

پیش‌نویس

# راهنمای بهره‌برداری، نگهداری و پایش

## در کارهای مهندسی رودخانه

پیش‌نویس

# راهنمای بهره‌برداری، نگهداری و پایش در کارهای مهندسی رودخانه

## پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است. با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب و آبفا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو با همکاری سازمان برنامه و بودجه کشور به منظور تامین اهداف زیر اقدام به تهیه استانداردهای صنعت آب و آبفا نموده است:

- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرح‌ها
- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- تدوین استانداردهای صنعت آب و آبفا با در نظر داشتن موارد زیر صورت می‌گیرد:
  - استفاده از تخصص‌ها و تجارب کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
  - استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
  - بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- توجه به اصول و موازین مورد عمل سازمان ملی استاندارد ایران و سایر موسسات معتبر تهیه کننده استاندارد استانداردها ابتدا به صورت پیش‌نویس برای نظرخواهی منتشر شده و نظرات دریافتی پس از بررسی تیم تهیه‌کننده و گروه نظارت در نسخه نهایی منظور خواهد شد.
- امید است کارشناسان و صاحب‌نظرانی که فعالیت آنها با این رشته از صنعت آب و آبفا مرتبط می‌باشد، با توجهی که مبذول می‌فرمایند این پیش‌نویس را مورد بررسی دقیق قراردادده و با ارائه نظرات و راهنمایی‌های ارزنده خود به دفتر طرح، این دفتر را در تنظیم و تدوین متن نهایی یاری و راهنمایی فرمایند.

## تهیه و کنترل «راهنمای بهره‌برداری، نگهداری و پایش در کارهای مهندسی رودخانه»

[نشریه شماره ۴۴۴ - الف]

مجری: پردیس فنی و مهندسی شهیدعباسپور

مؤلف اصلی: محمدرضا مجدزاده طباطبایی پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور دکترای مهندسی رودخانه

### اعضای گروه تهیه‌کننده:

محمود افسوس	شرکت مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران	فوق لیسانس مهندسی هیدرولیک
رضا سبزیوند	شرکت مهندسین مشاور سبزاباروند	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب
حسین شریفی منش	موسسه تحقیقات آب	فوق لیسانس مهندسی تاسیسات آبیاری
بهرام صاحبقرانی	شرکت مهندسین مشاور آذربلاق تبریز	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی
تقی عبادی	وزارت نیرو - دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا	فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی
فرشید فیض‌اللهی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب
محمدرضا مجدزاده طباطبایی	پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور	دکترای مهندسی رودخانه

### اعضای گروه نظارت:

محمدحسن چیتی	شرکت مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار	فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی
مسعود غیائی	شرکت آب و برق خوزستان	فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی
علاءالدین کلانتر	شرکت مهندسین مشاور آبراه گستر تدبیر	لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی

### اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی مهندسی رودخانه و سواحل طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

محمود افسوس	شرکت مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران	فوق لیسانس مهندسی هیدرولیک
غزال جعفری	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب
محمدحسن چیتی	شرکت مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار	فوق لیسانس مهندسی سازه‌های آبی
نرگس دشتی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور - وزارت نیرو	لیسانس مهندسی آبیاری
حسن سید سراجی	پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور	دکترای مکانیک سیالات
حسام فولادفر	موسسه تحقیقات آب	دکترای سازه‌های آبی
سیدکمال‌الدین نوری	وزارت کشور	فوق لیسانس مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست
جبار وطن‌فدا	وزارت نیرو	فوق لیسانس مهندسی سازه‌های هیدرولیکی

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - مروری بر انواع کارهای مهندسی رودخانه
۵	۱-۱- تقسیم‌بندی سازه‌های مهندسی رودخانه از نظر جهت جریان
۵	۱-۱-۱- سازه‌های متقاطع با جهت جریان
۵	۱-۱-۲- سازه‌های موازی با جریان
۵	۲-۱- تقسیم‌بندی سازه‌های مهندسی رودخانه از نظر کاربری
۵	۱-۲-۱- سازه‌های تثبیت‌کننده بستر رودخانه
۶	۲-۲-۱- سازه‌های تثبیت‌کننده کناره رودخانه
۶	۳-۲-۱- سازه‌های ترابری و ارتباط طرفین رودخانه
۶	۴-۲-۱- سازه‌های انتقال جریان
۶	۵-۲-۱- سازه‌های ارتباطی خطوط انرژی برق و تلفن
۷	۶-۲-۱- سازه‌های حفاظت تاسیسات و اعیانی‌های حاشیه یا داخل رودخانه
۷	۷-۲-۱- سازه‌های حافظ سازه‌های اصلی
۷	۸-۲-۱- سازه‌های تنظیم سطح آب رودخانه
۷	۳-۱- تقسیم‌بندی سازه‌های مهندسی رودخانه از نظر انعطاف‌پذیری
۹	فصل دوم - شناسایی زمینه‌های آسیب‌پذیری و عوامل تخریب کارهای مهندسی رودخانه
۱۱	۱-۲- زمینه‌های آسیب‌پذیری کارهای مهندسی رودخانه
۱۱	۱-۱-۲- فرسایش سازه
۱۳	۲-۱-۲- نشست سازه
۱۳	۳-۱-۲- عدم پایداری سازه
۱۴	۲-۲- زمینه‌های آسیب‌رسانی به کارهای مهندسی رودخانه
۱۴	۱-۲-۲- عوامل طبیعی
۱۸	۲-۲-۲- عوامل زیستی
۱۹	۳-۲-۲- عوامل انسانی
۲۳	فصل سوم - برنامه‌ریزی اقدامات اولیه حفاظت و بهره‌برداری از کارهای رودخانه
۲۵	۱-۳- تهیه شناسنامه رودخانه

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۵	۱-۱-۳- نقشه‌های موجود در محدوده سازه
۲۶	۲-۱-۳- اقلیم منطقه
۲۷	۳-۱-۳- هیدرولوژی و هیدرولیک رودخانه
۲۸	۴-۱-۳- خصوصیات ریخت‌شناسی رودخانه
۳۰	۵-۱-۳- وضعیت فرسایش و رسوب
۳۲	۲-۳- تهیه شناسنامه کارها و سازه‌های مهندسی رودخانه
۳۲	۱-۲-۳- اهداف احداث سازه
۳۳	۲-۲-۳- جمع‌آوری نقشه‌های سازه
۳۴	۳-۲-۳- نتایج مدل‌های رایانه‌ای و فیزیکی و تغییرات مورد انتظار از اجرای طرح
۳۴	۴-۲-۳- گزارش‌های اجرایی و نقشه‌های چون‌ساخت
۳۶	۵-۲-۳- نقاط ضعف و زمینه‌های اصلی آسیب‌پذیری سازه‌ها
۳۷	۶-۲-۳- فرم شناسنامه رودخانه و سازه‌های رودخانه‌ای
۴۱	۳-۳- تجهیز ایستگاه‌های پایش و رفتارسنجی رودخانه و هشدار سیل
۴۱	۱-۳-۳- موقعیت ایستگاه‌های پایش
۴۲	۲-۳-۳- تجهیزات مورد نیاز در ایستگاه‌های پایش
۴۳	۳-۳-۳- پایش اقدامات بهسازی و اصلاح مسیر و کنترل رسوب
۴۳	۴-۳-۳- پایش اثرات زیست‌محیطی
۴۶	۵-۳-۳- استفاده از سیستم‌های هشدار سیلاب
۴۷	۴-۳- طرح بازدیدهای دوره‌ای، موردی و ثبت رویدادها
۴۸	<b>فصل چهارم - تحلیل و ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری شده و نتایج بازدیدها</b>
۴۹	۱-۴- جمع‌آوری و مقایسه اطلاعات برداشت شده با شرایط اولیه سازه و رودخانه
۵۰	۱-۱-۴- تغییرات ایجاد شده نسبت به شرایط اولیه سازه‌ها
۵۱	۲-۱-۴- تغییرات ایجاد شده در مقایسه با تغییرات مورد انتظار و پیش‌بینی شده در رودخانه
۵۵	۳-۱-۴- بررسی عملکرد سازه‌ها در بالادست و پایین‌دست
۵۸	۴-۱-۴- شناسایی و بررسی تغییرات ایجاد شده در محیط سازه از جمله مورفولوژی رودخانه، اعیانی‌های جدید، زراعت در حاشیه رودخانه و ...

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۸	۲-۴- تعیین عامل و ابعاد تخریب و پیش‌بینی روند گسترش آن
۵۹	۱-۲-۴- فرم بازدید از تخریب سازه‌های رودخانه‌ای
۶۰	۲-۲-۴- بررسی و پیش‌بینی نحوه گسترش تخریب در صورت عدم رفع نقص ایجاد شده
۶۵	۳-۲-۴- شناسایی و پیش‌بینی اثرات تخریب کلی سازه در بالادست و پایین‌دست
۶۷	۳-۴- تهیه گزارش بازدید
۶۷	۱-۳-۴- شرایط عمومی بازدید
۶۷	۲-۳-۴- تهیه فرمت گزارش
۶۸	۳-۳-۴- تغییرات و تهدیدات موجود هر سازه و نوع تجربیات گزارش شده
۷۱	۴-۳-۴- گزارش رفتارسنجی رودخانه در هر بازه
۷۱	۵-۳-۴- اقدامات مورد نیاز
۷۴	۶-۳-۴- اطلاعات مربوط به پارامترهای مرمت و بازسازی سازه‌ها
۷۵	۷-۳-۴- گزارش ارزیابی عملکرد هر سازه با توجه به اهداف اجرایی آن سازه
۷۵	۸-۳-۴- گزارش علل بروز آسیب به سازه‌ها
۷۶	۹-۳-۴- گزارش برآورد احجام تخریبات سازه‌ها
۷۸	۱۰-۳-۴- گزارش برآورد احجام اقدامات مورد نیاز بهسازی و اصلاح مسیر و کنترل رسوب
۷۹	۱۱-۳-۴- ماشین‌آلات، تجهیزات، امکانات، مصالح و سایر لوازم مورد نیاز تعمیر و مرمت سازه‌ها
۸۱	۴-۴- بهره‌گیری از مدل‌های کامپیوتری در حفاظت و بهره‌برداری از کارهای مهندسی رودخانه
۸۳	<b>فصل پنجم - تدوین سازمان و تشکیلات پایش</b>
۸۵	۱-۵- تعریف نمودار سازمانی و تشکیلات بهره‌برداری و نگهداری
۸۶	۲-۵- تهیه شرح وظایف و مسوولیت‌های اجرایی
۸۷	۱-۲-۵- اجرای برنامه عادی و برنامه اضطراری پایش
۸۸	۲-۲-۵- تهیه دستورالعمل پایش و نحوه تکمیل فرم‌های رفتارسنجی در بازدیدهای عادی و اضطراری
۹۲	۳-۲-۵- بازدید سازه‌ها طبق برنامه
۹۳	۴-۲-۵- تکمیل فرم‌ها طبق دستورالعمل
۹۳	۵-۲-۵- تهیه گزارش‌های پایش و بازرسی سازه‌ها
۹۳	۶-۲-۵- گزارش‌های مربوط به روند بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۹۵	۵-۲-۷- گزارش‌های مربوط به سیلاب و سایر عوامل غیرمترقبه تاثیرگذار
۹۶	۵-۳- شناسایی و تامین ابزار و امکانات مورد نیاز
۹۶	۵-۳-۱- ماشین‌آلات مورد نیاز
۹۹	۵-۴- تجهیزات اندازه‌گیری صحرائی
۱۰۱	<b>فصل ششم - اجرای عملیات تعمیر و نگهداری</b>
۱۰۳	۶-۱- بررسی و ارائه روش‌های جلوگیری از گسترش تخریب
۱۰۴	۶-۱-۱- بررسی و ارائه روش‌های مختلف بازسازی و مرمت سازه‌های تخریب شده
۱۰۷	۶-۱-۲- انتخاب روش مناسب بازسازی و مرمت
۱۰۷	۶-۱-۳- روش‌های اجرایی بازسازی و مرمت در سازه‌های مختلف
۱۱۰	۶-۱-۴- تهیه نقشه‌های اجرایی بازسازی و مرمت (پلان، جانمایی و مقاطع)
۱۱۲	۶-۲- تهیه اسناد مناقصه تیب بازسازی و مرمت
۱۱۴	۶-۲-۱- برآورد احجام طرح و هزینه‌های بازسازی و ترمیم
۱۱۴	۶-۲-۲- شناسایی و تعیین پیمانکار جهت اجرای عملیات ترمیم
۱۱۷	<b>فصل هفتم - ملاحظات رودخانه‌های مرزی</b>
۱۱۹	۷-۱- بررسی شرایط رودخانه‌های مرزی کشور ایران
۱۲۱	۷-۲- محدودیت‌های موجود در شرایط رودخانه‌های مرزی
۱۲۲	۷-۲-۱- ملاحظات پایش در کارهای مهندسی رودخانه مرزی
۱۲۳	۷-۲-۲- ملاحظات تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه مرزی
۱۲۷	۱- اسناد ارزیابی انتخاب پیمانکاران
۱۴۷	<b>منابع و مراجع</b>



## فهرست جدول‌ها و فرم‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۸	جدول ۱-۳- موقعیت‌های در معرض آسیب سازه‌های رودخانه‌ای
۳۹	فرم ۱-۳- شناسنامه رودخانه
۴۰	فرم ۲-۳- شناسنامه سازه رودخانه‌ای
۴۳	جدول ۲-۳- روش‌های ارزیابی تامین اهداف اقدامات ساماندهی
۶۰	فرم ۱-۴- مشخصات و عوامل تخریب سازه‌های رودخانه‌ای
۶۲	جدول ۱-۴- عوامل تخریب کننده گوره‌ها و اثرات به جای مانده از هر عامل
۷۱	فرم ۲-۴- ارزیابی تغییرات و تهدیدات موجود در سازه‌های رودخانه‌ای جهت تکمیل گزارش بازدید
۷۳	فرم ۳-۴- نمونه چک‌لیست بهره‌برداری و حفاظت پیوسته
۷۴	فرم ۴-۴- ارزیابی پارامترهای مرمت و بازسازی سازه‌های رودخانه‌ای
۹۳	جدول ۱-۵- تناوب بازدید و پایش از سازه‌های مهندسی رودخانه
۹۴	فرم ۱-۵- نمونه برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی معمول سازه دایک خاکی
۹۶	فرم ۲-۵- نمونه گزارش مقدماتی و سریع سیلاب‌ها
۹۷	جدول ۲-۵- ماشین‌آلات مورد نیاز
۹۹	جدول ۳-۵- ابزار و تجهیزات اندازه‌گیری صحرائی
۱۱۳	جدول ۱-۶- مهم‌ترین قوانین و بخشنامه‌های مورد استفاده در تنظیم اسناد مناقصه

## فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۲	شکل ۱-۲- نمونه‌ای از فرسایش گوره
۱۸	شکل ۲-۲- نمونه‌ای از رخداد پدیده ریزش کناره رودخانه
۵۵	شکل ۱-۴- نمونه‌هایی از رخداد خرابی در تورپسنگ‌ها
۸۶	شکل ۱-۵- ساختار نمونه برای واحد بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های مهندسی رودخانه
۹۲	شکل ۲-۵- اجزای اصلی دستورالعمل پایش
۹۲	شکل ۳-۵- آماده‌سازی و اقدام برای بازدید



## مقدمه

رودخانه‌ها به دلیل ماهیت پویای آن همواره دستخوش تغییرات فراوان در شکل، مشخصات و هندسه خود می‌باشند و تا زمان رسیدن به مرحله تعادل این پدیده به ویژه در شرایط سیلابی به صورت فرسایش و رسوبگذاری در مسیر جریان نمود پیدا می‌کند. از طرفی وجود جوامع انسانی ساکن در حاشیه رودخانه و استفاده از اراضی مجاور آن به شکل‌های مختلف مسکونی، کشاورزی و صنعتی باعث گردیده تا ساماندهی رودخانه‌ها به منظور مدیریت آن و عمدتاً در جهت کنترل سیلاب و فرسایش ضرورت یابد. در حال حاضر صدها طرح مهندسی رودخانه در کشور طراحی و پیاده‌سازی شده است که بررسی‌ها نشان می‌دهد به طور عمومی در رودخانه‌ها سیستم پایش از طرح‌های ساماندهی اجرا شده وجود نداشته و راهنمای مشخصی نیز برای حفاظت و بهره‌برداری از آن‌ها موجود نمی‌باشد و صرفاً در صورت گزارش تخریب سازه‌ها، اقدامات مربوطه مد نظر قرار می‌گیرد. این در حالی است که با پایش‌های قبلی (در حالت عادی و سیلابی) ممکن است بتوان جلوی تخریب‌های بیش‌تر را گرفت و با بهره‌گیری از اصول بهینه‌ی بهره‌برداری و حفاظت، پایداری طرح‌ها را تامین نمود. لذا عملیاتی شدن ایده پایش مستمر طرح‌های اجرا شده و ایجاد ساز و کار بهره‌برداری و حفاظت و نگهداری سازه‌های رودخانه‌ای در کل رودخانه‌ها می‌بایست برنامه‌ریزی و اقدام گردد. تعریف گروه‌های گشت و بازرسی جهت بازدید دوره‌ای و زمان‌های ویژه همچون قبل و بعد از سیلاب به عنوان یک ضرورت در دستور کار متولیان امر قرار گرفته است. بدیهی است ارائه یک دستورالعمل مشخص پس از انجام مطالعه موردی مربوط به هر سازه و منطقه و شرایط قرارگیری آن و نظرات کارشناسی ذیربط قابل انجام می‌باشد.

## - هدف

کارهای مهندسی رودخانه، بنا به تعریف به کلیه اقداماتی گفته می‌شود که در زمینه ساخت سازه‌های رودخانه و بهره‌برداری بهینه از آن‌ها به منظور مهار، کاهش خطرات و به حداقل رساندن تبعات منفی و همچنین بهسازی وضعیت رودخانه در جهت تامین نیازهای بشری و حفظ محیط زیست صورت گیرد. این اقدامات اهداف مختلفی نظیر مهار سیل، ایجاد شرایط مناسب و مطمئن برای کشتیرانی، مهار رسوب، مهار فرسایش بستر و کناره‌ها و هدایت جریان در یک مسیر مشخص و مطلوب را تامین می‌کند.

در این راهنما، منظور از حفاظت و بهره‌برداری در کارهای مهندسی رودخانه، کلیه کارها، برنامه‌ها و فعالیت‌های مرتبط با پایش، بازرسی، نگهداری و تعمیرات کارهای عملیات رودخانه‌ای، عملیات اضطراری و برنامه‌ریزی اقدام در مواقع بحرانی می‌باشد.

هدف از این راهنما، تهیه دستورالعمل، روش‌ها، تکنیک‌ها، اطلاعات و داده‌های مورد نیاز برای حفاظت و بهره‌برداری در کارهای مهندسی رودخانه می‌باشد.

**- دامنه کاربرد**

این نشریه برای کلیه سازمان‌های دولتی از جمله وزارت نیرو، شرکت‌های آب منطقه‌ای و بخش‌های غیردولتی نظیر شهرداری‌ها، مهندسين مشاور و پیمانکاران ذيصلاح در زمينه مهندسي رودخانه قابل استفاده مي‌باشد.

# فصل ۱

---

---

مروری بر انواع کارهای مهندسی

رودخانه



کارهای مهندسی رودخانه را می‌توان از منظرهای مختلفی دسته‌بندی نمود که از جمله محورهای دسته‌بندی؛ عبارت از جهت قرارگیری در مقابل جریان، کاربری طرح‌ها و میزان انعطاف‌پذیری آن‌ها می‌باشد. در ادامه تعاریف و مشخصات هر کدام ارائه می‌گردد.

## ۱-۱- تقسیم‌بندی سازه‌های مهندسی رودخانه از نظر جهت جریان

### ۱-۱-۱- سازه‌های متقاطع با جهت جریان

سازه‌های متقاطع یا عرضی، گروهی از سازه‌ها هستند که در عرض رودخانه معمولاً عمود بر راستای جریان و یا با زاویه‌ای کمتر یا بیش‌تر از ۹۰ درجه نسبت به آن، ساخته شده و در مقابل جریان قرار می‌گیرند. در این گروه، سازه‌هایی نظیر آب‌شکن، پل، سیفون، کف‌بند، شیب‌شکن، سرریز و صفحات مستغرق قرار دارند.

### ۱-۱-۲- سازه‌های موازی با جریان

سازه‌های موازی با جریان در امتداد مسیر رودخانه طراحی شده و بخشی از روش حفاظت مستقیم می‌باشند. حفاظت مستقیم به اقداماتی گفته می‌شود که مستقیماً روی کناره رودخانه انجام می‌پذیرند. هدف از این اقدامات جلوگیری از فرسایش و تخریب کناره‌ها توسط جریان از طریق ممانعت برخورد جریان به کناره می‌باشد [۳۷]. همچنین از این نوع سازه‌ها به‌منظور افزایش ظرفیت آب‌گذری و مهار سیلاب نیز استفاده می‌گردد. این سازه‌ها غالباً به عنوان راه‌حلی موضعی در برابر مشکلات خاص بوده و به عنوان راه‌حل اصلی مشکلات آبراهه‌ها مناسب نمی‌باشند. استفاده از این سازه‌ها در آبراهه باعث تغییر خصوصیات ذاتی آبراهه نمی‌گردد [۱]. سازه‌های موازی با جریان با توجه به زاویه استقرار نسبت به کناره طبیعی رودخانه به سازه‌های قائم یا دیواره‌های طولی و سازه‌های مایل یا پوشش‌ها تقسیم می‌گردند. از جمله سازه‌های طولی می‌توان به دیوار حفاظتی و دیوار سیل‌بند اشاره نمود.

## ۲-۱- تقسیم‌بندی سازه‌های مهندسی رودخانه از نظر کاربری

### ۲-۱-۱- سازه‌های تثبیت‌کننده بستر رودخانه

هدف از احداث سازه‌های تثبیت‌کننده بستر، اصلاح مسیر جریان و جلوگیری از فرسایش در بستر آبراهه و کاهش شیب آن می‌باشد [۳۷]. در این گروه شیب‌شکن‌ها، تندآب‌ها و کف‌بندها قرار دارند. در رودخانه‌هایی با شیب طولی زیاد، در بالادست جریان پدیده کف‌کنی و در پایین‌دست آن، رسوبگذاری و بالا آمدن کف بستر رودخانه مشاهده می‌گردد. در چنین موقعیت‌هایی به منظور مهار شیب و ارتفاع کف بستر رودخانه و پروفیل سطح آب، سازه‌های تثبیت‌کننده جریان پیشنهاد می‌گردد.

### ۱-۲-۲- سازه‌های تثبیت‌کننده کناره رودخانه

وظیفه اصلی این گروه از سازه‌ها، حفاظت کناره رودخانه در برابر عملکرد جریان می‌باشد. حفاظت و تثبیت کناره‌ها به مجموعه عملیاتی اطلاق می‌گردد که با کاربرد روش‌های ساختمانی، طبیعی و یا تلفیقی از این روش‌ها، دیواره و سواحل رودخانه را در وضعیت موجود آن حفظ کرده و یا در شرایط اصلاحی، از گسترش تخریب یا فرسایش احتمالی آن جلوگیری نماید. حفاظت ساختمانی کناره از متداول‌ترین روش‌های حفاظتی در کشور محسوب شده که در این روش از مصالح خاکی، سنگی، بتنی، توریسنگی و ... استفاده می‌گردد. به طور کلی سازه‌های تثبیت‌کننده کناره به دو گروه عمده سازه‌های موازی جریان (طولی) و سازه‌های متقاطع (عرضی) تقسیم می‌شوند. در گروه سازه‌های عرضی آب‌شکن‌ها قرار دارند. سازه‌های طولی نیز به دو گروه سازه‌های قائم و مایل تقسیم می‌شوند که از جمله آن‌ها دیوارهای وزنی، غیروزنی و پوشش‌ها می‌باشد.

### ۱-۲-۳- سازه‌های ترابری و ارتباط طرفین رودخانه

مشخص‌ترین سازه در این گروه، پل‌ها می‌باشند. در طراحی یک پل بر روی رودخانه علاوه بر مسائل هندسی راه، حجم ترافیک عبوری و پایداری پی و سازه، باید به خصوصیت جریانی که از زیر پل می‌گذرد نیز توجه کامل داشت. بر این اساس دستیابی به اطلاعات مربوط به آبدهی، تراز سطح آب، دبی رسوب، پتانسیل آبشستگی و رسوبگذاری و به‌طور کلی جمع‌آوری و شناخت عوامل حاکم بر پایداری رودخانه مهم می‌باشد. پایه و کناره‌های پل باعث انحراف جریان و در نتیجه آبشستگی در مجاورت سازه می‌شود. از سوی دیگر خاکریزهای احداث شده در دو سمت سیلابدشت رودخانه موجب هدایت و تمرکز جریان به مسیر اصلی رودخانه شده و شدت جریان را افزایش می‌دهد. تشدید افزایش شدت جریان بر اثر عملکرد پایه‌های پل، به نوبه خود باعث افزایش عمق آبشستگی و افت انرژی جریان عبوری از بین پایه‌های پل می‌گردد. مجموع این عوامل علاوه بر افزایش قدرت آبشستگی جریان، موجب افزایش تراز جریان در بالادست پل و امکان وقوع سیلاب می‌گردد [۲].

### ۱-۲-۴- سازه‌های انتقال جریان

این سازه‌ها به منظور انتقال آب یا سایر مایعات از رودخانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این گروه سازه‌هایی نظیر لوله تقاطع راه، لوله‌های انتقال نفت و گاز و سیفون معکوس قرار دارند.

### ۱-۲-۵- سازه‌های ارتباطی خطوط انرژی برق و تلفن

این نوع از سازه‌ها در صورت قرارگرفتن در محدوده سیلابدشت باید در برابر اثرات احتمالی سیلاب و اثرات فرسایشی رودخانه حفاظت شوند. فرسایش موضعی در پای این نوع از سازه‌ها می‌تواند با احداث دیواره‌های حفاظتی کوتاه توریسنگی، خاکی با پوشش سنگی و یا کاملاً سنگی محافظت گردد.



### ۱-۲-۶- سازه‌های حفاظت تاسیسات و اعیانی‌های حاشیه یا داخل رودخانه

هدف از احداث این نوع از سازه‌ها محافظت تاسیسات و اراضی مجاور رودخانه و یا تاسیسات داخل رودخانه در برابر سیلاب و یا عملکرد فرسایش و رسوب رودخانه می‌باشد. دیواره‌های سیل‌بند، سازه‌هایی طولی هستند که در فواصل مختلف از کناره رودخانه (و بعضاً در خارج از محدوده بستر و حریم) و در امتداد آن ساخته می‌شوند و در مواقع سیلاب، نقش سواحل مصنوعی را بازی می‌کنند [۳].

این نوع از سازه‌ها عموماً برای ساماندهی حاشیه رودخانه و مهار سیلاب در مناطق شهری و مناطقی که زمین ارزش زیادی دارد احداث می‌شوند و عموماً برای کاهش وقوع سیل و یا جلوگیری از توسعه سیل‌زدگی استفاده می‌شوند [۴]. سازه‌های حفاظت سیلاب شامل گوره‌ها و دیواره‌های سیل‌بند می‌باشد.

### ۱-۲-۷- سازه‌های حافظ سازه‌های اصلی

هدف از کاربرد این نوع از سازه‌ها، حفاظت از سازه‌های اصلی (سازه‌هایی که هدف اصلی ساماندهی را تامین می‌کنند) می‌باشد. در این گروه، سازه‌هایی نظیر نقاط سخت و کف‌بند قرار دارند.

### ۱-۲-۸- سازه‌های تنظیم سطح آب رودخانه

هدف اصلی از احداث این نوع از سازه‌ها، کنترل تراز جریان به منظور حفاظت از سازه‌های احداث شده می‌باشد. برخی از انواع این سازه‌ها روابط دبی و عمق جریان را در اطراف خود تثبیت کرده و برخی با انحراف بخشی از جریان به مسیری متفاوت، اهداف مختلفی را تامین می‌کنند. در این گروه سرریزها، دریچه‌ها، کالورت‌ها و سدهای انحرافی قرار دارند.

### ۱-۳- تقسیم‌بندی سازه‌های مهندسی رودخانه از نظر انعطاف‌پذیری

انعطاف‌پذیری خصوصیتی از سازه است که بر اساس آن، سازه، مطابق با تغییرات محدود شکل بستر محل استقرار، تغییر شکل پیدا کرده و تخریب نمی‌گردد. بر این اساس سازه‌ها به دو گروه صلب و انعطاف‌پذیر تقسیم می‌شوند. سازه‌های انعطاف‌پذیر خود را با نشست‌ها و تغییرات بستر هماهنگ می‌کنند و از پایداری مناسبی برخوردار می‌باشند. در حالی که سازه‌های صلب دارای چنین خاصیتی نمی‌باشند. سازه‌های سنگی بدون ملات، تورسنگی و خاکی در گروه سازه‌های انعطاف‌پذیر قرار داشته و سازه‌های بتنی و سنگ و سیمان جزو سازه‌های صلب می‌باشند.



## فصل ۲

---

---

شناسایی زمینه‌های آسیب‌پذیری و

عوامل تخریب کارهای مهندسی

رودخانه



## ۲-۱- زمین‌های آسیب‌پذیری کارهای مهندسی رودخانه

سازه‌های هیدرولیکی با توجه به نوع و هدف از احداث، در بخش‌های مختلف خود دچار آسیب می‌شوند. این آسیب‌ها در اثر عملکرد رودخانه و یا سایر عوامل محیطی یا انسانی می‌باشند. سازه‌های هیدرولیکی با عملکرد خود، رژیم یکنواخت جریان و حمل رسوب را بر هم می‌زنند. درحقیقت این سازه‌ها با ایجاد آشفتگی‌های بیش‌تر در جریان، ظرفیت آبستگي بیش‌تری را فراهم می‌کنند [۵].

آسیب‌های وارده بر سازه‌های رودخانه‌ای، صرف‌نظر از عوامل ایجادکننده، به دو خصوصیت فرسایش‌پذیری و پایداری آن‌ها مرتبط می‌شود. عوامل مختلفی با ایجاد فرسایش در سازه و بر هم زدن پایداری آن، زمینه تخریب سازه‌ها را فراهم می‌کنند که در ادامه به برخی از این موارد پرداخته شده است.

### ۲-۱-۱- فرسایش سازه

فرسایش عبارت از جدا شدن ذرات تشکیل‌دهنده سطوح در اثر برآیند نیروهای موثر و حمل و رسوب آن‌ها در محلی دیگر است. فرسایش در سازه‌های رودخانه‌ای را می‌توان به دو گروه آبستگي و فرسایش‌های سطحی تقسیم‌بندی نمود.

#### ۲-۱-۱-۱- آبستگي

سازه‌های آبی که موجب تغییر الگوی جریان در اطراف خود می‌شوند، با تغییر ویژگی‌های جریان و در نتیجه آن تغییر ظرفیت حمل رسوب، موجب بروز آبستگي‌های موضعی می‌شوند. به طور کلی آبستگي به دو دسته عمده آبستگي عمومی و موضعی تقسیم می‌شوند [۵]. آبستگي‌های موضعی مستقیماً تحت تاثیر عملکرد سازه نسبت به جریان به وقوع می‌پیوندد. با توجه به این تعریف عمق آبستگي عبارت از عمق ناشی از فرسایش نسبت به تراز اولیه است. با توجه به مکانیزم عمل در مکان‌های مختلف، آبستگي به دو بخش تقسیم می‌شود [۶].

– آبستگي موضعی در اثر تنگ‌شدگی مقطع

– آبستگي موضعی در اطراف سازه

نوع اول آبستگي در اثر افزایش سرعت ناشی از تنگ‌شدگی مقطع رودخانه ایجاد می‌شود. در این نوع از آبستگي افزایش سرعت جریان منجر به افزایش تنش در بستر شده و در نتیجه، ذرات بستر جدا می‌شوند. نمونه این نوع از فرسایش را می‌توان در محل‌های تنگ‌شدگی ناشی از احداث دیواره‌ها و یا محل پایه‌های پل مشاهده نمود. در نوع دوم، عامل اصلی فرسایش، افزایش تلاطم ناشی از تغییر شرایط جریان در محل‌های احداث سازه می‌باشد. آبستگي موضعی در اطراف سازه‌ها را می‌توان به انواع زیر تقسیم‌بندی نمود [۶]:

– آبستگي در اثر جت آب

– آبستگي در پایین دست کف‌بندهای افقی

– آبستگي در جلوی آب‌شکن‌ها

– آبستگي در محل پشتواره‌ها  
 – آبستگي در خروجي کالورت‌ها  
 – آبستگي در پايين‌دست سازه‌هاي هيدروليکي کوتاه

اطلاعات کامل و تفصيلي در مورد انواع آبستگي‌هاي مذکور در مراجع و استانداردهاي مختص آن [۵ و ۶] ارائه شده است.

#### ۲-۱-۱-۲- فرسایش سطحی بدنه سازه

اين نوع از فرسایش در سطح بدنه سازه به وقوع می‌پيوندد. فرسایش سطحی ممکن است در اثر جريان رودخانه و يا عواملی نظير بارش، تردد و ... ايجاد شود. اين نوع از فرسایش در سازه‌هاي انعطاف‌پذير سنگي و خاکی که پيوستگي بين اجزای تشکيل‌دهنده سطح وجود ندارد مشاهده می‌شود.

در مورد گوره‌ها، شيروانی‌هاي طرفين و تاج گوره در معرض فرسایش‌هاي ناشی از باد، باران و جريان آب می‌باشند. معمولاً استفاده از پوشش گیاهی برای تثبيت تاج و شيروانی سمت خشکی گوره‌ها مناسب می‌باشد [۷]. در مورد شيروانی سمت رودخانه و يا در مواردی که به علت بارندگی‌هاي سنگين پوشش گیاهی توانایی حفاظت شيروانی سمت خشکی تاج سازه را نداشته باشند، از پوشش‌هاي حفاظتی مناسب‌تری برای حفاظت در برابر فرسایش استفاده می‌شود. حفاظت شيروانی سازه در سمت رودخانه ممکن است از دو طريق حفاظت‌هاي مستقیم و يا غيرمستقیم صورت پذيرد. حفاظت مستقیم می‌تواند شامل تمامی روش‌هاي پوشش کناره‌ها باشد. در روش غيرمستقیم، از طريق احداث سازه‌هايی نظير آب‌شکن، جريان را از پای سازه منحرف می‌کنند. در مورد سازه‌هاي سنگي نیز ابعاد در نظر گرفته شده برای سنگ‌دانه‌ها باید به گونه‌ای انتخاب گردد که جريان رودخانه و يا عواملی نظير نزولات جوی، موجب جابجایی آن‌ها نشود [۸]. جزئیات طراحی و اطلاعات کامل در مورد پوشش‌هاي حفاظتی در مرجع مختص آن [۸] ارائه شده است.



شکل ۲-۱- نمونه‌ای از فرسایش گوره

### ۲-۱-۲- نشست سازه

با تاثیر سربارها، تنش‌های برشی در داخل لایه‌های خاک به وجود آمده و در نتیجه موجب فشردن آن خواهد شد. فشردگی خاک ناشی از تغییر شکل فشاری، جابجایی ذرات خاک، رانده شدن هوا و آب از حفرات خاک و عوامل دیگر می‌باشد. فشردن خاک در نهایت موجب نشست سازه‌های واقع بر روی آن می‌گردد.

به‌طور کلی، نشست‌های خاک به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- نشست تحکیم، این نوع از نشست ناشی از تغییر حجم خاک اشباع به علت رانده شدن آب‌های موجود در حفرات آن است.

- نشست آبی، این نوع از نشست در اثر تغییر شکل الاستیک خاک خشک و یا مرطوب و اشباع، بدون تغییر در میزان آب آن می‌باشد.

به منظور بررسی جزئیات بیشتر فرآیند نشست، می‌توان به مرجع [۹] مراجعه نمود.

در طراحی انواع سازه‌های رودخانه‌ای، پدیده نشست خاک و در نتیجه نشست سازه مستقر بر آن، مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در طراحی سازه گوره، نشست زمین زیر گوره به علت وزن خاکریزی بالای آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. این نشست بستگی به نوع زمین و میزان بار وارده بر آن خواهد داشت [۷]. در زمین‌های سنگی و آبرفتی شن و ماسه‌ای، نشست شالوده در ضمن ساخت گوره تقریباً به‌طور کامل به‌وقوع می‌پیوندد. در حالی که در زمین‌های رسی و سیلتی نشست شالوده پس از تکمیل شالوده نیز هنوز ادامه دارد. هرگاه محاسبات مشخص کند که نشست شالوده سازه بیش از مقادیر مجاز بوده و موجب آسیب به سازه گوره می‌گردد، روش‌های مختلفی نظیر جابجایی و انتقال بخش یا کل خاک شالوده تراکم‌پذیر و یا ساخت مرحله‌ای گوره و اجرای چاه‌های ماسه‌ای در شالوده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۷].

در طراحی انواع دیواره‌های صلب اعم از حائل و یا سیل‌بند، هر دو نوع نشست اصلی برای شالوده دیوار در نظر گرفته می‌شود. نشست آبی یا الاستیک شالوده پس از احداث سازه دیواره و اعمال تمامی تنش‌ها و نشست تحکیم تابعی از زمان می‌باشد [۱۰].

### ۲-۱-۳- عدم پایداری سازه

پایداری سازه‌های رودخانه‌ای، معمولاً در قالب پایداری واژگونی، لغزشی و ظرفیت باربری پی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ضوابط پایه برای پایداری سازه‌هایی نظیر انواع دیواره‌های حائل و سیل‌بند برای تمام شرایط بارگذاری به‌شرح زیر است [۴]:

- دیوار باید در مقابل لغزش پایه (شالوده) در داخل هریک از لایه‌های خاک یا سنگ زیر بستر ایمن باشد.
- دیوار باید در مقابل واژگونی نسبت به پایه خود ایمن باشد. در دیواره‌های وزنی این ایمنی باید نسبت به هر تراز افقی داخل دیوار تامین گردد.

– دیوار باید در مقابل گسیختگی زمین بستر و نشست‌های نامتقارن بیش از حد شالوده ایمن باشد.

