

بررسی حفاظت مستقیم و غیر مستقیم سواحل رودخانه به منظور کنترل فرسایش (مطالعه موردی منطقه عرب اسد در محدوده رودخانه کارون)

بهروز بهزادفر، میثم مطیع

دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی - کارشناس شرکت مهندسی مشاور عمران منابع آب اهواز

behrouz-behzadfar@live.com ، behzadfar2010@gmail.com

چکیده

فرسایش سواحل رودخانه‌ها باعث تخریب زمین‌های زراعی مجاور آنها و در برخی موارد موجب از بین بردن تأسیسات شهری و جاده‌های ارتباطی می‌گردد. در اثر این تخریب‌ها خسارات مالی فراوانی به سیستم اقتصادی کشور وارد می‌شود. محدوده‌های فرسایشی در اطراف رودخانه‌ها در محدوده استان خوزستان نسبت به سایر استانهای کشور بیشتر است که علت اصلی آن کاهش شیب طولی مجرای رودخانه‌ها در اغلب مناطق استان و در نتیجه کاهش ظرفیت آنها و جنس لایه‌های خاک سواحل رودخانه که از جنس آبرفتی (بیشتر رس لای دار یا ماسه دار) می‌باشد. در اثر این کاهش، پدیده مارپیچی در مسیر رودخانه‌ها بوجود می‌آید که با جریان دبی زیاد در مواقع سیلابی، سرعت آب افزایش یافته و در صورتیکه لایه‌های خاک تشکیل دهنده سواحل رودخانه دارای مقاومت برشی کم باشد، باعث فرسایش و تخریب سواحل می‌گردد. هدف از این تحقیق بررسی روشهای مستقیم و غیر مستقیم حفاظت سواحل رودخانه کارون در محدوده روستای عرب اسد واقع در استان خوزستان، و انتخاب مناسبترین روش با توجه به شرایط محل و با در نظر گرفتن شرایط فنی و اقتصادی می‌باشد. منطقه عرب اسد یکی از محدوده‌های فرسایشی رودخانه کارون می‌باشد، این منطقه در 20 کیلومتری جنوب شهر شوشتر قرار دارد. در اثر فرسایش ساحل چپ رودخانه کارون شاخه شطیپ در این محدوده، فاصله بین ساحل رودخانه تا جاده اصلی اهواز - شوشتر به حدود 30 متر در برخی از نقاط کاهش یافته است.

واژه های کلیدی: فرسایش سواحل، روش های مستقیم، روش های غیر مستقیم، رودخانه کارون

مقدمه

فرسایش دیواره رودخانه‌ها که در رودهای مسن با آنها مواجه هستیم باعث بروز خسارات زیادی در زمین های اطراف رودخانه و سازه‌ها شده و حریم کاذبی برای رودخانه‌ها به وجود می‌آورد که به این ترتیب از پتانسیل زمین های قابل استفاده اطراف رودخانه‌ها می‌کاهد. اگر جنس مصالح دیواره‌ها ریزدانه رسی و یا چسبنده باشد به علت نفوذپذیری کم، در زمان فروکش سیلاب، سطح آب سریع پایین آمده، امکان زهکش سریع موجود نبوده و کاهش

