امکان سنجی استفاده از روش‌های بیولوژیکی در ساماندهی رودخانه (مطالعه موردی رودخانه دره رود اردبیل)

سالار جارحان[1]، علیرضا بایبوردی[2]، سعید حبیبی[3] و علی اطاعت[4]

1- کارشناس مهندسی آب، مهندسین مشاور آذربولاق تبریز

2- کارشناسی ارشد مدیریت در سوانح طبیعی، مهندسین مشاور آذربولاق تبریز

3و4- کارشناس ارشد هیدرولیک، مهندسین مشاور آذربولاق تبریز

آدرس رایانامه نویسنده رابط: salar.jarhan@gmail.com

خلاصه

ساماندهی رودخانه ها جهت به حداقل رسیدن خطرات جانی و مالی ناشی از طغیان در مواقع سیلابی ضروری است. تجربه نشان داده است روش‌های سازه‌ای ساماندهی بعلت صلب بودن و عدم سازگاری با طبیعت ضمن داشتن هزینه‌های اجرایی بسیار بالا از پایداری لازم برخوردار نبوده و اغلب به شکست می‌انجامد. در این مقاله ضمن معرفی چندین روش بیولوژیکی جهت ساماندهی رودخانه، امکان استفاده از این روش‌ها در بازه‌هایی از رودخانه دره رود اردبیل که در معرض فرسایش بودند، بررسی گردید. نتایج بدست آمده نشان داد، رودخانه دره رود اردبیل از پتانسیل لازم برای اجرای روش‌های بیولوژیکی برخوردار بوده و در درازمدت می‌توان با بهره‌گیری از این روش‌ها این رودخانه را ساماندهی نمود.

کلمات کلیدی: ساماندهی رودخانه، روش‌های بیولوژیکی، محیط زیست، دره رود اردبیل.

1. مقدمه

از زمانی که انسان حاشیه رودخانه‌ها را به دلیل دسترسی آسان به آب مورد نیاز خود برای زندگی انتخاب کرد با مشکلات متفاوتی از قبیل طغیان رودخانه‌ها در مواقع سیلابی و جابجایی بستر آنها مواجه می‌شود. با پیشرفت علم و دسترسی به تکنولوژی انسان توانسته با ایجاد سازه‌هایی مانند آب بند، خاکریز و آب‌شکن تا حدودی این مشکلات را حل کند و از وقوع خسارات ناشی از این بلایا جلوگیری کند. تجربه نشان داده که احداث این سازه‌ها بسیار پرهزینه بوده و می‌تواند مشکلات زیست محیطی زیادی در پی داشته باشد. از بین بردن پوشش گیاهی در محل احداث سازه در درجه اول به ثبات خاک در منطقه و در درجه دوم به زندگی جانداران در آن منطقه ضربه می‌زند. از این رو در سال های اخیر استفاده از روش‌هایی که بتواند با محیط زیست سازگاری بیشتری داشته باشد، در اولویت قرار گرفته است. روش‌های بیولوژیکی، روش‌هایی هستند که به دلیل کم هزینه بودن و عدم تخریب محیط زیست بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند. این روش‌ها عملکرد بالایی در تثبیت خاک در شیب‌های تند داشته و می‌تواند روشی موثر برای رویش گیاهان در دامنه‌های شیب‌دار و جلوگیری از فرسایش سطحی خاک باشد[۱]. استفاده از مواد گیاهی زنده و تکنیک‌های مهندسی در روش‌های بیولوژیکی باعث کاهش مشکلات زیست محیطی در مکان‌ها با فرسایش زیاد مانند دامنه‌های پرشیب و کناره رودخانه‌ها گشته است. همچنین این روش-ها عملکرد بسیار خوبی را در ترمیم زیست بوم‌های آسیب دیده با بازسازی پوشش گیاهی و افزایش مقاومت برشی خاک به دلیل ریشه دوانی گیاهان از خود نشان داده‌اند. علاوه بر سازگاری با محیط و کنترل عواملی چون فرسایش در محیط، این روش‌ها موجب افزایش زیبایی محیط و رونق گردشگری نیز می‌شوند[۲].