### ۱-۳-۱-۲- واژگونی

به منظور اطمینان از عدم واژگونی سازه، باید مجموع لنگرهای وارده نسبت به نقطه واژگونی سازه، برابر صفر باشد. به این منظور با برآورد مقادیر لنگرهای محرک و مقاوم، نسبت بین این دو عامل برآورد گردیده و با مقادیر ضریب اطمینان مقایسه می‌گردد. به عبارت دیگر، چنانچه مجموع لنگرهای مقاوم نسبت به پنجه دیوار حدود  $1/5$  برابر مجموع لنگرهای واژگون‌کننده نسبت به همان نقطه باشد، طبق آنچه متعارف است، دیوار در مقابل واژگونی پایدار است [۱۰].

### ۱-۳-۲- لغزش

هدف از انجام تحلیل پایداری لغزشی، تعیین ایمنی سازه در مقابل پتانسیل گسیختگی ناشی از تغییر مکان‌های افقی بیش از حد می‌باشد. ضریب ایمنی در مقابل لغزش را می‌توان با تعیین نسبت نیروهای برشی محرک به نیروهای برشی مقاوم در امتداد یک سطح گسیختگی فرضی، بررسی نمود. گسیختگی لغزشی وقتی که نسبت نیروهای برشی وارده به نیروهای برشی مقاوم کوچک‌تر از یک باشد منتفی خواهد بود [۱۰]. بنابراین یک سازه زمانی در مقابل لغزش در امتداد یک سطح مستعد گسیختگی پایدار است که تنش‌های برشی وارده کم‌تر از مقاومت برشی باشند. نسبت مقاومت برشی به تنش برشی وارده در یک سطح مستعد گسیختگی، ضریب اطمینان (FS) می‌باشد.

### ۱-۳-۳- ظرفیت باربری پی

گسیختگی خاک بستر، بستگی به تراکم‌پذیری نسبی آن، شرایط بارگذاری و نسبت عمق به عرض شالوده دارد. انواع گسیختگی‌ها به سه گروه کلی، موضعی و سوراخ‌کننده تقسیم می‌شوند.

## ۲-۲- زمینه‌های آسیب‌رسانی به کارهای مهندسی رودخانه

عوامل مختلفی در ایجاد فرسایش و آسیب‌رسانی به سازه‌های رودخانه‌ای نقش دارند. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان عوامل آسیب‌رساننده را به سه گروه عوامل طبیعی، زیستی و انسانی تقسیم‌بندی نمود.

### ۱-۲-۲- عوامل طبیعی

عوامل طبیعی در اشکال و عملکردهای مختلفی، موجب آسیب به سازه‌های رودخانه‌ای می‌شوند. عوامل مهم و تاثیرگذار طبیعی در فرسایش سازه‌ها در ادامه ارائه شده است.



## ۲-۱-۲-۱- رگبار باران یا تگرگ

آسیب‌های ناشی از پدیده بارش در گروه فرسایش‌های آبی تقسیم‌بندی می‌گردند. فرسایش آبی شامل دو پدیده کاملاً متفاوت می‌باشد. در مرحله اول ذرات سطحی در اثر برخورد باران به سطح خاک متلاشی شده و در مرحله دوم رواناب سطحی ناشی از بارش، این ذرات متلاشی شده را با خود حمل می‌نماید. تاثیر بارش بر آسیب‌رسانی به سازه‌های خاکی نظیر گورها قابل مشاهده می‌باشد. انرژی جنبشی ناشی از قطرات باران به مراتب بیش از انرژی جنبشی رواناب ناشی از بارش می‌باشد، زیرا سرعت قطرات باران به طور متوسط در حدوده ۱۰-۶/۵ متر بر ثانیه بوده در حالی که سرعت جریان رواناب معمولاً کم‌تر از ۱ متر بر ثانیه می‌باشد. مهم‌ترین خصوصیات باران که در فرسایش اهمیت دارند عبارت از مقدار، مدت و شدت بارش، اندازه و توزیع قطرات باران و سرعت نهایی و توزیع بارندگی می‌باشد [۱۱]. استفاده از انواع پوشش‌ها بر روی سطوح مختلف نظیر شیروانی گورها از راهکارهای مهار و حفاظت فرسایش‌های ناشی از بارش می‌باشد. فرسایش ناشی از تگرگ، به علت جرم زیاد و ابعاد دانه‌ها و در نتیجه، سرعت بالای سقوط قطره‌ها، بیش‌تر از فرسایش ناشی از بارش‌های شدید می‌باشد. تگرگ نه تنها موجب تخریب و فرسایش خاک می‌گردد، بلکه باعث تخریب پوشش گیاهی مستقر نیز می‌گردد. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که بارش‌ها به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم موجب آسیب‌رسانی به سازه‌های رودخانه‌ای می‌شوند. در روش مستقیم برخورد قطرات باران یا دانه‌های تگرگ و ضربه ناشی از آن، موجب تخریب می‌گردد. نمونه این عملکرد را در شیروانی سازه‌های خاکی نظیر گورها می‌توان مشاهده نمود. همان گونه که عنوان شد برخورد دانه‌های تگرگ نیز می‌تواند باعث تخریب انواع پوشش‌های گیاهی استفاده شده برای تثبیت خاک کناره‌ها گردد. از سوی دیگر بارش‌ها با افزایش میزان رواناب باعث افزایش سطح آب رودخانه‌ها و افزایش جریان‌های مخرب شده و به این طریق نیز باعث تخریب و آسیب‌رسانی به سازه‌های رودخانه‌ای می‌شوند.

## ۲-۱-۲-۲- سیل

یکی دیگر از عوامل تخریب‌کننده سازه‌های رودخانه‌ای سیلاب می‌باشد. سیلاب‌ها از طرق مختلف و متعددی موجب تخریب سازه‌های مجاور رودخانه می‌شوند. از یک طرف به علت تاثیراتی که بر جریان رودخانه‌ها دارند موجب تشدید اثر فرسایش رودخانه‌ای می‌شوند و از سوی دیگر در قالب جریان‌های شدید و با رخداد فرآیندهای فرسایش و رسوب، سازه‌ها را تخریب می‌کنند. دلایل وقوع سیلاب عبارت‌است از [۱۲]:

- پرشدن مجرا و جاری شدن آب در منطقه سیلابدشت که منجر به زیر آب رفتن مناطق دیگر نیز می‌گردد.
  - فرسایش کناره‌های رودخانه
  - بالا آمدن تراز بستر رودخانه در اثر رسوبگذاری
  - تغییر مسیر رودخانه در اثر گذشت زمان
- در طراحی سازه‌های رودخانه‌ای، ابتدا با توجه به عوامل متعدد و مختلفی، دوره بازگشت سیلاب طراحی تعیین می‌گردد. روش‌های تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی سازه را می‌توان به سه گروه کلی زیر تقسیم نمود [۱۳]:

- تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی بر اساس تحلیل اقتصادی
- تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی بر اساس تحلیل خطرپذیری
- تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی بر اساس ملاحظات اجتماعی

پس از تعیین دوره بازگشت و بزرگی سیلاب طراحی، ابعاد و جزییات سازه‌ها با توجه به سیلاب انتخاب شده، تعیین می‌گردد. به عنوان مثال ارتفاع سازه‌هایی نظیر انواع دیواره‌ها و گوره بر اساس تراز سیلاب طرح و ارتفاع آزاد منتخب، تعیین می‌شود. ظرفیت عبوری سرریزها، دریچه‌ها، کالورت‌ها و انواع سازه‌های مهاری و انتقالی نیز تابعی از مقدار سیلاب طرح خواهد بود. از سویی دیگر کلیه تمهیدات حفاظتی سازه‌ها نیز تابعی از سیلاب طرح و پارامترهای هیدرولیکی وابسته به آن خواهد بود.

#### ۲-۱-۳- زلزله

زلزله نیز از راه‌های مختلفی موجب آسیب‌رسانی به سازه‌های رودخانه‌ای می‌شود. زلزله از طریق مستقیم با تخریب سازه و همچنین به صورت غیرمستقیم با ایجاد انواع گسیختگی‌ها و ناپایداری‌ها نظیر انواع لغزش و ریزش و ایجاد جابجایی در مسیر آبراهه‌ها، سازه‌های رودخانه‌ای را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

#### ۲-۱-۴- باد و طوفان

باد نیز از جمله عوامل آسیب‌رسان به سازه‌های رودخانه‌ای می‌باشد. باد با تغییر دادن سرعت قطرات باران و زاویه برخورد آن‌ها به سازه‌های خاکی موجب تخریب این سازه‌ها می‌شود. از سوی دیگر باد با کاهش میزان رطوبت خاک موجب آسیب دیدن پوشش‌های حفاظتی گیاهی می‌گردد. در انواع پوشش‌های حفاظتی زیستی، باد شدید موجب به هم خوردگی و عدم تعادل حیاتی در رشد گیاه و افزایش میزان تعرق آن می‌شود [۱۴]. همچنین باد و طوفان موجب بروز موج در رودخانه‌های عریض شده و همین امر موجب تشدید فرسایش سواحل خواهد شد.

#### ۲-۱-۵- رانش زمین

هنگامی که آب و خاک و سایر اجزای زمین نتوانند در کنار هم باقی بمانند و تحت تاثیر جاذبه به حرکت درآیند، رانش زمین رخ می‌دهد. حرکت‌های نزولی در رانش زمین به دو صورت کند و یا ناگهانی رخ می‌دهد. رانش زمین ممکن است به علت زلزله، فعالیت آتشفشانی، تغییرات آب‌های زیرزمینی و تغییر شیب زمین رخ دهد. ریزش باران شدید در مدتی کوتاه باعث ایجاد لجن سطحی می‌شود که با سرعت جریان پیدا می‌کند. بارش مداوم باران در یک مدت طولانی ممکن است باعث رانش عمیق‌تر و یا حرکت آهسته زمین شود. ترکیب‌های مختلف خاک در مناطق مختلف نیز باعث بروز رفتارهای مختلف زمین می‌شود. به‌طور کلی زمانی که توده‌های خاک در اثر جذب آب سنگین شده و تحت تاثیر نیروی ثقل به حرکت درآیند، عمل لغزش خاک اتفاق می‌افتد. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که طبقه‌ای نفوذپذیر بر روی طبقه‌ای غیرقابل نفوذ و بر روی شیب قرار گرفته باشد [۱۴]. در اثر سنگینی طبقه بالایی، عمل لغزش در حد واسط طبقه

قابل نفوذ و غیر قابل نفوذ رخ می‌دهد. رانش زمین یکی از انواع گسیختگی‌های توده‌ای محسوب می‌شود. عوامل مختلفی موجب تسریع فرسایش‌های توده‌ای می‌شوند. این موارد عبارتند از [۳۷]:

- افت سریع سطح آب و ایجاد جریان زه‌آب در کناره‌ها، شیب تند دیواره کناره و وجود انواع فرسایش‌های سطحی و پنجه کناره
- نیروهای سربار
- ترک‌های کششی در ساحل رودخانه

در گروه فرسایش‌های توده‌ای، علاوه بر رانش یا لغزش، لغزش‌های سطحی و گسیختگی‌های بلوکی نیز قرار دارند. رانش زمین علاوه بر این که به‌طور مستقیم موجب تخریب سازه‌هایی نظیر انواع دیواره‌های حائل و سدها می‌شود بلکه با ایجاد فرسایش در ابعاد وسیع و وارد نمودن مقادیر زیادی از رسوبات در داخل رودخانه موجب افزایش تراز بستر و همچنین انباشت رسوبات در پشت سازه‌هایی نظیر سدها می‌شود. افزایش تراز بستر می‌تواند منجر به افزایش تراز جریان و یا تغییر مسیر آبراهه‌ها شود.

#### ۲-۱-۶- ریزش

جداشدن مواد از دیواره دامنه و ریختن آن‌ها به پای دامنه به‌صورت غلتیدن، جهیدن و یا سقوط کردن را ریزش می‌گویند [۱۴]. ریزش‌ها بیش‌تر در دامنه‌های قائم و یا نزدیک به قائم صورت می‌گیرد. در صورتی که طبقات سخت و نرم به‌طور متناوب قرار گرفته باشند، در اثر از بین رفتن طبقه نرم، قسمت زیرین طبقه سخت خالی شده و در نتیجه موجب ریزش سریع توده می‌شود. علل مختلفی برای این پدیده شناسایی شده است. به عنوان مثال در مناطق دارای آب و هوای بیابانی تغییرات دما و حرارت موجب این پدیده می‌شود در حالی که در مناطق کوهستانی یخبندان عامل اصلی ریزش می‌شود. این پدیده در سازه‌هایی نظیر دیواره حائل و پوشش‌ها، مستقیماً موجب تخریب خواهد شد. در مورد سایر سازه‌های رودخانه‌ای نیز، اثرات ثانویه این پدیده نظیر وارد شدن حجم عمده‌ای از رسوبات به داخل رودخانه، موجب اختلال در عملکرد این سازه‌ها می‌گردد.



شکل ۲-۲- نمونه‌ای از رخداد پدیده ریزش کناره رودخانه

#### ۲-۱-۲-۷- تغییرات درجه حرارت

درجه حرارت از جمله عواملی است که موجب آسیب‌رسانی به سازه‌ها می‌گردد. تغییرات زیاد دما باعث ایجاد دوره‌های متناوب بخبندان و ذوب شده و کلیه سازه‌های خاکی، سنگی، بتنی و ... را دچار تخریب می‌سازد. در سازه‌های سنگی وجود این دوره‌های ذوب و یخبندان موجب خرد شدن سنگ‌ها شده و فرسایش‌پذیری آن‌ها را افزایش می‌دهد. این تاثیر به‌ویژه در تشکیلات مارنی، شیلی، آهک‌های رسی و تشکیلات گچی، نمکی و مارنی بیش‌تر مشاهده می‌گردد [۱۱]. به همین علت در انتخاب مصالح سنگی مورد استفاده در سازه‌های سنگی رودخانه‌ای، عامل درصد افت وزنی مصالح در برابر گرما و سرما یکی از عوامل مهم می‌باشد. از سویی دیگر در سازه‌های خاکی، حرارت زیاد، موجب کاهش رطوبت خاک شده و در نتیجه موجب کم شدن چسبندگی ذرات خاک می‌گردد. این امر انتقال ذرات خاک را آسان‌تر کرده و فرسایش‌پذیری آن‌ها را میسر می‌سازد. در سازه‌های بتنی نیز با اضافه نمودن افزودنی‌های مجاز شیمیایی نظیر مواد حباب‌ساز، این سازه‌ها را در برابر رطوبت، ذوب و یخبندان مقاوم می‌کنند [۱۵].

#### ۲-۲-۲- عوامل زیستی

##### ۲-۲-۲-۱- اثر کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه

آب‌ها در مسیر حرکت خود در رودخانه‌ها و یا در عبور از لایه‌های مختلف زمین، مواد ناشی از متلاشی شدن سنگ‌ها، املاح گچ، نمک و آهک موجود در تشکیلات تبخیری و رسوبی را انتقال می‌دهند. همین امر موجب تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها در طول مسیر طی شده می‌گردد.

عناصر و ترکیب‌های مختلفی در آب‌ها وجود دارند که بر روی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آن موثر می‌باشند. به‌طور کلی بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب و رابطه بین آن‌ها بیانگر بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی آب می‌باشند. مشخصه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی آب شامل موارد زیر می‌باشد:

- PH -
- غلظت مواد محلول TDS -
- سختی T.H -
- هدایت الکتریکی E.C -

مشخصه‌های کیفی آب به روش‌های مختلفی بر روی سازه‌های رودخانه‌ای اثر می‌گذارند. به عنوان مثال در مکان‌هایی که از پوشش‌های گیاهی به عنوان تثبیت‌کننده و محافظ کناره طبیعی رودخانه و یا شیروانی سازه‌ها استفاده می‌شود عواملی نظیر شوری آب، وجود املاح مختلف و مواد سمی، تاثیر به‌سزایی بر روی پوشش گیاهی مذکور خواهند داشت. همچنین خوردگی آب‌ها نیز باعث از بین رفتن وسایل و تجهیزات فلزی و سیمانی سازه‌ها می‌گردد.

#### ۲-۲-۲-۲- پوشش گیاهی ساحل

پوشش گیاهی موجود در ساحل، همان گونه که می‌تواند موجب تثبیت کناره‌ها و ساحل گردد، از سوی دیگر در پاره‌ای از موارد، خود موجب تخریب و آسیب‌رسانی به سازه‌های رودخانه‌ای می‌گردد. به عنوان مثال در مواردی وجود پوشش گیاهی تثبیت شده در یک سمت رودخانه موجب انحراف جریان به سمت ساحل مقابل شده و اثر تخریبی بر روی این ساحل را تشدید می‌کند. همچنین در پاره‌ای از موارد استقرار پوشش در داخل بستر موجب تغییرات هیدرولیک جریان از جمله تغییر مقدار ضریب زبری مانینگ شده و در نتیجه تراز جریان را افزایش می‌دهد. در صورت عدم پیش‌بینی چنین مسئله‌ای، افزایش تراز جریان موجب آسیب به سازه‌های احداث شده نظیر دیواره می‌شود. همچنین استقرار گونه‌های گیاهی با ریشه‌های بلند، می‌تواند سازه‌ها را در معرض آسیب قرار دهند. به عنوان مثال شیروانی گوره حفاظتی و یا کناره‌های طبیعی تثبیت شده می‌توانند در اثر عملکرد این نوع از پوشش‌های گیاهی و یا وزن آن‌ها در معرض خطر قرار گیرند.

#### ۲-۲-۳- عوامل انسانی

عملکرد انسانی با بر هم زدن تعادل چرخه آبی و زیستی در طبیعت موجب افزایش و تشدید فرسایش شده و می‌تواند تاثیرات نامطلوبی بر سازه‌های موجود رودخانه‌ای داشته باشد. دخالت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسان در منابع آب و خاک، موجب ایجاد نوعی از فرسایش به نام فرسایش تسریعی می‌گردد [۱۴]. عمده فعالیت‌های انسانی موثر در تخریب سازه‌های رودخانه‌ای به شرح زیر می‌باشند.

### ۲-۳-۱- ضعف در مبانی تحلیلی، طراحی و اجرا

خطاهای انسانی در اولین مرحله، در بخش مطالعه، طراحی سازه و اجرای آن اثرگذار می‌شود. در بخش مطالعه با توجه به نوع مطالعه محدوده مورد نظر، خطای مطالعاتی می‌تواند در هر یک از مراحل مطالعات پایه (فیزیوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژی و ...) و مطالعات تخصصی (مهندسی رودخانه، سیلاب، ژئوتکنیک، طراحی سازه و ...) به وجود آید. هرگونه اشتباه و خطا در هر مرحله، سایر مراحل را تحت تاثیر قرار خواهد داد. لذا ایجاد فرآیند کنترل و تصویب و استفاده از منابع و مراجع استاندارد و معتبر و تلاش در به حداقل رساندن خطاهای کارشناسی در این مرحله اولین قدم در کنترل خطاهای بعدی خواهد بود. به عنوان مثال خطا در برآورد عوامل اقلیمی و هواشناسی موجب برآوردهای نادرست هیدرولوژیکی شده و در نتیجه منجر به برآورد غلط دبی طرح و ایجاد مدل ناصحیح هیدرولیکی رودخانه خواهد شد. در مرحله بعد هرگونه طراحی سازه‌ای بر اساس خروجی این مدل هیدرولیکی نیز دچار خطا خواهد شد. همچنین به کارگیری روابط نادرست در طراحی اجزای مختلف سازه، تفسیر نادرست از خروجی‌های مدل ریاضی و بالاخره قضاوت مهندسی نادرست از جمله مواردی است که در نهایت ممکن است به عدم کارایی مناسب سازه ساخته شده و در پاره‌ای موارد باعث تخریب کلی سازه گردد. در این گونه موارد دفتر فنی کارفرما نقش تعیین‌کننده‌ای در کنترل و بررسی صحت محاسبات انجام شده توسط مشاور ایفا می‌کند. در مرحله اجرا نیز تطابق کامل موارد اجرا شده با نقشه‌های اجرایی بیانگر صحت عملیات اجرایی خواهد بود. در این مرحله نظارت کارفرما و مشاور وظیفه این تطابق را برعهده دارد. به این منظور نقشه‌های اجرایی باید از صحت، دقت و وضوح کامل برخوردار باشند تا عوامل اجرایی طرح، مشکلی در درک و اجرای آن پیدا نکنند. همین امر در مورد عوامل نظارتی نیز صادق خواهد بود. طرح ارائه شده باید برای عوامل نظارتی کاملاً شفاف و توجیه شده باشد.

### ۲-۳-۲- برداشت مصالح و عملیات حفاری و گود برداری

برداشت مصالح از رودخانه‌ها تاثیر مستقیمی بر روی هندسه آبراهه و تراز کف رودخانه دارد. در اثر برداشت مصالح از روخانه، ریخت‌شناسی قبلی رودخانه دگرگون شده و کمبود موضعی رسوب در رودخانه پدید می‌آید [۳۸]. به‌طور کلی برداشت مصالح رودخانه‌ای علاوه بر تغییرات مستقیم بر محیط اطراف رودخانه، می‌تواند باعث ایجاد فروافتادگی در بستر آبراهه، درشت دانه‌کردن مصالح کف رودخانه و ناپایداری کناره‌های رودخانه نیز بشود. در مورد تاثیر این عملیات بر سازه‌های رودخانه‌ای، آثار مستقیم فروافتادگی بستر در سازه‌ها به صورت زیرشویی سازه‌هایی نظیر پایه پل‌ها، پاشنه سازه‌ها و بیرون زدگی خطوط لوله مدفون عبوری از عرض رودخانه و تاسیسات انتقال آب نمایان می‌گردد. اطلاعات کامل‌تر در این مورد در مرجع [۳۸] ارائه شده است.

### ۲-۳-۳-۲- خاکریزی و انسداد مسیر رودخانه

خاکریزی و انسداد مسیر رودخانه موجب تغییر در مسیر رودخانه و پس‌زدگی و افزایش تراز جریان می‌گردد. در نتیجه سازه‌های موجود در این محدوده با شرایطی نظیر تغییر مسیر جریان، انواع آبشستگی و روگذری جریان مواجه خواهند شد. به عنوان مثال انسداد مسیر رودخانه موجب از کار افتادن سازه‌های آبگیری از رودخانه می‌شود. همچنین در مورد دیواره‌ها نیز خاکریزی و انسداد رودخانه و تغییر مسیر آن ممکن است موجب قرارگیری جریان در پشت سازه و فرسایش و تخریب آن گردد. انسداد مسیر رودخانه همچنین می‌تواند موجب وقوع سیلاب در بالادست محدوده انسداد شود. از سوی دیگر این امر موجب هدایت جریان به ساحل مقابل و تشدید فرسایش در آن می‌گردد.

### ۲-۳-۴- اثر احداث سازه‌های رودخانه‌ای در بالا و پایین‌دست رودخانه

سازه‌های رودخانه‌ای با برهم زدن رژیم یکنواخت جریان و رسوب، موجب تغییراتی در بالادست و پایین‌دست محدوده خود می‌شوند. در پایاب برخی از سازه‌ها نظیر دیواره‌های طولی و پل‌ها با تنگ شدن مجرای رودخانه، سرعت جریان افزایش می‌یابد. با کاهش سرعت در پایین‌دست سازه و ایجاد آشفتگی بیش‌تر در جریان، ظرفیت آبشستگی جریان نیز افزایش خواهد یافت. چنین شرایطی منجر به آبشستگی بستر شده و در نتیجه شیب تندی در بالادست ایجاد خواهد نمود. از سوی دیگر، با تنگ‌شدگی مجرا، تراز جریان نیز افزایش یافته و در نتیجه، امکان سرریز شدن جریان از روی برخی از سازه‌های رودخانه‌ای فراهم خواهد شد. یکی دیگر از اثرات سازه‌های رودخانه‌ای، ایجاد تغییر در ضرایب مقاومت نظیر ضریب مانینگ و در نتیجه سایر خصوصیات جریان می‌باشد.

### ۲-۳-۵- اقدامات کشاورزی و ایجاد اعیانی

نوع استفاده از اراضی و بهره‌برداری از زمین بر کیفیت و کمیت فرسایش اراضی تاثیر به‌سزایی دارد. استفاده زیاد از اراضی کشاورزی و مراتع موجب کاهش حاصل‌خیزی خاک و استقرار پوشش گیاهی کم‌تر شده و در نتیجه احتمال فرسایش را بالا می‌برد. از سویی دیگر کاربری غیراصولی اراضی موجب تراکم خاک و در نتیجه کاهش نفوذپذیری و افزایش میزان رواناب می‌گردد. در مورد اراضی کشاورزی، استفاده از زمین‌های شیب‌دار و شخم زدن زمین در جهت شیب از جمله اقدامات افزایش‌دهنده میزان فرسایش می‌باشد. ایجاد اعیانی نیز غالباً با از بین بردن پوشش گیاهی همراه بوده و در نتیجه با کاهش پوشش خاک و افزایش میزان رواناب، مقدار فرسایش را افزایش می‌دهد. با افزایش میزان فرسایش، سازه‌های رودخانه‌ای موجود، بیش‌تر در معرض آسیب قرار خواهند گرفت. از سوی دیگر، استفاده از اراضی بستر و حریم رودخانه به عنوان اراضی کشاورزی و احداث اعیانی در این دو منطقه موجب تغییراتی اساسی در شرایط هیدرولیک نظیر تغییرات در ضرایب مانینگ و مقادیر رواناب می‌گردد. این موارد در کنار سایر اثرات این نوع از کاربری نظیر اشغال و در نتیجه کاهش عرض بستر رودخانه و در نتیجه ظرفیت آبگذری رودخانه، تغییرات به‌سزایی را فراهم

خواهد آورد. در صورت توسعه کشاورزی تا لبه ترانشه رودخانه به‌خصوص در حالت‌هایی که لایه بالایی خاک بر لندی از ماسه استقرار داشته باشد، احتمال لغزش و گسیختگی لایه بالایی و تخریب ترانشه وجود دارد.

#### ۲-۲-۳-۶- اثرات ترابری آبی

امواج حاصل از حرکت انواع شناورها، یکی از عوامل موثر در فرسایش کناره‌ها می‌باشد. مشخصات این امواج به شکل، ابعاد، سرعت و جهت حرکت شناور بستگی دارد [۳۷]. با افزایش احتمال فرسایش بیش‌تر، سازه‌های موجود در محدوده نیز بیش از پیش در معرض آسیب قرار خواهند گرفت. به‌منظور حفاظت سازه‌ها در محدوده‌هایی که حمل و نقل در رودخانه صورت می‌گیرد، لازم است تا دستورالعمل‌هایی برای حرکت شناورها تهیه شود.

#### ۲-۲-۳-۷- اثرات حوادث عمدی

حوادث عمدی نظیر بمباران، انفجار و آتش‌سوزی می‌توانند از طرق مختلفی موجب تخریب سواحل و سازه‌های آن گردند. از این نمونه می‌توان به تخریب و ریزش ترانشه‌های کناره روخانه، تخریب سازه‌های ساماندهی، مسدود شدن مسیر جریان و انحراف آن اشاره نمود.



## فصل ۳

---

---

**برنامه‌ریزی اقدامات اولیه حفاظت و**

**بهره‌برداری از کارهای رودخانه**



در فصل قبل ضمن مروری بر انواع سازه‌ها و اقدامات مرتبط با رودخانه به عوامل و زمینه‌هایی که می‌تواند به این سازه‌ها از جنبه‌های مختلف آسیب رساند اشاره گردید. در این بخش به اطلاعات و مشخصاتی از رودخانه و سازه‌های مورد نظر که برای بهره‌برداری و حفاظت مورد نیاز است، پرداخته می‌شود. برای بهره‌برداری از هر سازه رودخانه‌ای لازم است در ابتدا با وضعیت رودخانه و شرایط طبیعی حاکم بر آن و همچنین سازه احداث شده بر رودخانه آشنا گردید و اطلاعات اولیه‌ای در این زمینه جمع‌آوری شود. در همین رابطه تهیه شناسنامه رودخانه و سازه‌های موردنظر برای بهره‌برداری و تجهیز و تعریف ایستگاه‌هایی برای پایش و رفتارسنجی عملکرد سازه و رودخانه در مرحله بهره‌برداری تاثیر شایانی بر حفاظت و پایداری و طول عمر سازه مربوط خواهد داشت. بهره‌برداری از سازه‌های رودخانه‌ای، بدون پایش عملکرد و بازرسی‌های دوره‌ای، زمینه‌های آسیب‌رسانی و تخریب‌های جدی سازه‌ها را فراهم می‌سازد.

### ۳-۱- تهیه شناسنامه رودخانه

جمع‌آوری اطلاعات مربوط به وضعیت فیزیکی و طبیعی رودخانه برای شناسایی نوع رودخانه و رفتارسنجی آن تحت عملکرد سازه احداث شده بر روی آن ضروری می‌باشد. رودخانه‌ها در محیط‌های مختلف دارای ویژگی‌های متفاوتی می‌باشند و هر کدام ریخت‌شناسی و رفتار گوناگونی را نشان می‌دهد. رژیم هیدرولوژی و نوع هیدرولیک و جریان حاکم بر رودخانه، عامل اصلی در تعیین چگونگی تعامل بین رودخانه و اقدامات مهندسی رودخانه می‌باشد. رودخانه‌های فصلی، دائمی، کوهستانی، مخروط افکنه‌ای، پیچان‌رودی، شریانی، فرسایشی، رسوبگذار، سیلابی، غیرسیلابی، فرسایش‌پذیر، صلب و غیرفرسایش‌پذیر، کم رسوب (غلظت پایین)، پر رسوب (غلظت)، فوق بحرانی، زیر بحرانی، جریانی یک‌طرفه، جزر و مدی و جریان دو لایه، آبرفتی، غیرآبرفتی و غیره هر کدام دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است که در رفتار و ریخت‌شناسی آن نمود خواهد داشت. به منظور تهیه شناسنامه رودخانه و تعیین ویژگی‌های آن، اطلاعات مورد نظر به شرح زیر جمع‌آوری می‌گردد. این اطلاعات از مجموعه مطالعات انجام شده در منطقه و اطلاعات پایه طراحی سازه‌های احداث شده گردآوری می‌شود.

### ۳-۱-۱- نقشه‌های موجود در محدوده سازه

نقشه‌های زیر در صورت وجود از محدوده رودخانه تهیه و اطلاعات اولیه از آن‌ها استخراج می‌شود.

– نقشه‌های توپوگرافی محدوده بازه<sup>۱</sup> رودخانه که شامل نقشه‌های با مقیاس‌های کوچک مانند نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰ و نقشه‌های با مقیاس‌های بزرگ مانند ۱/۵۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ و ۱/۵۰۰ خواهد بود.

- نقشه‌های زمین‌شناسی بازه رودخانه با مقیاس‌های موجود
  - نقشه شبکه آبراهه‌ها و سایر عوارض طبیعی در محدوده رودخانه
  - نقشه مشخصات ژئوتکنیک و خصوصیات مکانیک خاک از محدوده رودخانه
  - نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی محدوده مورد نظر
  - نقشه بستر و حریم رودخانه در محدوده مورد نظر و موقعیت روپرها و علایم حد بستر.
- نقشه‌های حد بستر بر اساس بررسی‌ها و مطالعات دفتری بر مبنای بستر سیلاب ۲۵ ساله و تطبیق میدانی آن با توجه به وضعیت ریخت‌شناسی و فرسایش و کاربری اراضی تهیه می‌شود. حریم کمی رودخانه محدوده‌ای از حد بستر به عرض معادل یا کم‌تر از ۲۰ متر است که با توجه به وضعیت رودخانه و میزان جریان و ابعاد آن و مسائل حقوقی و کاربری اراضی در دو طرف رودخانه تعیین می‌گردد.

### ۳-۱-۲- اقلیم<sup>۲</sup> منطقه

یکی از ویژگی‌های اساسی جهت معرفی شرایط طبیعی حاکم بر منطقه، اقلیم و خصوصیات آب و هوایی آن است. رفتار رودخانه‌ها، رژیم جریان رسوب، تداوم و تغییرات جریان پایه به اقلیم منطقه بستگی دارد. به طور کلی حالت متوسط کمیت‌های تعیین‌کننده وضع هوای یک منطقه را بدون توجه به لحظه وقوع آن‌ها، اقلیم یا آب و هوای آن منطقه می‌نامند. اقلیم نتیجه تاثیر پدیده‌های هواشناسی است و حالت متوسط آب و هوا را در یک منطقه مشخص می‌سازد. برای طبقه‌بندی اقلیمی، یک یا چند عامل هواشناسی انتخاب می‌شود. عوامل اصلی که در تعیین اقلیم در طبقه‌بندی‌های مختلف بیش‌تر مورد توجه قرار می‌گیرد، شامل بارندگی، دما، رطوبت نسبی و تبخیر پتانسیل سالانه می‌باشد [۱۶].

بر این اساس اقلیم منطقه و حوضه رودخانه مورد نظر، بر اساس یکی از طبقه‌بندی‌های متداول مانند دومارتن<sup>۳</sup>، کوپن<sup>۴</sup>، ترنت وایت<sup>۵</sup> و با استفاده از اطلاعات هواشناسی موجود تعیین می‌گردد. علاوه بر نوع اقلیم منطقه، کمیت‌های بارندگی متوسط سالانه، مشخصات بارش، دمای حداکثر، حداقل و متوسط سالانه، رطوبت نسبی و تبخیر سالانه به عنوان شاخص‌های آب و هوایی منطقه، بخشی از اطلاعات شناسنامه رودخانه را تشکیل می‌دهد.

1- Reach  
2- Climate  
3- De Martonne  
4- Koppen  
5- Thornth Waite

### ۳-۱-۳- هیدرولوژی و هیدرولیک رودخانه

از مهم‌ترین خصوصیات رودخانه، وضعیت هیدرولوژی و آبدهی و خصوصیات هیدرولیکی آن می‌باشد. هیدرولوژی یک رودخانه، بیانگر آبدهی و تغییرات آن و شرایط حدی جریان یعنی سیلاب‌ها و کم آبی می‌باشد. متوسط آبدهی و دبی پایه رودخانه و همچنین تغییرات آبدهی در ماه‌های مختلف سال و منحنی تداوم جریان وضعیت پایداری جریان را در رودخانه نشان می‌دهد. حداکثر دبی‌های لحظه‌ای که شرایط حدی جریان رودخانه را تحت رگبارهای مختلف نشان می‌دهد، یکی از عواملی است که مبنای بسیاری از تحلیل‌ها و طراحی‌ها قرار می‌گیرد. حداکثر دبی‌های لحظه‌ای یا سیلاب‌های رودخانه در دوره بازگشت‌های مختلف با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده در زمینه هیدرولوژی استخراج می‌گردد. با توجه به اهمیت سیلاب‌ها در معرفی رودخانه، لازم است سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲ تا ۲۰۰ سال در صورت وجود در گزارش‌ها و مطالعات قبلی مشخص گردد و چنانچه حداکثر سیلاب محتمل<sup>۱</sup> (PMF) در بررسی‌های قبلی محاسبه شده، کمیت آن نیز در اطلاعات مربوط به شناسنامه رودخانه ثبت گردد. حداکثر سیل محتمل، سیلابی است که اگر تمام عوامل فیزیکی و هواشناسی، دست به دست هم دهند در یک منطقه امکان وقوع آن وجود داشته باشد. برخی از سازه‌های بزرگ که ریسکی برای تخریب آن قابل‌پذیرش نمی‌باشد براساس این نوع سیلاب (حداکثر سیلاب محتمل) طراحی می‌شوند [۱۶].

خصوصیات هیدرولیکی رودخانه بر مبنای اندازه‌گیری‌ها و محاسبات هیدرولیک رودخانه در مطالعات و بررسی‌های قبلی مشخص می‌شود. خصوصیات هیدرولیکی رودخانه، ابعاد و فیزیک رودخانه به علاوه وضعیت جریان را نشان می‌دهد.

مهم‌ترین خصوصیات هیدرولیکی رودخانه عبارت است از:

- عرض رودخانه شامل آبراهه اصلی<sup>۲</sup> و سیلابدشت<sup>۳</sup>
- شیب متوسط رودخانه
- ضریب زبری مانینگ
- عمق متوسط جریان در شرایط مختلف جریان
- سرعت متوسط جریان
- رژیم جریان از جهت بحرانی، فوق بحرانی و زیر بحرانی

1- Probable Maximum Flood

2- Main Channel

3- Floodplain

### ۳-۱-۴- خصوصیات ریخت‌شناسی رودخانه

ریخت‌شناسی رودخانه، شناخت سامانه رودخانه از نظر شکل و شکل مسطحه<sup>۱</sup>، راستا<sup>۲</sup> و نیمرخ طولی بستر و نیز روند تغییرات آن است [۱۷]. مطالعه ریخت‌شناسی رودخانه در راستای مطالعات ساماندهی و یا طراحی سازه‌های رودخانه‌ای بسیار حائز اهمیت است و تاثیر فراوانی بر مکان‌یابی سازه‌ها و عملکرد صحیح آن‌ها خواهد داشت. بدین لحاظ برای اهداف بهره‌برداری از سازه‌های رودخانه‌ای، شناخت خصوصیات مورفودینامیکی و ریخت‌شناسی آن لازم می‌باشد. از طرفی دیگر، کلیه اقدامات و کارهای مهندسی رودخانه که به منظور بهره‌برداری بیش‌تر و یا کاهش خطرات انجام می‌گیرد، مستقیماً موجب دگرگونی شرایط طبیعی رودخانه و تحمیل وضعیتی جدید می‌شود. لذا آگاهی از شرایط اولیه خصوصیات ریخت‌شناسی و به دنبال آن تاثیرات سازه و اقدامات مهندسی رودخانه بر ریخت‌شناسی رودخانه می‌تواند سامانه بهره‌برداری را در مسیری صحیح قرار دهد. خصوصیات ریخت‌شناسی رودخانه در چند محور زیر خلاصه می‌شود، به طوری که مجموعه این ویژگی‌ها، بخش قابل توجهی از شناسنامه رودخانه را تشکیل می‌دهد.

#### ۳-۱-۴-۱- نوع و طبقه‌بندی رودخانه

رودخانه و در واقع بازه‌ای از رودخانه که موضوع بهره‌برداری و حفاظت از سازه عرضی یا طولی در این بازه مطرح می‌باشد باید نوع و طبقه‌بندی‌های معمول در آن مشخص شود. بر مبنای طبقه‌بندی‌های عمومی، از جنبه‌های زیر، نوع رودخانه ارزیابی و تعیین می‌شود. در صورت وجود مطالعات ریخت‌شناسی، این اطلاعات از نتایج مطالعات استخراج می‌گردد.

