی می‌باشد و در مقایسه با روش‌های مکانیکی مصرف، ضمن سازگاری با طبیعت، منافع بیش‌تری دارد. بدین منظور و با هدف دستیابی به یک الگوی مناسب برای مهار و بالا بردن بهره‌وری از سیلاب‌های فصلی و ایجاد اراضی جدید تولیدی، طرح الگویی در مسیل‌های منتخب در مناطق مختلف کشور و در چارچوب مدیریت سازگار تدوین شد. در این راستا با برگزاری جلسات و همفکری بهره‌برداران محلی، نهادهای دولتی و غیر دولتی مرتبط و محققین برنامه کاری منطقه با توجه به محدودیت‌ها و دورنمای آینده منطقه مشخص شده و خشکه رود به‌عنوان واحد برنامه‌ریزی انتخاب گردید. در مرحله اجراییی کار، با شناسایی دقیق ویژگی‌های هیدرولوژیکی، فیزیوگرافی، زمین شناسی، اقتصادی- اجتماعی منطقه و اثرات زیست محیطی اجرای پروژه شروع شده و در ادامه از طریق مدل هیدرولیکی HEC-RAS موقعیت سازه‌های موجود مورد بررسی و در صورت نیاز با توجه به شیب حد رودخانه، امکان ایجاد سازه‌های تکمیلی به منظور رسوب‌گیری و اصلاح شیب مورد بررسی قرار گرفته و سپس با استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران و فن‌آوری‌های سنتی و نوین و ایجاد مخازن آب (درون آبرفت و کرانه‌ها) از طریق پرده آب بند در بستر خشکه رود و هدایت آب به درون مخازن، زمینه کاشت درختان و گیاهان بومی (مانند گیاهان دارویی) علاوه بر رسوبات پشت بندهای رسوب‌گیر، در کرانه‌های خشکه‌رود فراهم می‌شود. هم‌چنین در ابعاد مشارکت مردمی، میزان مشارکت ذی‌ممدخلان و ذی‌نفعان ببرای برون سپاری به واحد خانوار مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در عین حال از طریق برنامه‌های ترویجی همگام، نتتایج و عواییید ککار در اختیار جوامع محلی قرار گرفته که هم باعث جلب نظرات و هم‌چنین جلب مشارکت ایشان شود.

واژه‌های کلیدی:

اراضی شیب‌دار، خشکه‌رود، درخت‌کاری، ساماندهی رودخانه، مدیریت سیلاب، مشارکت مردمی

مقدمه

آبراهه‌های میانی[1]، فصلی و خشکه‌رودها بیش از ۵۰ درصد از شبکه رودخانه‌ای را در سراسر دنیا تشکیل می‌دهند (Datry و همکاران، ۲۰۱۴؛ Kingsford و همکاران، ۲۰۱۷). این نوع آبراهه‌ها در مناطق خشک که نیمی از خشکی‌های کره زمین را شامل می‌شوند با توجه به فزونی میزان تبخیر نسبت به بارش، مشهودتر هستند. هرچند این رودخانه ها در مناطق مرطوب نیز دیده می‌شوند، ولی از نظر میزان جریان و تغییرات در طول سال در مناطق خشک نامنظم‌تر بوده و طبیعتا مدیریت این گونه آبراهه ها با توجه به مسائل مترتب آن از جمله محیط زیست، تنوع زیستی و مسائل اجتماعی و اقتصادی مشکل‌تر می‌باشد.

امروزه ساماندهی رودخانه عبارت از بهبود سیستم رودخانه در یک بازه معین(شامل مقطع اصلی و گستره زیستابی دو بال ساحلی رودخانه) است که با اهداف چند منظوره مانند اصلاح مسیر رودخانه به منظور افزایش ایمنی در برابر سیلاب و بهره‌وری بهینه از جریانات فصلی، بهسازی ظرفیت انتقال رسوب و کاهش فرسایش دیواره‌ها انجام می‌شود. دراین رابطه بهره‌گیری از روش‌ها و تکنیک‌های بیومهندسی که مبتنی بر استقرار سازگارترین اقدامات مهندسی با شرایط طبیعی حائز اهمیت است. کاهش هزینه اجرایی، موثر بودن، سازگاری با طبیعت و داشتن اقبال مردمی از مهم‌ترین مزیت‌های روش‌های بیومهندسی می‌باشد (Franti، ۱۹۹۶) و امروزه به عنوان بخشی از علم مهندسی هیدرولیک شده (Georgi و Stathakopoulos، ۲۰۰۶) که در مقایسه با روش‌های مکانیکی صرف ضمن سازگاری با طبیعت، منافع بیش‌تری دارد (Laitinen و Jormola، ۲۰۰۸). حتی در بعضی مناطق مانند اروپای مرکزی به منافع اقتصادی بیولوژیک آن توجه بیش‌تری معطوف می‌شود (Madera و همکاران، ۲۰۰۹) و موفقیت در این امر به نوع پوشش گیاهی و ترکیب آن ارتباط زیادی دارد (Phillips و Marden، ۲۰۰۶). از سوی دیگر هرگونه اقدام در راستای ساماندهی رودخانه، توجه به الگوی رودخانه و خصوصیات مورفولوژیک آن ضروری است.