استفاده از روش‌های بیولوژیکی سابقه زیادی ندارد. شاید بتوان گفت که این روش‌ها در قرن اخیر توسعه و گسترش یافته‌اند. نخستین تحقیقات در راستای استفاده از روش‌های زیستی توسط سازمان حفاظت منابع طبیعی آمریکا انجام شده است. این سازمان در سال ۱۹۳۸ تکنیک‌های تثبیت کننده در امتداد سواحل دریاچه میشیگان را مطالعه کرد[۳]. در سال ۱۹۷۴، لیزر ساماندهی حوضه دریاچه تاهو را با استفاده از روش‌های بیولوژیکی انجام داد که این پروژه نقطه عطفی در استفاده از این روش‌ها به شمار می‌رود[۴]. اسچیچتل در سال ۱۹۹۷ کتابی را در زمینه معرفی روش‌های بیولوژیکی منتشر

کرد که امروزه به عنوان مرجع بسیاری از روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد[۵]. ایوت و همکاران (۲۰۰۹) روش‌های زیستی مختلف را در ساماندهی رودخانه‌ها در غرب اروپا بررسی کردند[۶]. لان و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی حفاظت کناره رودخانه با پوشش حصیری دریافتند که اثربخشی روش مذکور با گذشت زمان افزایش می‌یابد[۷]. دهیتال و تانگ (۲۰۱۵) تاثیر استفاده از روش‌های بیولوژیکی در کاهش خطرات سیل را بررسی کرده و دریافتند که این روش‌ها می‌توانند در مناطق سیل خیز نقش قابل توجهی ایفا کنند و تا حد زیادی از احتمال وقوع سیل بکاهند[۸]. مطالعات انجام یافته نشان می دهد، استفاده از روش‌های زیستی برای تثبیت خاک در حوضه های آبریز امری اجتناب ناپذیر است. لذا هدف از این پژوهش برای اولین بار بررسی امکان سنجی استفاده از روش‌های بیولوژیکی و یا ترکیبی از روش های سازه‌ای و بیولوژیکی در ساماندهی رودخانه دره رود به ویژه در بازه‌هایی که در معرض فرسایش زیاد قرار دارند، می‌باشد.

2. مواد و روش‌ها

2-1. منطقه مورد مطالعه

رودخانه دره رود یکی از سرشاخه‌های اصلی رودخانه مرزی ارس در سمت ایران می‌باشد. این رودخانه از به هم پیوستن دو رودخانه قره سو و اهر چای در مجاورت روستای معروف به دوشتور تشکیل شده و بعد از طی مسافت حدود ۱۳۶ کیلومتر در پایین دست سد انحرافی میل و مغان به رودخانه مرزی ارس ملحق می گردد. این رودخانه با سطح حوضه‌ای حدود ۱۵ هزارکیلومتر مربع و متوسط جریان ۱۷/۷ مترمکعب در ثانیه (معادل ۵۵۸ میلیون مترمکعب در سال) یکی از بزرگترین رودخانه‌های استان اردبیل است. گزارشات هیدرولوژی ارائه شده برای این رودخانه نیز موکد بزرگی سیلاب‌های به وقوع پیوسته در این رودخانه است که همه ساله خسارات فراوانی را به حاشیه نشینان این رودخانه در منطقه تحمیل می‌نماید که این امر ضرورت ساماندهی و ایمن سازی حاشیه رودخانه را نشان می‌دهد[۹].