Archvie of SID

نیروی برشی بین ذرات سبب فرو ریختن دیواره ها خواهد شد. اگر جنس مصالح دیواره ها ریزدانه غیرچسبنده باشد در اثر برخورد امواج با دیواره ها فرسایش سطحی به وقوع می پیوندد. در حالتی که مصالح دیواره ها انواعی از مصالح فوق باشند بالا آمدن سطح آب زیرزمینی و زهکشی آب از دیواره ها به سمت رودخانه، ذرات ریز را شسته، باعث ریزش ذرات درشت بالایی میشود. با توجه به کاهش شیب طولی و کاهش عرض مجرای رودخانه کارون در محدوده جلگه خوزستان، ظرفیت عبوری مجرای رودخانه کاهش می یابد، و در نتیجه پدیده مارپیچی (مآندر) در مسیر رودخانه بوجود می آید که با جریان دبی زیاد در مواقع سیلابی، سرعت آب افزایش می یابد، و سواحل رودخانه در این نقاط تحت تأثیر نیروهای برشی آب قرار می گیرند و فرسایش می یابند و سپس مسیر رودخانه به تدریج به حالت پیچ و خم در می آید. و با توجه به اینکه سرعت آب در قوس های خارجی از مسیر رودخانه بیشتر از نقاط دیگر مقطع عرضی آن است، لذا هنگام حصول سیلاب ها میزان فرسایش سواحل در قوس های خارجی بیشتر از سایر نقاط مقطع عرضی رودخانه خواهد بود. میزان این فرسایش به مرور زمان تشدید می شود و طول آن قسمت از مسیر رودخانه که تحت تأثیر این پدیده قرار می گیرد مرتباً با وقوع سیلاب های متوالی افزایش می یابد. منطقه عرب اسد در جنوب شهر شوشتر یکی از نقاط واقع تحت تأثیر پدیده فوق الذکر می باشد. کناره های رودخانه شطیط و بخصوص کناره چپ آن در محدوده روستای عرب اسد از لایه های خاک آبرفتی تشکیل شده است. این لایه ها نسبت به فرسایش بسیار حساس می باشند. در هنگام عبور سیلابها از رودخانه لایه های ماسه ای، که در قسمت زیرین کناره چپ رودخانه قرار دارند فرسایش می یابند و باعث خالی شدن زیر لایه های فوقانی می گردد. لایه های فوقانی پس از برداشتن شکافها شروع به سقوط نمودن بشکل بلوکهای بزرگ و کوچک می شوند که منجر به فرسایش کناره رودخانه و عقب نشینی آن می گردد، مهندسی مشاور عمران منابع (1388).

موقعیت طرح

محدوده مورد مطالعه در فاصله 70 کیلومتری شمال شهر اهواز در شرق جاده آسفالتی اهواز - شوشتر و در فاصله 20 کیلومتری جنوب شهر شوشتر واقع گردیده است. محدوده مورد نظر شامل یک بازه فرسایشی بطول تقریبی حدود 1550 متر است. که تقریباً در فاصله 37 کیلومتری (با مسیر رودخانه) از محل تقسیم رودخانه کارون به شاخه های گرگر و شطیط واقع می باشد. فرسایش بوجود آمده مشکلات زیادی را برای ساکنین منطقه بوجود آورده و بعنوان تهدید جدی برای جاده ارتباطی راهبردی اهواز - شوشتر بحساب می آید. شکل (1) نمایی از محدوده فرسایش در منطقه را نشان می دهد و شکل (2) شدت فرسایش در منطقه را نشان می دهد.



عکس (1) : نمای کلی محدوده فرسایش در منطقه عرب اسد



عکس (2): شدت فرسایش ساحل چپ رودخانه کارون در محدوده منطقه عرب اسد

جهت تهیه طرح نهائی پروژه حفاظت ساحل رودخانه کارون در محدوده روستای عرب اسد به بررسی انواع روشهای متداول حفاظت سواحل رودخانه و انتخاب مناسب ترین روش جهت حفاظت از بازه فرسایشی مورد نظر می پردازیم.

انواع روشهای حفاظت سواحل رودخانهها

روشهای حفاظت سواحل رودخانه ها به دو دسته کلی تقسیم می گردد:

حفاظت مستقیم (Direct Protection)

در این نوع حفاظت سواحل رودخانه ها بطور مستقیم توسط مصالح مختلف در مقابل فرسایش ناشی از جریان آب حفاظت می گردد.

از جمله این روشها می توان به موارد زیر اشاره نمود :

- 1- حفاظت سواحل رودخانه بوسیله تورسنگ (Gabion).
- 2- حفاظت سواحل رودخانه بوسیله سنگ چینی با سنگ لاشه (Riprap).
- 3- حفاظت سواحل رودخانه بوسیله قطعات بتنی پیش ساخته.
- 4- حفاظت سواحل رودخانه بوسیله محصولات ژئوتکستایل.
- 5- حفاظت سواحل رودخانه توسط لاستیکهای فرسوده یا بدنه های فرسوده خودروها.
- 6- حفاظت سواحل رودخانه توسط سنگ چینی با ملات.
- 7- حفاظت سواحل رودخانه توسط ایجاد لایه آسفالت روی شیب پایدار.
- 8- حفاظت سواحل رودخانه توسط ایجاد لایه بتن روی شیب پایدار.
- 9- حفاظت سواحل رودخانه توسط کیسه های محتوی شن و ماسه و یا خاک همراه (یا بدون) سیمن.
- 10- حفاظت سواحل رودخانه توسط کاشت گیاه (Vegetation).
- 11- حفاظت سواحل رودخانه بوسیله قطعات بجا مانده از فرایند تولید فولاد.