در رابطه با اهمیت سامان‌دهی رودخانه‌ها، تلوری (۱۳۸۳) به نقل از کینوری و موراچ (۱۹۸۲)، تومپاپیلای و ماسگرو (۱۹۸۵) اصلاح مسیر و بهسازی رودخانه در محدوده بحرانی را به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی روش‌های مهار سیل، حفاظت اراضی و تثبیت رودخانه‌ها محسوب نموده است. اجرای عملیات سازه‌ای در آبراهه‌های حوضه‌های گلاب دره و دربند تهران نشان داد که برای مهار سیلاب‌های واریزه‌ای ناشی از رگبارها بایستی شیب رودخانه در محدوده مناطق حساس و بحرانی به شیب حد برسد، لذا با طراحی بندهای متوالی و بهینه کردن تعداد و ارتفاع آن‌ها با استفاده از مدل HEC-RAS، نتایج حاصله نشان داد که بندهای با ارتفاع یک متر در این رودخانه که دارای کم‌ترین حجم عملیات هستند، شرایط بهینه‌ای را برای ایجاد شیب حد ایجاد می‌نمایند (جواهری، ۱۳۸۰). کشورپرست و پارسایی (۱۳۹۴) عدم توجه به سامان‌دهی رودخانه شهرمحمودآباد را عامل اصلی در بروز بسیاری از مخاطرات بروز سیل و دیگر مشکلات حادث دانسته که در سه دسته کالبدی، اجتماعی و زیست محیطی تقسیم نمودند. در تایید این موضوع از طریق پرسش‌نامه و یک جامعه آماری ۳۸۰ نفری و بهره‌گیری از مدل SWOT، دریافتند اولین مشکل این رودخانه ناشی از مسائل زیست محیطی بوده و بعد آن مسائل مدیریتی است و توسعه پوشش و فضای سبز در حاشیه ان راهکار مناسب در حل مشکلات آن مطرح شد. ابراهیمی و داودی‌راد (۱۳۹۵) روی رودخانه اصلی حوزه آبخیز آهودره (شهرستان خمین) اقدام به انجام یک طرح الگویی برای ساماندهی خشکه‌رودها انجام دادند. در این طرح برای ساماندهی رودخانه، مهار و بهره‌برداری از سیلاب و حفاظت درختان اقدام به ساخت ۲۱ عدد بندگابیونی تأخیری در مناطق آسیب پذیری رودخانه شد. نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین اثرات هیدرولیکی سازه های گابیونی در رودخانه آهودره در تغییر نمودارهای سرعت، نیروی برشی، تغییرات سطح آب و قدرت جریان مشاهده شد، به طوری که سرعت جریان در محدوده اثر بندهای گابیونی کاهش یافته است. از سوی دیگر این بندها اثرات خوبی در کنترل موضعی فرسایش بستر و کناره رودخانه و سیلاب‌ها داشته و سطوح جدیدی که ناشی از انباشت رسوبات (عمدتاً ببار بستر) می‌باشند، ایجاد نمودند و کارکرد مناسبی در بهره‌برداری از جریان‌های فصلی و توسعه درخت‌کاری در منطقه ایجاد شد (شکل ۱ و ۲). در مشابهت با این کارکرد ساماندهی خشکه‌رودها می توان به کار انجام شده در مسیل جگین در استان هرمزگان (شکل ۳) و استفاده از خوشاب در منطقه ایرانشهر (خرد ناورویی و همکاران، ۱۳۹۶) اشاره کرد. Moseley و Pincus (۲۰۰۹) معتقدند سرمایه‌گذاری در احیای اکولوژیک عرصه‌های طبیعی نقش مهمی در مدیریت منابع طبیعی در ابعاد دولتی و خصوصی دارد. از سوی دیگر منافع اقتصادی و ایجاد اشتغال در این بخش قابل توجه بوده و به لحاظ اینکه کم‌تر به آن پرداخته شده، مغفول مانده است. ایشان در این رابطه از نتایج تحقیقات

1 Intermittent rivers and ephemeral streams (IRES)

موجود در دفتر تحلیل اقتصادی منطقه‌ای ایالات متحده استفاده نمودند. Dunkerley (۲۰۱۴) در پژوهشی روی مسیلی در منطقه Fowlers Creek در غرب نیوساتولز استرالیا، معتقدند وجود پوشش گیاهی در کناره مسیر جریان شرایط مناسبی برای مدیریت جریان‌های فصلی و حفظ رطوبت و توسعه بیش‌تر پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه با شرایط اقیمی خشک ففراهم نموده است. Polyakov و همکاران (۲۰۱۷) اهمیت احیائ بیولوژیک رررودخانه حوزه آبخیز Bannister Creek با مساحت ۲۳ کیلومترمربع در غغرب استرالیا را مورد بررسی قرار داند. در این رابطه وضعیت رودخانه در مقاطع زمانی سال‌های ۱۹۶۵، ۲۰۰۰، ۲۰۰۱، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ را بررسی کردند. ایشان با تحلیل اقتصادی پروژه احیایی رودخانه مورد مطالعه و طرح "رودخانه یا مسیر زندگی"، معتقدند ارزش و اعتبار تاثیرات اکولوژیک آن به مراتب بیش‌تر از منافع حاصل از هزینه کرد اقتصادی آن می‌باشد.