#### - طبقه‌بندی به لحاظ شکل مسطحه رودخانه

بر اساس این طبقه‌بندی رودخانه از لحاظ ظاهری در یکی از دسته‌های مستقیم، پیچان‌رودی و شریانی قرار می‌گیرد. خصوصیات رودخانه‌های مستقیم، پیچان‌رودی و شریانی در مراجع ریخت‌شناسی و مرجع [۱۷] ارائه شده است. تعیین نوع رودخانه در این طبقه‌بندی بر اساس دو عامل ضریب خمیدگی و ضریب نسبت عرض به عمق حاصل می‌شود.

#### - طبقه‌بندی به لحاظ فرآیند انتقال رسوب

نوع رودخانه براساس بیلان رسوبی در یک بازه معین به رودخانه‌های رسوبگذار، فرسایشی و متعادل تقسیم می‌شود. رودخانه‌ای رسوب‌گذار شناخته می‌شود که در فرآیندهای مختلفی از جمله وجود بار رسوبی زیاد از بالادست، ورود رودخانه به دشت و کم شدن شیب، وارد شدن بار رسوبی زیادی از یک شاخه فرعی و غیره، حجم قابل ملاحظه از رسوب

در حال حمل در بازه رودخانه ته‌نشین می‌شود. در نتیجه بیلان رسوب ورودی به بازه و خروجی از آن منفی می‌باشد. چنین رودخانه‌هایی معمولاً افزایش تراز کف را تجربه می‌کنند.

رودخانه فرسایشی که پدیده کف‌کنی و کاهش تدریجی تراز کف در آن مشاهده می‌شود، به علت کاهش ناگهانی بار رسوبی به دلایلی مانند احداث سد و تله‌اندازی رسوب در مخزن و افزایش شیب طولی بستر، در حال فرسایش بستر (از کف و کناره‌ها) می‌باشد.

رودخانه متعادل در دو حالت پایداری ایستا<sup>۱</sup> و پایداری پویا<sup>۲</sup> قابل بررسی است. پایداری ایستا، یعنی در شرایطی که نیروی جریان، دیگر قادر به شستن کف و فرسایش دیواره‌ها نمی‌باشد و مقطع رودخانه در اغلب طول سال ثابت می‌باشد. پایداری پویا مربوط به رودخانه‌هایی است که پدیده فرسایش و رسوبگذاری در آن‌ها فعال می‌باشد و نوعی تعادل و توازن بین فرسایش و رسوبگذاری در آن‌ها ایجاد شده است. مقطع این گونه رودخانه‌ها ممکن است تغییرات موضعی در یک دوره کوتاه را تجربه نماید ولی این تغییرات پیش رونده نبوده و حول یک مقدار متوسط نوسان می‌کند.

#### - طبقه‌بندی به لحاظ سن رودخانه

در این تقسیم‌بندی، نوع رودخانه از جنبه جوان، بالغ و پیر که مرتبط با فرآیند زمین‌شناسی است، مشخص می‌شود. مشخصات این رودخانه‌ها در منابع مرتبط با مباحث ریخت‌شناسی ذکر شده است. به طور کلی رودخانه‌ها در امتداد مسیر خود، ویژگی‌های جوان، بالغ و پیر را نشان می‌دهد. به نحوی که بازه بالادست، بیانگر خصوصیات رودخانه جوان، که در مناطق کوهستانی و باشیب تند و دره‌های V شکل و با فرسایش شدید جریان دارد، است و بازه میانی با شیب نسبتاً کم، در محدوده کوهپایه‌ها و با دره ای عریض و در حالت پایدار نشانگر رودخانه بالغ بوده و بازه پایین‌دست با شیب کم، جریان آرام، سیلابدشت عریض و با پیچ و خم‌های شدید، نوع رودخانه پیر را نشان می‌دهد [۱۷].

#### - طبقه‌بندی به لحاظ جریان رودخانه

رودخانه از نظر تداوم و شدت تغییرات جریان به رودخانه دائمی، غیردائمی و فصلی تقسیم می‌شود. همچنین بر اساس شرایط حاکم بر پایین‌دست رودخانه می‌توان رودخانه‌های جزر و مدی و میرا را هم به انواع فوق اضافه نمود. رودخانه دائمی در طول سال دارای جریان و با حداقل دبی پایه می‌باشد. در حالی که رودخانه غیردائمی در بخش قابل توجهی از سال، خشک و بی‌آب می‌گردد. رودخانه غیردائمی فاقد جریان پایه است و در زمان‌های بارندگی دارای جریان است. از طرف دیگر رودخانه فصلی در طول فصول مرطوب و در دوره بارش دارای جریان می‌باشد. هیدروگراف جریان سالانه رودخانه فصلی نشان‌دهنده دو ناحیه زمان خشک و زمان مرطوب است.

### - طبقه‌بندی به لحاظ جنس بستر

نوع رودخانه از جهت جنس بستر و خصوصیات فرسایش‌پذیری و یا صلبیت باید مشخص گردد. این ویژگی، درجه آزادی رودخانه از جنبه گسترش عرضی و عمقی و امکان تغییر در مقطع عرضی و طولی را نشان می‌دهد. از این جهت رودخانه از جنبه توپوگرافی و خصوصیات زمین‌شناسی به دو دسته آبرفتی و غیر آبرفتی تقسیم می‌گردد. رودخانه آبرفتی در بستری که از آبرفت‌های خود رودخانه تشکیل شده جریان دارد. فرسایش‌پذیری بستر و تغییرات مداوم آبراهه اصلی و سیلابدشت از ویژگی‌های این رودخانه‌ها است. رودخانه غیرآبرفتی، در بستر صلب و غیرفرسایشی و در مناطق کوهستانی با بدنه سنگی جریان دارد.

با تعیین نوع رودخانه با توجه به مبانی فوق، بسیاری از خصوصیات رفتاری رودخانه مشخص می‌شود. به منظور تکمیل خصوصیات ریخت‌شناسی رودخانه و تکمیل شناسنامه آن، موارد زیر نیز در صورتی که در مطالعات و بررسی‌های قبلی تعیین شده، به بخش اطلاعات ریخت‌شناسی اضافه می‌گردد.

- ضریب خمیدگی قوس‌ها و شعاع نسبی در صورتی که رودخانه در یک بازه چم قرار دارد.
- شکل بستر از جهت بستر صاف، دندان‌های، تلماسه‌ای، امواجی و غیره
- نیمرخ طولی رودخانه
- نقشه تغییرات ریخت‌شناسی و نقشه پیش‌بینی تغییرات در آینده
- نقشه پیش‌بینی اثرات احداث سازه و اقدامات مهندسی بر رودخانه

### ۳-۱-۵- وضعیت فرسایش و رسوب

رودخانه‌ها تحت تاثیر فرسایش و رسوبگذاری، دستخوش تغییرات گوناگونی می‌شوند از آن جمله تغییر راستا، جابجایی‌های عرضی و طولی، وقوع میان‌برها، تغییر نوع رودخانه، تغییر تراز بستر، تغییر دانه‌بندی و دگرگونی ویژگی‌های هندسی مسیر را می‌توان اشاره کرد [۱۸]. همچنین سازه‌های متقاطع و موازی موجود در مسیر رودخانه، تبدیل‌ها، بندها، سدها، دیواره‌های سیل‌بند، سازه‌های حفاظت بستر و کناره‌ها از فرآیندهای مختلف فرسایش و رسوب تاثیرپذیری مستقیم دارند [۱۸]. بنابراین در ارتباط با موضوع بهره‌برداری و حفاظت از اقدامات مهندسی رودخانه، شناخت وضعیت فرسایش و رسوب، نقش ارزشمندی در تصمیمات و برنامه‌ریزی‌ها خواهد داشت.

مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز از وضعیت فرسایش و رسوب رودخانه، به ترتیب در زیر اشاره شده است. این اطلاعات در تکمیل شناسنامه رودخانه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

### ۳-۱-۵-۱- فرسایش رودخانه

در صورت رخداد فرسایش در بستر رودخانه بر حسب موضع و ساز و کار آن، نوع فرسایش شناسایی می‌گردد. در مرحله اول با توجه به موضع فرسایش در رودخانه، این پدیده در کف و یا کناره‌ها و یا در هر دو موضع اتفاق می‌افتد. فرسایش در



کف که ناشی از تنش و یا اغتشاشات جریان است موجب تغییرات مداوم سطح کف می‌شود. فرسایش در کناره نیز با جابجایی تدریجی و یا جابجایی حجمی خاک کناره موجب تعریض رودخانه و یا تغییر شیب آن می‌گردد [۱۹].

ساز و کار فرسایش در رودخانه به شکل‌های مختلفی دیده می‌شود. از این جهت فرسایش در رودخانه به صورت مستمر<sup>۱</sup>، عمومی<sup>۲</sup>، موضعی<sup>۳</sup> و توده‌ای<sup>۴</sup> مشاهده می‌گردد. در فرسایش مستمر، بستر رودخانه دچار کف‌کنی فراگیر بوده و عواملی چون تغییر کاربری اراضی، ساخت سدهای مخزنی و برداشت شن و ماسه از رودخانه موجب آن می‌گردد. فرسایش عمومی به علت وقوع سیلاب‌ها و افزایش سرعت جریان آب و شسته شدن مواد رسوبی موجود در بستر رودخانه اتفاق می‌افتد که در قسمت عمده‌ای از رودخانه گود افتادگی پدیدار می‌گردد. افت بستر در چنین حالتی، موقتی بوده و در مرحله فروکش نمودن سیلاب با رسوبگذاری مجدد، بستر به تدریج تراز اولیه خود را باز می‌یابد.

فرسایش موضعی در اطراف سازه‌های رودخانه‌ای، در خم‌ها و در محدوده پایین‌دست موانع ایجاد شده در بستر رودخانه رخ می‌دهد. فرسایش موضعی ناشی از تلاطم و آشفته‌گی‌های موضعی در خطوط جریان اتفاق می‌افتد [۱۸]. فرسایش توده‌ای عبارت است از فرآیند انفصال توده‌ای از خاک کناره رودخانه بر اثر نوساناتی که در شرایط تعادل بین نیروی وزن توده و نیروی مقاوم (اصطکاک و چسبندگی) به وجود می‌آید. عوامل دیگری که در تسریع فرسایش توده‌ای موثر است عبارت است از [۱۰]:

- افت سریع سطح آب
- نفوذ آب به کناره
- شیب تند کناره
- نیروهای سربار روی سطح و سواحل
- ترک‌های کششی در ساحل رودخانه

### ۳-۱-۵-۲- عوامل فرسایش

از دیگر اطلاعات مهم در ارتباط با شناخت شرایط حاکم بر رودخانه، تشخیص عوامل فرسایش است. این عوامل شامل عوامل هیدرولیکی، مشخصات مواد بستر، عوامل بیولوژیکی و عوامل انسانی است. به طور خلاصه عوامل هیدرولیکی مربوط به مشخصات سیال و جریان مانند غلظت، دبی جریان، سرعت و توزیع آن، شدت آشفته‌گی<sup>۵</sup> و تنش برشی<sup>۶</sup> است.

---

1- Long Term Degradation  
 2- General Scour  
 3- Local Scour  
 4- Mass Erosion  
 5- Turbulence  
 6- Shear Stress

عامل مواد بستر، شامل اندازه، شکل و وزن حجمی دانه‌های خاک و دانه‌بندی آن است. عامل زیستی مربوط به پوشش گیاهی و تراکم آن و نوع گونه‌ها و مقاومت آن در برابر فرسایش است. همچنین تخریب‌ها و شکاف‌های ایجاد شده در کناره‌ها به علت وجود بعضی از حیوانات در حاشیه رودخانه از دیگر عوامل بیولوژیکی است.

عامل انسانی به دخالت‌های بشر در رودخانه‌ها مانند ساخت سازه‌ها، برداشت مصالح و ایجاد مانع در مسیر جریان مربوط می‌گردد که به نوبه خود تشدید کننده روند فرسایش می‌باشد [۱۹]. نتایج بررسی پیامدهای احداث سازه رودخانه‌ای بر فرسایش از مقایسه وضعیت فرسایش قبل از احداث سازه و پس از آن قابل ارزیابی می‌باشد.

در صورتی که اقداماتی در بستر رودخانه به منظور کنترل و مهار فرسایش انجام شده، شرح مختصر آن در شناسنامه رودخانه ارائه می‌شود.

### ۳-۱-۵-۳- وضعیت رسوب رودخانه

در راستای شناسایی رودخانه و تهیه شناسنامه آن، وضعیت رسوب از جنبه‌های زیر ضروری می‌باشد.

- مشخصات کلی رسوب شامل دانه‌بندی، وزن حجمی، شکل و چسبندگی
- ایستگاه اندازه‌گیری رسوب و وضعیت آن (در صورت وجود در محدوده رودخانه)
- ظرفیت انتقال رسوب<sup>۱</sup> رودخانه و حجم رسوب در حال انتقال
- وضعیت رسوبگذاری یا عدم رسوبگذاری در محدوده رودخانه

### ۳-۲- تهیه شناسنامه کارها و سازه‌های مهندسی رودخانه

پس از تهیه شناسنامه رودخانه و جمع‌آوری اطلاعات و مدارک آن، اطلاعات وسیعی از سازه مورد نظر تهیه می‌گردد. بدیهی است سازه و مجموعه اقدامات رودخانه‌ای که نیاز به تدوین برنامه نگهداری و حفاظت دارد، باید مشخصات آن از جنبه‌های اصول مطالعات و طراحی، اهداف طرح، نقشه‌های اجرایی و گزارش‌های دوره اجرا و همچنین گزارش‌هایی که نحوه عملکرد سازه را مورد ارزیابی قرار داده، جمع‌آوری و در فرم‌های مرتبط با شناسنامه سازه رودخانه‌ای ثبت گردد.

### ۳-۲-۱- اهداف احداث سازه

اولین گام در شناسایی و گردآوری اطلاعات سازه رودخانه‌ای، مشخص نمودن اهداف تعریف شده برای احداث سازه در مراحل شکل‌گیری طرح و مطالعات و طراحی آن می‌باشد. اجرای هر سازه آبی بر مبنای هدفی خاص و یا با اهداف چند منظوره انجام می‌گیرد.

مهم‌ترین اهداف سازه‌های مهندسی رودخانه عبارتست از:

- مهار سیل و کاهش خطرات و خسارت‌های آن
- مهار فرسایش و تخریب سواحل و اراضی حاشیه
- کاهش رسوب رودخانه
- تثبیت بستر رودخانه و جلوگیری از جابجایی عرضی
- تثبیت کف رودخانه و جلوگیری از افت تراز بستر
- تنظیم افزایش تراز سطح آب به منظور آبگیری و انحراف جریان
- بهسازی مسیر رودخانه و کانالیزه کردن مقطع برای اهداف دیگری مانند کشتیرانی
- ایجاد دریاچه مصنوعی به منظور اهداف تفریحی و قایقرانی

سازه‌ها و کارهای مهندسی رودخانه برای تامین یک یا چند هدف از موارد ذکر شده به کار می‌رود. تعیین هدف یا اهداف یک سازه رودخانه‌ای، در مدارک و اسناد مربوط به شکل‌گیری ایده طراح و به دنبال آن در مطالعات و طراحی بیان شده است.

با بررسی اسناد اولیه و گزارش‌های مطالعات و طراحی، اهداف مورد نظر برای سازه و مجموعه اقدامات انجام شده بر بستر رودخانه به دست می‌آید. در مرحله ارزیابی عملکرد و کارآیی اقدامات انجام شده، می‌توان به تطابق اهداف اولیه و پیامدهای حاصل از عملکرد پی برد.

### ۳-۲-۲- جمع‌آوری نقشه‌های سازه

علاوه بر گزارش‌ها و اسناد طراحی سازه و کارهای رودخانه‌ای، نقشه‌های اجرایی و مقاطع و موقعیت آن که در طول مطالعات و در مراحل مختلف و به ویژه در مرحله طراحی دقیق (مرحله دوم) تهیه می‌شود، از ابزارهای مهم در زمان بهره‌برداری از سازه است. هرگونه بازنگری در ابعاد و اجزا طرح، تعمیرات و توسعه آن با بازخوانی نقشه‌های اولیه امکان‌پذیر است. این نقشه‌ها شامل موارد زیر می‌باشد.

- نقشه موقعیت سازه و طرح و مسیرهای دسترسی در مقیاس‌های ۱/۵۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰۰
- نقشه جانمایی اجزا طرح
- نقشه پلان عمومی (نقشه مسطحه) با مقیاس‌های ۱/۲۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰
- نقشه مقاطع سازه‌ها با مقیاس‌های ۱/۵۰۰ تا ۱/۲۰۰۰
- نقشه جزییات اجرایی با مقیاس‌های ۱/۵۰ تا ۱/۱۰۰۰

نقشه‌های اجرایی، نتیجه مطالعات و طراحی و تعیین‌کننده ابعاد و اجزا طرح می‌باشد که بر اساس مبانی و استانداردهای مرتبط با انتخاب نوع طرح و روش طراحی به دست می‌آید. این نکته قابل توجه است که در مرحله اجرا

ممکن است بخش‌هایی از طرح و ابعاد سازه‌ها تغییر نمایند. علل و توجیحات تغییرات ایجاد شده و اسناد و نقشه‌های اجرایی جدید نیز به نوبه خود باید جمع‌آوری و به عنوان بخشی از اسناد طرح نگهداری گردد.

### ۳-۲-۳- نتایج مدل‌های رایانه‌ای و فیزیکی و تغییرات مورد انتظار از اجرای طرح

تاثیرگذاری هرگونه احداث سازه و اقدامی در بستر رودخانه بر رژیم هیدرولیک و رسوب فرآیندی پیچیده می‌باشد، از این رو قبل از اقدام به طراحی و اجرای پروژه‌های مهندسی رودخانه، لازم است از عملکرد آن‌ها مطلع گردید. یکی از بهترین روش‌های بررسی عملکرد سازه‌های رودخانه‌ای، استفاده از مدل‌های ریاضی و فیزیکی می‌باشد. با استفاده از این گونه مدل‌ها می‌توان وضعیت هیدرولیک جریان و رسوب و تغییرات ریخت‌شناسی رودخانه تحت اجرای طرح‌های مهندسی را تحلیل کرد. البته امروزه از مدل‌های فیزیکی به علت محدودیت فضا و هزینه‌های زیاد آن فقط در موارد خاص پدیده‌های نسبتاً پیچیده بهره گرفته می‌شود در حالی که مدل‌های ریاضی و رایانه‌ای با کاربرد وسیعی، بسیاری از پدیده‌های رودخانه‌ای را شبیه‌سازی می‌کند و از محدودیت مقیاس نیز برخوردار نمی‌باشد. ولی در عوض به اطلاعات بیش تری برای واسنجی و صحت‌سنجی نیاز دارد [۱۸].

بر این اساس در بسیاری از مطالعات مربوط به طرح‌های مهندسی رودخانه از مدل‌های ریاضی و در بعضی مواقع از مدل‌های فیزیکی برای تحلیل شرایط هیدرولیک جریان، رسوب در حال حمل، رسوبگذاری و فرسایش در بستر و اطراف سازه‌ها و تغییرات جانبی و عمقی رودخانه بهره گرفته می‌شود. نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده تا حدود زیادی اثرات احداث سازه و مجموعه کارهای رودخانه‌ای را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مدل‌سازی‌ها در مرحله مطالعات می‌تواند در زمان بهره‌برداری به عنوان خطوط اصلی تغییرات مورد انتظار مد نظر قرار گیرد. به همین منظور جمع‌آوری اطلاعات مدل‌ها و شبیه‌سازی‌هایی که در زمان مطالعات صورت گرفته برای اقدامات بهره‌برداری و حفاظت حائز اهمیت است و در رابطه با بررسی‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- تغییرات مورد انتظار از اجرای طرح
- تغییرات ایجاد شده نسبت به وضعیت اولیه رودخانه و سازه‌ها
- تغییرات ایجاد شده و مقایسه آن نسبت به تغییرات مورد انتظار
- تکمیل و اجرای مجدد مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها در صورت اقدام به تغییر و اصلاح طرح و تحلیل وضعیت جدید

### ۳-۲-۴- گزارش‌های اجرایی و نقشه‌های چون‌ساخت

در زمان اجرای طرح و سازه‌های رودخانه‌ای، گزارش‌های متعددی در مراحل مختلف ساخت، تهیه و به عنوان مهم‌ترین اسناد اجرایی پروژه نگهداری می‌شود. در این گزارش‌ها، نکات و اطلاعات زیادی در رابطه با مسائل مختلف ارائه می‌گردد. به نحوی که بسیاری از ادعاها و اختلافات احتمالی، بر مبنای آن حل و فصل می‌گردد. از جمله نکات اساسی که از محتوای گزارش‌های اجرایی قابل استخراج می‌باشد عبارتند از: مشخصات شرکت سازنده (پیمانکار)، توانایی‌ها و

امکانات و عوامل مدیریتی آن، وضعیت نظارت و کنترل کیفی، اعتبارات طرح و نحوه تخصیص، تغییرات ایجاد شده در طرح و علل آن، مشکلات به وجود آمده در حین اجرا، بروز حوادث غیرمترقبه و خسارت‌های آن، مشکلات اجتماعی و تملک اراضی، زمان‌بندی، فازبندی و اولویت‌های اجرایی، تحویل موقت و قطعی و عوامل اصلی تصمیم‌گیری در اجرا و بسیاری دیگر از نکاتی که نشان‌دهنده وضعیت کمی و کیفی ساخت و اجرای پروژه است.

بسیاری از گزارش‌ها و اسناد و مدارک پروژه‌های اجرا شده توسط مهندس مشاور طرح و دستگاه نظارت تهیه و نگهداری شده و یا تحویل مجری طرح و کارفرما می‌گردد. خصوصاً گزارش‌ها در مرحله اجرا از شروع مرحله ساخت تا تحویل قطعی پروژه تدوین می‌گردد. مهم‌ترین وظایف مشاور در مرحله سوم خدمات مهندسی با توجه به بخشنامه‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور که تدوین گزارش‌ها و اسناد و مدارک پروژه بر حسب این وظایف تهیه می‌شود عبارتست از [۲۰]:

- خدمات برنامه‌ریزی، تعیین روش اجرای کار و کنترل پیشرفت کار
  - خدمات مهندسی برای بازبینی طراحی، تعیین روش نظارت، تعیین استانداردها در اجرا و تعیین آزمایش‌های لازم و ادوات و ابزارهای آن و فهرست نیروی انسانی و ماشین‌آلات مورد نیاز در کارگاه
  - خدمات ارجاع کار یعنی خدمات جنبی مورد نیاز طرح در دوره ساخت و ارجاع آن به شرکت‌های مربوط
  - خدمات هماهنگی، اجرایی و تحویل موقت
  - خدمات کنترل کیفیت مصالح و عملیات اجرا
  - خدمات برآورد، کنترل پرداخت‌ها و هزینه و امور حقوقی قراردادها
  - خدمات مربوط به دوره بهره‌برداری آزمایشی (دوره تضمین) و تحویل قطعی
- با توجه به وظایف فوق، به طور معمول باید گزارش‌ها و مدارک زیر در طول دوره اجرا تهیه و در آرشیو اسناد پروژه نگهداری گردد. این اسناد در مرحله نگهداری و بهره‌برداری مبنای بسیاری از اقدامات و تصمیم‌گیری‌ها خواهد بود.
- گزارش‌های پیشرفت ماهانه
  - گزارش بازبینی تکنولوژی اجرا
  - گزارش بازبینی طراحی و پیشنهاد تغییرات
  - گزارش دستور العمل‌های نگهداری مصالح و تجهیزات
  - دستور العمل‌های نگهداری و راهبری تجهیزات از سوی تامین‌کنندگان آن‌ها
  - گزارش بررسی و تایید روش‌های اجرایی پیمانکاران و سازمان اجرایی
  - گزارش اسناد تحویل موقت
  - گزارش تنظیم شناسنامه طرح
  - اسناد کنترل کیفیت مواد و مصالح و تجهیزات و اجرای کار
  - گزارش و اسناد دوره بهره‌برداری آزمایشی (دوره تضمین)

### – اسناد تحویل قطعی

یکی دیگر از اسناد مورد نیاز در مرحله بهره‌برداری و نگهداری، نقشه‌های چون‌ساخت<sup>۱</sup> است. نقشه‌های چون‌ساخت، آخرین وضعیت اجرای طرح را نشان می‌دهد که این نقشه‌ها بر اساس کلیه دستور کارها، دستورالعمل‌ها و صورتجلسات دوره اجرا تهیه می‌شود و معمولاً پس از اتمام اجرای پروژه و یا اتمام بخشی از طرح و قبل از تحویل موقت و در بعضی موارد پس از تحویل موقت توسط پیمانکار تهیه می‌شود. مقایسه نقشه‌های چون‌ساخت با نقشه‌های اجرایی، تفاوت‌ها و تغییرات اعمال شده در طرح را به خوبی نشان می‌دهد [۲۱].

### ۳-۲-۵- نقاط ضعف و زمینه‌های اصلی آسیب‌پذیری سازه‌ها

از موضوعات دیگری که در تکمیل و تهیه شناسنامه سازه رودخانه‌ای باید مد نظر قرار گیرد، نقاط ضعف و مواضع حساس سازه و طرح رودخانه‌ای در برابر آسیب‌پذیری و خسارت است. هر سازه‌ای که در بستر رودخانه ایجاد گردد، بسته به تاثیر آن بر جریان رودخانه و میزان تغییر الگوی جریان، متقابلاً تحت تاثیر اغتشاشاتی که در خطوط جریان ایجاد شده قرار می‌گیرد و به دنبال آن فرسایش و رسوبگذاری در رودخانه، سرریز جریان و بروز سیلاب و خوردگی و تخریب قسمت‌هایی از سازه را به همراه خواهد داشت. شناسایی نقاط ضعف و موقعیت‌هایی که در معرض فرسایش، رسوبگذاری و یا سیلاب قرار می‌گیرد، در مرحله نگهداری و بهره‌برداری، مسیرهای تمرکز و دقت نظر در اقدامات نگهداری و پایش را مشخص می‌سازد. با پایش و دقت نظر بر رفتار رودخانه در این موقعیت‌ها که از قبل به عنوان زمینه‌های اصلی آسیب‌پذیری شناسایی شده، از رخداد خسارت جدی به طرح جلوگیری می‌شود.

علاوه بر آسیب‌هایی که به علت ضعف سازه و آشفتگی جریان رودخانه و تنش‌های وارده از جریان بر بستر رودخانه و بدنه سازه احداث شده ممکن است پدید آید، زمینه‌های آسیب‌پذیری دیگری که در فصل قبلی به آن‌ها اشاره گردید، شامل عوامل طبیعی، زیستی و انسانی، سازه مورد نظر و طرح‌های مهندسی رودخانه را تهدید نموده و در معرض تخریب قرار می‌دهد. عوامل طبیعی مانند رگبارهای شدید همراه با تگرگ، سیلاب، زلزله، باد و طوفان و لغزش و رانش زمین و کناره رودخانه هرکدام عاملی برای آسیب‌رسانی خواهد بود. عوامل زیستی به کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه برمی‌گردد و ممکن است باعث خوردگی بخش‌هایی از مصالح فلزی و بتنی طرح شود. همچنین عوامل انسانی و اقداماتی که به نحوی در بستر رودخانه و در مناطق بالادست و پایین‌دست محل طرح از طریق فعالیت‌های انسانی انجام می‌شود می‌تواند علت‌های دیگری برای آسیب‌رسانی به طرح مورد نظر باشد. مهم‌ترین عوامل انسانی به عنوان زمینه‌های آسیب‌رسانی همچنان که در فصل قبل تشریح شده است، شامل موارد زیر می‌باشد:

### – ضعف در مبانی تحلیلی، طراحی و اجرا

- برداشت مصالح و شن و ماسه از بستر رودخانه در اطراف طرح
- خاکریزی در بستر رودخانه و انسداد مسیر جریان
- احداث سازه‌های رودخانه‌ای در مناطق بالادست یا پایین‌دست طرح
- فعالیت‌های کشاورزی و ساخت و ساز در اراضی حاشیه رودخانه
- ترابری آبی
- حوادث عمدی و تخریبی

بنابراین از موضوعات مهم در تکمیل شناسنامه سازه و طرح رودخانه‌ای، شناسایی و ثبت زمینه‌های آسیب‌رسانی است که این زمینه‌ها بر اساس بررسی اسناد و گزارش‌های مربوط به مراحل مطالعات و اجرا و بازدیدهای اولیه از موقعیت طرح به دست می‌آید. زمینه‌های آسیب‌پذیری با توجه به اسناد و گزارش‌ها و شرایط اقلیمی و محیطی منطقه طرح به تفکیک در محورهای زیر خلاصه می‌گردد.

۱- نقاط ضعف و موقعیت‌های حساس در معرض فرسایش و رسوبگذاری ناشی از تغییرات حادث شده در بستر رودخانه

۲- عوامل طبیعی و اقلیمی حاکم بر منطقه

۳- عوامل زیستی

۴- عوامل انسانی

در رابطه با نقاط ضعف و موقعیت‌های حساس سازه‌ها و کارهای رودخانه‌ای که با احداث و اجرای آن در بستر رودخانه بروز می‌کند، برای نمونه به برخی از سازه‌های رودخانه‌ای و موقعیت‌های در معرض آسیب در جدول شماره (۱-۳) اشاره شده است.

### ۳-۲-۶- فرم شناسنامه رودخانه و سازه‌های رودخانه‌ای

برای ثبت اطلاعات اولیه از رودخانه و سازه و طرح مورد نظر، استفاده از فرم‌هایی که متناسب با نوع اطلاعات مورد نیاز، طراحی شده باشد مفید خواهد بود. فرم‌های مذکور به گونه‌ای تدوین می‌شود که خلاصه‌ای از مشخصات رودخانه و سازه و طرح مربوطه مطابق با آنچه که در بخش‌های قبلی ارائه گردید در آن ثبت می‌شود. برای این منظور فرم‌های شماره (۱-۳) و (۲-۳) نمونه‌ای از فرم شناسنامه رودخانه و فرم شناسنامه سازه و یا طرح رودخانه‌ای را ارائه نموده است.

جدول ۳-۱- موقعیت‌های در معرض آسیب سازه‌های رودخانه‌ای

نوع سازه یا اقدامات ساماندهی	- وقوع فرسایش یا رسوبگذاری
آب‌شکن‌ها	- فرسایش موضعی در دماغه آب‌شکن - فرسایش عمومی ناشی از کاهش مقطع جریان - رسوبگذاری در میان آب‌شکن‌ها - رسوبگذاری در بازه‌های پایین‌دست
پل‌ها	- فرسایش موضعی در اطراف پایه‌های پل - فرسایش بستر ناشی از کاهش مقطع جریان - رسوبگذاری در بالادست پل
سدهای مخزنی و بندهای انحرافی	- فرسایش عمومی در پایین‌دست سد و گسترش آن به شاخه‌های فرعی - رسوبگذاری فراگیر در بازه‌های بالادست و گسترش آن به شاخه‌های فرعی - فرسایش موضعی در پای سد
کف‌بندها، سرریزها و شیب‌شکن‌ها	- رسوبگذاری و تثبیت بستر - فرسایش موضعی در پای سازه
دیواره‌های سیل‌بند و پوشش‌های حفاظتی	- احتمال فرسایش عمومی ناشی از کاهش مقطع جریان - فرسایش موضعی (پنجه‌شویی)
خاکریزها، سیل‌بند یا گوره‌ها	- امکان تشدید رسوبگذاری در سیلابدشت و مجرای اصلی - تشدید فرسایش در مجرای اصلی و گسترش آن به شاخه‌های فرعی - فرسایش شیب‌ری روی بدنه خاکریز
اقدامات اصلاح مسیر	- فرسایش ناشی از ایجاد میان‌برها - فرسایش ناشی از کانالیزه کردن مجرای اصلی - رسوبگذاری در بازه‌های پایین‌دست



## فرم ۳-۱- شناسنامه رودخانه

عنوان سازمان بهره‌بردار:						
نام رودخانه:		موقعیت بازه:		مختصات انتها:		
مختصات ابتدا:		مختصات انتها:				
وضعیت اقلیم منطقه:						
نوع اقلیم:						
متوسط بارندگی:						
دمای متوسط:		دمای حداقل:		دمای حداکثر:		
نقشه‌های موجود از محدوده رودخانه:						
نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس‌های ..... و .....						
نقشه زمین‌شناسی با مقیاس .....						
نقشه کاربری اراضی						
نقشه حد بستر و حریم						
نقشه مشخصات ژئوتکنیک و مکانیک خاک						
نقشه تغییرات رودخانه						
سایر						
مشخصات هیدرولوژی و آبدهی رودخانه:						
آبدهی متوسط:		دبی با دوره بازگشت ۲ ساله:				
		دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله:				
		دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله:				
دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله:		دبی با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله:				
دبی PMF:						
مشخصات هیدرولیکی رودخانه:						
عرض رودخانه		سرعت جریان				
عرض آبراهه اصلی:		سرعت متوسط:				
عرض سیلابدشت:		سرعت حد اکثر:				
رژیم جریان		سایر خصوصیات هیدرولیکی				
زیر بحرانی:		شیب متوسط:				
فوق بحرانی:		ضریب زبری (مانینگ):				
		عمق رودخانه:				
خصوصیات ریخت‌شناسی						
شکل پلان		مستقیم		پهنا رودی		
فرآیند رسوب		رسوبگذار		فرسایشی		
زمین‌شناسی		جوان		بالغ		
تداوم جریان		دائمی		غیردائمی		
جنس بستر		آبرفتی		صلب و غیرفرسایشی		
خلاصه سایر خصوصیات ریخت‌شناسی:						
وضعیت فرسایش						
انواع فرسایش		فرسایش کف		فرسایش کناری		
				فرسایش مستمر		
				فرسایش عمومی		
				فرسایش موضعی		
				فرسایش توده‌ای		
وضعیت رسوب						
نوع رسوب:		قطر متوسط:				
دبی رسوب کل:		دبی رسوب کف:		دبی رسوب معلق:		
آیا ایستگاه رسوب سنجی در محدوده طرح وجود دارد؟		آری		خیر		

## فرم ۳-۲- شناسنامه سازه رودخانه‌ای

عنوان سازمان بهره‌بردار:			
سازه یا طرح:		موقعیت:	
اهداف احداث سازه:		-	
عوامل طرح و اجرا:		مجری طرح (دستگاه اجرایی):	
		مشاور مطالعات و طراحی:	
		مشاور دستگاه نظارت:	
		پیمانکار:	
توضیحات:			
زمان و طول دوره مطالعات:		زمان و طول دوره اجرا:	
نقشه‌های موجود		نقشه موقعیت سازه و راه‌های دسترسی	
		نقشه جانمایی اجرا طرح	
		نقشه مسطحه طرح	
		نقشه چون ساخت	
گزارش‌های موجود			
گزارش‌های مطالعات و طراحی به تعداد ..... جلد		گزارش‌های اجرا به تعداد ..... جلد	
عناوین گزارش‌ها		عناوین گزارش‌ها	
-		-	
-		-	
وضعیت انجام مدل ریاضی یا فیزیکی		مدل فیزیکی	
		مدل ریاضی	
		موضوع مدل	
		- مدل هیدرولیک جریان - رسوب - مورفولوژی و تغییرات	
پیش‌بینی اثرات اجرای طرح بر ریخت‌شناسی رودخانه			
جابجایی عرضی	جابجایی طولی	تعریض رودخانه	کاهش فرسایش
رسوبگذاری	کف‌کنی		
نقاط ضعف سازه		موقعیت‌های بروز فرسایش	
		موقعیت‌های سرریز جریان	
		موقعیت‌های رسوبگذاری	
عوامل آسیب‌رسانی به سازه		عوامل طبیعی	
		عوامل زیستی (بیولوژیکی)	
		عوامل انسانی	

### ۳-۳- تجهیز ایستگاه‌های پایش و رفتارسنجی رودخانه و هشدار سیل

پایش و ثبت عملکرد سازه‌ها و طرح‌های رودخانه‌ای و چگونگی عکس‌العمل رودخانه در قبال چنین اقداماتی، راهکار مناسبی برای اتخاذ تدابیر مدیریتی و آگاهی از روند فعل و انفعالات ناشی از جریان و رسوب است. احداث سازه‌های رودخانه‌ای روند طبیعی رودخانه را دگرگون می‌سازد و رژیم جریان و رسوب رودخانه تغییر می‌یابد. تغییر در فرآیند رسوب و جریان، مبنایی برای تغییرات رفتار و ریخت‌شناسی رودخانه خواهد بود که منجر به تغییر در مقطع و راستای رودخانه می‌شود. شناخت نسبتاً دقیق از فرآیند جابجایی و تغییرات رودخانه تحت عملکرد سازه و طرح‌های رودخانه‌ای از طریق پایش و اقدامات اندازه‌گیری و رفتارسنجی امکان‌پذیر است. از طرفی دیگر ارزیابی عملکرد سازه و طرح مورد نظر و میزان برآورد اهداف طرح نیز از طریق پایش و برنامه‌ریزی منظم در این ارتباط خواهد بود. با ارزیابی عملکرد کارهای مهندسی رودخانه می‌توان پیش‌بینی‌های لازم برای حفاظت و بهره‌برداری و اعمال تدابیر مدیریتی و در صورت نیاز طرح‌های ترمیمی و اصلاحی را انجام داد. به علاوه سنجش‌های میدانی و ثبت رفتار رودخانه امکان تعیین کمی میزان فرسایش و رسوبگذاری و ارزیابی پتانسیل حمل رسوب و روند تغییرات دانه‌بندی و سایر عوامل مرتبط با خصوصیات هیدرولیک جریان، ریخت‌شناسی و انتقال رسوب را فراهم می‌کند [۱۸].