2-2. ساماندهی رودخانه

ساماندهی رودخانه و حفاظت آن از مسائل پیچیده مهندسی رودخانه است که از جنبه‌های علمی، فنی، اقتصادی و زیباشناسی مورد بحث بوده و به علت تاثیر متغیرهای فراوان تاکنون ضوابط و خطوط اصلی معین و روشنی جهت انتخاب و طراحی بهترین روش و گزینه به اثبات نرسیده است. فعالیتهای موضعی انسان روی رودخانه باعث بروز تغییرات شدید در ویژگیهای موضعی و کل رودخانه می‌شود. نتیجه بسیاری از کارهای اصلاحی رودخانه، بر هم زدن تعادل غالب بر آن سیستم می‌باشد. در نتیجه، یک طرح مهندسی مطلوب باید همواره در جهت تثبیت تمایل طبیعی رودخانه به منظور دستیابی به شرایط توازن باشد. برای نیل به این هدف، آگاهی از جهت و حجم تغییرات ویژگیهای رودخانه در اثر عملیات مصنوعی یا طبیعی روی آن الزامی است.

ساماندهی در رودخانه‌ها جهت بهبود شرایط رودخانه و همچنین حفاظت از اراضی اطراف آن انجام می‌گیرد. روش‌های بیولوژیکی مختلفی برای ساماندهی وجود دارند که در ادامه به معرفی این روش‌ها پرداخته می‌شود.

2-2-1. حفاظت کناره زنده

از این روش برای تثبیت کناره رودخانه‌ها در مقابل سیلاب‌ها و مواد نخاله‌ای ناپایدار که باعث فرسایش می‌شوند، استفاده می‌شود. روش یادشده در تثبیت خندق‌های کنار جاده‌ها نیز می‌تواند بسیار مفید و کارا باشد. انتهای کناره زنده باید به درستی با پیچ‌های رودخانه مماس باشد تا از فرسایش بیشتر جلوگیری شود[۶]. شکل 1 نمونه‌ای از حفاظت کناره زنده برای تثبیت کناره رودخانه را نشان می‌دهد.



شکل 1 – حفاظت کناره زنده

2-2-2. حصیر بوته

پوششی محافظ ساخته شده از بوته و شاخه‌ها است که سبب فرم فوری کنار رودخانه‌ها می‌شود و تاثیر آن در جریان تند به خوبی قابل مشاهده است. این روش شرایط را برای رشد سایر گیاهان نیز فراهم می‌کند. از این روش به منظور محافظت دامنه از لغزش و تله رسوب‌گیر استفاده می‌شود[۷]. شکل 2 مقطعی از رودخانه را که با حصیر بوته حفاظت شده را نشان می‌دهد.



شکل 2 – حصیر بوته

3-2-2. کاشت مشترک

در این روش ریشه گیاهان به نگهداری خاک در زیر سنگ چین‌ها کمک می‌کند. این روش سبب حفاظت فوری و موثر، کاهش فرسایش در کناره‌ها، بهبود زهکشی با از بین بردن رطوبت خاک و نیز موجب کاهش انرژی در طول مرحله سیل می‌شود. این روش که ترکیبی از دو نوع پوشش سنگی و پوشش گیاهان مرتعی است، موجب تقویت سازه پوششی و سازگازی هرچه بیشتر سازه حفاظتی با محیط زیست می‌گردد. با رشد بذرهای گیاهان مرتعی علاوه بر تخصیص سیمایی زیبا به رودخانه سازه حفاظتی نیز تسلیح می‌شود[۹]. شکل 3 نشان دهنده اجرای کاشت مشترک در ساحل رودخانه است.



شکل 3 – کاشت مشترک

4-2-2. دیوار تخت زنده

روشی است که در بازسازی کناره برای دامنه‌های تقریباً عمودی استفاده می شود که از سنگ های جعبه‌ای به هم پیوسته و یا چوب تشکیل شده است. این روش برای شیب‌هایی مناسب است که دیواره پایین آنها نیاز به ثبات یا کاهش شیب داشته باشند. در ضمن این روش به فضای محدودی نیاز دارد و برای کنترل فرسایش کناره‌ها بر اثر جریان سریع مفید است[۱۰]. قسمتی از رودخانه که با دیوار تخت زنده پوشش داده شده در شکل 4 قابل مشاهده است.