بنا بر بررسی صورت گرفته و پژوهش‌های مورد اشاره، خشکه‌رودها و یا مسیل‌ها در مدیریت جریان‌های سطحی، بروز سیلاب و به‌عنوان عرصه‌های بالقوه تولیدی، جایگاه مهمی دارند. بنابر این ساماندهی رودخانه‌ها با اهداف چند منظوره زیست‌محیطی و اقتصادی- اجتماعی نقش مهمی در احیای جوامع روستایی به‌عنوان گروه اجتماعی شاخص ذی‌نفع دارد. با توجه ببه این‌ککه مسیل‌ها ببه‌ویژه در مناطق کوهستانی سطح قابل توجهی از سطح حوزه‌های آبخیز را تشکیل می‌دهد (۱۰ تا ۱۵ درصد)، لذا درصورتی‌که ۵۰ درصد سطح این اراضی را با بسترسازی و اصلاح و تعدیل شیب و مسیر مسیل‌ها به عنوان اراضی جدید ببرای توسعه کششاورزی و مننابع طبیععی اضافه نمود، شرایط بسیار مناسب و ارزشمندی برای بهره‌وری از جریان‌های بالادست، سیلاب‌ها، افزایش میزان اشتغال در اراضی شیبدار و حتی توسعه فضای سبز در حوضه‌های شهری فراهم نمود و کاملاً مشهود است که البته اثرات طبیعی آن مثل ککاهش خطر سیل، مدیریت خشک‌سالی‌ها و هم‌چنین ارزش و اعتبار تاثیرات اکولوژیک آن که ببه مراتتب بیش‌تتر از مننافع حاصل از هزیننه ککرد اقتصادی آن، را نباید از نظر دور دانست. لذا بر آن شدیم در قالب طرح پژوهشی به‌صورت پایلوت در پنج تا هشت خششکه رود ششاخص در کشور و با هدف دستیابی به یک الگوی مناسب برای مهار و بالا بردن بهره‌وری از سیلاب‌های فصلی و ایجاد اراضی جدیید تولییدی، اهمیت ساماهدهی خشکه‌رودها در ابعاد اکولوژیک (بهره‌وری بهینه جریان و سیلاب) و اقتصادی- اجتماعی مورد بررسی قرار گیرد.

شکل ۱- ساماندهی خشکه‌رود و پوشش درختی ایجاد شده با مشارکت اهالی منطقه در منطقه آهودره خمین- استان مرکزی

شکل ۲- مهار جریان‌های سطحی و درختان گردو کاشته شده در دامنه خشکه‌رود آهودره خمین- استان مرکزی

شکل ۳- نمونه‌ای از ساماندهی خشکه رود در طول مسیل‌های رودخانه جگین استان هرمزگان توسط واحد خانوار و اهالی منطقه

چالش مدیریت خشکه‌رودها

معمولا نوع و تنوع مدیریت‌ها رودخانه‌ها باعث به مخاطره افتادن حیات و شرایط این آبراهه‌ها می‌شود، به‌عنوان مثال سازمان یبا نهادی صرفا برای بخش‌های حفاظت شده و دیگری جریان و عوامل آن را تحت ممدیریت دارد. به‌هر حال ممردم جنبه‌های متفاوت رودخانه را نگریسته و به دنبال عواید متفاوت هستند. از طرفی با انجام برنامه‌های اصلاحی و احیایی در مسیل‌ها خدمات چهار گانه محیط زیستی مشتمل بر خدمات حمایتی[۱]، تأمین نیازها و مواد اولیه[۲]، تنظیم‌کنندگی[۳] و فرهنگی[۴] محیط زیست (Sutton و همکاران،