#### ۳-۳-۱- موقعیت ایستگاه‌های پایش

برای انجام پایش و رفتارسنجی نیاز به تعریف و تجهیز و استقرار ایستگاه‌هایی در کنار رودخانه است تا با اندازه‌گیری‌ها و ثبت اطلاعات آن بتوان نتایج منظم و دقیق‌تری را از رفتار سازه و رودخانه مورد نظر به دست آورد. در ایستگاه‌های پایش لازم است اطلاعات زیر در مورد رفتار رودخانه اندازه‌گیری و ثبت شود:

- دبی جریان
- تراز آب
- دبی رسوب
- دانه‌بندی مواد رسوبی
- ویژگی سیلاب‌ها
- تغییر تراز بستر
- مقطع عرضی جریان
- منحنی دبی-سنجه
- ویژگی‌های ریخت‌شناسی و جابجایی‌های عرضی و طولی

همچنین علاوه بر رفتارسنجی رودخانه، عملکرد سازه و طرح رودخانه‌ای از جنبه‌های زیر در ایستگاه پایش بررسی و

ثبت شود [۱۸]:

- فرسایش در بدنه سازه

- فرسایش در پای سازه
- رسوبگذاری در محدوده سازه
- فرسایش عمومی و موضعی
- ریزش‌های توده‌ای
- خوردگی مواد فلزی و بتنی سازه
- کنترل پایداری سازه مطابق با مبانی طراحی

انتخاب موقعیت ایستگاه پایش به منظور انجام بهتر و دقیق‌تر سنجش و رفتارسنجی سازه و رودخانه، موضوعی قابل توجه می‌باشد. انتخاب موقعیت ایستگاه پایش با توجه به دو معیار زیر انجام می‌گردد:

۱- دسترسی آسان به ایستگاه و امکان نصب تجهیزات

۲- در محدوده تحت اثر سازه و طرح مورد نظر برای عملیات بهره‌برداری و نگهداری

از این جهت در صورتی که در محدوده طرح، ایستگاه هیدرومتری وجود داشته باشد، بهترین مکان برای بهره‌برداری از آن به عنوان ایستگاه پایش می‌باشد. در غیر این صورت با تعیین مکانی در محدوده طرح و تجهیز آن، ایستگاه هیدرومتری دیگری به شبکه آب‌سنجی رودخانه اضافه شده و در عین حال اقدامات پایش و رفتارسنجی سازه و رودخانه نیز انجام می‌گیرد.

در صورتی که امکان ایجاد ایستگاه در محدوده طرح وجود نداشته باشد در موقعیت‌های بالادست و پایین‌دست طرح در نزدیک‌ترین فاصله نسبت به آن ایستگاه‌های پایش را می‌توان مستقر نمود.

### ۳-۲- تجهیزات مورد نیاز در ایستگاه‌های پایش

برای ثبت اطلاعات و اندازه‌گیری‌هایی که در بند قبل اشاره شد باید تجهیزات و وسایل مناسبی تهیه و در ایستگاه مستقر نمود. بدیهی است که چنانچه ایستگاه پایش در محل ایستگاه هیدرومتری انتخاب شده باشد، بخشی از تجهیزات از قبل تامین شده است. مهم‌ترین وسایل و تجهیزات مورد نیاز ایستگاه‌های پایش عبارت است از:

- اشل اندازه‌گیری سطح آب
- لیمینوگراف برای ثبت تغییرات سطح آب
- اشل و شاخص اندازه‌گیری سطح آب (عمق یاب)
- مولینه برای اندازه‌گیری سرعت و دبی جریان
- تجهیزات نمونه‌برداری رسوب کف و معلق
- دوربین نقشه‌برداری و تجهیزات آن
- میخ‌های چوبی و فلزی برای اندازه‌گیری جابجایی رودخانه

### ۳-۳-۳- پایش اقدامات بهسازی و اصلاح مسیر و کنترل رسوب

با پردازش و تحلیل اطلاعات ثبت شده و اندازه‌گیری‌هایی که در ایستگاه‌های پایش انجام گرفته، روند رفتار رودخانه و عملکرد سازه و طرح مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این رابطه در دو بخش رودخانه و سازه رودخانه‌ای، نتیجه تحلیل ارزیابی‌های صورت گرفته تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد:

#### الف- رفتارسنجی رودخانه

- تعیین روند فرسایش و رسوبگذاری عمومی

- تعیین فرسایش‌های موضعی و توده‌ای

- تعیین تغییرات طولی و عرضی

- تعیین تغییرات دانه‌بندی

- تعیین بازه‌های بحرانی و فرسایش‌پذیر و رسوب‌گذار

- تعیین تغییرات رودخانه و مقایسه آن با روند پیش‌بینی شده

- شناسایی تغییرات پیش‌بینی نشده رودخانه تحت اثر طرح

ب- ارزیابی عملکرد اقدامات ساماندهی، بهسازی و اصلاح مسیر و کنترل رسوب

- تامین اهداف اجرای سازه و طرح و انطباق آن با مطالعات و طراحی

- وضعیت پایداری سازه و طرح، مطابق با مبانی طراحی

- پیشنهاد ترمیم، اصلاح و تغییر طرح به منظور بهبود عملکرد و تامین اهداف

در مورد تامین اهداف طرح و اقداماتی که به منظور بهسازی و اصلاح مسیر و کنترل فرسایش و رسوب انجام شده، به

عنوان نمونه روش‌های ارزیابی آن در جدول (۳-۲) اشاره شده است.

جدول ۳-۲- روش‌های ارزیابی تامین اهداف اقدامات ساماندهی

موضوع ساماندهی	اهداف	نحوه ارزیابی تامین هدف
تثبيت مسیر رودخانه از طریق دیوار حفاظتی، پوشش حفاظتی، آبشکن و ...	جلوگیری از جابجایی عرضی و طولی	ایجاد شاخص و میخ‌های چوبی و فلزی در طول کناره رودخانه و اندازه‌گیری جابجایی
بهسازی مسیر از طریق کانالیزه کردن	تامین عمق لازم برای کشتیرانی و آبیگری	اندازه‌گیری عمق جریان و مقایسه با قبل
بهسازی مسیر از طریق ایجاد میان‌بر	افزایش ظرفیت هیدرولیکی و شیب	اندازه‌گیری عمق و سرعت جریان
بهسازی مسیر از طریق لایروبی و تسطیح	مهار سیل و افزایش ظرفیت	اندازه‌گیری عمق جریان و تعیین منحنی دبی-سنجه
کنترل رسوب از طریق سد رسوبگیر	کاهش رسوب در حال حمل	نمونه‌برداری و اندازه‌گیری رسوب

### ۳-۳-۴- پایش اثرات زیست‌محیطی

منظور از پایش زیست‌محیطی در مرحله بهره‌برداری و نگهداری از طرح و یا طرح‌های مهندسی رودخانه، حصول

اطمینان از پایداری محیط زیست در محل طرح (محل اجرای طرح و محدوده اثر آن) در دوره بهره‌برداری است. لذا در

مرحله بهره‌برداری، سنجش غالب پارامترهای زیست‌محیطی تا زمانی که از پایداری وضعیت زیست‌محیطی اطمینان حاصل شود ادامه می‌یابد [۲۲].

در نشریه شماره ۲۲۷ سازمان برنامه و بودجه کشور تحت عنوان «دستورالعمل ارزیابی زیست‌محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه» برنامه پایش زیست‌محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه را به طور جامع بیان نموده که اجرای کامل آن در دوره بهره‌برداری برای همه طرح‌های رودخانه‌ای ضروری نمی‌باشد. ولی با توجه به شرایط طرح، نوع، حساسیت و بزرگی آن از دستورالعمل مذکور به عنوان راهنمایی برای پایش زیست‌محیطی استفاده می‌شود. هدف از پایش زیست‌محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه، انجام مقایسه بین شرایط اولیه زیست‌محیطی حاکم بر منطقه طرح در مرحله مطالعات توجیهی و قبل از اجرای طرح، با شرایط زیست‌محیطی دوره بهره‌برداری می‌باشد که پس از اجرای طرح به وجود آمده است.

شرایط زیست‌محیطی در زمان قبل از اجرای طرح تعیین‌کننده شرایط پایه برای پایش و سنجش زیست‌محیطی در دوره بهره‌برداری است. شرایط پایه به نحوی هدف سنجش و مبنایی برای ارزیابی شرایط دوره بهره‌برداری است. برای تدوین برنامه پایش باید ابتدا شاخص‌هایی که مبنای سنجش و اندازه‌گیری‌های مرتبط با عوامل زیست‌محیطی است تعریف و تعیین می‌شود. این شاخص‌ها همان شاخص‌های بوم‌شناختی<sup>۱</sup> تاثیرپذیر از شرایط زیست‌محیطی رودخانه و طرح می‌باشد.

از آنجا که سیستم بوم‌شناختی منطقه‌ای که رودخانه در آن قرار دارد مرکب از سیستم بوم‌شناختی آبی رودخانه و سیستم بوم‌شناختی خشکی منطقه است، بنابراین شاخص‌های مورد نظر در ارزیابی و سنجش زیست‌محیطی در دوره بهره‌برداری طرح‌های رودخانه‌ای متشکل از جوامع گیاهی<sup>۲</sup> و حیوانی<sup>۳</sup> در محیط آبی و خشکی رودخانه است. عوامل زیست‌محیطی در اکولوژی آبی به حرکت آب (سرعت)، مشخصات فیزیکی و شیمیایی بستر و بالاخره ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی آب بستگی دارد؛ به طوری که تغییرات جریان و سرعت آب می‌تواند باعث فرسایش و رسوبگذاری در نواحی مختلف بازه رودخانه در محدوده طرح گردد و این مسئله تاثیر اساسی بر جوامع گیاهی و حیوانی آن محدوده خواهد گذاشت.

شاخص‌های اصلی در اکولوژی خشکی رودخانه نیز آن دسته از گونه‌ها و جوامع گیاهی و حیوانی به علاوه جوامع انسانی در حاشیه رودخانه است که بر روی رودخانه تاثیرگذارند و یا از آن تاثیر می‌پذیرند. البته لازم به ذکر است که

---

1- Ecology  
2- Flora  
3- Fauna

همه عوامل زیست‌محیطی به عنوان شاخص در پایش و سنجش زیست‌محیطی قرار نگرفته و فقط گونه‌هایی که دارای شرایط زیر باشند به عنوان شاخص سنجش انتخاب می‌شوند [۲۲]:

- گونه‌های دارای اهمیت اقتصادی یا تفریحی
  - گونه‌های نادر و یا در معرض خطر انقراض
  - گونه‌های لازم برای دوام گونه‌های اقتصادی و تفریحی
  - گونه‌های با اهمیت برای دوام ساختار و عملکرد سیستم اکولوژی
- طرح و برنامه پایش در مرحله بهره‌برداری شامل مراحل و عوامل زیر است که در برنامه سنجش باید بدان‌ها توجه شود:
- تعیین شاخص‌ها که شرح آن در مطالب قبلی بیان گردید.
  - فن‌آوری‌ها و فنون انتخاب شده برای پایش که عمدتاً روش پایش است و به سبب طولانی بودن فرآیند پایش در دوره بهره‌برداری لازم است که از سهولت کاربری، درجه اطمینان بالا و میزان دقت بالا برخوردار باشد.
  - ابزار و وسایل سنجش که مربوط به اندازه‌گیری‌ها برای پایش می‌باشد.
- برنامه زمانی پایش که همانطور که قبلاً اشاره گردید اصولاً در مرحله بهره‌برداری سنجش غالب عوامل زیست‌محیطی تا زمانی که از پایداری وضعیت زیست‌محیطی اطمینان حاصل شود، ادامه می‌یابد:
- روش سنجش که بر مبنای استانداردهای متعدد کشور و یا بین‌المللی انتخاب می‌شود.
  - تجزیه و تحلیل داده‌ها که از شیوه‌های آماری برای تعیین تعداد سنجش‌ها و سایر عوامل آماری مانند میانگین، انحراف معیار و... به کار گرفته می‌شود.
  - توجیه محل سنجش که محل نمونه‌برداری‌ها و سنجش‌ها در دوره بهره‌برداری با توجه به عوامل و شرایط زیست‌محیطی منطقه انجام می‌گیرد. محل نمونه‌برداری‌ها با توجه به توصیه‌ها و راهنمایی‌های استانداردهای موجود در رابطه با پایش زیست‌محیطی انتخاب می‌گردد.
- برنامه پایش در مرحله بهره‌برداری از طرح‌های مهندسی رودخانه تا حصول اطمینان از پایداری زیست‌محیطی در منطقه طرح و ابلاغ رسمی گروه نظارت و ممیزی زیست‌محیطی دفتر ارزیابی زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط زیست ادامه می‌یابد. انجام پایش زیست‌محیطی، براساس دستورالعمل ارزیابی زیست‌محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه، از طریق مدیریت اجرایی برنامه پایش در مجموعه سازمان بهره‌برداری انجام می‌گیرد.
- آخرین نکته در رابطه با پایش طرح‌های مهندسی رودخانه در مرحله بهره‌برداری، تهیه گزارش از برنامه پایش و نظارت بر آن است. با شروع عملیات بهره‌برداری از طرح و اجرای عملیات پایش زیست‌محیطی، گزارش تفصیلی آن حاوی برنامه اجرایی پایش، عملیات انجام گرفته، نتایج پایش و احیاناً بیان برخی آثار پیش‌بینی نشده، تهیه می‌گردد.

### ۳-۵- استفاده از سیستم‌های هشدار سیلاب

در زمان بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌ها و طرح‌های مهندسی رودخانه و ابنیه‌ای که به نحوی در کنار یا روی رودخانه‌ها احداث می‌شود، یکی از عواملی که پایداری و کارایی سیستم سازه و طرح را تهدید می‌کند، وقوع سیلاب به ویژه سیلاب‌های بزرگ‌تر از سیلاب طراحی می‌باشد. اقدامات مدیریتی و تمهیدات آماده‌سازی بهره‌برداران از سازه و طرح می‌تواند ابعاد خسارت‌های احتمالی را کاهش دهد. سامانه‌های هشدار سیل، از مهم‌ترین روش‌های مدیریتی است که در صورت صحت و درستی عملکرد اجزا آن، نقش بسیار کارآمدی در کاهش خطر پدیده طبیعی سیل و افزایش طول عمر سازه و اثرات مثبت اقتصادی خواهد داشت. هدف از سامانه هشدار سیل، آگاهی به موقع و قبل از وقوع در نقاطی از حوضه آبریز بوده تا بتوان در فرصت به دست آمده و قبل از این که سیلاب به مناطق آسیب‌پذیر برسد، از بروز خسارت جلوگیری نموده و یا خسارت‌ها را به حداقل برساند [۲۳].

در سیستم‌های هشدار سیل، عمل پیش‌بینی هیدرولوژیکی از وقوع سیل انجام می‌گیرد که این پیش‌بینی‌ها در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از سازه‌های آبی و رودخانه‌ای مهم می‌باشد.

تصمیم‌گیری در مورد اجرای سامانه هشدار سیل برای یک منطقه و برای طرح‌های رودخانه‌ای، به تحلیل‌های فنی در مورد این که آیا سامانه هشدار سیل بهترین روش برای مقابله با سیلاب است و نیز به تحلیل‌های اقتصادی در رابطه با فواید و سودمندی‌های ناشی از کاهش خسارات که نتیجه اعمال هشدار و پیش‌بینی سیلاب بوده است، بستگی دارد. بنابراین در گام اول، مطالعات امکان‌سنجی ایجاد سامانه پیش‌بینی و هشدار سیل برای طرح رودخانه‌ای انجام گیرد و در صورت توجیه فنی و اقتصادی آن در زمان بهره‌برداری و حفاظت، نسبت به مطالعات طراحی سامانه هشدار اقدام شود.

مراحل مطالعات لازم برای ایجاد شبکه هشدار سیل در سه مرحله زیر خلاصه می‌شود [۲۳]:

الف- مطالعات هیدرولوژی به منظور طراحی شبکه ایستگاه‌ها

ب- مطالعه در مورد شبکه مخابراتی مورد نیاز و مناسب برای ایستگاه‌ها

ج- مطالعه سامانه تجهیزات فنی مورد نیاز آماربرداری، انتقال آمار و مراکز گیرنده

مولفه‌های سامانه پیش‌بینی و هشدار سیلاب عبارت است از [۲۴]:

۱- اندازه‌گیری، پایش و ارسال داده‌ها که مربوط به دریافت اطلاعات از شرایط هواشناسی و از طریق شبکه ایستگاه‌های زمینی و راداری مستقر در سطح حوضه است که پس از ثبت اطلاعات با بررسی و پردازش داده‌ها، آماده‌سازی آن برای اقدام بعدی انجام می‌گیرد.

۲- بخش نرم‌افزاری و مدل‌های ریاضی پیش‌بینی که مهم‌ترین اجزای آن شبیه‌سازی بارش- رواناب و روندیابی سیل در رودخانه است.

۳- بخش مدیریت و اطلاع‌رسانی از طریق به‌کارگیری سامانه‌های مخابراتی و اطلاع‌رسانی و اعلام به سازمان‌ها و دستگاه‌های ذیربط و سطوح مورد لزوم مردم می‌باشد.



همکاری و هم‌افزایی عوامل مختلف درگیر در هشدار سیل و نظام بهره‌برداری و نگهداری از سازه و طرح رودخانه‌ای نقش بسیار کلیدی در بهبود کارایی سامانه هشدار خواهد داشت. بدین لحاظ اقداماتی در راستای آموزش عوامل بهره‌بردار از طرح و آگاهی از وظایف خود در قبال سامانه هشدار سیل و ارتباط آن با نگهداری و حفاظت از سازه و طرح مورد نظر لازم می‌باشد. برای کسب اطلاعات جامع و دقیق‌تری از نحوه سامانه هشدار سیل به مرجع [۲۴] رجوع شود.

### ۳-۴- طرح بازدیدهای دوره‌ای، موردی و ثبت رویدادها

حفظ ایمنی سازه‌های رودخانه‌ای به منظور پیشگیری از تخریب و بهره‌برداری دراز مدت آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار بوده و برای نیل به این هدف، بازدید و بازرسی از این سازه‌ها ضروری است. بازدیدها به همراه رفتارسنجی، تجزیه و تحلیل و تفسیر اطلاعات نقش بسیار مهمی را در زمینه ایمنی سازه‌های رودخانه‌ای ایفا می‌نماید. در این ارتباط تدوین دستورالعمل‌های بازدید و بازرسی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و می‌بایست به گونه‌ای باشد که کلیه موارد پیش‌بینی شده و تجربه شده در ارتباط با عملکرد و خرابی سازه‌های رودخانه‌ای را پوشش دهد. بازدیدها به دو بخش عادی و اضطراری تقسیم شده و گروه کارشناسی ذیربط باید ضمن دارا بودن تحصیلات و سوابق کاری مرتبط، آموزش‌های لازم در این زمینه را دیده باشند. تدوین برنامه‌های دوره‌ای بازدید، ثبت تاریخ بازدیدها و تدوین چک‌لیست‌های بازدید باید به طور ویژه مد نظر گروه برنامه‌ریزی قرار گیرد [۲۵].

# فصل ۴

---

---

**تحلیل و ارزیابی اطلاعات جمع آوری**

**شده و نتایج باز دیده‌ها**

#### ۴-۱- جمع‌آوری و مقایسه اطلاعات برداشت شده با شرایط اولیه سازه و رودخانه

جهت پایش سازه‌های رودخانه‌ای به منظور تدقیق طرح‌ها در آینده و یا برای حفاظت، نگهداری و تعمیرات سازه‌ها، ارائه یک دستورالعمل مدون و سیستماتیک ضروری است. در این دستورالعمل می‌بایست برای هر طرح مشخص در رودخانه، لیستی از تخصص‌های مورد نیاز ارائه شده و تمامی پارامترهای مشاهده شده و اندازه‌گیری شده پیش و پس از ساخت سازه در رودخانه مشخص شوند. داده‌های میدانی اندازه‌گیری شده در محل ایستگاه‌های پایش و یا اطلاعات به دست آمده از بازدیدها، می‌بایست توسط یک تیم مجرب آگاه به مسائل مهندسی رودخانه و طراحی سازه‌های رودخانه‌ای، مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار گیرند. در این تجزیه و تحلیل‌ها می‌بایست موارد زیر در نظر گرفته شوند [۳]:

- تعریف سازه و تعیین مختصات قرارگیری آن در بازه رودخانه (بر اساس شناسنامه سازه و بازه رودخانه)
- مشخص نمودن اهداف ساخت و کاربری‌های در نظر گرفته شده برای سازه مورد نظر
- بازبینی روش طراحی سازه (فرض‌های انجام شده، روابط تجربی و یا مدل‌های ریاضی استفاده شده، دوره بازگشت سیلاب طراحی و ...)
- بازبینی پیش‌بینی‌های انجام شده قبل از ساخت سازه (مطابق با روش طراحی و واکنش‌های مورد انتظار رودخانه و سازه با یکدیگر)
- مقایسه کمی و کیفی تغییرات رخ داده شده با تغییرات پیش‌بینی شده
- اتخاذ تصمیم‌های حفاظتی یا تعمیراتی مطابق با مقایسه‌های انجام شده، مشخص شدن روند و نرخ تغییرات و همچنین بهره‌گیری از تجربیات مهندسی در طرح‌های مشابه
- اصلاح و یا تطبیق روابط تجربی و مدل‌های ریاضی مطابق با داده‌های میدانی اندازه‌گیری شده
- شناسایی عوامل تخریب کننده در آینده و ارزیابی اثرات تخریب احتمالی سازه‌ها در پیرامون بازه رودخانه
- شناسایی ماشین‌آلات، لوازم و تجهیزات لازم جهت تعمیرات احتمالی سازه‌ها

هر سازه رودخانه‌ای متناسب با نوع کاربری، شکل هندسی، موقعیت قرارگیری نسبت به جریان رودخانه و همچنین مورفولوژی و شرایط هیدرولیکی رودخانه، تغییرات متفاوتی نسبت به دیگر سازه‌ها و یا حتی سازه‌های مشابه در دیگر رودخانه‌ها، در پیرامون خود ایجاد می‌نماید. بنابراین در هنگام برداشت اطلاعات و اندازه‌گیری‌های میدانی می‌بایست برای هر سازه مشخص، پارامترهایی را اندازه‌گیری نمود که در تحلیل عملکرد سازه، مورد نیاز باشد. در مجموع کلیه پارامترهای مورد نیاز برای تحلیل و مقایسه شرایط اولیه سازه و رودخانه با شرایط پس از ساخت سازه، به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- داده‌های مرتبط با هندسه سازه و بازه رودخانه
- داده‌های مربوط به هیدرولیک جریان و رسوب در رودخانه
- داده‌های مربوط به ریخت‌شناسی بازه رودخانه در محل ساخت سازه

#### ۴-۱-۱- تغییرات ایجاد شده نسبت به شرایط اولیه سازه‌ها

- برای پایش رودخانه و ارزیابی تغییرات ایجاد شده در اثر احداث سازه‌های رودخانه‌ای، می‌بایست مشخصات اولیه رودخانه پیش از ساخت سازه به طور دقیق مشخص شود. برای برداشت مشخصات رودخانه لازم است اقدامات زیر انجام شود:
- برداشت مشخصات هیدرولیکی بازه مورد نظر از رودخانه شامل هیدرولیک جریان و رسوب حداقل برای یک سال (دبی جریان آب و رسوب، سرعت جریان، عمق متوسط جریان در مقاطع مختلف بازه، دانه‌بندی مصالح کف بستر رودخانه)
  - برداشت مشخصات هندسی بازه مورد نظر (عرض آبراهه اصلی و سیلابدشت در چند مقطع انتخاب شده از بازه، پروفیل طولی بستر بازه رودخانه)
  - تاسیس ایستگاه‌های پایش و بازرسی‌های دوره‌ای در محل برای برداشت اطلاعات مورد نیاز در دوره‌های زمانی مشخص
  - پس از ساخت یک سازه رودخانه‌ای نیز، برای پایش و ارزیابی میزان و روند تاثیرگذاری بر رودخانه، می‌بایست اطلاعات مورد نیاز برداشت شود. اقدامات زیر بلافاصله پس از ساخت سازه ضروری است:
  - تهیه شناسنامه سازه مورد نظر شامل مشخصاتی چون نوع سازه، مختصات محل ساخت، دبی سیلاب طراحی، مصالح به کار رفته در ساخت سازه، روش ساخت و ...
  - برداشت مختصات دقیق سازه با استفاده از عملیات نقشه‌برداری نسبت به نقاط ثابت شبکه ژئودزی و همچنین برداشت مشخصات هندسی سازه پس از ساخت (نقشه‌های چون ساخت) چرا که ممکن است به دلایل مختلف دقیقاً مطابق نقشه‌های طراحی نباشد.
  - نصب ابزار دقیق مناسب با توجه به اهداف تعریف شده برای سازه شامل انواع پیژومترها، نقاط ثابت روی بدنه سازه‌ها (Bench Mark) برای کنترل نشست، لغزش و واژگونی، شیب‌سنج و ...
  - تهیه عکس از سازه ساخته‌شده از زوایای مشخص برای مقایسه تغییرات در آینده
  - برای آگاهی از میزان و نرخ تغییرات روی یک سازه، می‌بایست با یک برنامه‌ریزی مدون بلافاصله پس از ساخت سازه، مولفه‌های گفته‌شده اندازه‌گیری شوند. بخشی از تغییرات در سازه‌ها ممکن است حتی در حین اجرای سازه رخ دهد در حالی که بخش دیگر ممکن است سال‌ها پس از ساخت سازه و به صورت تدریجی رخ دهد. به عنوان نمونه در این موارد می‌توان به نشست گورها در حین ساخت و انباشته‌شدن رسوبات در مخزن یک سد بزرگ اشاره نمود. از این رو توالی زمانی ارزیابی تغییرات ایجاد شده در سازه‌ها پس از ساخت متفاوت بوده و این ارزیابی‌ها از یک طرف به نوع و مشخصات هندسی و هیدرولیکی سازه در ارتباط بوده و از طرف دیگر متأثر از وضعیت هیدرولوژی و هیدرولیکی رودخانه می‌باشد. به طور معمول می‌توان وضعیت جریان در رودخانه‌ها را به دو قسمت مهم تقسیم‌بندی نمود:
  - وضعیت عادی جریان رودخانه که در آن جریان در مقطع اصلی قرار دارد (بازدیدهای دوره‌ای)

- وضعیت سیلابی جریان که طی آن مقطع اصلی رودخانه پر شده و سیلاب وارد دشت‌های سیلابی می‌شود (انجام بازدید پس از بروز سیلاب)

#### ۴-۱-۲- تغییرات ایجاد شده در مقایسه با تغییرات مورد انتظار و پیش‌بینی شده در رودخانه

ساخت سازه‌های رودخانه‌ای در مسیر رودخانه موجب به‌هم‌خوردن رژیم طبیعی جریان شده و رودخانه برای سازگاری با شرایط جدید، با فرسایش یا رسوبگذاری، وضعیت موجود را تغییر می‌دهد. در چنین شرایطی مشخصات هندسی و هیدرولیکی رودخانه مانند شیب، عرض بستر و عمق جریان ممکن است تا رسیدن به وضعیت پایدار دستخوش دگرگونی گردد [۱۸].

با توجه به تجربیات موجود و همچنین توسعه مدل‌های ریاضی و فیزیکی، در حال حاضر پیش‌بینی تغییرات بازه رودخانه در اثر ساخت هر کدام از انواع سازه‌های رودخانه‌ای تا حدی امکان‌پذیر می‌باشد.

#### ۴-۱-۲-۱- پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در رودخانه ناشی از احداث گورها

احداث گورها سبب محدود کردن بستر سیلابی رودخانه شده که این مسئله منجر به افزایش سرعت و تنش برشی جریان در زمان سیل و در نتیجه بالا رفتن انرژی فرساینده جریان و ظرفیت حمل مواد جامد رودخانه خواهد شد. در چنین شرایطی زمینه لازم برای رخداد آبشستگی عمومی در طول رودخانه و آبشستگی موضعی در اطراف موانع و سازه‌های موجود در مسیر جریان فراهم می‌شود. از این رو لازم است در مطالعات هیدرولیکی گورها به این موضوع توجه شده و با استفاده از روش‌های معمول و روابط تجربی موجود و یا در شرایط خاص با ساخت مدل‌های فیزیکی و به کارگیری مدل‌های ریاضی مناسب، عمق فرسایش عمومی و موضعی برآورد و پیش‌بینی گردد [۳].

با اطلاع از نحوه واکنش یک گوره در حالات عادی و سیلابی رودخانه، برخی از حوادث محتمل در این سازه‌ها را می‌توان پیش‌بینی نمود. این حوادث می‌تواند شامل: لغزش‌ها، گسیختگی‌ها و نشست‌ها در بدنه گوره و شالوده آن، شکاف‌ها و ترک‌های طولی و عرضی، محل‌های سرریزی آب از روی تاج گوره، فرسایش سطحی گوره، حفره‌های ایجاد شده توسط جریان آب یا رگاب یا حیوانات و غیره باشد. در این رابطه باید وضعیت فعلی مشخصات هندسی گورها با آنچه که در نقشه‌های چون‌ساخت، موجود است مقایسه گردد [۳].

#### ۴-۱-۲-۲- پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در رودخانه ناشی از ساخت دیوار سیل‌بند

دیوارهای سیل‌بند از مصالح مختلفی مانند بتن، سنگ، چوب، آجر، توریسنگ، بلوک سیمانی و ... ساخته می‌شوند. این سازه‌ها موجب کاهش سطح مقطع مجرای طبیعی جریان شده و از این رو ممکن است تغییرات زیر در سازه و بازه رودخانه ایجاد شود:

- افزایش سرعت جریان و لذا تشدید احتمال وقوع فرسایش، با محدود شدن بستر رودخانه
- فرسایش پنجه دیوار سیل‌بند در سمت رودخانه به مرور زمان و تشدید زمینه لغزش دیوار سیل‌بند

- افزایش ظرفیت انتقال رسوب به ویژه در مجرای اصلی و به تبع آن گود افتادگی و فرسایش بستر تا رسیدن به تعادل جدید
- کاهش تراز کف و بی‌اثر شدن برگشت آب‌ها در طی دوره‌های کم‌آبی در اثر فرسایش بستر
- محدود شدن رودخانه‌ها به یک کانال منفرد و منحرف شدن آب از تندآب‌ها، نهرهای مردابی و کانال‌های ثانویه به رودخانه
- زیرشویی و ناپایداری دیوار سیل‌بند در اثر تراوش آب در زیر سازه [۲۶]
- محاسبه فرسایش عمومی بستر ناشی از تنگ‌شدگی مقطع، عمق آبستگي در مجاورت پی و آبستگي موضعی در محل تکیه‌گاه برای پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده، در استانداردهای طراحی این سازه به تفصیل آورده شده است [۲۶].

#### ۴-۱-۲-۳- پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در رودخانه ناشی از ساخت آب‌شکن‌ها

- آب‌شکن‌ها با تعدیل شرایط هیدرولیکی جریان، قدرت فرسایشی آب و توان حمل رسوب را در میدان آب‌شکن کاهش داده و زمینه رسوبگذاری و تثبیت کناره‌های رودخانه را فراهم می‌آورند. برخی از مهم‌ترین تغییرات احتمالی در رودخانه‌ها پس از ساخت این سازه‌ها عبارتند از [۲۷]:
- تغییر اندازه و ویژگی‌های رسوبات بستر در اثر فرسایش یا رسوبگذاری در بازه و احتمال تغییر در عمق آبستگي یا افزایش تراز بستر در اثر رسوبگذاری و کاهش قابلیت استفاده از رودخانه به منظور کشتیرانی یا مسائل زیست‌محیطی
  - احتمال تخریب آب‌شکن‌ها (به ویژه اولین و آخرین آب‌شکن) در اثر حمله جریان اصلی و یا توسعه آبستگي موضعی در جریان‌های بزرگ‌تر از سیلاب طرح
  - استغراق آب‌شکن‌ها در جریان‌های بزرگ‌تر از سیلاب طرح و شستشوی رسوبات در حد فاصل آب‌شکن‌ها و یا تخریب ریشه آب‌شکن و دیواره‌های رودخانه
  - احتمال فرسایش مواد رسوبی از میدان بین آب‌شکن‌ها در طی جریان‌های دائمی ناشی از حرکت کشتی‌ها، برگشت رسوبات به مجرای اصلی رودخانه و ایجاد مشکلات در قابلیت کشتیرانی رودخانه
  - تعدیل راستای جریان همراه با کاهش عرض بازه مورد نظر
  - افزایش عمق آب، سرعت جریان، تنش برشی و توان جریان در بازه مورد نظر برای یک جریان معین
  - افزایش بار رسوبی معلق و بستر در بازه مورد نظر
  - ته‌نشست رسوبات و توسعه کناره‌ها در محدوده تاثیر یک آب‌شکن یا در میدان حد فاصل یک سری از آب‌شکن‌ها
  - آبستگي عمومی کف بستر و افزایش عمق بازه مورد نظر

- احتمال برگشت آب در بازه بالادست (در اثر کاهش عرض جریان در بازه مورد نظر) و فرسایش بستر و دیواره در بازه بالادست در جریان‌های سیلابی بزرگ (در اثر افزایش توان جریان در بازه مورد نظر) در نتیجه افزایش بار رسوبی ورودی به بازه مورد نظر
- رسوبگذاری در بازه پایین‌دست در اثر عدم تعادل بین ظرفیت انتقال رسوب بازه بالادست و در نتیجه احتمال برگشت آب و رسوبگذاری در بستر بازه مورد نظر در جریان‌های سیلابی بزرگ
- احتمال تغییر فرم رودخانه و توسعه شرایط شریانی شدن در بازه پایین‌دست
- فرسایش دماغه آب‌شکن‌ها در اثر برخورد مستقیم جریان به دماغه آب‌شکن‌ها

#### ۴-۱-۲-۴- پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در رودخانه ناشی از ساخت پل‌ها

ایجاد پل در مسیر رودخانه موجب تغییر در الگوی رفتاری رودخانه، هندسه آبراه و رابطه دبی-اشل آب می‌گردد. پایه‌ها و کناره‌های پل باعث انحراف جریان شده که نتیجه آن، آبخستگی در مجاورت سازه می‌باشد. همچنین وجود پایه‌های پل سبب تغییر الگوی جریان و افزایش موضعی شدت جریان شده که این مسئله باعث آبخستگی موضعی در اطراف پایه‌ها می‌شود. خاکریزهای ساخته شده و پایه‌های پل در بستر رودخانه مقطع عبور جریان را محدود کرده و موجب افزایش سطح آب در بالادست پل و تشدید سیلاب خواهد شد [۱۸].

ساخت پل موجب کاهش عرض مقطع جریان گردیده و از این رو سرعت جریان در این بازه افزایش یافته و با افزایش ظرفیت حمل رسوب، بستر رودخانه در این محل دچار فرسایش می‌گردد. افت تراز بستر، پایه‌های پل را ضعیف کرده و احتمال تخریب آن‌ها را افزایش می‌دهد. آبخستگی در محل پل شامل آبخستگی عمومی و موضعی بوده که در آن آبخستگی عمومی حاصل افزایش ظرفیت حمل رسوب ناشی از تنگ‌شدگی مقطع جریان و آبخستگی موضعی بیش‌تر در اثر وقوع جریان‌های گردابی و نعل‌اسبی و متلاطم شدن جریان ناشی از ساخت پایه‌های پل می‌باشد [۱۸].

#### ۴-۱-۲-۵- پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در رودخانه ناشی از ساخت سنگ‌چین (ریپ‌رپ)

پوشش سنگ‌چین در واقع یک لایه از سنگ‌هایی است که در کناره رودخانه و یا دشت سیلابی بر روی هم انباشته شده و نقش حفاظت از لایه‌های سست‌تر پیرامون رودخانه را دارد [۳۹]. تخریب پوشش سنگ‌چین و نوع تغییرات ایجاد شده در پوشش و بازه رودخانه از مهم‌ترین مسائل مورد نظر مهندسین رودخانه به شمار می‌رود. خرابی‌های مهم بر روی سنگ‌چین به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند [۴۰]:

- خرابی ناشی از فرسایش ذره‌ای (به اندازه کافی بزرگ نبودن اندازه سنگ‌ها، جابجا شدن سنگ‌های مجزا در اثر برخورد یا سایش، شیب جانبی خیلی تند کناره رودخانه و دانه‌بندی بسیار یکنواخت مصالح سنگ‌چین)

- جابجایی‌های لغزشی سنگ‌چین (خیلی تند بودن شیب جانبی کناره، وجود فشار هیدرواستاتیک اضافی در خاک کناره، ضعیف شدن و یا حذف حمایت فونداسیون در پنجه لایه سنگ‌چین در اثر فرسایش قسمت زیرین لایه سنگ‌چین)
- ریزش تعدیل شده سنگ‌چین (خیلی تند بودن شیب جانبی کناره رودخانه و قرار گرفتن لایه سنگ‌چین در زاویه‌ای بسیار نزدیک به زاویه ریزش مصالح، عدم تعادل و یا جابجایی سنگ‌های مجزا از لایه سنگ‌چین، در اثر فرسایش ذره‌ای و یا دیگر دلایل و لذا ناپایداری مصالح زیرین و نگهدارنده لایه سنگ‌چین)
- ریزش پوشش سنگ‌چین (غلبه نیروهای گرانشی بر نیروهای اینرسی لایه سنگ‌چین و مصالح پایه در طول یک سطح اصطکاکی در اثر وجود مصالح غیرهمگن پایه با لایه‌هایی از مصالح نشست‌ناپذیر، فشارهای منفذی اضافی و شیب خیلی تند کناره)

#### ۴-۲-۱-۶- پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در رودخانه ناشی از ساخت دیوار توریسنگی

توریسنگ‌ها در شکل‌های مختلفی ساخته می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها توریسنگ جعبه‌ای، توریسنگ تشکی و توریسنگ کیسه‌ای می‌باشد که هر کدام از این توریسنگ‌ها ضمن داشتن موارد اشتراکی، روش طراحی جداگانه و موارد استفاده مختص به خود را دارند [۴۱ و ۴۲].

مهم‌ترین مکانیزم خرابی در سازه‌های توریسنگی چه به صورت دیوار و چه به صورت لایه‌های پوششی در کناره رودخانه‌ها، خرابی ناشی از پوسیدگی، پارگی و از بین رفتن شبکه توری‌ها می‌باشد. این خرابی‌ها بیش‌تر در اثر ساییدگی ناشی از برخورد ماسه، شن و قلوه‌سنگ‌های رودخانه‌ای به ویژه در مواقع سیلابی و یا خوردگی شیمیایی به واسطه مواد محلول در آب بر روی توری‌هایی مشاهده شده است که پوشش پلاستیکی داشته‌اند [۴۱ و ۴۲].