شکل 4 – دیوار تخت زنده

5-2-2. صفحات مستغرق

صفحاتی هستند که به منظور اصلاح جریان در نزدیک بستر و توزیع مجدد جریان و تغییر انتقال رسوب در مقطع طراحی می‌شوند، جنس این صفحات می‌تواند از چوب، فلز، بتن و یا مواردی نظیر آن باشد. جلوگیری از فرسایش و افزایش رسوبگیری در ساحل خارجی رودخانه و جلوگیری از تعریض بستر رودخانه از جمله کاربردهای صفحات مستغرق هستند[۱۱]. شکل 5 نشان دهنده اجرای صفحات مستغرق در کناره رودخانه است.



شکل 5 – نمونه‌ای از صفحات مستغرق

هدف از انجام این تحقیق معرفی روش‌های نوین برای حفاظت و ساماندهی نقاط مستعد رودخانه دره رود است. شناسایی مناطق آسیب پذیر این رودخانه و اعمال روش‌های نوین می‌تواند گام مفیدی در راستای حفاظت‌های بیولوژیکی باشد که سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند.

3. بحث و نتایج

رودخانه دره رود نقش کلیدی در محیط زیست و همچنین زندگی انسان‌ها در منطقه ایفا می‌کند. از این رو عوامل طبیعی و فعالیت‌های انسانی در این حوضه می‌تواند، موجب تغییرات بسیاری شود و زندگی انسان‌ها را دگرگون سازد. بنابراین اهمیت حفاظت بستر و ساماندهی آن بیش از پیش احساس می‌شود. این رودخانه در مناطقی از مسیر حرکت خود به دلیل ورود مسیل فرعی و فرسایش دیواره روبرو آسیب‌پذیر است. شکل 6 فرسایش و تخریب ساحل راست در اثر حمله جریان از مسیل فرعی در ساحل چپ را نشان می‌دهد[۹]. در اینگونه موارد حفاظت ساحل رودخانه و جلوگیری از تغییر بستر آن بسیار مهم است. روش پیشنهادی برای این قبیل مناطق استفاده از روش حفاظت کناره زنده است که می‌تواند با ترمیم مقطع از فرسایش جلوگیری کند. این روش به دلیل قابلیت اجرا در مقطع کوچکی از رودخانه و تطابق بالای آن با محیط اطراف و کارایی بسیار زیاد می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های سازه‌ای شود. از دیگر مزایای این روش می‌توان به هزینه پایین و عمر طولانی آن اشاره کرد. زیبا سازی بستر با به وجود آوردن چشم‌انداز زیبا از دیگر مزایای جانبی این روش می‌باشد.



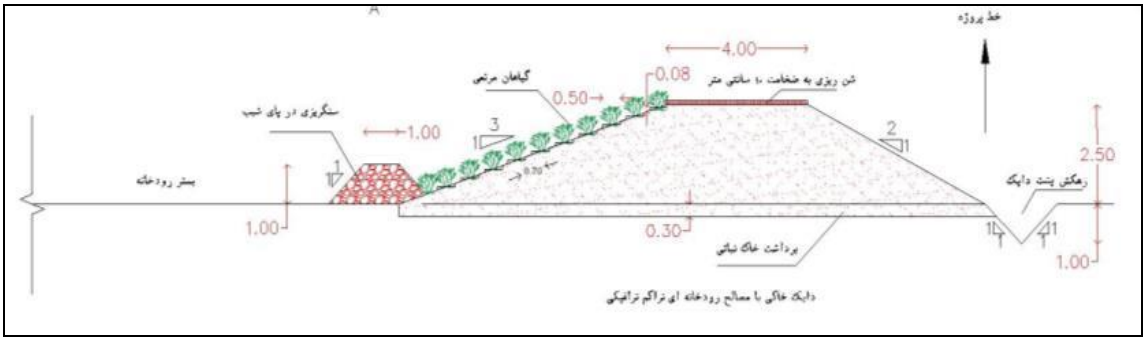
شکل 6 – تصاویر محدوده فرسایش یافته در اثر حمله جریان از مسیل فرعی در معل تلاقی