1 Supporting Services
2 Provisioning Services
3 Regulating Services
4 cultural services

۲۰۱۶) از نظر اقتصادی به صرفه بوده و هزینه کرد در این رابطه توجیه اقتصادی دارد و معمولا برنامه‌ریزان و جوامع کمتر به این موضوع واقف بوده و نمی‌توانند ارزش واقعی آن را درک نمایند (Kingsford و همکاران، ۲۰۱۷). در برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی رودخانه معمولا کارهای حفاظتی در سرشاخه‌ها و بالادست صورت گرفته در صورتی که منافع به پایین دست می‌رسد. راههای متفاوتی برای یکپارچه کردن و هماهنگ کردن منافع سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی وجود دارد. با توجه تتاثیر پذیری و ارتباط بخش های مختلف رودخانه، برنامه های مدیریتی را پیچیده می کند. هرنوع تغییری در آبراهه مثل ایجاد سد، تتاب آوری[1] و وضعیت زندگی موجودات را متاثر می‌سازد. معمولا بهره برداران اهداف متفاوت داشته و بالطبع روی هم اثر می گذارند. بنابر این شیوه مدیریتی پایدار خواهد بود که وضعیت اکولوژیکی منابع را ارتقا داده و منافع اقتصادی و اجتماعی بهره‌برداران را بهبود می‌دهد. در تعریففی ککه برای مدیریت پایدار منابع بیان شد دو نکته مدیریت سازگار[2] و گره‌خوردگی و ارتباط تنگاتنگ منافع اقتصادی و اجتماعی بهره‌بردارن از طبیعت و شرایط اکولوژیکی طبیعت حائز اهمیت است (Armitage و همکاران، ۲۰۰۸؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین ضروری است مبنا و محور تصمیمات و بالطبع مدیریت رودخانه‌ها بر اساس مدیریت سازگار با نگاه به آینده و دورنمای منطقه صورت گرفته که از آن به مدیریت سازگار استراتژیک[3] تعبییر می‌شود (Kingsford و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kingsford و همکاران، ۲۰۱۷) و حلقه‌های ارتباطی اجزاء طبیعت و بشر و نیازهای وی درنظر گرفته شود، در این حالت تاب‌آوری سامانه نیز افزایش می‌یابد. للذا ببه‌نظر می‌رسد مدیریت پایدار رودخانه‌ای با رویکرد مدیریت سازگار در واحدهای برنامه‌ریزی و در قالب حوزه آبخیز به‌لحاظ دقت نظر بیش‌تر، نتایج مناسب‌تری دربر داشته باشد. امروزه در فرآیند مدیریت آبخیزها با توجه به نقش بهره‌برداران عرصه‌های طبیعی، توجه بیش‌تر به اهمیت و جایگاه بهره‌برداران به‌عنوان یک نکته مهم در موفقیت مدیریت سازگار و مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز مطرح شده، به‌طوری‌که بدون عوامل اصلی و بحرانی آن و هم‌چنین تشکیلات اجتماعی بهره‌برداران محککوم ببه فناست (Habtamu، ۲۰۱۱؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). در این رابطه Kingsford و همکاران در سال ۲۰۱۱ و Kingsford و همکاران در سال ۲۰۱۷ مبتنی بر پژوهش انجام شده روی رودخانه کروکودیل در شمال شرقی آفریقا جنوبی و هم‌جنین رودخانه‌ای در استرالیا، ساز و کار مدیریت سازگار استراتژیک را طراحی نمودند و معتقدند در مدیریت بهینه رودخانه هرمنطقه ابتدا ذیربطان و جوامع و مهادها ذی‌نفع هرمنطقه شناسایی ششده و سپس ببا توجه به اهداف مترتب بر هر منطققه، مهم‌ترین ششاخص‌های تاثیرگذار[4] در برنامه‌های اصلاح و اقتصادی هر منطققه و هم‌چننین محدودیت‌ها و به عبارت دیگر حدود تغییرات[5] مشخص و در نهایت می‌توان وارد مرحله اجرایی یا ساماندهی شد.

مواد و روش‌ها

ویژگی مناطق مورد بررسی

در فاز اول طرح حداکثر هشت خشکه رود در هشت استان کشور مد نظر قرار گرفته و در هریک حداقل یک ببازه ییک کیللومتری مبنای ساماندهی قرار می‌گیرد و در ادامه به مواردی از مشخصه‌های مهم در انتخاب خشکه‌رودها و بازه‌های مناسب، علاوه بر ملاحظات لازم از نظر عرض و ضخامت آبرفت و پادگانه و شیب آبراهه، اشاره شده است:

- مسیل‌هایی که در طول سال دارای حداقل چند واقعه جریان باشند.
- عدم وجود معارض ملکی و حتی‌المقدور مالیکت شخصی نداشته ولی بهره بردار و یا منتفع داشته باشد.
- مسیل‌هایی که با مشکلات سیل، رسوب‌زایی و یا ساکنین آن با مشکلات عدم وجود زمین مناسب کشاورزی و بیکاری رو در رو هستند در اولویت هستند.
- وجود مطالعات پایه با تاکید بر مسائل اجتماعی و اقتصادی
- وجود ایستگاه‌های آب‌سنجی و ادوات اندازه‌گیری نیز در انتخاب مسیل‌ها موثر است.
- مناطق با اجرای سازه‌های آبخیزداری و مهندسی رودخانه مبتنی بر مطالعات انجام شده در اولویت هستند.
- وجود متقاضی انجام طرح، عدم معارض حق آبه در پایین دست.