حفاظت غیر مستقیم (Indirect Protection)

این نوع حفاظت به عملیاتی گفته می شود که بطور مستقیم بر روی سواحل انجام نمی شود، بلکه در جلوی آنها و با هدف کاهش نیروی فرسایشی جریان صورت می پذیرد که این امر با سه روش جابجائی جریان آب از مجاورت سواحل، کوشش در جهت رسوبگذاری جریان آب در مقابل سواحل و کاهش دبی سیلابی رودخانه تحقق می یابد. از جمله این روشها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- 1- حفاظت ساحل رودخانه توسط احداث دماغه ها (Bank head).
- 2- حفاظت ساحل رودخانه توسط احداث اپی های دور کننده جریان آب (Repelling groynes).
- 3- حفاظت ساحل رودخانه توسط اپی های مورد استفاده جهت رسوبگذاری (Sedimenting groynes).
- 4- احداث کانال میان بر (Cut off).
- 5- اصلاح مسیر رودخانه.
- 6- احداث سدهای ذخیره ای.
- 7- احداث فیوز در بالادست محل مورد نظر.

گزینه های مورد بررسی

گزینه های اصلی که مورد بررسی فنی و اقتصادی در این طرح قرار گرفته اند عبارتند از:

- 1- حفاظت ساحل چپ رودخانه کارون بوسیله انواع روشهای حفاظت مستقیم (Direct Protection). این گزینه خود شامل زیر گزینه هایی به شرح زیر است:
 - الف- حفاظت ساحل رودخانه توسط تورسنگ (Gabion).
 - ب- حفاظت ساحل رودخانه توسط سنگ چینی با سنگ لاشه.
 - ج- حفاظت ساحل رودخانه توسط روش تلفیقی محصولات ژئوتکستایل (لحاف بتنی) و سنگ چینی با سنگ لاشه.
 - د- حفاظت ساحل رودخانه توسط روش تلفیقی محصولات ژئوتکستایل (لحاف بتنی) و تورسنگ (Gabion).
- 2- احداث اپی جهت رسوبگذاری (Sedimenting groynes) در ساحل چپ رودخانه.

حفاظت ساحل رودخانه کارون بوسیله انواع روشهای حفاظت مستقیم

در این گزینه، محدوده فرسایش یافته طرح به طول تقریبی 1550 متر پس از احداث شیب پایدار (معادل 2 افقی به عمودی) توسط مصالح و روشهای مختلفی، حفاظت می گردد. روشهای مورد بررسی عبارتند از:

حفاظت ساحل رودخانه توسط سنگ چینی با سنگ لاشه

در این گزینه حفاظت حدود 1550 متر از ساحل چپ رودخانه کارون در جنوب شوشتر و در محدوده روستای عرب اسد توسط ایجاد لایه ای محافظ از سنگ لاشه در روی یک لایه از فیلتر مصنوعی (ژئوتکستایل) بر روی شیب پایدار خاکی انجام می گیرد. از مزایای این روش ایجاد یک سطح حفاظت شده با انعطاف پذیری خوب می باشد، به این معنی که در صورت تخریب یا نشست قسمتی از آن، قسمتهای دیگر حفاظت، آسیب ندیده و در جای خود باقی خواهد ماند. از دیگر مزایای این روش عدم پیچیدگی در اجرا و عدم نیاز به نیروهای متخصص در سطح بالا جهت اجرای طرح می باشد. یکی از معایب این روش عدم امکان اجرای دقیق پنجه حفاظت (که کاملاً در داخل آب قرار دارد) می باشد. از دیگر معایب این گزینه می توان به سهولت امکان سرقت سنگهای حفاظتی توسط افراد محلی اشاره نمود که در این صورت لایه حفاظتی تخریب شده و نیروی برش جریان آب مستقیماً به خاک زیر لایه حفاظتی وارد شده و باعث تخریب سایر قسمتهای لایه حفاظتی می گردد.