شکل 7 خروج بستر فعال رودخانه از محدوده قانونی خود در ساحل چپ را نشان می‌دهد[۹]. در این منطقه می‌توان به منظور فرم دهی سریع به کناره رودخانه و جلوگیری از فرسایش شدید کناره از حصیر بوته استفاده کرد. این روش می‌تواند با احیای پوشش گیاهی و تثبیت خاک در آن نقطه و همچنین رسوب‌گیری در محل حفاظت، مانع از پیشروی رودخانه گردد. با گذشت زمان رسوب‌گذاری در محل احداث حصیر بوته موجب بازگشت رودخانه به حریم قانونی خود می‌شود. این روش به ویژه در مناطقی که سرعت آب زیاد است بسیار موثر است. دیگر مزیت این روش سازگاری بالای آن با طبیعت است به طوری که می‌تواند بستر مناسبی برای رشد جانوران نیز باشد که این امر خود باعث پویاتر شدن اکوسیستم آن منطقه می‌شود.



شکل 7 – تصاویر خروج حد بستر فعال رودخانه از محدوده قانونی در ساحل چپ

در مناطقی از رودخانه که احتمال طغیان و خروج آب از مجرای اصلی وجود دارد می‌توان از کاشت مشترک استفاده کرد. در این روش که ترکیبی از روش سازه‌ای (احداث دایک‌های ساماندهی) و روش بیولوژیکی (کاشت گیاهان مرتعی) است، با بذر پاشی دایک‌های ساماندهی گیاهان مرتعی بصورت خودرو و به مرور زمان رشد می‌کنند و با ریشه افکنی در بدنه دایک‌ها مقاومت آنها را در برابر حملات جریان بالا می برند. البته جهت پیشگیری از فرسایش در برابر حمله آب و سیلاب پنجه و پاشنه شیب شیروانی در طرف رودخانه سنگ ریزی می‌گردد. این روش با مستهلک کردن انرژی آب توانایی جلوگیری از وقوع سیل را دارد همچنین می‌تواند موجب زیبایی کناره رودخانه شود و چشم انداز خوبی را در ساحل رودخانه ایجاد کند. شکل 8 نمایی از تیپ سازه حفاظتی دایک ساماندهی با پوشش گیاهان مرتعی را نشان می‌دهد.



شکل 8 – مقطع عرضی سازه حفاظتی دایک ساماندهی با پوشش گیاهان مرتعی پیشنهادی در دره رود

در مناطقی که شیب کناره رودخانه زیاد است، بهتر است از دیواره تخت زنده استفاده کرد. این روش مانند سنگ‌چینی در کناره رودخانه است با این تفاوت که چیدن سنگ‌ها در داخل جعبه‌هایی ساخته شده از تنه درختان انجام می‌شود. این روش در ترمیم دیواره‌هایی با شیب تقریبا عمود و جریان‌های سریع کارایی دارد و قابلیت این را داراست که فضای کمی را اشغال کند. شکل 9 فرسایش کناره در قوس خارجی ساحل چپ را در رودخانه دره رود نشان می‌دهد که شیب زیادی دارد و مستعد ساماندهی با این روش می‌باشد[۹].



شکل 9 – فرسایش کناره در قوس خارجی ساحل چپ

در مکان‌هایی از رودخانه که عمق آب کم یا در مناطقی که رودخانه شریانی است، طراحی و نصب صفحات مستغرق در کناره‌ها، یکی از بهترین گزینه‌های ساماندهی رودخانه است. این صفحات با کاستن سرعت آب موجب کاهش فرسایش و رسوب‌گذاری در سواحل می‌شوند که این عمل باعث تثبیت رودخانه شده و از تعریض آن جلوگیری می‌کند. این روش بسیار اقتصادی است و می‌تواند تا حد قابل قبولی سرعت جریان و حرکت رسوبات در رودخانه را کنترل کند. شکل 10 نشان دهنده منطقه مستعد برای نصب صفحات مستغرق در رودخانه دره رود است.