1 Resilience
2 Adaptive Management
3 Strategic Adaptive Management (SAM)
4 Key indicators
5 Thresholds of potential concern (TPCs)

روش ساماندهی

روش کار مبتنی بر الگوی مدیریت سازگار استراتژیک طراحی شده (Armitage و همکـاران، ۲۰۰۸؛ Kingsford و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kingsford و همکاران، ۲۰۱۷) و شامل مراحل زیر است و شکل ۴ نیز مدل مفهومی آن را نشان می‌دهد:

مرحله یک: تعیین شرایط مطلوب و دورنمای مدیریتی هر پایلوت می‌باشد (هر مسیل در مناطق مختلف کشور و بر حسب بازه‌های یک کیلومتری که قبلا از طریق نهادهای اجرایی مانند سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور برنامه های سازه ای اجرا شده است.). در این بخش به منظور جامعیت بررسی، اصلاح مقیاس مکانی صورت گرفته و حوزه آبخیز مسیل مشخص می‌شود. در ادامه ذیربطان و ذی‌نفعان (متخصصین، نهادهای دولتی و خصوصی و ساکنین و بهره‌برداران) مشخص شده و با برگزاری جلسات مشترک مسیر مدیریتی را مشخص می‌کند .

- تعیین حوزه آبخیز مسیل مورد مطالعه و تهیه اطلاعات پایه، تلفیق و طراحی
- تعیین هدف اصلی اجرای ساماندهی بازه مسیل
- تعیین ارکان مدیریت سازگار منطقه مطالعاتی شامل ذیربطان و ذی‌نفعان (متخصصین، نهادهای دولتی و خصوصی و ساکنین و بهره‌برداران).
- برگزاری جلسات با ذیربطان و ذی نفعان که در وهله اول در جریان برنامه‌های جاری و آینده هر یک قرار گرفته و سپس شرایط فعلی منطقه از نظر پارامترهای طبیعی مشخص شده و آینده منطقه نیز بیان شود. در این جلسات آینده منطقه بر مبنای ساماندهی در نظر گرفته شده تبیین شده و ضعیت عوامل کلیدی ممرتبط با موضوع مانند عوامل اقلیمی، هیدرولوژیک، پوشش گیاهی، تنوع زیستی، جوامع انسانی، جانوری و... و حدحدود تغییرات هر یک و محدودیت‌ها مشخص می‌شود.
- مشخص کردن اهداف جزئی در راستای هدف اصلی به‌عنوان مثال با ساماندهی مسیل در راستای احیای بیولوژیک، میزان افزایش پوشش گیاهی، حفظ تنوع زیستی، بهبود ساختار اجتماعی ساکنین، درآمدزایی و... مشخص می‌شود.
- در ادامه تهیه نقشه‌های عملیات اجرایی و نوع برنامه‌های اصلاحی انجام شده

مرحله دوم: با توجه به نتایج مرحله اول بهترین مسیر مدیریتی با توجه به اهداف، امکانات و محدودیتها مشخص می‌شود.

- با توجه به شرایط موجود و عوامل محیطی و غیر طبیعی وضعیت عملکردی سازه‌ها مشخص شده و با توجه ببه تغییرات عوامل آن، نیاز به تغییرات در سازه‌ها بررسی شده و در صورت نیاز برنامه تکمیلی ارائه می‌شود.
- با توجه نوع برنامه اقتصادی مشخص شده، چگونگی اجرای آن به تفصیل مشخص می‌شود. ببه عنوان مثال در صورت استفاده از روش بیولوژیک، نوع پوشش و یا نوع درخت، برنامه کاشت، داشت و برداشت آن مشخص شده، وظایف هرییک از ارکان مدیریت سازگار مشخص می‌شود.
- محاسبه شیب حد مسیل و تعیین دقیق موقعیت، طراحی و ایجاد سازه‌های تکمیلی کم هزینه برای رسیدن به شیب حد

مرحله سوم: اجرای برنامه‌ها، متناسب با اهداف کلی و جزئی هر مسیل و بازه های آن و برنامه‌های تعیین شده، اجرای فن‌آوری‌های بیومهندسی منتخب صورت می‌گیرد مانند احداث مخازن آب، کاشت درخت و گیاهان دارویی، تفرجگاه و ...