حفاظت ساحل توسط تورسنگ (Gabion)

این گزینه حفاظتی در امتداد بازه فرسایشی به طول حدود 1550 متر در نظر گرفته شده است. اختلاف این گزینه با گزینه قبلی (حفاظت بوسیله سنگ چینی) در استفاده از شبکه های سیمی پر شده از قلوه سنگ به ضخامت حدود 30 سانتیمتر بجای سنگ لاشه، بر روی یک لایه فیلتر مصنوعی می باشد. از مزایای این روش ایجاد سطح حفاظت با انعطاف پذیری متوسط تا خوب می باشد.

از معایب این روش حفاظت، پاره شدن تورهای سیمی توسط اشخاص و یا برخورد اجسام شناور به آنها می باشد، که در نتیجه آن، مصالح سنگی از داخل جعبه ها خارج شده و خاک ساحل رودخانه مستقیماً تحت تأثیر نیروی برشی آب قرار می گیرد و در نهایت ساحل رودخانه در این محل تخریب می شود. این روش در شیبهای کمتر از 1/5 به 1 مورد استفاده قرار می گیرد. قطعات این روکشهای تورسنگ در سطوح صاف بر روی هم سوار می شوند. هر بخش از این روکش ها بگونه ای کار گذاشته می شوند که پرده های میان هر دو بخش، عمود بر جهت حرکت سنگها قرار گیرند. در آبهای با عمق بیش از 0/5 متر باید قطعات تورسنگ را در یک محل دیگر روی هم سوار و با سنگ پر نمود، سپس بوسیله جرثقیل یا حرکت دادن روی زمین به محل مورد نظر منتقل کرد. این روش حفاظت را می توان همراه با فیلتر طبیعی (شن و ماسه) و یا فیلتر مصنوعی (ژئوتکستایل) بکار برد، که در طرح حاضر، استفاده از فیلتر مصنوعی پیشنهاد می گردد. عکس (3) نشان دهنده عملیات اجرای گابیون در ساحل رودخانه در کشور بنگلادش می باشد، مهندسی مشاور عمران منابع(1388)..



عکس(3): نمونه ای از انجام عملیات اجرای گابیون در ساحل رودخانه در کشور بنگلادش

حفاظت ساحل رودخانه توسط تلفیق روشهای گابیون بندی و لحاف بتنی

در این گزینه سطح برم و شیب قسمت پائین ساحل پس از انجام عملیات خاکی توسط فیلتر مصنوعی (ژئوتکستایل) پوشیده می شود و روی این فیلتر یک لایه از محصولات ژئوسنتتیک (Incomat) به ضخامت 15 سانتیمتر قرار

گرفته و داخل آن بتن ریزی می گردد. سطح روی شیب قسمت بالائی با استفاده از گابیون با ضخامت 30 سانتیمتر که روی یک لایه فیلتر مصنوعی قرار خواهد گرفت حفاظت می شود.

در این روش برای حفاظت مطمئن تر از پنجه شیب مقطع رودخانه، پوشش لحاف بتنی در کف رودخانه به طول (3 تا 4) متر به سمت داخل رودخانه اجرا خواهد گردید. از مزیت های این روش می توان به نکات زیر اشاره نمود:

- اطمینان بیشتر به حفاظت پنجه شیب که از نقاط حساس در مقابل فرسایش بحساب می آید.
- امکان اجرای عملیات بتن ریزی در حضور آب و بدون نیاز به خشک بودن محل کار.
- عدم نیاز به انجام عملیات خاکی (جهت احداث پنجه) در زیر سطح آب.
- ایجاد ساحلی یکدست و زیبا.

از معایب این گزینه می توان به هزینه های زیاد خرید محصولات ژئوتکستایل و ژئوسنتتیک اشاره نمود، که بعلت وارداتی بودن این محصولات هزینه های خرید آنها زیاد می باشد.

حفاظت ساحل رودخانه توسط تلفیق روشهای خشکه چینی با سنگ لاشه و لحاف بتنی (Incomat)

با این روش حدود 1550 متر معادل طول بازه فرسایش یافته در محدوده روستای عرب اسد حفاظت خواهد گردید.