شکل 10 – جریان کم عمق و شریانی

4. نتیجه‌گیری کلی

با توجه به لزوم استفاده از روش‌های پایدار و کم هزینه در طرح‌های ساماندهی رودخانه ضرورت استفاده از روش‌های بیولوژیکی سازگار با محیط زیست در ایران نیز بیش از پیش احساس می‌شود. در این مقاله ضمن معرفی چندین روش بیولوژیکی امکان استفاده از آنها در بازه‌هایی حساس از رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد، رودخانه دره رود از شرایط و ظرفیت لازم برای اجرای پروژه‌های بیولوژیکی جهت ساماندهی برخوردار بوده و در دراز مدت می‌تواند اجرای این روش ها باعث تثبیت بیشتر رودخانه، به ویژه در سواحل فرسایش پذیر گردد.

5. قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی و تشکر خویش را بخاطر همکاری‌های کارشناسان محترم دفتر مهندسی رودخانه شرکت آب منطقه‌ای اردبیل و بخش آرشیو بخاطر در اختیار قراردادن داده ها و اطلاعات لازم در این مطالعه اعلام می‌دارند.

6. مراجع

1. غلامی، ل. و کریمی، ن. و کاویان، ع. (1396). روش های مهندسی زیستی خاک استفاده شده در مدیریت آب و تثبیت شیب های تند، مجله اکوهدرولوژی، دوره 4، شماره 1، بهار، 162- 149.

2. Li, M.H. and Eddleman, K.E. (2002). Biotechnical engineering as an alternative to traditional engineering methods: a biotechnical streambank stabilization design approach, Landscape Urban Plan, 60, 225–242.

3. Gray, D.H., Leiser, T.A. and White, C.A. (1980). Combined vegetative structural slope stabilization civil engineering, 50(1):82-85.

4. Leiser, A.T., Nussbaum, J.J., Kay, B. and Paul, J. (1974). Thornhill W. Revegetation of disturbed soils in the tahoe basin, California Department of Transportation, Sacramento, California.

5. Schiechtl, H.M. and Stern, R. (1997). Ground bioengineering techniques for slope protection and erosion control, Blackwell Science Publications, ISBN: 0-632-04061-0.

6. Evette, A., Labonne, S., Rey, F., Liebault, F., Jancke, O. and Girel, J. (2009). History of Bioengineering Techniques for Erosion Control in Rivers in Western Europe, Environmental Management, 43,972–984.

7. Lan, G., Jiarong, G., Kaili, G., Ye, K., Xiaobo, Z. and Bing, W. (2012). Brush Mattress – A Soil Bioengineering Technique for Ecological Riverbank Construction, Environmental and Biological Sciences 13-14.

8. Dhital, Y. and Tang, Q. (2015). Soil bioengineering application for flood hazard minimization in the foothills of Siwaliks, Nepal, Ecological Engineering 74: 458–462.

9. مهندسین مشاور آذر بولاق تبریز. (۱۳۹۶). مطالعه تأثیر سد عمارت بر ساماندهی در پائین‌دست رودخانه دره‌رود، گزارش مرحله دوم طرح ساماندهی رودخانه دره رود.

10. Johnson, A.W. and Stypula, J.M. (1993). Guidelines for Bank Stabilization Projects in the Riverine Environments of King County, King County Department of Public Works, Surface Water Management Division, Seattle, Washington.

11. Odgaard, A.J. and Lee, H.E. (1984). Submerged Vanes for Flow Control and Bank Protection in Streams, Department of Transportation, Highway Research Board, Iowa.