مورد دیگر خرابی توریسنگ‌ها در بازه‌هایی از رودخانه با سرعت زیاد جریان و شیب‌های تند کناره‌ها مشاهده شده است. تحت این شرایط، سنگ‌های مجزا در داخل سبدها، به سمت پایین و در جهت شیب تمایل پیدا نموده، سبدها تغییر شکل داده و از حالت اولیه خود خارج می‌شوند. این عمل به تدریج توسعه یافته و سبب لغزش دیواره، پوشش و حتی مصالح زیرین سازه به داخل رودخانه شده که این مسئله در مواقع سیلابی به علت بالا بردن تراز سطح آب می‌تواند خطرناک باشد.





شکل ۴-۱- نمونه‌هایی از رخدادهای خرابی در توریسنگ‌ها

#### ۴-۱-۳- بررسی عملکرد سازه‌ها در بالادست و پایین‌دست

نحوه و میزان فرسایش و رسوبگذاری در بازه‌های بالادست و پایین‌دست سازه‌های مختلف، متفاوت بوده و بنابراین می‌بایست میزان فرسایش و رسوبگذاری موضعی و عمومی هر سازه‌ای جداگانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

#### ۴-۱-۳-۱- اثرهای ساخت سد بر رودخانه در بازه‌های بالادست و پایین‌دست

برای پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در بازه‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه در اثر ساخت سدها، می‌توان موارد زیر را برشمرد:

#### الف- اثرهای ساخت سد بر رودخانه در بازه بالادست

– به علت تجمع رسوبات در مخزن سد، تراز سطح آب افزایش یافته و با گذشت زمان باعث افزایش وسعت محدوده سیلاب در بالادست می‌شود.

- به دلیل رسوبگذاری در بالادست مخزن و رودخانه اصلی، شاخه‌های فرعی متصل به رودخانه نیز متاثر گردیده و با توجه به افزایش عمومی تراز آب پدیده رسوبگذاری در آن‌ها اتفاق می‌افتد.
- تشکیل دلتا در محل ورود رودخانه به مخزن سد که در نهایت منجر به ایجاد تالاب‌ها در بالادست می‌گردد.
- در اثر رسوبگذاری و بالا آمدن تراز سطح آب در مواقع سیلابی ممکن است عملکرد سازه‌های مهار سیلاب در بالادست را تحت تاثیر قرار دهد، مثلاً ممکن است نیاز باشد که ارتفاع دیوارهای سیل‌بند و خاکریز، متناسب با افزایش تراز سطح آب، افزایش یابد.

#### ب- اثرهای ساخت سد بر رودخانه در بازه پایین‌دست

- به دلیل ذخیره آب در مخزن سد، آبنمود سیلاب تسکین یافته و منجر به کاهش دبی پیک سیلاب می‌شود.
- با تجمع رسوبات در مخزن سد، جریان خارج شده از سد دارای ظرفیت حمل رسوب بالایی بوده و این امر منجر به فرسایش کناره‌ها و بستر رودخانه شده و بدین ترتیب کف کنی در پایین‌دست رخ می‌دهد. این امر خود سبب عریض‌تر شدن بازه رودخانه در پایین‌دست خواهد شد.
- گود شدن بستر رودخانه در پایین‌دست سد موجب پایین افتادن تراز سطح آب رودخانه شده و در نتیجه، پرش هیدرولیکی ایجاد شده در حوضچه آرامش به طرف پایین‌دست حرکت خواهد نمود.
- در اثر کف‌کنی، تراز سطح آب پایین آمده و آبرگیری از رودخانه و ایستگاه‌های پمپاژ دچار مشکلاتی می‌گردد. ضمن آن که کف‌کنی زمینه‌های بروز خطر تخریب سازه‌هایی همانند پل و دیوارهای حفاظتی در پایین‌دست سد را فراهم می‌کند.

#### ج- اثرهای ساخت سدهای انحرافی بر رودخانه در بازه پایین‌دست و بالادست

در سدهای انحرافی نیز به علت آن که جریان آب سرریز شده از سد دارای رسوب کم‌تری نسبت به حالت طبیعی است، پدیده فرسایش و به دنبال آن کاهش تراز کف رودخانه رخ می‌دهد. البته فرسایش و افت تراز کف بیش‌تر در سال‌های اولیه پس از ساخت سد انحرافی برقرار است و پس از آن به علت انتقال بخش عمده‌ای از رسوبات انباشته شده در بالادست به طرف پایین‌دست، روند فرسایش به تدریج به روند رسوبگذاری و بالا آمدن مجدد کف رودخانه تغییر می‌یابد. اثر این سازه‌ها بر بازه بالادست رودخانه به شکل تجمع رسوبات در مخزن و کناره‌های سد انحرافی، رویش زیاد گیاهان در داخل مخزن و کناره‌ها، تجمع زباله‌ها و شاخ و برگ درختان و گاهی تجمع حشرات و حیوانات موذی ظاهر می‌شود.

#### د- اثرهای ساخت سرریزها و شیب‌شکن‌ها بر رودخانه در بازه پایین‌دست و بالادست:

ساخت سرریزها و شیب‌شکن‌ها نیز تاثیرات مشابهی با سدهای انحرافی از نظر روند فرسایش و رسوبگذاری در بازه‌های بالادست و پایین‌دست سازه دارند ولی میزان فرسایش و رسوبگذاری متفاوتی دارند. تاکنون روابط مختلفی برای محاسبه میزان فرسایش موضعی و عمومی رودخانه در اثر ساخت سرریزها و شیب‌شکن‌ها و همچنین دیگر سازه‌ها بر

اساس روابط تجربی، آزمایشگاهی و تحلیلی ارائه شده است. تنوع این روابط بسیار زیاد بوده و معمولاً بر حسب رژیم رودخانه، هیدرولیک جریان و رسوب و دیگر عوامل تاثیرگذار، نتایج بسیار متفاوتی حاصل می‌شود و می‌بایست در هر مورد نتایج را به طور جداگانه تجزیه و تحلیل نمود.

#### ۴-۱-۳-۲- اثرهای ساخت پل بر بازه‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه

ساخت پل‌ها در مسیر رودخانه‌ها بسته به ابعاد هندسی قسمت‌های مختلف پل شامل خاکریزها، دستک‌ها و پایه‌ها و همچنین بسته به ریخت‌شناسی رودخانه، هیدرولیک جریان و رسوب رودخانه، موقعیت احداث پل بر روی رودخانه و همچنین نقش سازه‌های دیگر مانند سدها در بالادست یا پایین‌دست پل، تغییرات متفاوتی از حیث روند و میزان فرسایش و رسوبگذاری در بازه‌های بالادست و پایین‌دست خود بر جای می‌گذارد [۱۸]:

– خاکریز پل‌ها با جلوگیری از حرکت پیچ و خم جریان سبب بروز آبشستگی شدید در پایین‌دست و همچنین آبشستگی در پاشنه خاکریز در قسمت بالادست می‌شود.

– دستک پل‌ها با کاهش عرض آبراهه و افزایش شدت جریان در آبراهه زیر پل، سبب آبشستگی سواحل پایین‌دست از یک طرف و افزایش سطح آب و همچنین افزایش شدت و تداوم سیل در بالادست از طرف دیگر می‌شود.

– پایه‌های پل‌ها نیز همانند دستک‌ها، تاثیرات مشابهی در بازه بالادست پل به وجود می‌آورند.

ارزیابی تغییرات بازه‌های بالادست و پایین‌دست پل‌ها با توجه به محل قرارگیری پل و همچنین اثر دیگر سازه‌های رودخانه‌ای بر عملکرد پل نیز حائز اهمیت است [۲۸]:

– جایی که یک پل در پایین‌دست آبراهه با شیب تند ساخته شود، معمولاً در بالادست پل، فرسایش کناره‌ها و کف رودخانه افزایش یافته و مقدار زیادی از رسوبات به سمت بدنه پل منتقل می‌شوند. در پایین‌دست پل نیز پتانسیل رسوبگذاری و سیل‌گیری افزایش می‌یابد.

– با ساخت پل در بالادست یک سد مخزنی، رسوبگذاری در پایین‌دست پل رخ می‌دهد. همچنین هندسه رودخانه تغییر نموده و تراز سیل نیز در پایین‌دست پل افزایش می‌یابد.

– با ساخت پل در پایین‌دست یک سد مخزنی، در بازه پایین‌دست پل، فرسایش بستر و افزایش سرعت و انتقال رسوب در شاخه‌های فرعی رخ می‌دهد. در بازه بالادست پل، فرسایش بستر، کاهش تراز سیل، کاهش تراز پایه شاخه‌های فرعی و افزایش انتقال رسوب آن‌ها و کاهش میزان پایداری آبراهه رخ می‌دهد.

– با ساخت پل بین دو سد مخزنی، در بازه بالادست پل ممکن است شاخه‌های فرعی دچار کف‌کنی یا کف‌زایی شوند. همچنین در آبراهه نیز ممکن است کف‌کنی یا کف‌زایی رخ دهد.

#### ۴-۳-۱-۳- اثرهای ساخت سازه‌های کنترل سیل (دیوار سیل‌بند، گوره و سنگ‌چین) بر بازه‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه

پس از ساخت سازه کنترل سیل، در اثر محدود شدن گذرگاه جریان سیلاب، سرعت موج سیلاب به سمت پایین‌دست، ارتفاع آب در زمان سیلاب و شدت جریان اوج در پایین‌دست افزایش می‌یابد و از طرف دیگر شیب سطح آب رودخانه در بالاتر از محل سازه کنترل سیل کاهش یافته که به افزایش تراز بستر و رسوبگذاری در این منطقه منجر می‌شود. از طرفی رسوباتی که قبل از احداث سازه کنترل سیل در سیلابدشت ته‌نشین می‌شدند، پس از ساخت آن همراه با جریان به پایین‌دست حمل و در قسمتی از رودخانه که در آن دیوار یا خاکریز احداث نشده، ته‌نشین می‌شوند. وجود سدهای ذخیره‌ای در بالادست سازه‌های کنترل سیل، اغلب فرسایش تدریجی و گود افتادگی بستر را سبب گردیده و با پایین افتادن تراز سطح آب، عملکرد دیوارها از نظر مهار سیلاب رو به بهبود می‌گذارد. از طرفی قطع درختان و یا توسعه کشاورزی و گسترش عملیات عمرانی در سطح حوضه‌های آبریز اغلب موجب ناپایداری خاک و تکرار سیل‌خیزی گردیده و روند فرسایش و انتقال رسوب را در بالادست تشدید می‌کند. مواد رسوبی حمل شده با رسوبگذاری در بستر و مناطق سیلابدشت موجب افزایش سطح آب در مواقع سیلابی گردیده و افزایش ارتفاع دیوارها را الزام‌آور می‌نماید.

#### ۴-۱-۴- شناسایی و بررسی تغییرات ایجاد شده در محیط سازه از جمله مورفولوژی رودخانه، اعیانی‌های جدید، زراعت در حاشیه رودخانه و ...

با رشد فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شهرنشینی ممکن است تغییراتی در محیط اطراف سازه‌های رودخانه‌ای و سیلابدشت‌های رودخانه توسط فعالیت‌های بشری رخ دهد که عملکرد سازه و رودخانه را تحت تاثیر قرار دهد. این تغییرات می‌تواند شامل فعالیت‌هایی نظیر کشاورزی در حاشیه رودخانه‌ها، احداث کارخانه‌های صنعتی و توسعه شهرک‌ها باشد. از این رو پایش و بازبینی طرح‌های رودخانه‌ای برای ارزیابی میزان کارکرد و همچنین بررسی کفایت یا عدم کفایت طرح در برآورد نیازهای طراحی در مواجهه با شرایط جدید ضروری است. به عنوان مثال ارتفاع یک گوره و یا یک دیوار سیل‌بند که برای جلوگیری از ورود سیل به زمین‌های کشاورزی حاشیه رودخانه در سالیان گذشته با سیلاب ۲۰ ساله طراحی شده است در حال حاضر بر اثر توسعه منطقه و اعیانی‌ها، ارتفاع فعلی گوره کفایت نمی‌کند و بنابراین می‌بایست سیلاب طراحی گوره و به تبع آن ارتفاع گوره را افزایش داد. در این ارتباط مطالعات پهنه‌بندی سیلاب به ازای سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف و تعیین حدود گذرگاه سیل و اراضی سیل‌گیر حاشیه رودخانه و همچنین اعیانی‌های در معرض سیل الزامی است.

#### ۴-۲- تعیین عامل و ابعاد تخریب و پیش‌بینی روند گسترش آن

همان گونه که پیش‌تر ذکر گردید عوامل مختلفی در آسیب‌رسانی به سازه‌های رودخانه‌ای نقش دارند که می‌توان این عوامل را به سه گروه طبیعی، زیستی و انسانی تقسیم نمود که هر کدام از این عوامل به شکل‌های گوناگون موجب

تخریب سازه‌ها می‌شوند و شناسایی دقیق عوامل تخریب با تحلیل اطلاعات و انجام بازدیدهای متخصصین ممکن می‌گردد. در بازدید از تخریبات صورت گرفته بر روی سازه‌های رودخانه‌ای، می‌بایست نوع تخریب (جزیی یا کلی) و عامل تخریب توسط کارشناسان فن مشخص گردد. در بازدید از تخریب‌های صورت گرفته بر روی سازه‌های رودخانه‌ای اقدامات زیر می‌بایست انجام شود:

- مشخصات بازه رودخانه (بر اساس شناسنامه تهیه شده برای بازه مورد نظر)
- مشخصات سازه رودخانه‌ای (بر اساس شناسنامه تهیه شده برای سازه بازدید شده)
- مختصات محل تخریب نسبت به نقاط مرجع
- ابعاد هندسی تخریب
- شناسایی عامل یا عوامل تخریب در صورت امکان
- تهیه عکس و فیلم از زوایای مناسب از محل تخریب
- پیش‌بینی نرخ افزایش ابعاد تخریب در آینده
- تشخیص چگونگی و سرعت انجام تعمیرات با توجه به اهمیت سازه
- پیش‌بینی مصالح و ماشین‌آلات مورد نیاز برای انجام تعمیرات
- پیش‌بینی میزان هزینه لازم برای انجام تعمیرات

#### ۴-۲-۱- فرم بازدید از تخریب سازه‌های رودخانه‌ای

برای ثبت اطلاعات اولیه از میزان تخریب یک سازه رودخانه‌ای و یا طرح مورد نظر، استفاده از فرم‌هایی که متناسب با نوع اطلاعات مورد نیاز طراحی شده باشد، مفید خواهد بود. فرم‌های مذکور به گونه‌ای طراحی می‌شوند که علاوه بر دارا بودن مشخصات و مختصات سازه و رودخانه، عامل یا عوامل تخریب سازه را با توجه به تشخیص کارشناس بازدید کننده، معرفی نماید. فرم شماره (۴-۱) نمونه‌ای از فرم‌های مذکور می‌باشد.

فرم ۴-۱- مشخصات و عوامل تخریب سازه‌های رودخانه‌ای

بازدید کننده:		تاریخ بازدید:	
نام رودخانه:	عنوان سازه یا طرح:	موقعیت سازه:	
نام بازه:	شکل مقطع:	پلان بازه:	
میانگین دبی رودخانه:		دبی طراحی سازه:	
میزان تخریب	<input type="checkbox"/> جزئی (نیاز به تعمیرات) <input type="checkbox"/> کلی (نیاز به بازسازی)	موقعیت تخریب:	
		ابعاد تخریب:	
عامل تخریب	طبیعی	<input type="checkbox"/> ریزش‌های جوی (باران، تگرگ و ...)	
		<input type="checkbox"/> سیلاب	
		<input type="checkbox"/> زلزله	
		<input type="checkbox"/> باد و طوفان	
		<input type="checkbox"/> رانش زمین	
		<input type="checkbox"/> ریزش	
		<input type="checkbox"/> تغییرات درجه حرارت	
	<input type="checkbox"/> موارد دیگر		
	بیولوژیک	<input type="checkbox"/> کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه	
		<input type="checkbox"/> پوشش گیاهی ساحل	
<input type="checkbox"/> موارد دیگر			
انسانی	<input type="checkbox"/> ضعف در مبانی تحلیلی، طراحی و اجرا		
	<input type="checkbox"/> برداشت مصالح رودخانه‌ای		
	<input type="checkbox"/> خاکریزی و انسداد مسیر رودخانه		
	<input type="checkbox"/> اثر احداث سازه‌های رودخانه‌ای در بالادست و پایین‌دست رودخانه		
	<input type="checkbox"/> اقدامات کشاورزی و ایجاد اعیانی		
	<input type="checkbox"/> اثرات حوادث عمدی		
	<input type="checkbox"/> موارد دیگر		
فوریت نیاز به تعمیر یا بازسازی		<input type="checkbox"/> عادی	<input type="checkbox"/> اضطراری

۴-۲-۲- بررسی و پیش‌بینی نحوه گسترش تخریب در صورت عدم رفع نقص ایجاد شده

برای پی بردن به نحوه گسترش تخریب در سازه‌های رودخانه‌ای، ابتدا می‌بایست تاثیر عوامل مختلف طبیعی، زیستی و انسانی را در تخریب سازه‌ها شناخته و سپس با در نظر گرفتن جنس مصالح به کار رفته و روش ساخت سازه مورد نظر، نحوه گسترش تخریب را بررسی نمود. روند تخریب در هر کدام از سازه‌های رودخانه‌ای تا حد زیادی منحصر به فرد بوده و در برخی موارد، شباهت‌هایی وجود دارد. از این رو لازم است عوامل تخریب و روند تخریب در هر سازه رودخانه‌ای به طور جداگانه بررسی شود.

۴-۲-۲-۱- بررسی روند تخریب در گوره‌ها

در صورت تخریب قسمتی از گوره، می‌توان چگونگی افزایش ابعاد تخریب را پیش‌بینی نمود. تخریب گوره‌ها که توسط عوامل مختلف ایجاد می‌شوند را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود [۳]:

- سرریز کردن آب از روی گوره در حالت سیلابی
  - فرسایش سطحی شیروانی گوره ناشی از جریان آب، برخورد امواج، بارندگی، باد، عوامل انسانی و ...
  - تراوش و ایجاد رگاب در بدنه گوره و شالوده آن
  - لغزش و گسیختگی شیروانی‌های خاکریز گوره و شالوده آن
  - تخریب گوره به وسیله حیوانات و انسان
- ارتفاع ناکافی گوره یکی از عوامل اصلی روگذری آب از روی گوره‌ها و تخریب گوره‌هاست. این امر به علل مختلف از جمله رخداد سیل با دبی‌های بیش از دبی سیلاب طراحی، کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه به دلیل تغییر در ویژگی‌های هیدرولیکی و ریخت‌شناسی آن و کاهش ارتفاع گوره ناشی از نشست بدنه و شالوده آن است. سیلاب‌ها در مواقع خاصی رخ می‌دهند و بنابراین گوره‌ها همواره در معرض جریان سیلابی نمی‌باشند ولی در صورت روگذری سیلاب از روی گوره‌ها معمولاً قسمتی از طول گوره که در معرض روگذری بوده است به کلی تخریب می‌شود. در این صورت می‌توان انتظار داشت که در صورت وقوع سیلاب‌های کوچک‌تر و به محض ورود جریان سیلابی به سیلابدشت‌ها، قسمت‌های آسیب ندیده گوره نیز به تدریج شسته شده و این روند تا تخریب کل گوره ادامه خواهد داشت.
- فرسایش سطحی شیروانی گوره به ویژه شیروانی سمت رودخانه‌ای آن می‌تواند منجر به تخریب گوره بشود. مواردی نیز وجود دارد که فرسایش و آبشستگی آنقدر شدید است که سبب می‌شود گوره تحت اثر زیرکنی از زیر خالی شود. این امر منجر به تخریب تدریجی گوره می‌شود به طوری که به تدریج این تخریب به شیروانی سمت خشکی گوره می‌رسد و آن را نیز تخریب می‌کند. در این مرحله اراضی اطراف در معرض تهاجم سیل قرار خواهد گرفت مگر این که گوره‌های اضطراری در پشت گوره اصلی ایجاد گردد. میزان و سرعت فرسایش سطحی شیروانی‌ها با استفاده از عملیات نقشه‌برداری، نصب نقاط ثابت در مکان‌های مشخص از گوره، استفاده از میخ‌کوبی چوبی یا فلزی و... و مقایسه نتایج هر دو اندازه‌گیری متوالی تا حدی قابل ارزیابی است. البته پیش‌بینی دقیق میزان فرسایش دشوار بوده و به عوامل مختلفی چون شرایط هیدرولوژیکی مانند میزان و شدت بارندگی، شرایط هیدرولیکی رودخانه مانند میزان بده سیلابی و همچنین نوع و جنس پوشش شیروانی دارد.
- تراوش در بدنه و شالوده گوره در موارد بسیاری منجر به خرابی شده است. زیرا اگر شرایط خاک برای فرسایش ناشی از تراوش آب مساعد باشد، موجب شسته شدن آن در نقاط مساعد می‌گردد و در صورت ادامه یافتن این حالت، پدیده رگاب، پدیده جوشش ماسه و یا پدیده‌های پوسته‌ای شدن شیروانی سمت خشکی گوره رخ می‌دهد. هر کدام از پدیده‌های یاد شده می‌تواند منجر به تخریب گوره شود.
- لغزش و گسیختگی شیروانی‌های گوره و شالوده آن و نیز تغییر مکان یا روان شدن خاک بدنه گوره که عمدتاً ناشی از عدم دقت در رعایت نکات فنی ژئوتکنیک و مکانیک خاک شالوده و مصالح خاکریز و نیز نحوه اجراست، در مواردی منجر به تخریب گوره می‌شود.

در هر حال اگر کلیه شرایط فوق نیز رعایت شود، باز در جریان‌های سیلابی بزرگ، خطر فرسایش شیروانی گوره‌ها بسیار تهدیدکننده است و باید تمهیدات لازم را برای مهار فرسایش آن‌ها به کار برد. زیرا در صورت فرسایش شیروانی گوره و نیز از زیر خالی شدن گوره توسط جریان‌های عادی یا سیلابی رودخانه، تخریب شیروانی‌ها هر چند که مقاوم باشند، امری بدیهی است، چون پایداری چندانی برای مقاومت در مقابل تخریب وجود ندارد، به ویژه در حالی که شیروانی‌ها حالت قائم به خود بگیرند و یا این که زیر آن‌ها خالی شود [۳].

از جمله شرایط و یا عوامل تهدیدکننده و تخریب گوره‌ها را می‌توان به شکل جدول (۴-۱) خلاصه نمود. در هر مورد اثرات ممکن در اثر عدم رفع نقص یا عامل تهدید، نیز آورده شده است [۴۳].

جدول ۴-۱- عوامل تخریب کننده گوره‌ها و اثرات به جای مانده از هر عامل

نقص	اثرات ممکن در صورت عدم رفع نقص
پاک‌سازی نشدن شالوده از مواد آلی	- نشست غیریکتواخت - گسیختگی برشی - فرسایش داخلی که به وسیله تراوش در بدنه ایجاد می‌شود.
وجود مواد با خاصیت آلی زیاد، یا خیلی زیاد خیس یا خشک در خاکریز	- نشست خیلی زیاد - مقاومت ناکافی
قرارگیری لایه‌های نفوذپذیر به طور کامل در سرتاسر طول خاکریز	تراوش در داخل بدنه گوره که ممکن است به فرسایش درونی و شکست گوره منتهی گردد.
تراکم ناکافی خاکریز (لایه‌های خیلی ضخیم، عدم کاربرد کافی تجهیزات متراکم کننده و ...)	- نشست خیلی زیاد - مقاومت ناکافی - ایجاد زه در داخل بدنه گوره
تراکم ناکافی خاک در اطراف سازه‌های متقاطع با خاکریز	- نشست خیلی زیاد - مقاومت ناکافی - ایجاد تراوش در سطح بین سازه و خاکریز که ممکن است به فرسایش درونی و تخریب ناشی از پدیده رگاب منجر شود

#### ۴-۲-۲- نحوه گسترش تخریب در آب‌شکن‌ها

با گذشت دوره زمانی ارزیابی (متعاقب یک سیل بزرگ یا دو سیل متوسط و پس از دو سال)، شناسایی آسیب‌های وارد به بازه ساماندهی شده و امکان بروز خطرات احتمالی در آینده، برای مدیریت و نگهداری رودخانه و سامانه آب‌شکن‌ها ضروری است. بازبینی و ارزیابی شرایط رودخانه را می‌توان به چهار بخش بستر اصلی رودخانه، دیواره‌های رودخانه، سامانه آب‌شکن‌ها و ساختار سازه‌ای آب‌شکن، به شرح زیر تفکیک نمود [۲۷]:

#### الف- بستر اصلی رودخانه

احداث آب‌شکن‌ها سبب افزایش توان جریان ثانویه شده به ویژه در پیچ‌ها جریان حلزونی را توسعه می‌بخشد. از اثرهای احتمالی کارکرد آب‌شکن‌ها در مراحل اولیه، مارپیچی شدن ناخواسته بستر اصلی جریان است. مارپیچی شدن سبب بروز تخریب و یا عملکرد نامناسب بازه رودخانه می‌شود. دلایل احتمالی وقوع این پدیده ممکن است عدم کفایت طول و فاصله بین آب‌شکن‌ها، راستای مستقیم و طولانی بازه، پیچ رودخانه، عدم تقارن آرایش آب‌شکن‌ها در دو سمت



رودخانه و اجرای الگوی یک در میان به ویژه الگوی زیگزاگی آبشکن‌ها باشد. در صورت عدم رفع این نقص می‌توان رخداد‌های زیر را پیش‌بینی نمود:

- عدم تثبیت رسوبات در میدان آبشکن‌ها
- توسعه بارهای رسوبی در بستر اصلی رودخانه و تثبیت آن‌ها به صورت جزایری در میانه بستر
- هدایت و حمله جریان به میدان آبشکن‌ها و لذا شستشوی رسوبات ته‌نشست شده پیشین و از بین رفتن پوشش گیاهی در فضای بین آبشکن‌ها و تخریب تدریجی دیواره رودخانه

#### ب- دیواره رودخانه

فرسایش دیواره در امتداد کارگذاری آبشکن‌ها، نشانگر عدم کفایت جانمایی و آرایش آبشکن‌ها می‌باشد. این عامل در آینده به ناپایداری آبشکن‌ها و خطر مضاعف رودخانه‌ای منجر خواهد شد. این عارضه در محل پیچ خارجی خط‌سازتر خواهد بود. پس از آخرین آبشکن، تغییر هندسه رودخانه و بازگشت خط جدایی جریان به کناره رودخانه از عوامل احتمالی فرسایش دیواره پایین‌دست سامانه آبشکن‌ها به شمار می‌رود [۲۷].

#### ج- سامانه آبشکن‌ها

با وقوع اولین سیل بزرگ و یا پس از دو سیل متوسط و یا با گذشت دو سال از اجرای طرح ساماندهی توسعه رسوبات در بالادست اولین آبشکن، در حد فاصل آبشکن‌ها و در پایین‌دست آخرین آبشکن، همراه با استقرار پوشش گیاهی مورد انتظار است. در غیر این صورت، سامانه آبشکن‌ها از کارایی مورد نظر برخوردار نبوده و نیازمند بازنگری است [۴۴]. استغراق آبشکن در نتیجه عدم کفایت ارتفاع آبشکن، نشست آبشکن و یا وقوع سیل بزرگ‌تر از انتظار طرح پدید می‌آید. در این شرایط، حمله جریان متلاطم شدید به میدان آبشکن‌ها به تدریج باعث شستشوی رسوبات از میدان آبشکن شده، توسعه آبشستگی در محل پنجه و آسیب عمومی به آبشکن‌ها در پی خواهد داشت.

#### د- ساختار سازه‌ای آبشکن‌ها

آبشستگی در محل پنجه و پیرامون دماغه آبشکن و یا حمله مستقیم جریان اصلی به دماغه آبشکن، سبب کوتاهی آبشکن گردیده و بخش ضعیف‌تر بدنه را در معرض حمله اصلی جریان قرار می‌دهد. از این رو با تخریب دماغه آبشکن، انتظار تداوم روند تخریبی کل آبشکن و حمله جریان به دیواره رودخانه را باید داشت. موقعیت نامناسب اولین آبشکن، ناپایداری و ارتفاع ناکافی دیواره رودخانه در بالادست، عدم اتصال و قفل‌شدگی آبشکن به دیواره از عوامل تخریب ریشه آبشکن هستند. آسیب ریشه به تدریج منجر به تخریب بدنه آبشکن و شستشوی رسوبات کناره‌ای می‌گردد.

#### ۴-۲-۲-۳- بررسی نحوه گسترش تخریب در پوشش‌ها

عوامل اصلی که باعث شکست و تخریب پوشش‌ها می‌شوند و باید طی زمان بهره‌برداری در ترمیم و رفع آن‌ها کوشید و روند گسترش تخریبات سازه‌ای را پیش‌بینی نمود عبارتند از [۱۹]:

- فرسایش سطحی ناشی از رواناب و جریان رودخانه
- عوامل ناشی از شرایط خاص محیطی مانند باد، طوفان و موج ناشی از آن و تغییرات دمای محیط
- آب زیرزمینی و پدیده تراوش و رگاب در بدنه پوشش و لایه‌های زیرین
- لغزش و گسیختگی شیب‌های کناره
- وجود حفره‌های ناشی از ریشه گیاهان و پناهگاه‌های حیوانات
- عملکرد تخریبی انسان‌ها و احشام
- نشست شالوده پوشش
- آبخستگی پنجه پوشش‌ها
- آبخستگی نقاط ابتدا و انتهای بازه پوشش که به کناره متصل می‌شود.

رسوبگذاری اگرچه خطر فرسایش پنجه و آسیب‌پذیری سازه‌های حفاظتی را کم می‌کند ولی انباشت رسوبات در قوس داخلی مئاندرها، جریان آبراهه را به قوس خارجی رانده و این امر موجب تشدید کف‌کنی در امتداد دیواره شده و تهدید سازه حفاظتی را به دنبال دارد. علاوه بر این، حرکت امواج رسوبی موجود در بستر مانند تلماسه‌ها و بارهای رسوبی، موجب تمرکز و تفرق جریان در پای سازه شده و با ایجاد فرسایش‌های موضعی، زمینه وقوع لغزش توده‌ای را فراهم می‌آورد [۱۹].

#### ۴-۲-۲-۴- پیش‌بینی نحوه گسترش تخریب در دیوارهای سیل‌بند

اولین گام در بررسی عوامل تخریب و پیش‌بینی روند تخریب در این سازه‌ها، مطالعه جنس سازه و روش طراحی سازه مورد نظر می‌باشد. به عنوان نمونه سیل‌بندهای بتنی- وزنی طراحی متفاوتی با سیل‌بندهای توریستی داشته و بنابراین شکل و روند تخریب در این دو نوع از دیوارهای سیل‌بند متفاوت می‌باشد.

دیوارهای سیل‌بند به طور کلی باعث محدود شدن مقطع رودخانه می‌شوند و از این رو دیوارهای سیل‌بند در معرض مستقیم آبخستگی با قدرت زیاد جریان قرار می‌گیرند. در این راستا پیش‌بینی و محاسبه عمق آبخستگی در مجاورت پی از اهمیت زیادی برخوردار است. برای محاسبه عمق آبخستگی در مجاورت پی، لازم است آبخستگی موضعی در مجاورت دیوار سیل‌بند تخمین زده شود.

آبخستگی موضعی زمانی رخ می‌دهد که نرخ رسوبات حمل شده از یک نقطه یا یک مقطع از رودخانه، بیش از نرخ رسوبات آورده شده به همان نقطه باشد. از آنجا که با افزایش میزان تنش برشی نرخ انتقال رسوب افزایش می‌یابد، بنابراین آبخستگی زمانی رخ می‌دهد که تغییر شرایط جریان موجب افزایشی در میزان تنش برشی بر روی بستر

گردد. از این رو در محل ساخت سازه، پیش‌بینی تحلیلی آبشستگی موضعی، نخست می‌تواند با پیش‌بینی نحوه توزیع تنش برشی بر بستر اطراف سازه صورت گیرد. با پیشرفت آبشستگی، تنش برشی کاهش خواهد یافت و آبشستگی هنگامی به آخرین حد خود می‌رسد که تنش برشی در هر نقطه به حد بحرانی خود برسد و یا آن که رسوبات حمل شده با رسوبات خارج شده یکسان شوند [۲۶].

#### ۴-۲-۵- پیش‌بینی نحوه گسترش تخریب در محدوده پایه‌های پل

پیش‌بینی و تخمین عمق فرسایش در محدوده پایه‌های پل مستلزم آگاهی از نحوه جابجایی مواد رسوبی بستر رودخانه‌ها است. عمق چاله فرسایشی در محدوده پایه‌های پل از یک طرف به شکل و مشخصات هندسی پایه ارتباط داشته و از طرفی دانه‌بندی مواد تشکیل‌دهنده بستر رودخانه و همچنین شرایط هیدرولیکی جریان مانند رخداد سیلاب و عبور تل‌ماسه‌ها بستگی دارد. در این مورد نیز ابتدا می‌بایست عوامل موثر در وقوع فرسایش‌های بازه‌ای و موضعی در محدوده پایه‌های پل را شناخته و متعاقب آن در هر مورد از روش‌ها و روابط مختلف تعیین عمق چاله فرسایشی برای پیش‌بینی روند گسترش فرسایش و بیش‌ترین عمق آبشستگی بهره‌گرفت. شکل‌های مختلف فرسایش در محدوده پایه‌های پل را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود [۲۹]:

- فرسایش موضعی که نمود عینی آن تشکیل چاله فرسایشی در مجاورت پایه پل است
  - فرسایش ناشی از کاهش مقطع رودخانه
  - فرسایش ناشی از فرآیندهای ریخت‌شناسی (تغییرات در مشخصات هندسی و پلان مسیر رودخانه)
  - فرسایش عمومی (در پایین‌دست سدها و بالادست کانون‌های برداشت مصالح رودخانه‌ای)
- ارزیابی کمی هر یک از موارد چهارگانه بالا امکان پیش‌بینی حداکثر فرسایش ممکن در محدوده پایه‌های پل را فراهم می‌آورد. در عمل تخمین فرسایش موضعی و فرسایش ناشی از کاهش مقطع به دلیل وجود روابط و معادلات گوناگون ارائه شده توسط پژوهشگران در مقایسه با دو مورد آخر ساده‌تر است.

#### ۴-۲-۳- شناسایی و پیش‌بینی اثرات تخریب کلی سازه در بالادست و پایین‌دست

تغییرات مهم در ارتباط با بازه‌های رودخانه و سازه‌های رودخانه‌ای در بیش‌تر موارد و شرایط عادی جریان در رودخانه، به صورت تدریجی صورت می‌گیرند. از طرفی در مواقع سیلابی ممکن است تخریب کلی و آنی یک سازه رخ دهد. از دیگر دلایل تخریب کلی سازه‌ها می‌توان به مواردی همچون زلزله‌های شدید، زمین‌لغزش و بمباران اشاره نمود. اثرات تخریب کلی هر کدام از سازه‌های رودخانه‌ای با توجه به تفاوت در ساختمان و نوع تغییرات ایجاد کننده در رودخانه، متفاوت بوده و در این خصوص می‌بایست مطالعات تخریب کلی هر یک از سازه‌های رودخانه‌ای به طور جداگانه صورت گیرد.

در سدهای مخزنی با توجه به حجم بسیار زیاد آب ذخیره شده در پشت سد، تخریب کلی سد سبب رها شدن این حجم عظیم از آب شده و سیلابی با مقادیر دبی بسیار بالاتر از حداکثر دبی محتمل (PMF) در حوضه پایین دست سد رها می‌شود. با توجه به حجم و دبی بالای جریان، ترازهای بالاتری از دشت‌های سیلابی اطراف رودخانه به زیر آب رفته و بسته به حجم مخزن ممکن است چندین ساعت و یا حتی روز شرایط سیلابی حکمفرما باشد. در این مدت ممکن است بسیاری از تاسیسات صنعتی، نواحی شهری، محصولات کشاورزی و ... از بین رفته و حتی فاجعه انسانی رخ دهد. مقادیر بسیار زیاد رسوباتی که طی سالیان متمادی در داخل مخزن انباشته شده‌اند، ممکن است در اثر نیروی زیاد جریان آب به پایین دست منتقل شده و حیات آبیان و محیط زیست منطقه را به خطر اندازد. همچنین بالا بودن مقادیر نیروهای برشی جریان، سبب فرسایش زیاد بستر و کناره‌های رودخانه در بازه‌های طولانی از مسیر شده و به این ترتیب مقادیر رسوبات منتقل شده به پایین دست بسیار افزایش می‌یابند. انتقال و انباشته شدن حجم زیادی از رسوبات در طول رودخانه، موجب تاثیرگذاری در کارکرد دیگر سازه‌های رودخانه‌ای موجود در مسیر شده و روند فرآیند فرسایش و رسوبگذاری رودخانه را در آینده تغییر می‌دهد.

در صورت تخریب آنی سازه آب‌شکن و یا یک سری از آب‌شکن‌ها، در مراحل اولیه بروز سیلاب، جریان وارد زمین‌های اطراف رودخانه شده و با فروکش کردن سیلاب، تراز سطح آب پایین می‌رود. این مسئله در رودخانه‌های بزرگ و قابل کشتیرانی بسیار با اهمیت بوده و ممکن است در صورت رخداد چنین حادثه‌ای، کشتی‌ها به گل بنشینند. همچنین حجم زیادی از مصالح بدنه آب‌شکن‌ها، در پایین دست انباشته شده که این مسئله نیز سبب تغییرات تراز سطح آب رودخانه و تغییر فرآیند فرسایش و رسوبگذاری و همچنین تغییر در کارکرد دیگر سازه‌های رودخانه‌ای در صورت وجود می‌شود.

تخریب کلی گوره‌ها و دیوارهای سیل‌بند اثرات مشابهی داشته و در صورت رخداد چنین حادثه‌ای، جریان سیلاب وارد زمین‌های کشاورزی و اعیانی‌های اطراف رودخانه شده و بسته به ارزش اعیانی‌ها و شدت و تداوم سیلاب، خساراتی وارد می‌شود. در این مورد نوع مصالح استفاده شده در ساخت گوره و یا دیوار سیل‌بند با اهمیت می‌باشد. در مناطق شهری که معمولاً از دیوارهای سیل‌بند بتنی استفاده می‌شود، تخریب کلی به ندرت رخ می‌دهد ولی در دیوارهای خاکی و یا گوره‌ها به ویژه در زمان روگذری سیلاب، مستعد تخریب کلی می‌باشند. در صورت تخریب دیوارهای خاکی یا گوره‌ها علاوه بر وارد آمدن خسارات مالی و جانبی به اعیانی‌ها، زمین‌های کشاورزی و جمعیت‌های اطراف رودخانه، حجم زیادی از رسوبات به پایین دست منتقل شده که این مسئله سبب افزایش بار رسوبی رودخانه، از بین رفتن حیات آبیان و اثر بر کارکرد سازه‌های رودخانه‌ای در بازه‌های پایین دست رودخانه می‌شود.