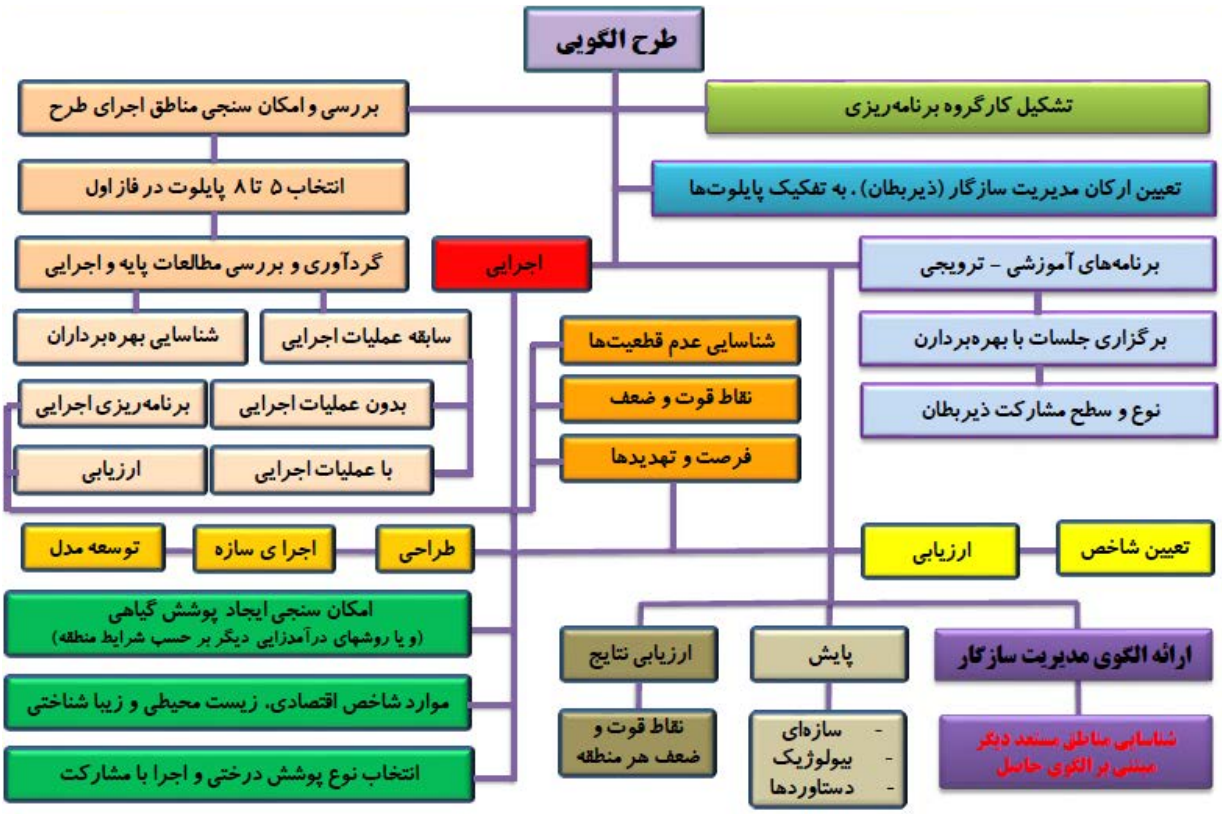
در این مرحله پس از شناسایی دقیق ویژگی‌های هیدرولوژیکی، فیزیوگرافی، زمین شناسی، اثرات زیست محیطی اجرای پیروژه، ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی منطقه شروع خواهد شد. در تدقیق شرایط هیدرولوژیکی خشکه رود انتخاب شده، پروفییل طولی آن نقشه برداری شده و از طریق مدل هیدرولیکی HEC-RAS موقعیت سازه‌های موجود مورد بررسی و در صورت نیاز با توجه ببه ششیب حد رودخانه، امکان ایجاد سازه‌های تکمیلی حتی بندهای رسوبگیر پرده‌ای و توری کاهی[1] بسیار ارزان به منظور رسوبگیری و اصلاح شیب و ایجاد زمینه کاشت گیاهان مثمر مورد بررسی قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین فناوری مورد نظر در ایین پیروژه، ایجاد ذخایر آب در بالادست بازه مورد نظر (درون آبرفت و کرانه‌ها) از طریق پرده آب بند در بستر خشکه رود و هدایت آب به درون مخازن است. هم‌چنین سامانه آبیاری برای آبیاری درختان مثمر و گیاهان دارویی بومی ایجاد خواهد شد. ببه ععلاوه، امکان احداث مخازن آب با توجه ببه مورفولوژی کانال خشکه رود در طول بازه نیز بررسی خواهد شد. مهم‌ترین مزیت مخازن حذف مسئله تبخیر در روش‌های سنتی است.

1 Straw logs

از طرفی حجم مخازن بر اساس نیاز آبی درختان مثمر تعیین خواهد شد. استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران و فناوری‌های مانند دیگر واترباکس، از دیگر فناوری‌های مد نظر می‌باشد، که زمینه کاشت درختان را علاوه ببر رسوبات پست بندهای رسوب‌گیر در کرانه‌های خشکه‌رود فراهم می کند. سپس درختان و گیاهان دارویی بومی در حریم خشکه رود (بصورت باغات شیبدار) و در طول آن در روی پشت رسوبات ایجاد شده کاشته خواهد شد.