در این روش سطح روی برم و شیب پس از انجام عملیات خاکی و احداث شیب پایدار، توسط فیلتر مصنوعی (ژئوتکستایل) پوشیده می شود و روی این فیلتر یک لایه از محصولات ژئوسنتتیک (Incomat) به ضخامت 15 سانتیمتر قرار گرفته و داخل آن بتن ریزی می گردد. سطح روی شیب قسمت بالائی شیب با استفاده از خشکه چینی با سنگ لاشه که بر روی فیلتر مصنوعی (ژئوتکستایل) قرار خواهد گرفت، حفاظت می گردد. ضخامت لایه سنگ چین 55 سانتیمتر می باشد.

در این روش برای حفاظت مطمئن تر از پنجه شیب مقطع رودخانه، پوشش لحاف بتنی در کف رودخانه به طول (3 تا 4) متر به سمت داخل رودخانه اجرا خواهد گردید.

مزیت های این روش همانند گزینه تلفیق گابیون و لحاف بتنی است.

از معایب این گزینه نسبت به روش تلفیق گابیون و لحاف بتنی می توان به مقاومت کمتر این گزینه نسبت به تخریب های عمدی اشاره نمود.

استفاده از پوشش گیاهی

قابل ذکر است در چند سال گذشته، استفاده از پوشش گیاهی بعنوان یکی از روشهای جدید حفاظت از سواحل رودخانه مطرح گردیده است.

این روش در بعضی از کشورها منجمله آمریکا، هند و بعضی از کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفت و همراه با موفقیت بوده است.

مشکل اصلی این روش، عدم مقاومت پوشش گیاهی در مقابل سرعتهای بالا جریان آب (حدود 2 متر در ثانیه که در طرح حاضر وجود دارد) و نیاز پوشش گیاهی به مراقبت در مراحل اولیه رشد آن، می باشد. لذا در این طرح استفاده از این روش اگر چه هزینه های اجرائی آن کمتر از سایر روشها و مقرون به صرفه می باشد توصیه نمی گردد و در مقایسه گزینه ها نیز وارد نمی گردد. عکس های شماره (4) و (5) نشان دهنده روش حفاظت ساحل رودخانه قبل و بعد از کاشت گیاه در کشور کانادا می باشند.

قابل ذکر است از بررسی و بحث مفصل در رابطه با سایر روشها بعلت ناسازگاری آنها با شرایط منطقه طرح و شرایط فنی و اقتصادی حاکم بر پروژه، صرفنظر گردیده است.



عکس شماره (4): آماده سازی ساحل رودخانه جهت حفاظت توسط کاشت گیاه



عکس شماره (5-8) ساحل تثبیت شده بعد از کاشت گیاه

احداث اپی جهت رسوبگذاری

در این مطالعات روش حفاظت ساحل بوسیله اپی مورد بررسی فنی قرار گرفت که خلاصه این نتایج به شرح زیر است:

1- در نشریات و کتابهای مرجع در خصوص مهندسی و حفاظت سواحل رودخانه ها، احداث اپی ها در رودخانه هائی که جریانهای شریانی دارند مناسب و موفق بوده و عملکرد خوبی داشته است. اما در این طرح، مسیر رودخانه کارون در محدوده مطالعاتی بصورت شریانی نمی باشد لذا گزینه احداث اپی در ساحل رودخانه در محدوده مورد نظر توصیه نمی شود.

2- با استفاده از نشریات و مراجع موجود حداقل طول مورد نیاز اپی ها جهت رسوبگذاری یا تأثیر بر هیدرولیک رودخانه در حدود 30 متر تعیین شده است. اما در صورت استفاده از اپی جهت جلوگیری از فرسایش ساحل محدوده مطالعاتی، فقط در نیمی از بازه مورد نظر امکان احداث اپی با طول 30 و بیشتر از 30 متر وجود خواهد داشت و در بقیه نقاط بازه مورد نظر طول اپی ها حداکثر به 20 متر خواهد رسید که اپی هائی با این طول در هیدرولیک رودخانه هیچگونه تأثیری نخواهد داشت.