### ۴-۳- تهیه گزارش بازدید

#### ۴-۳-۱- شرایط عمومی بازدید

هر سازه رودخانه‌ای می‌بایست دارای یک برنامه مدون بازدید و بازرسی بوده و در آن مواردی که باید مورد بازدید قرار گیرد به دقت مشخص شود. همچنین دوره زمانی بازدیدها، تاریخ آخرین گزارش بازدید، ثبت و توصیف تعمیرات احتمالی به عمل آمده و تاریخ بازدید بعدی می‌بایست مشخص شود. گروه کارشناسی بازدید می‌بایست به دقت انتخاب شده و واجد ویژگی‌ها و سوابق کاری متناسب با سطوح مسوولیت خود بوده و قبلاً آموزش داده شوند [۳۰].

بازدیدها به دو بخش بازدیدهای عادی و اضطراری تقسیم می‌شوند. بازدیدهای عادی به طور مستمر و ادواری توسط گروه‌های مشخص شده انجام می‌شود. در مورد بازدیدهای اضطراری، ابتدا کارکنان محلی به فوریت اقدام نموده و مراتب را سریعاً به گروه‌های بازرسی ویژه منعکس می‌نمایند [۳۰].

#### ۴-۳-۲- تهیه فرمت گزارش

توصیف دقیق و تفصیلی مشاهدات در هنگام بازدید و بازرسی می‌تواند در بازدیدهای بعدی و مقایسه شرایط بسیار مفید و موثر باشد. اطلاعات ثبت شده می‌بایست حاوی موقعیت، میزان و عمق خرابی‌های احتمالی، توصیف جزئیات، طول جابجایی‌ها در گوره‌ها، سازه‌های تورپسنگی و دیوارهای سیل‌بند، میزان و وسعت سطوح مرطوب در سازه‌های خاکی، تندی شیب‌ها و لغزش‌های احتمالی، میزان نشتی از سازه‌های خاکی و هرگونه تغییر در شرایط سازه‌ها باشد. داده‌های اندازه‌گیری شده و شرایط آب و هوایی باید در زمان بازرسی یادداشت شود. گزارش باید با نقشه‌ها، کروکی‌ها و نمودارهای لازم تکمیل شده و از عکس‌ها نیز به صورت گسترده استفاده شود. گزارش مورد نظر می‌بایست بلافاصله پس از خاتمه بازدید سریعاً تهیه و ارائه گردد [۳۰].

این گزارش می‌تواند از سر فصل‌های ذیل تشکیل یابد:

- کلیات (مشخصات سازه، زمان بازدید، مشخصات تیم بازدیدکننده و ...)
- تهدیدات موجود سازه رودخانه‌ای
- رفتارسنجی رودخانه و روند تغییرات
- اقدامات مورد نیاز و مشخصات پارامترهای مرمت و بازسازی سازه‌ها
- ارزیابی عملکرد سازه با توجه به هدف از اجرای سازه
- علل بروز آسیب به سازه
- برآورد احجام تخریب سازه و رودخانه
- برآورد احجام و هزینه خدمات حفاظتی و اصلاحی
- ماشین‌آلات مورد نیاز

### ۳-۳-۴- تغییرات و تهدیدات موجود هر سازه و نوع تجربیات گزارش شده

ثبت و ارزیابی تغییرات سازه‌های رودخانه‌ای، از طریق پایش و اقدامات اندازه‌گیری و رفتارسنجی امکان‌پذیر است. از طرف دیگر شناسایی تهدیدات و عوامل تخریب هر کدام از سازه‌های رودخانه‌ای اهمیت دارد. از این رو می‌بایست در انجام بازدیدهای صورت گرفته نوع تهدید موجود برای هر سازه و تغییر رخ داده در سازه را شناسایی به تبع آن اقدامات مورد نیاز را مشخص نمود.

#### ۱-۳-۳-۴- سازه‌های خاکی و سنگی

در سازه‌های خاکی مانند گوره‌ها و سدهای خاکی با پوشش‌های مختلف از جمله ریپرپ می‌بایست رویه بالادست و پایین‌دست سازه، تاج سازه و مناطق تراوش آب مورد بازدید قرار گیرد. در رویه بالادست (رویه در مجاورت آب) این سازه‌ها، معمولا مسائلی نظیر ترک‌ها، لغزش‌ها، سوراخ‌ها و حفره‌ها و فرسایش شدید دور از انتظار نیست. وقتی که سطح آب پایین می‌رود رویه در مجاورت آب را می‌بایست از نظر فعالیت جوندگان، وجود حفره‌ها و لغزش‌ها مورد بازرسی قرار داد. حتی‌الامکان باید مسیری زیگزاگ روی رویه‌ها طی شود تا ترک‌ها و لغزش‌ها به طور کامل شناسایی گردند. ترک‌ها ممکن است نشانگر جابجایی احتمالی پی یا شکست در خاکریز و یا لغزش‌های سطحی باشد. چه بسا ترک‌هایی با عرض کم ولی عمیق وجود داشته باشد. ترک‌های عمیق معمولا ارتباطی به خشک شدن نداشته و بالقوه می‌تواند موجب نگرانی باشد. جابجایی ریپرپ‌ها می‌تواند مشخص کننده یک ترک در زیر ریپرپ باشد.

حفره‌هایی که بر اثر فرسایش داخلی در زمان تماس آب با شیب پیدا می‌شود، شرایط بسیار خطرناک برای خاکریزها به شمار می‌رود. مصالح خاکی ممکن است به وسیله موج و یا رواناب شسته شود و در صورتی که این مسئله ادامه یابد موجب کاهش ضخامت شیروانی شده و سازه را تضعیف می‌کند.

رویه پایین‌دست شیروانی‌های خاکی نیز باید به دقت مورد بازرسی قرار گیرد زیرا در آن‌ها علائم ظهور مسائل بیش‌تر دیده می‌شود. برای این که بازرسی به طور مناسب ممکن شود، این منطقه حتی‌الامکان باید از موانع گیاهی مثل علف‌های هرز، بوته‌ها و درختان عاری نگهداشته شود. در رویه‌های دور از مجاورت آب رودخانه یا مخزن، شرایط خطرناک معمولا شامل ترک‌ها و لغزش‌ها می‌باشد.

ترک‌ها می‌تواند نشانگر نشست، خشک شدن و انقباض بوده و یا بر اثر لغزش رخ داده باشند. در هر صورت ترک‌ها باید کنترل شده و تغییرات طولی و عرضی آن مورد بررسی قرار گیرد. ترک‌های ناشی از خشک شدن ممکن است به طور فصلی ظاهر و ناپدید شوند و غالبا موجب جابجایی نمی‌شوند. در حالی که ترک‌های ناشی از نشست و لغزش موجب جابجایی می‌شوند. لغزش‌ها ضرورت ارزیابی تفصیلی فوری را مطرح می‌سازد. علائم هشداردهنده اولیه عبارت از پدیدار شدن یک برآمدگی در خاکریز و یا یک جابجایی قائم در قسمت فوقانی خاکریز است.

تاج سازه‌های خاکی مهم‌ترین راه دسترسی برای بازرسی و اجرای تعمیرات است. نظر به این که امکان تجمع آب سطحی در آن وجود دارد، معمولاً شیب‌بندی این قسمت باید هر چند وقت یکبار ترمیم شود. ترک‌های طولی و عرضی از جمله مسائل خطرناک تاج سازه‌های خاکی به شمار می‌روند.

ترک‌های طولی می‌تواند نشانگر ناپایداری محلی، نشست نامتقارن و یا جابجایی بین مقاطع خاکریزی باشد. این ترک‌ها که معمولاً عمیق و در طول خود پیوسته هستند، از ترک‌های حاصل از خشک شدن که دارای ماهیت متناوب، پراکنده، کم‌عمق، کم‌عرض و به تعداد زیاد هستند، تشخیص داده می‌شوند. ترک‌های طولی ممکن است مقدمه یک جابجایی عمودی باشد که معمولاً با جابجایی در سطح بالادست یا پایین‌دست همراه است.

ترک‌های عرضی بیانگر نشست تفاضلی یا جابجایی بین دو قطعه خاکریز هستند. این ترک‌ها معمولاً به صورت یک ترک مستقل و یا یک سیستم ترک‌های موازی نزدیک به هم هستند که در جهت کم و بیش عمود به محور طولی خاکریز تشکیل می‌شوند. این نوع ترک‌ها معمولاً از ۳۰ سانتی‌متر بیش‌تر عمق دارند. ترک‌های عرضی، تهدیدی قطعی برای ایمنی و یکپارچگی خاکریز هستند.

هر نشت آبی مانند وجود چشمه‌ها در نزدیکی گوره‌ها، نشت آب‌های زیرسطحی از کناره رودخانه‌ها و به ویژه در نزدیکی سازه‌های رودخانه‌ای و همچنین نشتی از بدنه سدهای خاکی را می‌بایست بالقوه خطرناک تلقی نمود. مناطق مرطوب در نزدیکی خاکریزها معرف نشت آب هستند. سرعت زیاد نشت آب ممکن است باعث فرسایش افزایش‌یافته و سرانجام تخریب قسمتی از خاکریز شود. مناطق اشباع شده در خاکریزها و یا تکیه‌گاه‌های سازه‌ها ممکن است منجر به لغزش توده‌ای شده و لذا تخریب سازه را در پی داشته باشد. علایم نشت آب ممکن است به صورت منطقه‌ای مرطوب و نرم ظاهر شده و ممکن است در ابتدا به صورت منطقه‌ای با رویش گیاهی پرآب و سبز تیره بروز نماید. معمولاً رویش لویی، نی، خزه و سایر گیاهان باتلاقی در مناطق نشت آب مشاهده می‌شوند. پدیده لغزش در خاکریزها و تکیه‌گاه‌ها ممکن است در نتیجه نشت آب و بر اثر اشباع و فشار منفذی زیاد صورت پذیرد.

#### ۴-۳-۲- سازه‌های بتنی

در سازه‌های بتنی رودخانه‌ای که شامل انواع دیوارهای سیل‌بند، بندها، پل‌ها و ... می‌باشد دلایل عمده خرابی معمولاً عبارت از ترک‌های ساختمانی، ضعف پی و تکیه‌گاه‌ها و خرابی بتن بر اثر واکنش قلیایی مصالح سنگدانه می‌باشد. ترک‌های ساختمانی موقعی پدیدار می‌شود که خستگی‌ها در قسمتی از سازه بیش از حد مجاز باشد و معمولاً این رخداد بر اثر طراحی ناقص، اجرای بد و یا به کار بردن مصالح ناسالم روی می‌دهد. ترک‌های ساختمانی معمولاً غیرمنظم است و تحت زاویه‌ای با محورهای اصلی سازه قرار می‌گیرد. این ترک‌ها همچنین می‌تواند دارای جابجایی قابل ملاحظه‌ای در جهت شعاعی، عرضی یا محوری باشند. ترک‌ها ممکن است در ابتدا به آهستگی توسعه یابد، به نحوی که تعیین این که آیا عرض آن‌ها افزایش می‌یابد بسیار مشکل گردد. در صورت پیدا شدن یک ترک سازه‌ای می‌بایست تغییرات طول و عرض آن کنترل شود و بدین منظور باید ابزارهای کنترل نصب شده و به طور مستمر قرائت گردند.

ممکن است خرابی شدیدی بر اثر واکنش شیمیایی بین قلیایی موجود در سیمان و سیلیس موجود در سنگدانه‌ها به وجود آید. این واکنش شیمیایی موجب به وجود آمدن ژل سیلیکا می‌شود که موجب انبساط و از دست رفتن تاب بتن می‌گردد، واکنش قلیایی به وسیله ترک‌های قابل مشاهده و به وسیله انبساط عمومی و زیاد داخلی تشخیص داده می‌شود. علایم دیگر آن خروج شیره ژلاتینی و به وجود آمدن رسوبات بی‌شکل در روی سطوح بتن و ظاهر گچی بتن تازه شسته شده است، واکنش قلیایی سنگدانه‌ها در حضور آب صورت می‌پذیرد و سطوحی که در معرض آب و فاضلاب قرار دارند مانند پایه برخی از پل‌ها و همچنین دیوارهای سیل‌بند در مناطق شهری به سرعت تخریب می‌شوند.

خوردشدگی بتن سازه‌های رودخانه‌ای بر اثر یخبندان مکرر و ذوب یخ صورت می‌گیرد. تقریباً تمامی سازه‌های بتنی در مناطق سردسیر در معرض تخریب‌های جزئی از این نوع قرار می‌گیرند. از آنجا که این پدیده سطحی است، معمولاً خطرناک تلقی نمی‌شود ولی اگر این روند ادامه یابد، ممکن است سبب وارد آمدن خسارات سازه‌ای گردد.

نشست آب جزئی از داخل سطوح بتنی اگرچه نمای مناسبی ندارد، ولی معمولاً خطرناک نیست مگر این که با ترک‌های سازه‌ای همراه گردد که در این صورت ممکن است به علت یخبندان و ذوب یخ موجب پیشرفت خرابی گردد. از طرف دیگر افزایش نشست آب می‌تواند مؤید این مطلب باشد که بر اثر فعل و انفعال شیمیایی، مصالح در حال شسته شدن و انحلال بوده و به وسیله آب حمل می‌شود. باید توجه کرد که همچنین تقلیل نشست آب نیز ممکن است به علت فعل و انفعالات شیمیایی و ایجاد رسوب در مجاری نشست آب باشد.

#### ۴-۳-۳- سازه‌های توریسنگی

مهم‌ترین تهدید و مکانیزم خرابی در سازه‌های توریسنگی در کناره رودخانه‌ها، خرابی ناشی از پوسیدگی، پارگی و از بین رفتن شبکه توری‌ها می‌باشد. این خرابی‌ها بیش‌تر در اثر ساییدگی ناشی از برخورد ماسه، شن و قلوه‌سنگ‌های رودخانه‌ای به ویژه در مواقع سیلابی و یا خوردگی شیمیایی به واسطه مواد محلول در آب بر روی توری‌هایی مشاهده شده است که پوشش پلاستیکی داشته‌اند.

مورد دیگر خرابی‌ها در مورد توریسنگ‌ها در شرایطی مشاهده شده است که از این سازه‌ها در بازه‌هایی از رودخانه با سرعت زیاد جریان و شیب‌های تند کناره‌ها استفاده شده است. تحت این شرایط، سنگ‌های مجزا در داخل سبدها، به سمت پایین و در جهت شیب تمایل پیدا نموده، سبدها تغییر شکل داده و از حالت اولیه خود خارج می‌شوند. این عمل به تدریج توسعه یافته و سبب لغزش دیواره، پوشش و حتی مصالح زیرین سازه به داخل رودخانه شده که این مسئله در مواقع سیلابی به علت بالا بودن تراز سطح آب می‌تواند خطرناک باشد.

در تهیه گزارش بازدید می‌بایست میزان و نرخ تغییرات و تخریبات صورت گرفته بر روی سازه‌های رودخانه‌ای به همراه عامل تهدید و تخریب آورده شوند. ممکن است تجربیات متفاوتی در بازدیدهای انجام گرفته حتی بر روی یک نوع خاص از سازه‌های رودخانه‌ای گزارش شود. همچنین ممکن است با توجه به قرارگیری یک نوع از سازه‌های رودخانه‌ای مانند گوره‌ها، سازه‌های گابیونی، آبشکن‌ها و بندها در بازه‌های مختلفی از یک رودخانه طویل و یا قرارگیری سازه‌ها در



مناطق مختلف جغرافیایی کشور، در معرض تهدیدهای کاملاً متفاوتی بوده و بنابراین می‌بایست تجربیات به دست آمده از نوع تخریب و تغییر در سازه‌ها را در هر مورد به طور جداگانه بررسی نمود. برای ارزیابی منطقی و همچنین دنباله‌دار روند ایجاد تغییرات، می‌بایست در هر گزارش بازدید شرح مختصری از گزارش قبلی همراه با ذکر تاریخ آخرین بازدید آورده شود. به این منظور می‌توان فرم خاصی را به گونه‌ای طراحی نموده که بتوان در هر بازدید خلاصه‌ای از تغییرات و تهدیدات موجود در یک سازه را آورده و در گزارش کلی بازدید گنجانده. در ذیل نمونه‌ای از این فرم‌ها (فرم ۴-۲) آورده شده است.

فرم ۴-۲- ارزیابی تغییرات و تهدیدات موجود در سازه‌های رودخانه‌ای جهت تکمیل گزارش بازدید

گروه بازدید کننده:	
تاریخ بازدید گذشته:	تاریخ بازدید فعلی:
نام رودخانه:	نوع سازه رودخانه‌ای:
شرح تغییرات رخ داده شده:	
تهدیدات موجود:	
موارد برداشت شده:	

#### ۴-۳-۴- گزارش رفتارسنجی رودخانه در هر بازه

رفتارسنجی بازه‌های رودخانه به ویژه بازه‌های شامل سازه‌ها، می‌بایست پیش و پس از ساخت سازه‌ها انجام شود. موارد زیر می‌بایست در گزارش رفتارسنجی رودخانه‌ای پس از انجام بازدیدهای دوره‌ای انجام گیرد [۴۵]:

- شناسایی و بررسی سازه‌ها و تاسیسات اطراف و داخل رودخانه، به ویژه از دیدگاه فرسایش و رسوبگذاری مانند پل‌ها، دیوارهای سیل‌بند، خاکریزها، آب‌شکن‌ها، سدها و بندهای انحراف آب
- شناسایی نقاط فرسایش‌پذیر و رسوب‌گذار و تهیه نقشه از وضعیت موجود رودخانه
- شناسایی و بررسی عوامل موثر بر فرسایش و رسوب در بازه‌های مورد مطالعه مانند وجود خم‌ها، اتصال شاخه‌های پر رسوب و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه
- شناسایی مناطق مختلف برداشت مصالح رودخانه‌ای و چگونگی برداشت مصالح

#### ۴-۳-۵- اقدامات مورد نیاز

آنچه از نتایج بازدیدهای صحرائی به دست می‌آید علاوه بر ارزیابی چگونگی کارکرد سازه‌ها و عکس‌العمل‌های رودخانه، اتخاذ تصمیم مناسب در انجام اقدامات مورد نیاز برای تعمیر و بازسازی سازه‌ها در صورت لزوم، تغییر و یا عدم تغییر رویه بهره‌برداری از سازه‌ها، اتخاذ سیاست‌های جدید در مورد حریم رودخانه‌ها با توجه به تغییرات ایجاد شده در

بازه رودخانه و سازه‌ها، کنترل بیش‌تر نحوه برداشت مصالح رودخانه‌ای، اتخاذ تصمیم‌هایی مبنی بر تغییر رویه طراحی سازه‌های رودخانه‌ای در شرایط مشابه با مورد بازدید شده می‌باشد. به طور عمومی اقدامات و برنامه‌های عملیاتی برای حفاظت و مرمت از سازه در دو حالت عادی و اضطراری قابل انجام است.

با توجه به بروز رخ‌دادهای طبیعی قابل پیش‌بینی و ذاتی در دوره عمر سازه‌های رودخانه‌ای اقدامات حفاظت از سازه‌های رودخانه‌ای در شرایط معمول و عادی باید به طور سالانه مد نظر قرار داشته باشد. این نوع حفاظت معمولاً به طور مشخص و منظم در طول سال و متناسب با بازدیدهای سالانه و نتایج آن‌ها در دستور کار قرار می‌گیرد و باید در حد ممکن بلافاصله پس از بازدیدها و پایش‌های معمول که در آن‌ها به اقدام اصلاحی تاکید گردیده صورت پذیرد. از جمله اقدامات حفاظتی معمول و پیوسته برای سازه‌های رودخانه‌ای موارد ذیل می‌باشد. البته محدود به آن نبوده و باید با نظر کارشناس تکمیل و تدقیق شود.

- بوته‌کنی و حذف درختچه‌ها از کناره‌های دایک و سازه
- پرکردن حفره‌های کوچک ناشی از فرسایش
- پرکردن شیارهای ایجاد شده ناشی از عوامل همچون عبور وسایل نقلیه و ... در طول تاج سازه خاکی
- جمع‌آوری آشغال و واریزه‌های جریان که در مجاور یا پای سازه تله اندازی شده
- ترمیم حفره‌های ایجاد شده ناشی از حیوانات در بدنه سازه خاکی
- ترمیم و مرتب‌سازی رویه چمن در کناره دایک و سازه
- برنامه‌ریزی برای رفع نشت مشاهده شده در سازه خاکی
- پاک‌سازی واریزه‌های درون مجرا لوله‌ها و دهانه‌های کالورت ورودی و خروجی به سازه
- ترمیم محل اتصال لوله‌ها و دهانه‌های کالورت به سازه
- ترمیم پوشش سنگی و ریپ‌رپ و توریسنگی
- کنترل و ترمیم درزها در دیواره‌ها
- بتن‌ریزی و یا تغییر نوع سیمان به کار رفته در سازه
- آرماتوربندی سازه بتنی در صورت نیاز
- ترمیم مواد پلیمری

نمونه‌ای از چک‌لیست اقدامات حفاظت پیوسته در فرم شماره (۳-۴) ارائه شده است [۳۱].

## فرم ۴-۳- نمونه چک‌لیست بهره‌برداری و حفاظت پیوسته

بازدید کننده: .....			تاریخ: .....
شرایط آب و هوایی: .....			
اقدامات حفاظتی (آیتم‌های بهره‌برداری)		بله	خیر
موقعیت و تجهیزات مورد استفاده			
کنترل و رشد پوشش گیاهی			
ترمیم و نگهداری چمن‌ها			
تاج سازه			
پاک‌سازی آشغال‌ها			
پرکردن شیارها و حفره‌های ناشی از عبور وسایل نقلیه			
پرکردن و سایر ناهمواری‌ها در سطح رویه			
پاک‌سازی درختان، درختچه و ...			
شیب کناره‌های سازه			
پاک‌سازی و رفع موانع و آشغال‌ها			
پرکردن شیارها و حفره‌ها			
پرکردن حفره های ناشی از نقب زدن حیوانات			
حذف درخت، درختچه و بوته‌ها			
مرتب سازی و ترمیم چمن‌های کاشته شده در صورت وجود			
ترمیم ریپرپ			
لوله‌ها و دهانه‌های کالورت ورودی و خروجی در صورت وجود			
پاک‌سازی واریزهای درون مجرا			
ترمیم محل اتصال به سازه			
بدنه سازه بتنی یا سنگی			
ترمیم پوشش سنگی			
کنترل و ترمیم درزها در دیواره‌ها			
بتن ریزی و یا تغییر نوع سیمان به کار رفته در سازه			
آرماتوربندی سازه بتنی در صورت نیاز			
ترمیم مواد پلیمری			

نیاز به حفاظت اضطراری نیز می‌تواند با کنترل شاخص‌های زیر در برنامه پایش قطعی گردیده و به طور ویژه و فوری در دستور کار قرار گیرد. البته محدود به موارد ذیل نمی‌شود و باید بسته به تشخیص کارشناس، دیگر شاخص‌ها نیز مد نظر قرار گیرد:

- ایجاد فرسایش شدید و پیشرفته در سازه، پای سازه یا بلافاصله بالادست یا پایین‌دست سازه در رودخانه
- خسارت به سازه بتن یا سنگی
- شکست و لغزش شدید شیب
- از بین رفتن رویه و پوشش سازه
- روگذری سازه‌های خاکی
- افزایش نشت کنترل نشده از کناره‌ها
- تخریب دریچه و سایر تاسیسات فلزی سازه‌های خاص مهندسی رودخانه

- واژگونی بخشی از دیواره و سازه
- ایجاد ترک در سازه
- نشست نامتعارف سازه
- تغییر مکان افقی

در خصوص نوع عملیات قابل انجام در حفاظت اضطراری در بخش ششم همین استاندارد توضیحات لازم ارائه شده است.

#### ۴-۳-۶- اطلاعات مربوط به پارامترهای مرمت و بازسازی سازه‌ها

یکی از موارد مهم در تهیه گزارش بازدید از سازه‌های رودخانه‌ای، تشخیص نیاز به اقدامات حفاظتی معمول و تعمیر و مرمت قسمت‌هایی از سازه و همچنین مشخص نمودن موارد لازم برای انجام تعمیرات احتمالی می‌باشد. در صورت بروز هرگونه خرابی یا تغییر در سازه‌های رودخانه‌ای، ابتدا توسط تیم کارشناسی در طی بازدیدها شناسایی شده و سپس با توجه به نوع، هندسه، جنس مصالح به کار رفته در سازه و همچنین در نظر گرفتن شرایط هیدرولیکی و ریخت‌شناسی رودخانه، پارامترهای مرمت و تعمیر سازه‌ها مشخص شده و برای انجام به عوامل مسوول ارجاع داده می‌شوند. فرم (۴-۴) را می‌توان برای ارزیابی پارامترهای مرمت و بازسازی سازه‌های رودخانه‌ای استفاده نمود.

فرم ۴-۴- ارزیابی پارامترهای مرمت و بازسازی سازه‌های رودخانه‌ای

گروه بازدید کننده:		تاریخ بازدید:	
نام رودخانه:		نوع سازه رودخانه‌ای:	
مشخصات تخریب یا تغییر ایجاد شده در سازه		موقعیت تخریب:	
		اندازه تخریب:	
		خاک	جنس مصالح تخریب شده
		سنگ‌چین	
		بتن	
مواد پلیمری			
		سایر ... ..	
عامل تخریب یا تغییر:			
شرح مختصری از روند تخریب یا تغییر رخ داده شده:			
پارامترهای مرتبط با مرمت سازه		خاکریزی مجدد با تغییر تراکم و یا حفظ تراکم قبلی	
		تغییر دانه‌بندی خاک و مصالح دانه‌ای به کار رفته	
		برداشت گیاهان و مواد آلی جهت جلوگیری از رخداد ترک‌ها در اثر این عوامل	
		تغییر ابعاد سنگ‌دانه‌ها در گابیون‌ها و یا تغییر جنس و ابعاد توری‌ها	
		استفاده از پوشش‌های مقاوم‌تر در صورت تخریب پوشش	
		بتن‌ریزی با حفظ و یا تغییر نوع سیمان به کار رفته در ساخت سازه	
		نیاز به آرماتوربندی سازه بتنی	
		تخریب عمده‌ی قسمت‌های بیش‌تری از سازه جهت تغییر نوع مصالح در محل تخریب	
		استفاده از مواد و مصالح جدید و یا مصنوعی جهت مقابله با تهدیدهای دائمی	
		سایر موارد:	

#### ۴-۳-۷- گزارش ارزیابی عملکرد هر سازه با توجه به اهداف اجرایی آن سازه

هر سازه رودخانه‌ای با هدفی احداث می‌گردد که در دوره بهره‌برداری از طرح، بررسی این موضوع که آیا اجرای این سازه هدف اولیه را با توجه به تغییرات و یا تاثیرات رخ داده تامین نموده و این که آیا از این منظر موثر عمل می‌نماید از مواردی است که در گزارش بازدید باید به آن اشاره گردد. عملکرد هر سازه رودخانه‌ای می‌بایست بسته به تعریف آن سازه و همچنین اهداف ساخت سازه مورد ارزیابی قرار گیرد. معمولاً با توجه به مبانی طراحی، نحوه ساخت، جنس مصالح به کار رفته در بدنه سازه و همچنین تجربیات موجود، پیش‌بینی عملکرد سازه‌های رودخانه‌ای تا حدی، امکان‌پذیر است ولی پیش‌بینی عملکرد یک سازه رودخانه‌ای در درازمدت دشوار می‌باشد. ارزیابی عملکرد یک سازه رودخانه‌ای معمولاً به دو صورت کیفی و کمی صورت گرفته و این دو، هر کدام از اهمیت برخوردار بوده و می‌بایست در گزارش بازدید آورده شوند. ارزیابی‌های کیفی بیش‌تر به رخ داده‌های قابل انتظار در مجاورت و یا بازه‌های بالادست و پایین‌دست سازه‌ها مربوط می‌باشد. مثلاً رخداد فرسایش در پایین‌دست سدهای مخزنی و اطراف پایه‌های پل، ایجاد رسوبگذاری بالادست سدها و بندها، ایجاد فرآب در بالادست پل‌ها و سدها، عبور جریان‌های ناشی از داخل بدنه سدهای خاکی و گوره‌ها و رسوبگذاری در حد فاصل بین آب‌شکن‌ها دور از انتظار نمی‌باشند.

در ارزیابی‌های کمی، شاخص‌های مورد نظر برای ارزیابی می‌بایست مستقیماً اندازه‌گیری شوند. داده‌های اندازه‌گیری شده از برنامه پایش بازه رودخانه (مانند تراز سطح آب، عمق و گستره رسوبگذاری و یا فرسایش، الگوی جریان، مواضع حمله جریان، شدت جریان و بار رسوبی) علاوه بر مقایسه شرایط پیش و پس از ساخت سازه، به عنوان شواهد تجربی برای مدل‌سازی فیزیکی و ریاضی و واسنجی و تایید این مدل‌ها استفاده می‌شوند. ارزیابی تاثیرات زیست‌محیطی طرح ساماندهی و مقایسه آن با شرایط پیشین نیز ضروری است. به این منظور، شاخص‌های طبیعی (تنوع گونه‌های گیاهی، وسعت پوشش گیاهی رودخانه، نوع و تعداد ماهیان) و نیز شاخص‌های فیزیکی (غلظت رسوب، غلظت املاح و مهم‌تر از همه غلظت اکسیژن محلول در آب) به طور همزمان در بازه بالادست، در بازه اصلاح شده و در بازه پایین‌دست رودخانه اندازه‌گیری می‌گردد [۴۶].

#### ۴-۳-۸- گزارش علل بروز آسیب به سازه‌ها

یکی از مهم‌ترین بخش‌های یک گزارش بازدید، بخش مربوط به دلایل بروز آسیب به سازه‌ها در صورت بروز خرابی‌های احتمالی می‌باشد. آسیب‌ها و تخریبات رخ داده بر روی سازه‌ها، به تهدیدات موجود در ساختگاه سازه، جنس مصالح به کار رفته در ساخت سازه‌ها، روش ساخت، مبانی طراحی و موارد مشابه و یا مولفه‌هایی نظیر دبی سیلاب، عمق جریان، سرعت جریان، دبی رسوب، میزان رسوبگذاری بستگی دارد. کلیه مواردی که به نحوی می‌تواند علتی برای تهدید و یا تخریب سازه‌های رودخانه‌ای شوند، در بخش (۳-۲) شناسایی شده و در این ارتباط نیز یک فرم جهت انعکاس اطلاعات لازم در مورد تخریب سازه‌های رودخانه‌ای ارائه گردید.

### ۹-۳-۴- گزارش برآورد احجام تخریبات سازه‌ها

در صورت بروز هرگونه تخریب در سازه‌های رودخانه‌ای، ارائه گزارشی از احجام تخریبات صورت گرفته در قالب گزارش بازدید، برای انجام تعمیرات آتی بسیار موثر می‌باشد. این تخریبات معمولاً به دو شکل تغییر کلی و جزئی قابل ارزیابی می‌باشند.

در تخریبات کلی و ناگهانی سازه‌ها، میزان تخریب ۱۰۰٪ بوده و با انجام تعمیرات نمی‌توان سازه را دوباره به شرایط بهره‌برداری اولیه بازگرداند و نیاز به بازسازی کلی می‌باشد. ولی تخریبات تدریجی، در اثر کنش و واکنش مستمر هیدرولیک جریان و رسوب رودخانه، ریزش‌های جوی، کیفیت آب رودخانه، جنس مصالح و دیگر عوامل از این دست به تدریج و با گذشت زمان رخ می‌دهند. در زیر نوع تخریبات ممکن در برخی از سازه‌های رودخانه‌ای و راهکار برآورد حجم تخریبات برای ارائه در گزارش بازدید آورده می‌شود.

#### ۹-۳-۴-۱- برآورد حجم تخریبات در پل‌ها

فرسایش پایه‌های پل از شایع‌ترین علل تخریب پل‌ها به شمار می‌رود. اندازه‌گیری عمق و گستره این چاله‌های فرسایشی می‌تواند برآوردی از حجم تخریبات رخ داده در اطراف پایه‌های پل باشد. همچنین روش‌های مختلف تعیین عمق چاله فرسایشی توسط پژوهشگران و متخصصین این امر بیان گردیده که می‌توان از این روش‌ها و روابط ارائه شده برای برآورد حجم تخریب در بازه‌های زمانی مختلف بهره‌جست. در صورتی که تخریب در خود پایه‌ها، دیوارهای هدایت و یا بدنه بتنی کناره‌های پل رخ داده باشد، می‌بایست حجم تخریب شده از بتن و یا آرماتور و نوع تخریب، برای ارائه در گزارش بازدید آورده شود.

#### ۹-۳-۴-۲- برآورد حجم تخریبات در آب‌شکن‌ها

با ساخت آب‌شکن‌ها به دلیل تنگ‌شدگی مقطع عبور جریان، ممکن است کف‌کنی در بستر رخ دهد. کف‌کنی در بستر رودخانه به ویژه در بافت‌های سست می‌تواند به لغزش، نشست و حتی تخریب قسمتی از آب‌شکن بیانجامد. برای ارزیابی کف‌کنی ناشی از ساخت آب‌شکن‌ها، روابط متعددی توسط پژوهشگران مختلف ارائه شده است [۴۴].

آبشستگی‌های موضعی در محل پنجه و پیرامون دماغه آب‌شکن‌ها نیز می‌تواند موجب تخریب دماغه آب‌شکن گردیده که این مورد خود سبب کوتاه شدن طول سازه می‌شود. در این گونه موارد با اندازه‌گیری‌های میدانی و مقایسه هندسه جدید با شرایط اولیه پس از ساخت و یا مشخصات هندسی آب‌شکن در بازدید قبلی، می‌توان حجم تخریب رخ داده بر روی آب‌شکن را ارزیابی نمود.

انعطاف‌پذیری سازه آب‌شکن، مقاومت ناکافی بستر، تراکم و قفل‌شدگی نامناسب مصالح ساخت بدنه آب‌شکن، ناپایداری شیب جانبی از عوامل نشست و یا ایجاد ترک‌ها در تاج آب‌شکن هستند و در صورت صلب بودن سازه، نشست تاج به مفهوم تخریب کل آب‌شکن به حساب می‌آید. استغراق آب‌شکن در نتیجه عدم کفایت ارتفاع آب‌شکن، نشست آب‌شکن و یا رخداد

سیل بزرگ‌تر از سیل طرح پدید می‌آید. در این صورت، حمله جریان متلاطم سبب شستشوی رسوبات از میدان آب‌شکن، توسعه آبشستگی در محل پنجه و آسیب عمومی به آب‌شکن‌ها خواهد شد. در این گونه موارد حجم تخریب سازه را می‌توان با اندازه‌گیری مشخصات هندسی سازه و مقایسه آن با تراز سیلاب طراحی، برآورد نمود [۲۷].

آسیب دیدن ریشه آب‌شکن‌ها منجر به تخریب بدنه آب‌شکن و شستشوی رسوبات کناره‌ای می‌گردد. حضور و تراوش آب از نهرهای آبیاری در ساحل بالای رودخانه، تردد ماشین‌آلات و دام و ورود آبراهه‌های فرعی از عوامل خارجی آسیب به ریشه آب‌شکن‌ها به شمار می‌آیند. در این گونه شرایط نیز با اندازه‌گیری میدانی و داشتن مشخصات هندسی سازه پس از ساخت، می‌توان حجم تخریب را برآورد نمود.

در کلیه موارد گفته شده استفاده از نقشه‌ها، عکس‌ها و مشخصات عمومی رودخانه و سازه پیش و پس از طرح ساماندهی و همچنین ابزاربندی پایش با نصب وسایل اندازه‌گیری، می‌تواند مبنای مناسبی برای برآورد احجام تخریب شده آب‌شکن‌ها در بازه‌های زمانی مختلف باشد [۲۷]. برای انجام اندازه‌گیری‌های دقیق به منظور بررسی تغییرات و برآورد احجام تخریب، ایجاد شبکه کنترل ارتفاعی و احداث نقاط کنترل دائمی و مطمئن در نزدیکی رودخانه یکی از راهکارهای مناسب می‌باشد [۴۷].

#### ۴-۳-۹-۳- برآورد حجم تخریبات در دیوارهای سیل‌بند

در سیل‌بندهای بتنی، با توجه به صلب و یکپارچه بودن سازه، تخریبات معمولاً به صورت کلی به شکل لغزش، واژگونی و یا ترک‌های کششی رخ می‌دهد ولی در دیگر سیل‌بندها ممکن است قسمتی یا کل سازه در معرض تخریب قرار گیرد که در این صورت می‌توان با انجام برخی اندازه‌گیری‌ها، حجم تخریب‌ها را برآورد نمود.

در اثر نشست آب از میان جسم سازه، زیر نشست و یا جریان زه، به مرور زمان پنجه دیوار سیل‌بند در سمت رودخانه فرسایش یافته و با خالی شدن قسمت زیرین آن، زمینه لغزش دیوار را فراهم می‌آورد. در چنین مواردی و به ویژه در مناطق شهری، می‌بایست حجم تخریب را در محدوده‌ای که نشست خطرناک وجود دارد، در نظر گرفت [۲۶].

هرگونه تغییر مکان افقی در اثر وارد شدن نیروهای اضافی به دیوار ناشی از زلزله، نیروی آب منفذی و ایجاد خمش در دیوار به عنوان تخریب در نظر گرفته می‌شود. در این موارد، کلیه نقاط دیوار در امتداد خط پروژه طراحی، نقشه‌برداری و تعیین کد ارتفاعی شده و نقاطی که در امتداد خط مستقیم نباشد، به عنوان نقاط بحرانی مشخص می‌شوند. پس از کنترل جابجایی افقی دیوار با توجه به نقشه‌های طراحی اولیه و نقشه‌برداری جدید دیوار، حجم آسیب‌دیده سازه مشخص می‌شود [۲۶].

هرگونه خرابی در سیل‌بندها اعم از خرابی کیفیت مصالح، هوازدگی، شوره زدن بتن و یا خرابی‌های ناشی از ترک‌های عمیق، از بین رفتن پوشش مصالح و ... را می‌توان با انجام اندازه‌گیری‌های هندسی بر روی دیوار، حجم تخریب سازه را برآورد نمود.