مرحله چهارم: پایش تغییرات و ارزیابی روش‌های درآمد زایی صورت گرفته و تحلیل اقتصادی آن. پس از تکمیل عملیات سازه‌ای و بیولوژیک در یک دوره زمانی مشخص (برحسب وضعیت هر مسیل) تک تک سازه‌ها از نظر تغییرات سازه، تغییرات مخزن پشت سازه‌ها، جابجایی و تخریب، میزان رسوب جمع شده، مولفه‌های بیولوژیک پوشش درختی ازجمله زندمانی و شادابی، زادآوری، آفات و بیماری‌ها و میزان جریان پارشال فلوم (در صورت وجود) و همچنین اطلاعات سیل و تخریب طبیعی و یا غیر طبیعی به‌صورت ماهانه برداشت می‌شود.

مرحله پنجم: ارائه الگو و ضوابط واگذاری عرصه و سطوح جدید ایجاد شده به ساکنین، تعاونی‌ها و جوامع محللی و ارائه بسته و مدل توسعه‌ای طرح برای مناطق مشابه



شکل ۴- مدل مفهومی سامان‌دهی خشکه‌رود

بحث و نتیجه‌گیری

وقوع سیلاب‌ها و حتی کاهش جریان‌های آبی در رودخانه‌های فصلی باعث بروز تاثیرات منفی متعددی در جوامع روستایی و محلی می‌شود. بنابر این ساماندهی رودخانه‌ها که عبارت است از بهبود سیستم رودخانه در یک بازه معین و ببا اهداف چنند منظوره مانند اصلاح مسیر رودخانه به منظور افزایش ایمنی در برابر سیلاب، بهسازی ظرفیت انتقال رسوب و کاهش فرسایش دیواره‌ها انجام می‌شود، مبنای مناسبی برای افزایش بهره‌برداری از مسیل‌ها را فراهم می‌آورد. به‌این ترتیب از یک سو تبعات زیست‌محیطی ناشی از بروز سیل و تخریب و هررفت خاک و کاهش تولیدات گیاهی را در پی داشته و از سوی دیگر با با افزایش بهره‌وری اقتصادی از مسیل‌ها، تبعات اجتماعی و بعضاً مهاجرت در جوامع روستایی متاثر را کاهش می‌دهد. مسیل‌ها به‌ویژه در مناطق کوهستانی سطح قابل توجهی از سطح حوزه‌های آبخیز را تشکیل می‌دهد (۱۰ تا ۱۵ درصد)، لذا درصورتی‌که ۵۰ درصد سطح این اراضی را با بسترسازی و اصلاح و تعدیل

شیب و مسیر مسیل‌ها به عنوان اراضی جدید برای توسعه کشاورزی و منابع طبیعی اضافه نمود و شرایط بسیار مناسب و ارزشمندی برای افزایش میزان اشتغال در اراضی شیب‌دار و حتی توسعه فضای سبز در حوضه‌های شهری فراهم نمود. از طرفی بسیاری از منافع جریانات رودخانه‌ای به ساکنین پایین دست و دشتها که عمدتا شهرها هستند می‌رسد و منافع ساکنین سرشاخه‌ها ککه اکثرا روستاها هستند کمتر است و لذا با توجه تاثیر پذیری و ارتباط بخش‌های مختلف رودخانه، برنامه‌های مدیریتی را پیچیده می‌کنند. هم‌چنین بهره‌وری بیشتر از آب و کاهش فرسایش و رسوب، با ایججاد عرصه‌های تولییدی در بالادست رودخاننه‌ها زمیننه بهره‌مننددی ساکنین بالادست‌ها بیشتر شده و به عبارت دیگر تعادلی ایجاد می شود. حتی بسیاری از پروژههای اججرا ششده در رودخاننه ها و سرششاخه‌ها از طریق نهادهای دولتی و با کمترین مشارکت و هم‌فکری ساکنین به‌خصوص روستاها صورت گرفته و اهداف محدود و تتک بععدی ایین گونه طرح‌ها نیز باعث شده که با اقبال خوبی از سوی مردم و بهره‌برداران روبه‌رو نباشد.

در این طرح در یک بازه زمانی چهار ساله با تعیین ذی‌ربطان و ذی‌مدخلان در هر منطقه و ارزیابی مششکلات محیطلی و اجتمماعی منطقه، با همفکری و همکاری مردم در قالب مدیریت سازگار پیش رفته و از ابتدا نظرات ایشان جلب شده و حین مراحل اجرایی نیز از مشارکت ایشان استفاده می‌گردد. در نهایت با واگذاری آن به خود ایشان، از عواییید آن نییز استفاده می‌کننند و بهره‌وری مناسبی از جریانات شده و خسارت سیل و خشک‌سالی‌ها هم تقلیل می‌یابد. لذا تجاری سازی این طرح مبتنی بر دستاوردهای آن در ذخیره آب و ایجاد سطوح مناسب ذخیره باران و مدیریت جریان و سیل، کاهش رسوب، اففزایش ترسیب ککربن، اثثرات زیست محیطلی و ککاهش آلودگی و تلطیف هوا، زیبا شناختی و بوم‌گردی و توریسم، افزایش تنوع زیستی گونه‌های گیاهی و جانوری، ارائه الگوی مشارکت مردمی و همگرایی نهادهای ذی‌ربط، ایجاد باغات در اراضی شیبدار، تولیدات گیاهی و اشتغال و کاهش مهاجرت می‌باششد. از جههت دیگگر ببا توجه به تنوع اقلیمی و شرایط جغرافیایی و توپوگرافی و گوناگونی شرایط اجتماعی در کشور ایران، شرایط متفاوتی برای انجام این‌گونه طرح‌ها در کشور وجود دارد و نیاز است الگوهای بومی برای مناطق مختلف کشور ارائه شود.