3- بدلیل شریانی نبودن مسیر رودخانه کارون در محدوده مورد نظر احداث اپی باعث تنگ شدگی مقطع و افزایش سرعت متوسط به حدود $2/3$ متر با ثانیه در سیلاب با دوره برگشت 100 ساله می گردد. که این سرعت باعث نیاز به حفاظت با ضخامت بیشتر روی سطوح اپی ها خواهد داشت در حالیکه بدون احداث اپی و با حفاظت مستقیم سرعت متوسط جریان آب در حدود 2 متر بر ثانیه می باشد.

4- عمق زیاد مقطع رودخانه در بازه مورد نظر (بیش از 10 متر) موجب کاهش ضریب اطمینان شیب پایدار از $1/5$ به حدود $1/00$ می گردد که خود باعث ناپایداری اپی ها در شرایط سیلابی خواهد گشت. همچنین ارتفاع زیاد اپی ها بیش از 10 متر هزینه های اجرائی را بطور قابل ملاحظه ای افزایش می دهند. لذا با توجه به جمیع موارد گفته شده اینگونه نتیجه گیری می شود که احداث اپی در بازه مورد نظر از لحاظ فنی مردود بوده و توسط این مشاور پیشنهاد نمی گردد. به همین دلیل از مقایسه اقتصادی این گزینه با سایر گزینه ها نیز صرف نظر گردیده است، مهندسی مشاور عمران منابع (1388).

مقایسه گزینه ها

مقایسه گزینه های مختلف مورد بررسی براساس معیارهای زیر انجام شده است:

مقاومت در مقابل نیروهای فرسایشی آب

این معیار نشان دهنده مقاومت سازه حفاظت ایجاد شده (سنگ چین، لحاف بتنی و ...) در مقابل نیروی فرسایشی آب می باشد

مقاومت در مقابل تخریب های عمدی

این معیار نشان دهنده استحکام اجزاء سازه حفاظت مورد نظر در مقابل تخریب، سرقت و ... توسط اهالی روستای نزدیک طرح می باشد. این تخریب در مورد حفاظت توسط سنگ چین، از طریق بردن سنگهای حفاظت می باشد. در گزینه های تلفیقی که در آنها از محصولات ژئوتکستایل استفاده شده است امکان سرقت و یا تخریب محل هایی که با این محصولات محافظت شده اند در قسمت های با اهمیت تر حفاظت (برم و شیب پائینی) وجود نخواهد داشت.

سهولت یا پیچیدگی عملیات اجرائی

عملیات اجرائی پیچیده به عملیاتی گفته می شود که در آن وجود نیروی انسانی متخصص و یا ماشین آلات تخصصی و کمیاب ضروری باشد و یا عملیات اجرائی پروژه در شرایط سخت باید انجام گردد. عملیات اجرائی ساده به عملیاتی گفته می شود که در حین اجرا نیاز به نیروی متخصص و ماشین آلات تخصصی ندارد و نیاز به انجام عملیات اجرائی در شرایط سخت نداشته باشد.

سازگاری با محیط زیست

روشهای حفاظت که در آنها پس از انجام عملیات اجرائی و با گذشت زمان امکان رشد گیاهان در روی ساحل حفاظت شده وجود داشته باشد، سازگار با محیط زیست می باشند. روشهایی که در آنها روی سازه حفاظت ایجاد شده، امکان رشد گیاهان وجود نداشته باشد یا بعضی از اجزاء سازه حفاظتی قابل تجزیه در محیط نباشد به عنوان سازگار با محیط زیست معرفی می گردند.

در جدول شماره (1) مقایسه گزینه های مورد بررسی جهت حفاظت ساحل کارون در جنوب شوشتر و در محدوده روستای عرب اسد با در نظر گرفتن معیارهای فوق الذکر ارائه شده است.

جدول (1): مقایسه گزینه های مورد بررسی جهت حفاظت ساحل کارون در جنوب شوشتر در محدوده روستای عرب اسد

ردیف	نام گزینه حفاظتی	مقاومت در مقابل نیروی فرسایشی آب			مقاومت در مقابل تخریب های عمدی			سهولت یا پیچیدگی عملیات اجرایی			سازگاری با محیط زیست	
		کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد	ساده	متوسط	پیچیده	سازگار	ناسازگار
1	حفاظت ساحل رودخانه توسط (گابیون) و لحاف بتنی			×			×		×		×	
2	حفاظت ساحل رودخانه توسط خشکه چینی و لحاف بتنی			×			×		×		×	
3	حفاظت ساحل رودخانه توسط خشکه چینی با سنگ لاشه		×			×			×		×	
4	حفاظت ساحل رودخانه توسط گابیون		×			×			×		×	
5	حفاظت ساحل رودخانه بوسیله پوشش گیاهی	×				×			×		×	