#### ۴-۳-۹-۴- برآورد حجم تخریبات در گورها

تخریب در گورها به بیش‌تر با عواملی همچون جریان سیل، رگاب، تراوش، زیرکنی، نشست و رگبار رخ می‌دهد. سرریز کردن آب از روی گوره در شرایط سیلابی، مشابه سرریزی جریان از روی بدنه سدهای خاکی بوده و در این صورت می‌بایست حجم تخریب سازه را حداقل در محل سرریزی برابر ۱۰۰٪ در نظر گرفت و بازسازی کامل را برای آن پیشنهاد نمود.

فرسایش سطحی شیروانی گوره به ویژه شیروانی سمت رودخانه‌ای در اثر عواملی چون جریان آب، امواج، رگبار و سایر عوامل فرساینده، می‌تواند منجر به تخریب گوره شود. اگر فرسایش فقط سطحی باشد، حجم تخریب را می‌توان با اندازه‌گیری مساحت فرسایش‌یافته سطح شیروانی و همچنین ضخامت سطح فرسایش یافته، برآورد نمود. در صورتی که فرسایش و آبستگي آنقدر زیاد باشد که سبب شود گوره تحت اثر فرآیند زیرکنی از زیر خالی شود، حجم تخریب را می‌بایست برابر حجم آن قسمت از گوره در نظر گرفت که در معرض زیرکنی قرار گرفته است [۳].

تراوش در بدنه و شالوده گوره نیز می‌تواند به خرابی گوره به شکل جوش ماسه و یا پوسته‌ای شدن شیروانی سمت خشکی گوره منجر شود. برای اندازه‌گیری محل‌های تخریب نیز می‌توان از وجود برخی نشانه‌ها مانند خیس‌شدگی قسمتی از شیروانی و یا سطوح پوسته‌ای شده و یا انجام برخی اندازه‌گیری‌ها همانند آزمایش‌های ژئوفیزیک، حفر چاه‌های پیزومتریک و مشاهده‌ای می‌توان تخریباتی همچون نشست، فرسایش شیروانی و پوشش‌های حفاظتی، حفره‌های ایجاد شده در زیر گوره را ارزیابی نموده و احجام خرابی‌ها را بر اساس ابعاد رخداد موارد فوق، با دقت قابل قبولی، برآورد نمود.

در صورت بروز ترک‌های طولی و یا عرضی عمیق در قسمت‌هایی از گوره به ویژه پس از زمین‌لرزه‌ها و یا مشاهده هرگونه سطوح لغزش، با توجه به این که پایداری گوره در معرض خطر می‌باشد، احجام تخریب را می‌بایست در محدوده کامل ترک‌ها و یا سطوح لغزش برآورد نمود.

#### ۴-۳-۱۰- گزارش برآورد احجام اقدامات مورد نیاز بهسازی و اصلاح مسیر و کنترل رسوب

انحراف مسیر و لایروبی از جمله روش‌های سازه‌ای بهسازی رودخانه‌ها می‌باشد. در بسیاری از طرح‌ها اهداف مختلفی مد نظر کارشناسان بوده که در این طرح‌ها تعیین حجم اقدامات لازم برای بهسازی و اصلاح مسیر یک رودخانه، از مهم‌ترین اقدامات اجرایی می‌باشد. این اهداف می‌تواند شامل مواردی مانند مشخص نمودن ساحلی معین در محدوده طرح و در واقع تثبیت سواحل، احیای اراضی فرسایش یافته در اثر تغییرات طولی و عرضی رودخانه، تثبیت سواحل رودخانه پس از احیای اراضی از دست رفته، جلوگیری از پیشرفت فرسایش سواحل و در نهایت حفاظت عوارض و ترانشه‌های حاشیه رودخانه در مقابل فرسایش و سیلاب‌های محتمل می‌باشد.

در طرح‌هایی که لایروبی و بازگشایی رودخانه مد نظر باشد، حجم محدوده لایروبی با مشخص نمودن طول مسیر لایروبی، عمق متوسط و شیب طولی مسیر لایروبی تعیین می‌شود. پس از بازگشایی رودخانه ممکن است که مسیر بازگشایی فقط دبی متوسط سالانه را از خود عبور دهد و این احتمال وجود دارد که در اثر وقوع سیلاب، دیواره آن دچار تخریب گردد. لذا به جهت جلوگیری از فرسایش و جابجایی مسیر بازگشایی، حفاظت دیواره، امری ضروری به نظر



می‌رسد. این حفاظت می‌تواند به وسیله پوشش سنگی و یا دیگر پوشش‌های متعارف بر روی دیواره انجام شود. با تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح و پهنه‌بندی سیلاب، اندازه‌گیری طول بازه و با محاسبه سطح مورد حفاظت می‌توان حجم کار در طول مسیر لایروبی را تخمین زد [۳۲].

پس از لایروبی و بازگشایی مسیر رودخانه و انتقال جریان رودخانه موجود به داخل آن، این پتانسیل وجود دارد که جریان از داخل مسیر بازگشایی شده به محل اولیه خود بازگردد لذا برای جلوگیری از وقوع چنین حالتی بایستی در گام نخست رودخانه موجود را پر نمود. در این خصوص می‌توان از مصالح استحصال شده ناشی از عملیات بازگشایی کانال استفاده کرد. به عنوان مثال وجود ذرات ماسه‌ای در بستر و یا کناره‌های رودخانه می‌تواند جهت استفاده در پر کردن رودخانه موجود پس از انحراف آب آن به داخل کانال بازگشایی و همچنین به عنوان فیلتر در سنگ‌چین محافظ دیواره مسیر بازگشایی و سنگ‌چین محافظ ترانشه‌های کناری، در صورت لزوم مورد استفاده قرار گیرد. پس از آن حد فاصل کانال بازگشایی و ترانشه‌های کناری را می‌توان به وسیله حفاظت بیولوژی تثبیت نمود. در این مورد نیز با توجه به مشخص بودن سطح مورد حفاظت و یا حجم مصالح مورد نیاز برای پر نمودن رودخانه موجود، حجم کار و اقدام مورد نظر چه از نظر مصالح و چه از نظر ماشین‌آلات و نیروی انسانی مشخص می‌شود.

از دیگر احجام کاری مرتبط با لایروبی و اصلاح مسیر رودخانه‌ها، ساخت فرازبند و نشیب‌بند می‌باشد. فرازبند برای انحراف جریان از مسیر فعلی به داخل مسیر لایروبی شده در بالادست مسیر لایروبی و نشیب‌بندها نیز برای جلوگیری از ورود آب در شاخه فعلی پس از انسداد آن احداث می‌شوند. سازه‌های فرازبند و نشیب‌بند علاوه بر احجام مربوط به خاکبرداری و خاکریزی، نیاز به لایه‌های سنگ‌چینی جهت حفاظت نواحی در معرض فرسایش بوده که کلیه احجام کاری با محاسبه ابعاد هندسی سازه‌ها و پوشش‌ها قابل محاسبه است [۳۲].

#### ۴-۳-۱۱- ماشین‌آلات، تجهیزات، امکانات، مصالح و سایر لوازم مورد نیاز تعمیر و مرمت سازه‌ها

ضوابط و دستورالعمل‌های مربوط به تعمیر و نگهداری از سازه‌های رودخانه‌ای با توجه به تنوع سازه‌ها و دامنه وسیع استفاده از مصالح و مصنوعات به کار رفته در آن‌ها متفاوت می‌شود. معمولاً پس از ایجاد هر خرابی در سازه‌های رودخانه‌ای، علت تهدید و تخریب (طبیعی، زیستی و انسانی) توسط تیم کارشناسی شناسایی می‌شود. در این ارتباط ممکن است جنس مصالح، ابعاد هندسی سازه‌ها، نحوه استفاده از ماشین‌آلات در حین ساخت، روش ساخت و ... عواملی بوده‌اند که در ترکیب با یک عامل دیگر (مثلاً رخداد سیلاب)، سبب تخریب سازه شده‌اند. معمولاً در تعمیر و مرمت سازه‌هایی با مصالح مشابه اشتراکات زیادی وجود دارد. به این منظور مشخصات اصلی در تعمیر سازه‌های بتنی و خاکی در زیر آورده می‌شود.

#### ۴-۳-۱۱-۱- تجهیزات مورد استفاده در تعمیرات سازه‌های بتنی

در ساخت سازه‌های بتنی همانند دیوارهای سیل‌بند بتنی و بندها عمدتاً از ماشین‌آلات سنگین و نیروی انسانی ماهر استفاده می‌شود. با توجه به این که در تعمیرات سازه‌های رودخانه‌ای بتنی، مراحل آماده‌سازی شالوده، پی‌کنی دانه‌بندی مصالح، آرماتوربندی و بتن‌ریزی نقش مهمی در کیفیت کار و در نتیجه ضریب اطمینان سازه دارند، لذا ضروری است در هنگام تعمیر و مرمت سازه‌های بتنی از تجهیزات و ماشین‌آلات زیر بهره‌گرفت [۲۶].

- در صورتی که در هنگام انجام تعمیرات نیاز باشد که جریان آب رودخانه منحرف شود، در این حالت از ماشین‌های سنگین مانند بولدوزر، بیل مکانیکی و لودر یا لایروب استفاده می‌گردد.
- انجام تعمیرات در بستر شالوده با استفاده از بولدوزر، لودر و یا گریدر
- نیاز به پی‌کنی و گود برداری مجدد پس از بروز خسارت، با استفاده از بیل مکانیکی، لودر یا لایروب
- آماده‌سازی منابع قرضه سنگ و شن جهت برداشت مصالح و حمل آن توسط کامیون برای ساخت بتن
- برای دانه‌بندی مصالح شن و ماسه برای تهیه بتن و همچنین تهیه مصالح فیلتر برای ایجاد زهکش‌ها در صورت نیاز، دستگاه‌های سنگ‌شکن و دانه‌بندی در محل کارگاه شن و ماسه مورد نیاز است.
- آماده‌سازی مخلوط ماسه و سیمان و ساخت و اجرای بتن توسط بتنیر، میکسر و در صورت نیاز پمپ بتن
- تجهیزات مرتبط با عملیات آرماتورگذاری، بتن‌ریزی و قالب‌بندی درزها

#### ۴-۳-۱۱-۲- تجهیزات مورد استفاده در تعمیرات سازه‌های خاکی

در مورد سازه‌های خاکی، عملیات‌های مختلفی همچون پاک‌سازی، خاکبرداری، خاکریزی و کوبیدن ممکن است مورد نیاز باشد که به تبع آن انواع مختلفی از ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی و راهسازی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۳]:

- قبل از انجام تعمیرات اساسی، عملیات پاک‌سازی پوشش گیاهی با ماشین‌آلاتی نظیر لودر، گریدر و یا اسکرپیر انجام می‌شود.
- برای خاکبرداری و حذف لایه‌های نامناسب سطحی می‌توان از ماشین‌آلاتی نظیر لودر، بولدوزر و دراگ‌لاین‌های مختلف استفاده نمود.
- برای خاکریزی در لایه‌های مختلف که ضخامت این لایه‌ها با توجه به روش‌های ساخت (متراکم، نیمه‌متراکم، نامتراکم و هیدرولیکی) متفاوت است، می‌توان از ماشین‌آلاتی نظیر کامیون، لودر، بولدوزر و اسکرپیر بهره‌جست. در روش ساخت هیدرولیکی با استفاده از مصالح رودخانه‌ای، از لایروب‌های هیدرولیکی و لوله‌های انتقال مصالح نیز استفاده می‌شود و سپس توسط بولدوزر یا گریدر پخش می‌گردد.
- کوبیدن لایه‌های خاک با استفاده از انواع غلتک‌ها و لرزنده‌ها انجام می‌شود. غلتک‌های چرخ فولادی، چرخ لاستیکی و پاچه‌بزی، کفشک‌ها و همچنین تخماق‌ها و لرزنده‌های دستی به ویژه در محل‌هایی که امکان تردد ماشین‌آلات سنگین وجود ندارد، بسیار مفید است. از غلتک‌های چرخ فولادی برای کوبیدن خاک‌های

درشت‌دانه خوب دانه‌بندی شده و خاک‌های ریزدانه غیرخمیری استفاده می‌گردد. غلتک‌های چرخ لاستیکی بیش‌تر برای کوبیدن خاک‌های درشت‌دانه و ریزدانه به کار می‌رود.

– غلتک‌های پاچه‌بزی برای خاک‌های ریزدانه خمیری و غیرخمیری و خاک‌های درشت‌دانه با بیش از ۲۰ درصد ریزدانه به کار می‌رود. کفشک‌های لرزنده برای خاک‌های درشت‌دانه‌ای با کم‌تر از ۱۵٪ مصالح ریزدانه، مناسب است. از تخم‌اق‌های موتوری و لرزنده‌های دستی نیز برای کوبیدن محل‌های کوچک که دسترسی به آن‌ها برای ماشین‌آلات سنگین مشکل است و یا در مجاورت سازه‌های بتنی و فلزی متقاطع با سازه خاکی استفاده می‌شود.

#### ۴-۴- بهره‌گیری از مدل‌های کامپیوتری در حفاظت و بهره‌برداری از کارهای مهندسی رودخانه

مطالعات در زمینه حفاظت و بهره‌برداری از کارهای مهندسی رودخانه به طور معمول دارای پیچیدگی‌های فراوانی است و استفاده عملی از نتایج مطالعات مستلزم دقت و توجه زیادی می‌باشد. انجام این مطالعات با اندازه‌گیری مولفه‌های حاکم بر هر پدیده، در مقیاس واقعی امکان‌پذیر است. البته کنترل شرایط حاکم بر سیستم واقعی مانند بازه‌ای از یک رودخانه، معمولاً دشوار بوده و اندازه‌گیری پارامترهای حاکم نیز با پیچیدگی‌های فراوانی همراه است. در این شرایط، استفاده از مدل‌های ریاضی یکی از ابزارهای مفید برای حل مسائل مرتبط با رودخانه‌ها و پیرامون سازه‌های رودخانه‌ای می‌باشد. البته تقریباً هیچ مدل ریاضی به طور اختصاصی برای حفاظت از کارهای مهندسی رودخانه توسعه نیافته است ولی قابلیت مدل‌های ریاضی به گونه‌ای است که می‌توان از آن‌ها در مطالعات فرسایش و رسوبگذاری در بازه‌های رودخانه، پیرامون سازه‌ها و همچنین اقدامات حفاظتی و بهره‌برداری از سازه‌ها استفاده نمود. مهم‌ترین مسئله در به کارگیری این مدل‌ها در کارهای مهندسی رودخانه، شناخت محدودیت‌ها، نحوه عملکرد، خروجی‌ها، اصول اساسی و معادلات حاکم استفاده شده در مدل ریاضی می‌باشد [۳۳].

مدل‌های ریاضی در حل مسائل مهندسی به دو گروه مدل‌های تحلیلی و مدل‌های عددی تقسیم می‌شوند. با توجه به پیچیدگی پدیده‌های هیدرولیکی و رسوبی در رودخانه‌ها، امکان حل معادلات حاکم با روش‌های تحلیلی ممکن نیست و معمولاً از روش‌های عددی استفاده می‌شود [۴۸].

همچنین، با توجه به ماهیت پدیده‌های فیزیکی در کارهای مهندسی رودخانه، مدل‌های ریاضی به سه گروه کلی یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی تفکیک می‌شوند. این مدل‌ها در مطالعات فرسایش و رسوب معمولاً در موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴۹]:

- شبیه‌سازی فرسایش در اطراف سازه‌های هیدرولیکی مانند سدها، پل‌ها و آب‌شکن‌ها
- شبیه‌سازی تغییرات ریخت‌شناسی رودخانه
- بررسی تغییرات بستر رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه
- بررسی شکل‌گیری و تغییرات دلتای رودخانه‌های جزرومدی
- شبیه‌سازی فرسایش و رسوبگذاری در خم رودخانه‌ها

- بررسی عملکرد سازه‌های حفاظت دیواره رودخانه بر فرسایش و رسوبگذاری در محدوده مورد مطالعه
  - انتقال رسوب در رودخانه‌ها
  - رسوبگذاری در مخازن سدها
- مهم‌ترین داده‌های مورد نیاز برای مدل‌های ریاضی عبارتند از:
- داده‌های هندسی شامل پلان، مقاطع عرضی و طولی رودخانه و سیلابدشت، موقعیت و مشخصات سازه‌های رودخانه‌ای.
  - داده‌های هیدرولوژیکی شامل جریان ورودی و خروجی از بازه مورد مطالعه (دبی، تراز سطح آب، آب‌نمود و رابطه دبی-اشل).
  - داده‌های رسوب شامل دانه‌بندی رسوبات مصالح بستر، بار بستر و بار معلق و چگالی رسوبات به صورت داده‌های عمومی رسوب و غلظت یا دبی رسوبات معلق و بار بستر، رابطه دبی جریان و دبی رسوب و یا تغییرات بستر در یک مقطع مشخص به عنوان شرایط مرزی جریان رسوب.
- جهت آشنایی بیش‌تر با کاربرد مدل‌های ریاضی در کارهای مهندسی رودخانه می‌توان به استاندارد «راهنمای کاربرد مدل‌های ریاضی و فیزیکی در مطالعات مهندسی و ساماندهی رودخانه»، ضابطه شماره ۵۸۴ سازمان برنامه و بودجه کشور [۳۳] مراجعه نمود.

# فصل ۵

---

---

## تدوین سازمان و تشکیلات پایش



## ۵-۱- تعریف نمودار سازمانی و تشکیلات بهره‌برداری و نگهداری

احداث سازه‌های حفاظت از رودخانه به منظور مدیریت مناسب رودخانه و نیز جلوگیری از آسیب‌های احتمالی ناشی از رخداد سیلاب و فرسایش و رسوب به اراضی مجاور آن صورت می‌پذیرد. مجری این سازه‌ها می‌تواند اشخاص حقیقی و یا حقوقی بوده که مطابق قانون توزیع عادلانه آب مصوب سال ۱۳۶۱ مکلفند با وزارت نیرو و یا نماینده آن در مناطق مختلف (شرکت‌های آب منطقه‌ای) هماهنگ نمایند.

حفاظت و بهره‌برداری از سازه‌های احداث شده عمدتاً توسط بهره‌برداران و یا نماینده ذینفعان مربوطه ضروری می‌باشد. به طور مثال احداث سیل‌بند مجاور یک سایت صنعتی عمدتاً توسط همان واحد ذینفع برنامه‌ریزی، اجرا و نیز بهره‌برداری می‌گردد. دیواره‌های احداث شده ساحلی در مجاورت شهرها توسط شهرداری و یا اقدامات ساماندهی رودخانه مجاور پل‌ها توسط اداره راه و شهرسازی از جمله این نمونه‌ها محسوب می‌گردد.

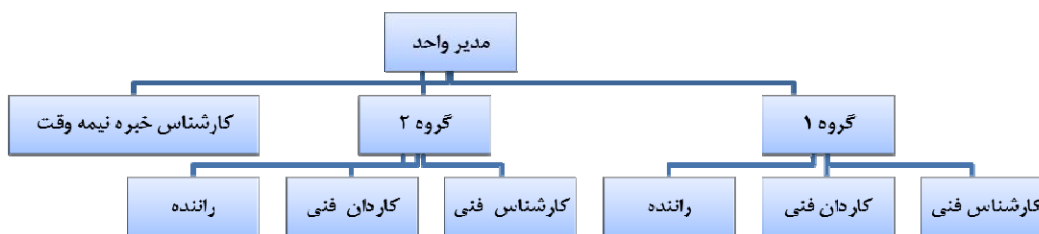
لذا تشکیلات پایش می‌تواند به تناسب در همان تشکیلات ذینفع تعریف گردد. از طرفی در طول زمان سازه‌های متعددی توسط بخش‌هایی همچون ستاد حوادث غیرمترقبه استان‌ها و یا وزارت جهاد سازندگی سابق برای مردم احداث گردیده که عملاً پس از اجرا، پایش و نظارتی بر آن‌ها وجود ندارد. همچنین سازه‌های فوق در رودخانه می‌تواند بر یکدیگر و بر کل مدیریت رودخانه موثر باشد. لذا برای اعمال مدیریت یکپارچه و بنا به وظیفه ذاتی وزارت نیرو نظارت بر نحوه عملکرد سازه‌های احداثی پس از احداث و برنامه‌ریزی در راستای حفاظت و نگهداری از آن‌ها (البته با مشارکت ذینفعان موضوع) در سراسر رودخانه به عنوان بخشی از فعالیت‌های مهم و قانونی این نهاد محسوب می‌گردد. این وظیفه در استان‌ها به عهده دفاتر حفاظت و مهندسی رودخانه شرکت‌های آب منطقه‌ای هر استان می‌باشد. بدیهی است تشکیلات پایش ارائه شده در این بخش عمدتاً با رویکرد فوق‌الذکر تهیه گردیده و روش‌های ممکن برای انجام کار بر این اساس تدوین گردیده است.

بهره‌برداری و نگهداری سازه‌های رودخانه‌ای در قالب سه شکل ذیل امکان‌پذیر است:

- الف- انجام مستقیم توسط عوامل واحد مهندسی رودخانه در تشکیلات وزارت نیرو
  - ب- واگذاری کار به شرکت مهندسی مشاور ذیصلاح و نظارت عالی واحد مهندسی رودخانه در تشکیلات وزارت نیرو
  - ج- انجام مستقیم توسط عوامل ذینفعان و با نظارت عالی واحد مهندسی رودخانه در تشکیلات وزارت نیرو
- صرف‌نظر از شیوه اجرای کار، به منظور حفاظت و نگهداری از سازه‌های مهندسی رودخانه، تعریف واحد بهره‌برداری و نگهداری متشکل از اعضای ذیل مورد نیاز می‌باشد:

- سرپرست یا مدیر واحد بهره‌برداری و نگهداری
- یک کارشناس فنی (در یکی از رشته‌های مرتبط با منابع آب از جمله مهندسی آبیاری، مهندسی عمران، مهندسی رودخانه و زمین‌شناسی)
- یک کاردان فنی (رشته‌های مرتبط از جمله نقشه‌بردار، عمران، کشاورزی)

- راننده ماشین
  - یک کارشناس خبره مهندسی رودخانه (به صورت نیمه وقت)
- بدیهی است متناسب با شرایط هر منطقه و حجم کاری مرتبط، تعداد گروه‌های کاری تعریف خواهد شد. به طور نمونه می‌توان ساختار ذیل را برای واحد بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های مهندسی رودخانه تعریف نمود.



شکل ۵-۱- ساختار نمونه برای واحد بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های مهندسی رودخانه

در این میان چنانچه اجرای برنامه‌های حفاظت و بهره‌برداری مستقیماً توسط واحد مهندسی رودخانه شرکت‌های آب منطقه‌ای به عنوان نماینده وزارت نیرو صورت پذیرد (نوع الف) سرپرست یا مدیر واحد بهره‌برداری، همان مدیر مهندسی رودخانه در تشکیلات شرکت آب منطقه‌ای می‌باشد و چنانچه به مهندسین مشاور ذیصلاح واگذار شده باشد (نوع ب) سرپرست واحد بهره‌برداری و نگهداری، باید از کارشناسان خبره مهندسی رودخانه بوده و لازم است برنامه‌ریزی، هدایت و رعایت حسن انجام کار، گروه‌های ذیربط را اقدام نماید.

لازم به ذکر است که مهندسین مشاور ذیصلاح نیز مشاوری است که حداقل دارای رتبه در یکی از رشته‌های حفاظت و مهندسی رودخانه یا آبیاری و زهکشی یا سدسازی باشد. جایگاه واحد مذکور در نوع (ج) نیز متناسب با تشکیلات هر ذینفع تعریف می‌گردد.

## ۵-۲- تهیه شرح وظایف و مسوولیت‌های اجرایی

وظیفه اصلی واحد بهره‌برداری و نگهداری تعریف شده در بند قبل، پایش و حفاظت از سازه‌های احداث شده مهندسی رودخانه و عملکرد متقابل رودخانه و سازه مطابق با ملاحظات ارائه شده در فصول گذشته و ترمیم و رفع خرابی‌های احتمالی از سازه‌های مذکور می‌باشد.

در این تشکیلات وظیفه اصلی مدیر واحد فوق، برنامه‌ریزی، نظارت و کنترل اقدامات در راستای حفاظت، نگهداری و بهره‌برداری از سازه‌های رودخانه‌ای می‌باشد. تایید نهایی گزارشات تهیه شده و نیز ارسال آن به مقامات تصمیم‌گیر در تامین اعتبار و اجرایی شدن طرح‌ها نیز از جمله وظایف آن می‌باشد.

گروه‌های اعزامی به منطقه نیز که متشکل از اکیپ سه نفره کارشناس فنی، کاردان فنی و راننده است، عهده‌دار بازدیدهای مستقیم منطقه و تکمیل چک‌لیست‌ها و تهیه گزارش اولیه از وضعیت سازه‌ها و پیرامون آن در رودخانه می‌باشد.



در این میان کارشناس فنی نسبت به بررسی سازه و رودخانه از ابعاد مختلف و مطابق با ملاحظات مطرح شده اقدام می‌نماید. کاردان فنی نیز به عنوان کمک کارشناس در برداشت اطلاعات صحرایی نظیر ثبت موقعیت مکانی، تهیه عکس و فیلم، اندازه‌گیری‌های لازم و نقشه‌برداری محدود از منطقه طرح ایفای نقش می‌نماید. راننده نیز علاوه بر وظیفه اصلی، در صورت نیاز به صورت کمک نقشه‌بردار نیز فعالیت خواهد نمود.

چنانچه نیاز به ارائه طرح ترمیم یا اصلاحی باشد کارشناس فنی باید نسبت به ارائه طرح اولیه نیز اقدام نماید. این طرح باید با بهره‌گیری از نظرات یک کارشناس خبره بازرنگری و نهایی گردد و لذا به صورت موردی و حسب نیاز، از یک کارشناس خبره پیش‌بینی شده در تشکیلات پایش استفاده می‌گردد. چنانچه ابعاد خسارات و اقدام اصلاحی زیاد باشد لازم است که به صورت پروژه مستقل از خدمات مهندسین مشاور استفاده گردد. در ادامه مهم‌ترین وظایف واحد بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های رودخانه‌ای ارائه شده است.

#### ۵-۲-۱- اجرای برنامه عادی و برنامه اضطراری پایش

اجرای یک برنامه پایش مناسب می‌تواند نتایج ذیل را در برگیرد:

- سطح عملکرد سازه‌های احداث شده و رفتار جریان را مشخص سازد.
  - نیازهای بهره‌برداری یا مرمت در یک زمان‌بندی مشخص را ارائه نماید.
  - تولید پایه‌های طراحی و مرمت مجدد در مواردی که ضروری است.
- در یک پایش موثر، حوادث رخ داده و یا در حال وقوع برای سازه و نیز تغییرات جریان و مشخصه‌های رودخانه در نتیجه ساخت سازه مشخص می‌گردد. در مجموع سه محور ذیل برای یک برنامه جامع پایش ضروری است [۵۰]:

- طراحی برنامه<sup>۱</sup> پایش
- اجرا و مدیریت پایش
- پاسخ‌گویی به نتایج پایش

#### ۵-۲-۱-۱- طراحی پایش

طراحی برنامه پایش از هفت گام ذیل تشکیل می‌شود:

- مرحله اول: تعیین اهداف و دلایل پروژه احداث شده
- مرحله دوم: ارائه یک مدل مفهومی از جریان، دشت سیلابی و حوضه.
- مرحله سوم: تعیین معیارهای عملکردی سازه و رودخانه

- مرحله چهارم: تعیین پارامترها و روش‌های پایش، حفاظت و بهره‌برداری
- مرحله پنجم: تعیین هزینه‌های پایش و بهره‌برداری که شامل هزینه‌های اجرای طرح پایش، پرسنل و مدیریت، تضمین کیفیت، مدیریت داده‌ها، نمونه‌برداری صحرائی، آنالیز داده‌ها و تفاسیر مربوطه، آماده‌سازی تهیه گزارش مربوطه، ارائه نتایج و پیشنهاد تغییرات می‌باشد.
- مرحله ششم: دسته‌بندی و تاکید بر برداشت داده‌های حساس
- مرحله هفتم: تعیین سطح و دوره تناوب پایش

#### ۵-۲-۱-۲- اجرا و مدیریت پایش

پس از اتمام احداث سازه رودخانه‌ای و آغاز به بهره‌برداری از آن، چگونگی اجرا برنامه‌های پایش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اجرای مناسب برنامه‌های تدوین شده موجب کاهش سطح آسیب‌پذیری‌ها و ترمیم به موقع آن‌ها و رفع خطرات احتمالی خواهد شد. مدیریت اجرای صحیح برنامه پایش در کلیه محورهای از جمله زمان بازدیدها، چگونگی تکمیل فرم‌ها و چک‌لیست‌ها، کنترل ابزار و شاخص‌های اندازه‌گیری، نوع بازدید و تهیه گزارشات و ارائه طرح‌های احتمالی تماما به عهده مدیر واحد می‌باشد.

#### ۵-۲-۱-۳- پاسخ‌گویی به نتایج پایش

تجزیه و تحلیل نتایج پایش‌ها زمینه‌ساز تصمیم‌گیری‌های موثر در حفاظت از سازه احداث شده و سازه‌های ذیربط رودخانه در محدوده اجرای طرح می‌باشد. به طوری که مرحله بعد از پایش اتخاذ راهکارهای ترمیم و اصلاحی برای نگهداشت سازه و یا جلوگیری از آسیب‌های وارده به رودخانه با انجام اقدامات حفاظتی می‌باشد. در یک برنامه پایش جامع لازم است که این بخش نیز لحاظ و شاخص‌های مربوط به آن احصا و ارائه گردد. همان گونه که پیش‌تر اشاره شد برنامه‌های پایش رودخانه را می‌توان در قالب دو محور کلی «عادی» و «اضطراری» تقسیم‌بندی نمود. پارامترها و اقدامات مورد پایش نیز در بخش‌های قبل ارائه شده است. لذا از مهم‌ترین وظایف واحد بهره‌برداری و نگهداری اجرای برنامه‌های فوق‌الذکر است. مسوولیت حسن اجرای برنامه پایش نیز مستقیماً به عهده مدیر واحد می‌باشد.

#### ۵-۲-۲- تهیه دستورالعمل پایش و نحوه تکمیل فرم‌های رفتارسنجی در بازدیدهای عادی و اضطراری

همان گونه که در بخش‌های گذشته اشاره شد با توجه به تنوع سازه‌های مهندسی رودخانه، نوع و پارامترهای مورد پایش نیز متفاوت می‌باشد و لذا از جمله وظایف مدیر واحد نگهداری و بهره‌برداری، تعیین نوع، روش و به عبارتی دستورالعمل پایش برای هر کدام از سازه‌ها به تناسب نوع آن و متناسب با شرایط منطقه و رودخانه می‌باشد. در فصل‌های ۳ و ۴ همین نشریه بسته به نوع سازه، پارامترهای مورد پایش احصا و معرفی گردیده که می‌توان به آن‌ها مراجعه نمود. لیکن در حالت عمومی لازم است برای تدوین دستورالعمل پایش، چارچوب و سرفصل‌های ذیل مدنظر قرار گیرد.

### ۵-۲-۱- تعیین سطوح عملیات پایش

عملیات پایش را در پنج سطح مختلف می‌توان برنامه‌ریزی و اقدام نمود [۵۰]:

**سطح ۱:** در این سطح بر اساس مشاهدات عینی پارامترهای پایش بررسی می‌شود. گزارشی که در این سطح از پایش تهیه می‌شود باید علاوه بر ارائه شرایط موجود شاخص‌های مختلف سازه و رودخانه (فرم‌های شماره ۲-۱ و ۲-۲)، مقایسه‌ای میان شرایط فعلی و قبلی از بازه و ارزیابی شرایط سازه و اقدامات ترمیمی احتمالی (تکمیل فرم‌های ۴-۱، ۴-۲ و ۴-۳) را نیز ارائه نماید.

**سطح ۲:** در این سطح علاوه بر بررسی‌های صحرائی سطح ۱، تهیه عکس و فیلم نیز ضروری است. عکس‌ها باید از یک زاویه مشخص برداشت گردد که امکان مقایسه با عکس‌های بازبازرسی قبل و بعد را داشته باشد. تمامی عکس‌ها باید دارای اندیکس و مشخصات بوده و توضیحات لازم توسط کارشناس برای آن‌ها تهیه گردد.

**سطح ۳:** در این سطح علاوه بر اقدامات لازم در سطوح ۱ و ۲ باید برخی پارامترهای فیزیکی سایت نیز گزارش گردد. پارامترهایی نظیر عمق آبستگي سازه، عمق و طول ترک سازه‌ای و ...

**سطح ۴:** در این سطح علاوه بر اقدامات سطوح قبل باید یک بررسی جامع در بازه‌های بلافاصله قبل و بعد از سازه‌های حفاظتی نیز گزارش گردد. در این بررسی‌ها لازم است پلان فرم کلی، تغییرات عرض و عمق رودخانه نیز ارائه گردد. چنانچه کف‌کنی رخ داده باشد، اندازه‌گیری مقاطع عرضی بلافاصله بالادست و پایین‌دست پروژه نیز ضروری است.

**سطح ۵:** در این سطح علاوه بر اقدامات سطح ۴ باید داده‌های بیش‌تری برداشت شود که از جمله آن‌ها نوع و اندازه ذرات بستر، کیفیت آب، زبری و رفتار آبریزان حسب مورد می‌باشد.

### ۵-۲-۲- تعیین نوع برنامه پایش

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد برنامه پایش در دو حالت کلی «عادی» و «اضطراری» تدوین می‌گردد. لازم است که در دستورالعمل به صراحت نوع برنامه پایش و مشخصه هر یک تعیین شود.

### ۵-۲-۳- دوره و تناوب پایش

اولین سیلاب رودخانه پس از احداث سازه رودخانه‌ای و سال‌های اولیه پس از اجرای آن دو مقطع زمانی مهم در طول عمر پروژه مهندسی رودخانه محسوب می‌گردد. عملیات پایش باید در این دوره با حساسیت ویژه‌ای انجام شود. زیرا عملکرد و مطلوبیت کارایی سازه احداث شده در سیلاب‌های جاری اولیه مشخص خواهد شد. ضمن آن که آیتم‌های حساس برای پایش پروژه مذکور در طولانی مدت نیز از این طریق کاملاً تعیین و احصا خواهد شد.

بازدید بعد از یک فصل پرآبی و سیلاب به عنوان یک میزان حداقلی برای بازدید از سازه‌های رودخانه‌ای تعریف می‌شود. از طرفی در صورت ضرورت برای بازسازی و مرمت در فصل کم‌آبی و تابستان باید برنامه‌ریزی نمود. بازدید در دوره‌های کم‌آبی به ویژه در اواخر تابستان باعث می‌گردد تا بخش‌هایی از سازه حفاظت رودخانه که در زیر آب اجرا و

ساخته شده قابل مشاهده و بازدید قرار گرفته و صحت و عملکرد آن و حاشیه اطراف قابل بررسی گردد. لذا این دوره زمانی نیز برای بازدید مناسب ارزیابی می‌گردد. البته چگونگی رشد پوشش گیاهی حاشیه و پایین آن نیز در این زمان امکان‌پذیر و میسر است.

برخی اشکالات و ضعف‌های موجود در سازه به تدریج آشکار شده و به عبارتی تخریب، جدای از دلیل آن که می‌تواند طراحی نامناسب یا شرایط خاک منطقه و محیط باشد در مواقعی به صورت سطحی و تدریجی رخ می‌دهد. لذا انجام پایش به صورت متناوب ضروری می‌باشد. علاوه بر توضیحات فوق‌الذکر تناوب پایش باید با بهره‌گیری از قضاوت مهندسی برای هر پروژه تدوین و در دستورالعمل پایش ارائه گردد. در قضاوت مهندسی باید شرایط حدی شاخص‌های ایمنی<sup>۱</sup> در طراحی و شرایط هیدرولیکی و درجه پایداری مورفولوژی رودخانه مد نظر قرار گیرد. پایش شرایط خاص همچون سرعت جریان، موج، نیروی برخورد یخ و ... باید به طور همزمان و در شرایط رخداد و پس از آن نیز صورت پذیرد.

#### ۵-۲-۲-۴- تعیین منابع موجود

در این دستورالعمل لازم است که سه جزو تامین منابع مالی، وسایل و ابزار مورد نیاز و نیروی انسانی پیش‌بینی و ارائه گردد.

#### ۵-۲-۲-۵- تعیین فرم‌ها و چک‌لیست‌ها

متناسب با هر کدام از سازه‌های احداث شده باید فرم و چک‌لیست مربوطه در دستورالعمل مختص آن سازه تعیین و معلوم گردد. تا کارشناس ذیربط این فرم‌ها را در بازدید همراه برده و نسبت به تکمیل آن‌ها اقدام نماید. نمونه این فرم‌ها در فصول گذشته ارائه شده است و لازم است توسط کارشناس بازدیدکننده در هر بازدید تکمیل و ارائه شود. نحوه تکمیل آن نیز بسته به نوع فرم‌های فوق‌الذکر یا به صورت علامت‌گذاری، پاسخ آری یا خیر، نوشتن مشخصات کمی و کیفی مسئله رخ داده یا در حال رخداد و عواقب ناشی از آن و توصیف سازه، رودخانه، دلیل بروز حادثه و خلاصه پیشنهاد راهکار محتمل و اقدامات حفاظتی اشاره شده در فرم‌ها می‌باشد. این نوشتار باید صریح، شفاف و فارغ از حاشیه باشد؛ به گونه‌ای که مطلب برای خواننده کاملاً گویا باشد. هرگونه مستندات تکمیلی که به درک بهتر مطلب کمک می‌کند باید به صورت پیوست ارائه گردد.

**۵-۲-۶- عملیات تکمیلی**

چنانچه در حین بازدید، بررسی‌ها نشان دهد که نیاز به عملیات تکمیلی نظیر نقشه‌برداری جهت ارائه راهکار و رفع مشکلات موجود دارد لازم است در دستورالعمل پایش این موضوع آورده شود، به گونه‌ای که شخص بازدید کننده موظف گردد نسبت به ارائه حدود خدمات مورد نیاز برآورد لازم را انجام و یا در صورت امکان توسط تیم بازدید کننده در محل اقدام گردد.