منابع

- ابراهیمی، ن.، و ع. داودی‌راد. ۱۳۹۵. طرح الگویی ساماندهی خشکه رودها به‌منظورکنترل سیلاب- مطالعه موردی، آهودره شهرستان خمین، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۰ (۳۲)، ۱۱ صفحه.
- تلوری، ع.. ۱۳۸۳. اصول مقدماتی مهندسی و ساماندهی رودخانه، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۴۹۰ صفحه.
- جواهری، ن. ۱۳۸۰. ب ینه سازی عملیات سازه ای در آبراهه های حوزه های گلاب دره و دربند، نخستین همایش ملی سازه های کنترل فرسایش و بازیافت اراضی در رودخانه ها و مسیلها ۱۵-۱۳ شهریور – خرم آباد ، ۲۰۹-۲۱۹.
- خرد نارویی، ص.، ع. روحی مقدم، م. نهتانی و ح. سرگزی. ۱۳۹۶. اهمیت احداث خوشاب در تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی دشت ایرانشهر. ششمین همایش ملی سطوح آبگیر باران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر، ۱۱ صفحه.
- صادقی، س.ح.ر.، ع. داودی‌راد، و ا. سعدالدین. ۱۳۹۳. معرفی و کاربرد مفاهیم مدیریت سازگار و رویکرد بیلان صفر در کاهش تخریب زمین. ترویج و توسعه آبخیزداری، ۲(۷): ۳۷-۴۲.
- کشورپرست، س.، و ج. پارسایی. ۱۳۹۴. ساماندهی رودخانه های شهری با رویکرد توسعه پایدار محیطی (مطالعه موردی : شهر محمودآباد)، کنفرانس بین المللی پژوهش‌های نوین در علوم کشاورزی و محیط زیست، کوالالامپور، مالزی، ۲۴ آذرماه، ۱۹ صفحه.
- Armitage, D., M. Marschke, M. and R. Plummer. 2008. Adaptive co-management and the paradox of learning. Global environmental change, 18(1), 86-98.
- Datry, T., S.T. Larned, and K. Tockner.2014. Intermittent rivers: a challenge for freshwater ecology. BioScience, 64(3), 229-235.
- Dunkerley, D. 2014. Nature and hydro-geomorphic roles of trees and woody debris in a dryland ephemeral stream: Fowlers Creek, arid western New South Wales, Australia. Journal of arid environments, 102, 40-49.
- Franti, T.G. 1996. Bioengineering for hillslope, streambank and lakeshore erosion control. Cooperative Extension, University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources.
- Habtamu, T. 2011. Assessment of sustainable watershed management approach case study lenche dima, tsegur eyesus and dijjil watershed. A Project Paper Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Professional Studies.
- Laitinen, L. and J. Jormola. 2008. Drainage and Fishery in the Restoration of Agricultural Brooks. 4th ECRR

Conference on River Restoration. Italy, Venice S. Servolo Island.

- Kingsford, R.T., H.C. Biggs, and S.R. Pollard. 2011. Strategic adaptive management in freshwater protected areas and their rivers. Biological Conservation, 144(4), 1194-1203.
- Kingsford, R.T., D.J. Roux, C.A. McLoughlin, and J. Conallin. 2017. Strategic Adaptive Management (SAM) of Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. In Intermittent Rivers and Ephemeral Streams (pp. 535-562).
- Madera, P., P. Packová, D.D.R.L. Manjarrés, J. Stykar, and V. Simanov.2009. The model of potential biomass production of riparian stands in Odra river basin. Ekológia, 28(2), 170.
- Moseley, C., and M. Nielsen-Pincus. 2009. Economic Impact and Job Creation from Forest and Watershed Restoration: A Preliminary Assessment.
- Phillips, C., and M. Marden. 2006, June. Use of plants for ground bioengineering and erosion and sediment control in New Zealand. In Proceedings of “Soil e Water. Too good to lose”. Joint Annual Conference NSW Stormwater Industry Association and the Internatioanal Erosion Control Association.
- Polyakov, M., J. Fogarty, F. Zhang, R. Panditand D.J. Pannell.2017. The value of restoring urban drains to living streams. Water resources and economics, 17, 42-55.
- Sutton, P. C., S.J. Anderson, R. Costanza, and I. Kubiszewski. 2016. The ecological economics of land degradation: Impacts on ecosystem service values. Ecological Economics, 129, 182-192.