– گزینه حفاظت ساحل رودخانه توسط روش تلفیقی از گابیون و لحاف بتنی

این گزینه دارای مقاومت به فرسایش و تخریب عمدی زیاد، پیچیدگی اجرایی کم و سازگاری خوب با محیط زیست می باشد. در این گزینه بدلیل مقاومت خوب محصولات ژئوتکستایل در مقابل نیروی برشی آب، اطمینان بیشتری به عدم فرسایش پنجه حفاظت وجود خواهد داشت. با توجه به اهمیت طرح و با در نظر گرفتن شرایط فنی، گزینه فوق به عنوان گزینه اول مورد نظر این مشاور می باشد.

– گزینه حفاظت ساحل رودخانه بوسیله خشکه چینی با سنگ لاشه و لحاف بتنی

این گزینه دارای مقاومت بالا نسبت به فرسایش، مقاومت متوسط نسبت به تخریب عمدی، پیچیدگی اجرایی کم و سازگار با محیط زیست می باشد. در این گزینه بدلیل مقاومت خوب محصولات ژئوتکستایل در مقابل نیروی برشی آب، اطمینان بیشتری به عدم فرسایش پنجه حفاظت وجود خواهد داشت. این گزینه را بعنوان گزینه دوم جهت حفاظت ساحل کارون در منطقه عرب اسد معرفی می شود.

– گزینه حفاظت ساحل رودخانه توسط اجرای گابیون روی شیب پایدار

این گزینه دارای مقاومت در مقابل تخریبات عمدی در حد متوسط نیز می باشد. از لحاظ پیچیدگی عملیات اجرایی دارای پیچیدگی متوسط است، و از نظر سازگاری با محیط زیست، سازگار بحساب می آید. نقطه ضعف این گزینه در مقاومت پنجه حفاظت به فرسایش می باشد که اجرای این قسمت از کار، دقت بسیار بالایی را ایجاب می کند.

هزینه های اجرایی این گزینه نسبت به سایر هزینه ها، پایین تر می باشد.

این گزینه با توجه به موارد ذکر شده در مرتبه سوم دسته بندی می شود.

- گزینه حفاظت ساحل توسط خشکه چینی با سنگ لاشه نقطه ضعف این گزینه همانند گزینه گابیون روی شیب پایدار در مقاومت پنجه حفاظت می باشد. لذا با توجه به اهمیت این طرح، این روش حفاظت از گزینه های منتخب در مرتبه چهارم دسته بندی می گردد.

نتیجه گیری

نگهداری مرزهای رودخانه یک مسئله مهم در مهندسی رودخانه می باشد که سزاوار بررسی همه جانبه برای یافتن بهترین راه حل می باشد. حمایت منابع آبی (طبیعی و مصنوعی) در برابر سطح وسیعی از شرایط مختلف جریان مستلزم تثبیت کناره های رودخانه و تبدیل آن به یک کانال ساده می باشد. بطور کلی روش های حفاظت دیواره های رودخانه بسیار زیاد بوده و تعیین موثرترین در یک منطقه خاص به عوامل متعددی بستگی دارد. متأسفانه در کشور ما مقایسه گزینه ها، فقط از نظر اقتصادی مورد بررسی قرار می گیرد و برزن مشاهده شده که مشاورین و کارفرمایان گزینه هایی را که خاص منطقه مورد مطالعه می باشد، بدلیل هزینه اقتصادی بالاتر رد می نمایند. امروزه روش های متعددی جایگزین روش های قدیمی حفاظت سواحل رودخانه گردیده است، که بکارگیری این روش ها در بخش ساحل سازی می تواند باعث ایجاد بستری مناسب برای رودخانه ها گردد.

منابع

- 1- شرکت مهندسی مشاور عمران منابع آب اهواز. 1388. حفاظت ساحل چپ رودخانه کارون در محدوده روستای عرب اسد. مطالعات مرحله دوم. جلد دوم، گزارش زیست محیطی نهر مالح