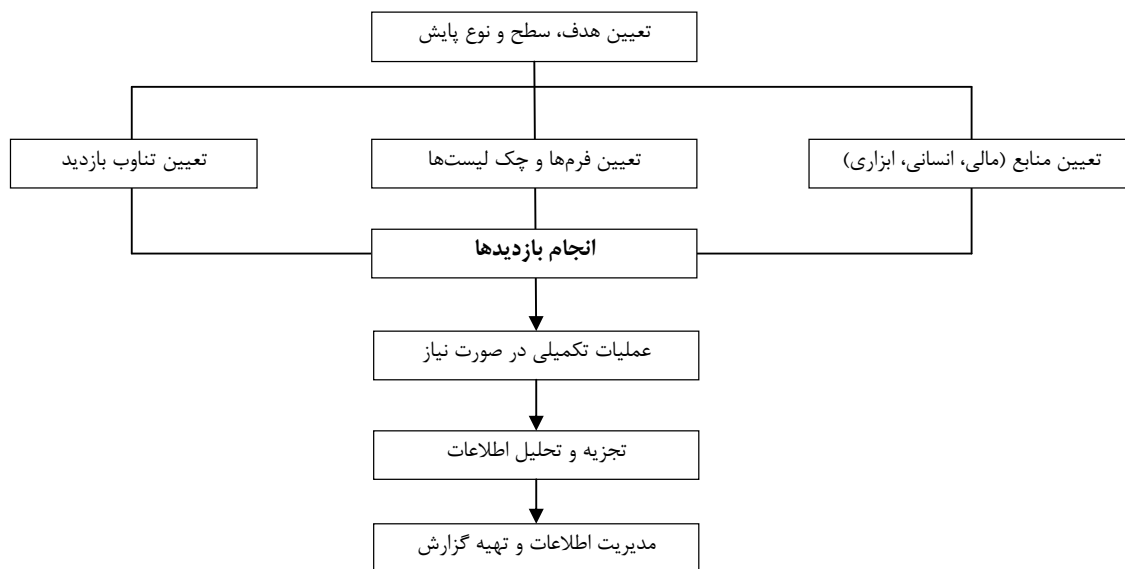
**۵-۲-۷- تجزیه و تحلیل داده‌ها**

آنالیز داده‌ها و نتیجه‌گیری از بازدیدها نیازمند بررسی کارشناسی و تحلیل اطلاعات می‌باشد. لذا از مهم‌ترین وظایف واحد نگهداری و بهره‌برداری تحلیل اطلاعات و بررسی سلامت سازه و نیز رودخانه در محدوده سازه اجرا شده می‌باشد. این موضوع باید در دستورالعمل پایش تعریف گردد.

**۵-۲-۸- مدیریت اطلاعات و تهیه گزارش**

مرحله پایش باید اطلاعاتی را تولید نماید که برای تفسیر معنی‌دار و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی ضروری است. لذا چگونگی تدوین و نگهداری اطلاعات بسیار مهم می‌باشد. به ویژه آن که عملیات پایش به صورت دوره‌ای انجام گرفته و مقایسه پارامترها در طول زمان از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین در دستورالعمل پایش چگونگی ثبت، نگهداری و محل اطلاعات باید تعیین شود. همچنین تهیه گزارش به عنوان قالب ارائه کار به مقامات تصمیم‌گیر و تامین منابع مالی نیز بسیار حائز اهمیت است که چگونگی تدوین آن باید در دستورالعمل ارائه شود. روش تدوین گزارش موردی پایش‌ها در بخش‌های قبلی و تدوین گزارش روند بهره‌برداری در بخش‌های آتی آورده شده است.

اجزای اصلی دستورالعمل پایش در نمودار شکل (۵-۲) و فلوچارت آماده‌سازی و اقدام برای کارهای میدانی که باید در دستورالعمل ارائه شود در نمودار شکل (۵-۳) ارائه شده است.



شکل ۵-۲- اجزای اصلی دستورالعمل پایش



شکل ۵-۳- آماده‌سازی و اقدام برای بازدید

### ۵-۲-۳- بازدید سازه‌ها طبق برنامه

در بخش‌های قبل پارامترهایی که باید در بازدیدها بررسی و ارزیابی نمود ارائه گردید. همچنین کلیات زمان و تناوب بازدیدها نیز در بند (۵-۲-۳) ارائه شد. همان گونه که توضیح داده شد زمان‌بندی بازدیدها به قضاوت و تشخیص کادر فنی بهره‌برداری و به تناسب شرایط پروژه تعریف می‌گردد. لیکن در مجموع توصیه می‌شود که بازدیدها به شرح جدول (۵-۱) صورت پذیرد.

جدول ۵-۱- تناوب بازدید و پایش از سازه‌های مهندسی رودخانه

نوع بازدید	تناوب بازدید
بازدید عادی در دوره کم آبی	هر ۲ ماه یکبار
بازدید عادی در دوره پر آبی	هر ماه یکبار
بازدید قبل از سیلاب و پس از اعلام هشدارها	قبل از وقوع
بازدید پس از سیلاب	به هنگام وقوع
بازدید پس از حادثه همانند زلزله، زمین لغزش، یخ‌زدگی و سرما	پس از وقوع
بازدید زمانی که گزارش از ایجاد مشکل در سازه توسط مردم یا ارگانی داده شده باشد	پس از اطلاع

#### ۵-۲-۴- تکمیل فرم‌ها طبق دستورالعمل

گروه حفاظت و بهره‌برداری موظف است قبل از انجام ماموریت کلیه فرم‌های گفته شده در مراحل قبل را در قالب یک دفترچه آماده و در منطقه مطالعاتی همراه خود داشته باشد. تکمیل محتویات فرم نیز باید توسط کارشناس فنی و یا کاردان فنی گروه با هماهنگی کارشناس تیم مطابق اصول ذکر شده در بند (۵-۲-۲-۵) تکمیل گردیده و به مدیر واحد بهره‌برداری و نگهداری تحویل گردد. هرگونه تغییر در فرم‌ها باید از قبل با مدیر واحد هماهنگ شده باشد.

#### ۵-۲-۵- تهیه گزارش‌های پایش و بازرسی سازه‌ها

از جمله وظایف واحد بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های رودخانه‌ای تهیه گزارش پایش و بازرسی سازه‌ها پس از انجام هر ماموریت و بازدید از پروژه‌های مهندسی رودخانه می‌باشد. این گزارش باید منطبق بر اصول گفته شده در بند (۳-۴) همین گزارش تدوین گردد.

#### ۵-۲-۶- گزارش‌های مربوط به روند بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی

از جمله وظایف واحد بهره‌برداری و نگهداری، بررسی وضعیت روند بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی صورت گرفته برای سازه مهندسی اجرا شده می‌باشد. به گونه‌ای که با انجام بازدیدهای مختلف و با اهداف متفاوت سلامت سازه، اثرگذاری سیلاب و سایر حوادث بر آن و نیز تاثیرگذاری سازه بر محیط پیرامون مشخص می‌گردد. با بهره‌گیری از این اطلاعات (فرم‌های تکمیل شده در هر بازدید و پایش که پیش‌تر توضیح داده شد) و بررسی تغییرات آن‌ها در طول یک دوره زمانی روند عملکرد سازه و بهره‌برداری از آن قابل حصول و نتیجه‌گیری است همچنین چگونگی پایش و مراقبت‌های تیم بازدیدکننده و عملکرد واحد نظارت و بهره‌برداری از سازه با تحلیل اطلاعات بازدیدهای صورت گرفته در کنار هم امکان‌پذیر می‌باشد.

حداقل‌های مورد نیاز برای بازدید و زمان پایش سازه‌های رودخانه‌ای پیش‌تر ارائه شده است. از طرفی حفاظت و اقدامات بهره‌برداری معمول و پیوسته نیز همان گونه که گفته شد باید بلافاصله پس از بازدیدها و پس از بارش‌ها و سیلاب‌های بزرگ صورت پذیرد که برای این کار باید یک برنامه زمان‌بندی توسط واحد بهره‌برداری و نگهداری تدوین

گردد. به عنوان نمونه فرم شماره (۵-۱) برای بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی از دایک خاکی ارائه شده است [۵۱]. بدیهی است انجام اقدامات اضطراری حسب مورد در دوره رخداد حادثه باید برنامه‌ریزی و اقدام گردد.

فرم ۵-۱- نمونه برنامه زمان‌بندی بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی معمول سازه دایک خاکی

شهریور	مرداد	بهر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	تهر	دی	آذر	آبان	مهر	عنوان
												بازرسی سالانه
حفاظت و بهره‌برداری												
												پاک‌سازی گیاهان، درختچه‌ها و ... از رویه سازه ۱
												پرکردن حفره‌های فرسایش
												پرکردن شیارها و ناهمواری ناشی از عبور وسیله نقلیه بر روی سازه
												می‌تواند موانع و آشغال‌ها و واریزه‌ها ۲
												پاک‌سازی و ترمیم حفره‌های ناشی از حیوانات ۳
												ترمیم چمن رویه سازه
												مرتب سازی چمن رویه ۴
												ترمیم ریپرپ و پوشش رویه

۱- حداقل ۲ بار در سال هر ۲ ماه

۳- حداقل ۲ بار در سال (ترجیحاً فروردین و شهریور) ۴- حداکثر ارتفاع چمن ۱۵ سانتی‌متر توصیه می‌گردد

ارائه و پیگیری طرح‌های ترمیمی و اصلاحی منتج از اطلاعات بازدیدها و پایش‌های سازه از جمله وظایف واحد بهره‌برداری و نگهداری محسوب می‌شود به گونه‌ای که شناسایی مشکل ایجاد شده یا در حال ایجاد برای سازه یا پیرامون آن، پایش روند گسترش آسیب‌های احتمالی، ارائه طرح‌های اصلاحی و علاج بخشی تا رفع مشکل از جمله اقدامات و وظایف در این راستا محسوب می‌گردد. تدوین گزارش‌های مربوط به عملکرد سازه، رفتارسنجی رودخانه، برآورد علل و میزان خسارات وارده و حجم اقدامات مورد نیاز برای اقدامات حفاظت در بند (۳-۴) تشریح شده است. اما ضروری است به طور سالانه گزارش روند بهره‌برداری و اقدامات حفاظتی مربوط به هر سازه مهندسی رودخانه توسط واحد بهره‌برداری و نگهداری تدوین و ارائه گردد. این گزارش باید از سرفصل‌های ذیل تشکیل یابد:

- مقدمه
- مشخصات سازه رودخانه
- معرفی تیم بررسی‌کننده (واحد)
- خلاصه گزارش و زمان انجام هر بازدید
- ابزار و تجهیزات مورد استفاده در هر بازدید
- تعیین تهدیدات و روند تغییرات سازه
- حوادث رخ داده و عملکرد سازه نسبت به آن
- تعیین روند تغییرات رودخانه در محدوده سازه (فرسایش و رسوب، تغییرات طولی، عرضی و ...)



- برآورد احجام تخریب سازه و رودخانه
- برآورد احجام و هزینه خدمات حفاظتی و اصلاحی
- ماشین‌آلات مورد نیاز
- جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات

#### ۵-۲-۷- گزارش‌های مربوط به سیلاب و سایر عوامل غیرمترقبه تاثیرگذار

حوادث غیرمترقبه از جمله سیلاب از سه مرحله زمانی قبل از حادثه، در حین آن و پس از آن تشکیل می‌گردد. بدیهی است با توجه به امکان پیش‌بینی نسبی وقوع پدیده سیلاب با استفاده از گزارشات و اخطاریه‌های هواشناسی و نیز به کارگیری سیستم‌های هشدار سیل، لازم است که بازدیدهای لازم قبل از وقوع سیلاب از سازه‌های احداثی حفاظت از رودخانه صورت پذیرد. چک لیست‌های پیش‌گفته در فصول قبل تکمیل و گزارش گردد تا در صورت نیاز نسبت به ترمیم فوری و رفع نواقص احتمالی آن در فرصت باقیمانده استفاده شود. بدیهی است بازدیدهای دوره‌ای معمول و عادی باید از سازه‌ها صورت پذیرد، لیکن در هنگام احتمال رخداد پدیده‌هایی نظیر سیل انجام بازدیدهای ویژه الزامی می‌گردد. همچنین لازم است که پس از رخداد سیل گزارش کامل از مشخصات سیل و عملکرد آن بر سازه و نیز تاثیر سازه بر روی رودخانه تحلیل و گزارش گردد. فرم تیپ گزارش سیلاب در دو مقطع زمانی مقدماتی و سریع و نیز گزارش تکمیلی در ادامه ارائه شده است. گزارش مقدماتی و سریع بلافاصله پس از رخداد سیل و در زمان حداکثر ۲۴ ساعت از وقوع آن تهیه می‌گردد. لیکن گزارش تکمیلی سیلاب حداکثر دو هفته پس از اخذ اطلاعات کامل‌تر نظیر نقشه‌برداری از محل و برآورد دقیق خسارات و تخریب‌ها اقدام می‌شود. نمونه گزارش مقدماتی و سریع سیلاب در فرم شماره (۵-۲) ارائه شده است. گزارش تکمیلی نیز مشابه گزارش پایش و بررسی سازه است که در یک فصل آن مشخصات سیلاب و اثرگذاری آن تشریح می‌شود. ساختار گزارش تکمیلی سیلاب از سرفصل‌های ذیل تشکیل می‌گردد:

- مقدمه
  - مشخصات رودخانه
  - مشخصات سازه
  - مشخصات نوع حادثه رخ داده
  - تحلیل عملکرد سازه و بررسی آسیب‌های احتمالی وارده به آن
  - نوع و میزان خسارت به سازه و پیرامون آن
  - جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات و راهکارهای محتمل
- در خصوص سایر حوادث غیرمترقبه تاثیرگذار، لازم است که مشخصات آن به تناسب هر حادثه ثبت و گزارش گردد. به طور مثال در خصوص حادثه زلزله، شدت و کانون زلزله و در خصوص زمین لغزش، محل وقوع و حجم آن از مشخصات مربوطه محسوب می‌گردد.

## فرم ۵-۲- نمونه گزارش مقدماتی و سریع سیلاب‌ها

۱- نام رودخانه یا مسیل:	۲- طول بازه تحت پوشش سیل:		
۳- ابتدای بازه مسیل:	۴- انتهای بازه مسیل:		
۵- موقعیت و مشخصات سازه حفاظت رودخانه موجود در مسیر رودخانه:			
نوع:	طول بازه:	ارتفاع:	موقعیت جغرافیایی ابتدا:
۶- زمان شروع ریزش:	۷- زمان خاتمه ریزش:		
۸- نوع ریزش:	<input type="checkbox"/> تگرگ	<input type="checkbox"/> رگبار باران	<input type="checkbox"/> رگبار توأم با تگرگ
۹- مقدار باران ثبت شده در نزدیک‌ترین ایستگاه باران سنج:	میلیمتر	۱۰- نام محل نصب باران سنج:	
۱۱- زمان شروع سیل:	۱۲- زمان خاتمه سیل:		
۱۳- نوع و مدت سیلاب به تقریب:			
۱۴- حداکثر ارتفاع داغاب سیلاب در محل سازه:			
۱۵- مقطع تهیه شده برای محاسبه دبی سیل «پیوست گزارش»			
۱۶- موقعیت مقطع تهیه شده:	۱۷- دبی برآورد شده از روی داغاب تهیه شده: مترمکعب در ثانیه		
۱۸- آیا در منطقه مسیر سیل و بالادست سازه رودخانه‌ای، سد مخزنی بوده؟ بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>	۱۹- در صورت وجود، نام سد و حجم مخزن آن		
۲۰- آیا عملکرد سازه در مقابل سیل مثبت ارزیابی می‌شود؟	بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>		
۲۱- آیا سیلاب ناشی از عملکرد بد سازه خسارات داشته؟	بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>		
۲۲- اگر شده، نوع خسارات و تلفات گزارش گردد.			
۲۳- خسارت بر سازه رودخانه با ذکر نوع و محل آن:			
۲۴- سایر خسارات احتمالی:			
۲۵- آیا در محل موردنظر بستر و حریم تعیین شده؟			
۲۶- آیا حریم و بستر قبل از سیل آزاد بوده؟	بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>		
۲۷- آیا بستر توسط حاشیه‌نشینان مسدود یا تنگ‌سازی نشده؟	بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>		
۲۸- آیا در فاصله ۲ کیلومتری بالادست یا پایین‌دست سازه پل بوده؟	۲۹- آیا پل‌ها برای تخلیه مسیل عمل کرده‌اند؟ بلی <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>		
۳۰- تکمیل فرم‌های ارائه شده در استاندارد حاضر			
۳۱- نظریه کارشناس اعزامی به منطقه به همراه کروکی کامل حاوی دستور کار نقشه‌برداری:			
۳۲- نظریه مدیر واحد بهره‌برداری و نگهداری:			

## ۵-۳- شناسایی و تامین ابزار و امکانات مورد نیاز

## ۵-۳-۱- ماشین‌آلات مورد نیاز

در حفاظت و بهره‌برداری از سازه‌های رودخانه‌ای در کنار نیروی انسانی ماهر نیاز به استفاده از ماشین‌آلات سبک و سنگین می‌باشد. با توجه به آن که سازه‌های حفاظت رودخانه دارای تنوع گسترده است لذا متناسب با نوع ترمیم و اصلاح احتمالی، استفاده از ماشین‌آلات مختلفی برای طرح مورد نیاز می‌باشد. در جدول (۵-۲) نوع ماشین‌آلات مورد نیاز و کاربرد هر یک در حفاظت و نگهداری از سازه‌های رودخانه‌ای ارائه شده است.





## ۴-۵- تجهیزات اندازه‌گیری صحرائی

به هنگام بازدید از رودخانه همراه داشتن تجهیزات به عنوان ابزار مستندسازی ثبت و شاخص اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز و قابل سنجش ضروری می‌باشد. مهم‌ترین این ابزار و نوع استفاده از آن در جدول شماره (۵-۳) ارائه شده است.

جدول ۳-۵- ابزار و تجهیزات اندازه‌گیری صحرائی

ردیف	وسیله	نوع استفاده
۱	دوربین عکاسی دیجیتالی ( با کیفیت حداقل ۸ مگاپیکسل)	تهیه عکس و مستندسازی تصویری
۲	دوربین فیلمبرداری	تهیه فیلم و مستندسازی
۳	GPS دستی	موقعیت‌یابی محل و تدقیق مناطق آسیب زده
۴	دوربین نقشه‌برداری	انجام برداشت عملیات زمینی (توپوگرافی، مقطع عرضی)
۵	متر لیزری	به منظور اندازه‌گیری فواصل مورد نیاز
۶	سرعت سنج	به منظور اندازه‌گیری سرعت و تخمین دبی جریان
۷	نقشه جانمایی سازه بر روی پلان با مقیاسی مناسب	به منظور شناسایی و دید کلی از منطقه
۸	چراغ قوه	استفاده در شب در مواقع ضروری و اضطراری
۹	اشل - میر	اندازه‌گیری عمق آب - استفاده در عملیات نقشه‌برداری



# فصل ۶

---

---

## اجرای عملیات تعمیر و نگهداری





پس از اتمام ساخت و ساز سازه‌های مهندسی رودخانه، برنامه نگهداری و راهکارهای مناسب اصلاح و یا ترمیم، برای حصول اطمینان از ایمنی و تداوم کارکرد سازه‌ها انجام می‌شود. این موضوع در زمان طراحی سازه و نیز هنگام اجرای آن در قالب دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری از طرف مشاور طرح تهیه و در اختیار بهره‌بردار قرار می‌گیرد. این دستورالعمل شامل سه قسمت زیر می‌باشد:

الف- دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری سازه احداث شده

ب- دستورالعمل پایش و کنترل رفتار سازه و رودخانه

ج- دستورالعمل تعمیر و بازسازی قسمت‌های آسیب‌دیده

بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های احداث شده بلافاصله پس از تحویل موقت آغاز می‌شود. این مسوولیت در دوره تضمین به عهده پیمانکار و پس از آن به عهده کارفرما می‌باشد. دستورالعمل پایش و کنترل رفتار سازه و رودخانه مربوط به کلیه سازه‌های احداث شده در رودخانه و نیز مسیر رودخانه در بالادست و پایین‌دست محل سازه‌های احداث شده را شامل می‌شود. پایش و کنترل رفتار رودخانه باید در دو حالت عادی و اضطراری برنامه‌ریزی و اجرا گردد که در بخش‌های قبل مورد بررسی قرار گرفت.

تعمیر و بازسازی قسمت‌های آسیب‌دیده سازه‌های مهندسی رودخانه نیز از جمله مواردی است که باید از طرف کارفرما مورد عنایت ویژه قرار گیرد. چرا که آسیب‌های جزئی وارده به سازه که با هزینه بسیار کم قابل ترمیم هستند، در صورت عدم توجه ممکن است به تخریب کلی و تحمیل هزینه‌های بسیار سنگین منجر شود.

## ۶-۱- بررسی و ارائه روش‌های جلوگیری از گسترش تخریب

تخریب‌هایی که ممکن است در سازه‌های حفاظتی رودخانه به وقوع بپیوندد را می‌توان به طور کلی به دو دسته تخریب‌های جزئی و کلی تقسیم‌بندی کرد. تخریب‌های جزئی تخریب‌هایی هستند که با هزینه کم و امکانات محدود می‌توان نسبت به اصلاح آن اقدام نمود ولی تخریب‌های کلی به سادگی قابل برطرف کردن نبوده و ممکن است به مطالعات وسیع‌تر، اعتبارات بیش‌تر و تجهیزات و امکانات مفصل‌تری احتیاج داشته باشند. بر این اساس مراحل تخریب از جزئی تا کلی در یک سامانه حفاظتی رودخانه (شامل سازه‌ها و مسیر رودخانه در بالادست، پایین‌دست و محل اجرای سازه) را به سه مرحله می‌توان تقسیم کرد [۳۴]:

مرحله اول: تخریب‌های جزئی است که به خودی خود باعث خلی در امر بهره‌برداری از سامانه حفاظتی نمی‌گردد ولی عدم چاره‌اندیشی و اصلاح اجزای تخریب شده ممکن است به مرور زمان به تخریب‌های بیش‌تر و تهدید سازه منجر شود.

مرحله دوم: این نوع تخریب پیشرفته‌تر از تخریب‌های جزئی مرحله اول بوده و قسمت‌های بیش‌تری از سازه دچار آسیب‌دیدگی شده ولی مجموعه طرح ساماندهی پابرجا بوده و هنوز امکان بهره‌برداری از سامانه وجود دارد. در این حالت

نیز باید به سرعت نسبت به رفع خرابی‌ها و ترمیم قسمت‌های آسیب‌دیده اقدام نمود. در غیر این صورت تخریب کلی سازه حتمی است.

مرحله سوم: در این حالت میزان تخریب در سازه به اندازه‌ای است که امکان بهره‌برداری از سازه وجود نداشته و مرمت قسمت‌های آسیب‌دیده نیز برای بهره‌برداری از آن چاره‌ساز نبوده و بایستی نسبت بازسازی مجدد آن اقدام نمود. با عنایت به موارد فوق روش‌های جلوگیری از گسترش تخریب عمدتاً شامل مرحله اول و تا حدودی مرحله دوم تخریب می‌باشد که در آن سازه دچار تخریب‌های جزئی شده باشد.

شناخت عامل تخریب می‌تواند به پیشگیری از وقوع آسیب‌های بعدی کمک شایانی بنماید. چنانچه علت تخریب تغییر در شرایط مورفولوژی رودخانه باشد، باید سالانه و یا هر دو سال یکبار نسبت به لایروبی و پاکسازی مسیر رودخانه در زمان کم‌آبی اقدام نمود تا از تشکیل جزایر رسوبی و انحراف مسیر جریان به سمت سازه‌ها جلوگیری به عمل آید. در صورتی که عامل انسانی در بروز تخریب در سازه‌ها موثر باشد، می‌توان ضمن آموزش بهره‌برداران، حفظ و نگهداری از سازه‌های احداث شده را به خود مردم و یا شورای روستا واگذار کرد. در شرایطی که مسائلی فنی اعم از کافی نبودن مطالعات و یا عدم اجرای پروژه مطابق با نقشه‌های اجرایی عامل بروز تخریب در سازه‌ها باشد، باید علاوه بر ترمیم مواضع تخریب شده حساسیت بیش‌تری در مرحله پایش سازه‌ها اعمال کرد و موضعی که در معرض خطر بیش‌تری هستند شناسایی و از گسترش تخریب جلوگیری گردد.

#### ۶-۱-۱- بررسی و ارائه روش‌های مختلف بازسازی و مرمت سازه‌های تخریب شده

گزارش‌های تدوین شده توسط گروه‌های پایش در زمان بهره‌برداری و نگهداری از سازه‌های مهندسی رودخانه، باید بلافاصله مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در صورت ارائه گزارشی مبنی بر بروز تخریب در سازه‌ها در اسرع وقت نسبت به رفع مشکل اقدام گردد. انتخاب روش مناسب ترمیم و بازسازی بستگی مستقیمی به شناخت علل تخریب و میزان پیشرفت در تخریب به وقوع پیوسته دارد. لذا نهاد بهره‌برداری از سامانه حفاظتی، ضمن حفظ آمادگی در مواجهه با این پدیده نسبت به اعزام هیئت کارشناسی به منطقه طرح جهت بررسی دقیق‌تر جزئیات علت بروز حادثه، میزان آسیب‌های وارد شده به سازه‌ها و نیز پیش‌بینی تجهیزات مورد نیاز مرمت و بازسازی و هزینه تقریبی مورد نیاز برای رفع خرابی‌ها اقدام می‌نماید.

پیش‌بینی محل تامین و میزان تقریبی اعتبار مورد نیاز برای عملیات مرمت و بازسازی سازه‌ها باید از قبل صورت پذیرد تا در صورت بروز حادثه، کارفرما با مشکل مالی مواجه نگردد. علاوه بر تامین اعتبار از محل طرح‌های عمرانی، هماهنگی با ستاد حوادث غیرمترقبه و دیگر ارگان‌های ذیربط در استان می‌تواند دستگاه بهره‌بردار را در این زمینه یاری نماید. مدیر دفتر حفاظت و مهندسی رودخانه شرکت‌های آب منطقه‌ای، گزارش هیئت کارشناسی را برای تصمیم‌گیری در خصوص شیوه مرمت و بازسازی در اسرع وقت مورد توجه قرار می‌دهد. در صورتی که دستگاه بهره‌بردار شرکت آب منطقه‌ای نباشد، روند فوق در دستگاه مربوط پیگیری شده و نماینده‌ای از شرکت آب منطقه‌ای در هیئت کارشناسی

حاضر خواهد بود. همچنین بعد از تهیه طرح مرمت و تصویب آن توسط کارفرمای طرح، لازم است قبل از اجرای طرح با ارسال گزارشها و نقشهها به شرکت‌های آب منطقه‌ای مجوز دفاتر مهندسی رودخانه این شرکت‌ها اخذ گردد. در خصوص رودخانه‌های مرزی، اخذ تاییدیه کمیته رودخانه‌های مرزی الزامی است.

با توجه میزان آسیب‌دیدگی در سازه و این که بازسازی و مرمت در شرایط عادی انجام پذیرد و یا در شرایط اضطراری، روش‌های بازسازی به چهار روش کلی تقسیم‌بندی می‌شود:

- روش‌های بازسازی و مرمت آسیب‌های جزئی سازه‌ها در شرایط اضطراری
- روش‌های بازسازی و مرمت آسیب‌های جزئی سازه‌ها در شرایط عادی
- روش‌های بازسازی و مرمت آسیب‌های کلی سازه‌ها در شرایط اضطراری
- روش‌های بازسازی و مرمت آسیب‌های کلی سازه‌ها در شرایط عادی

#### ۶-۱-۱-۱- روش‌های بازسازی و مرمت آسیب‌های جزئی سازه‌ها در شرایط اضطراری

با توجه به این که این نوع تخریب معمولاً در زمان وقوع سیلاب اتفاق افتاده و در صورت عدم چاره‌اندیشی و موقوف کردن عملیات ترمیم به زمان فروکش کردن سیلاب، احتمال گسترش آسیب‌ها و تخریب کل سازه دور از انتظار نیست، لذا دستگاه بهره‌بردار باید آمادگی کافی در برخورد با چنین شرایطی را داشته باشد. در این گونه موارد می‌توان از قبل با ستاد حوادث غیرمترقبه استان، مدیریت بحران استان و شهرداری نزدیک‌ترین شهر به محل اجرای سازه هماهنگی‌های لازم را به عمل آورد تا در مواقع اضطراری از کمک این نهادها بهره‌مند گردید. در صورتی که احجام کار زیاد نباشد، کارفرما می‌تواند با به کارگیری کارگران محلی و به صورت امانی نسبت به مرمت قسمت‌های آسیب‌دیده با صرف کم‌ترین هزینه و زمان ممکن اقدام نماید.

#### - شناسایی منابع و مصالح مورد نیاز

یکی از موارد مهمی که کارفرما می‌بایست در مقابله با شرایط اضطراری آمادگی لازم را داشته باشد، دسترسی به مصالح مورد نیاز در انجام عملیات مرمت و بازسازی سازه‌هاست. در چنین مواقعی شناسایی معادن قرضه مناسب در نزدیک‌ترین فاصله ممکن از محل اجرا می‌تواند کارساز باشد. منابع قرضه مصالح مورد نیاز مرمت و بازسازی در شرایط اضطراری به ویژه سنگ لاشه و نحوه بهره‌برداری و انتقال مصالح به محل پروژه باید از قبل مورد بررسی قرار گیرد. در صورت نیاز به مصالح سیمان، ماسه، میلگرد و ... نیز می‌توان پیش‌بینی ذخیره حجم مناسبی از این مصالح در محل مناسب را انجام داد. در صورت امکان در نزدیکی محل پروژه مکان‌های مناسبی برای دپوی مصالح پیش‌بینی گردد تا در صورت نیاز سرعت اجرای عملیات بیش‌تر شود.

### - شناسایی پیمانکاران محلی

یکی از راهکارهای مدیریتی در شرایط اضطراری استفاده از پیمانکاران محلی می‌باشد که به دلیل دسترسی آسان به این پیمانکاران در مواقع ضروری می‌توان از وجود آنان استفاده کرد. برای این منظور لازم است بهره‌برداران فهرستی از پیمانکاران محلی شامل رسته کاری پیمانکار، سوابق اجرایی، ماشین‌آلات و تجهیزات در اختیار و نیز آدرس و تلفن پیمانکار را تهیه و در پرونده بهره‌برداری از پروژه نگهداری نماید تا در صورت نیاز در شرایط اضطراری، در کوتاه‌ترین زمان ممکن بتوان به آن‌ها دسترسی پیدا کرد.

#### ۶-۱-۱-۲- روش‌های بازسازی و مرمت آسیب‌های جزئی سازه‌ها در شرایط عادی

این نوع تخریب معمولاً در بهره‌برداری طولانی مدت از سازه و گذر چندین سیل از رودخانه در محل اجرای سازه‌ها حادث می‌گردد. عدم ترمیم و بازسازی فوری قسمت‌های آسیب‌دیده تا زمان فروکش کردن سیلاب مشکل خاصی برای سایر قسمت‌های سازه به وجود نخواهد آورد. همچنین عوامل انسانی نیز در وقوع این تخریب‌ها موثر است. آشنستگی نوک آب‌شکن‌های تمام سنگی، آسیب‌های جزئی در پوشش سنگی روی خاکریز یا آب‌شکن و یا بریدن تورهای سیمی در سازه‌های گابیونی نمونه‌ای از این موارد می‌باشد. با تشخیص هیئت کارشناسی، در این گونه موارد می‌توان عملیات ترمیم را به بعد از فروکش کردن سیلاب و مساعد شدن شرایط رودخانه برای انجام این عملیات موکول کرد. در این شرایط فرصت کافی برای دعوت از پیمانکاران با تجربه وجود دارد. برای عملیات ترمیم در این حالت از نقشه‌های اجرایی سازه‌های ساخته شده استفاده می‌گردد و در صورت نیاز به بازنگری در نقشه‌های اجرایی در خصوص مواضع آسیب‌دیده این کار توسط مهندس مشاور یا دفتر فنی کارفرما انجام می‌گیرد.

#### ۶-۱-۱-۳- تمهیدات مقابله با آسیب‌دیدگی کلی سازه‌ها در شرایط اضطراری

در شرایط اضطراری و همزمان با وقوع سیلاب که قسمت عمده سازه‌ها آسیب دیده و سامانه حفاظتی رودخانه در معرض تخریب کلی می‌باشد، بازسازی و مرمت سازه برای حفظ کل مجموعه منطقی نیست و عملیات حفاظت رودخانه برای جلوگیری از فرسایش بیش‌تر جداره‌های رودخانه، حفظ ایمنی ساکنین حاشیه رودخانه و جلوگیری از تغییرات مورفولوژیکی رودخانه انجام می‌گیرد. اجرای سنگریزی به منظور دور کردن جریان سیلابی از جداره رودخانه، افزایش مقاومت جداره در مقابل فرسایش، ترفیع حاشیه رودخانه به منظور جلوگیری از ورود سیلاب به مناطق مسکونی و زمین‌های کشاورزی از جمله تمهیداتی است که در این گونه موارد انجام می‌گیرد. مواردی همچون شناسایی پیمانکاران محلی و شناسایی منابع قرضه و مصالح مورد نیاز که در آسیب‌های جزئی مطرح شد در این شرایط نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

#### ۶-۱-۱-۴- بازسازی و مرمت آسیب‌های کلی سازه‌ها در شرایط عادی

در مواقعی که بخش وسیعی از سازه‌ها آسیب دیده و مجموعه طرح ساماندهی قابل بهره‌برداری نباشد، قبل از هرگونه اقدامی علت بروز حادثه و تخریب باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. چنانچه علت تخریب ضعف در مطالعات و طراحی سازه‌ها بوده و یا سیلابی فراتر از سیل طراحی باعث ایجاد تخریب کلی در سازه شده باشد، بازنگری طرح ارائه شده قبلی باید در دستور کار قرار گیرد. این بازنگری می‌تواند شامل تغییر در جانمایی محل سازه‌ها و نیز تغییر در ابعاد و اندازه‌های سازه اجرا شده و یا بازنگری در سیلاب طراحی و سایر پارامترهای هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و مورفولوژیکی رودخانه باشد. بدین منظور برای تهیه طرح اجرایی جدید می‌بایست با بررسی و مرور مطالعات انجام شده قبلی نسبت به اعمال اصلاحات مورد نیاز در طرح جدید اقدام گردد [۵۲].

#### ۶-۱-۲- انتخاب روش مناسب بازسازی و مرمت

از آنجا که عامل تخریب در سازه‌های حفاظتی رودخانه، نوع و میزان آسیب‌دیدگی سازه و نیز زمان و مکان انجام عملیات ترمیم و بازسازی در پروژه‌های مختلف یکسان نیست، لذا نمی‌توان یک یا چند روش را به عنوان مناسب‌ترین روش در عملیات بازسازی و مرمت سازه‌های آسیب‌دیده معرفی کرد. روش بازسازی در سازه‌های خاکی - سنگی لزوماً با روش بازسازی در سازه‌های بتنی و یا گابیونی تطابق ندارد. لذا به لحاظ مدیریتی، بهترین و مناسب‌ترین روش مرمت و بازسازی سازه‌ها روشی است که در آن، سازه‌های تخریب شده در حداقل زمان ممکن و صرف کم‌ترین هزینه و با کیفیت بالا بازسازی گردد. در روش‌های گفته شده با در اختیار داشتن پیمانکاران مجرب و آماده به کار و مصالح مناسب قابل دسترس می‌توان امیدوار بود تا در هر زمان که کارفرما اقدام به مرمت و بازسازی سازه‌ها نماید بدون درنگ و اتلاف وقت این امر انجام پذیرد.

#### ۶-۱-۳- روش‌های اجرایی بازسازی و مرمت در سازه‌های مختلف

کارایی و عملکرد سازه‌ها بعد از وقوع چند سیل متناوب و همچنین بعد از یک سیل استثنایی و یا بعد از گزارش تخریب‌های جدی، باید مورد بازنگری اساسی قرار گیرد. در این مرحله ممکن است ابعاد سازه‌ها اصلاح شده و نقاط آسیب‌پذیر مانند پی و قسمت‌هایی از بدنه که بیش‌تر تخریب شده‌اند مقاوم‌سازی شده و در صورت لزوم از گزینه‌های حفاظت تکمیلی برای هدایت جریان و پایداری بازه استفاده گردد. موارد اصلی در مرمت، بازسازی و بهسازی طرح سازه‌ها به ترتیب در زیر ارائه شده است [۵۲].

#### ۶-۱-۳-۱- روش‌های ترمیم و بازسازی سازه‌های بتنی

در صورتی که قسمت‌هایی از سازه بتنی تخریب و یا معیوب شده باشد، با استفاده از روش‌های زیر می‌توان نسبت به تعمیر سازه‌ها اقدام نمود:

- جدا سازی و برداشت قسمت‌های بتن معیوب

- ماسه پاشی سطوح مورد تعمیر
- تعمیر و یا تعویض آرماتورهای زنگ زده درون بتن با رعایت ضوابط مربوطه
- استفاده از چسب بتن جهت ایجاد چسبندگی بتن جدید و قدیم
- پر کردن سطوح مورد نظر با بتن جدید و در صورت نیاز با اضافه کردن افزودنی‌ها با رعایت کلیه استانداردهای مربوطه

سایر روش‌ها شامل:

- شیار زدن و درز گیری
- میلگردگذاری، مته‌کاری و پر کردن
- درزگیری انعطاف‌پذیر و دوغاب‌ریزی
- ترمیم به وسیله شاتکریت
- استفاده از کامپوزیت

#### ۶-۱-۳-۲- روش‌های ترمیم و بازسازی سازه‌های سنگی

سازه‌های سنگی به دو صورت سازه‌های صلب (سنگ و سیمان) و سازه‌های انعطاف‌پذیر (خشکه‌چین و گابیون) احداث می‌شوند که با قرار گرفتن در معرض جریان، احتمال تخریب و آسیب‌پذیری آن‌ها وجود دارد. در صورت بروز خسارت در سازه‌های سنگی صلب روش‌های زیر در ترمیم سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- جداسازی و برداشت قسمت‌های سنگ و سیمان تخریب شده و یا معیوب
- بازسازی قسمت‌های تخریب شده با سنگ و ملات
- استفاده از چسب بتن جهت ایجاد چسبندگی بین سازه سنگ و ملات جدید و قدیم
- پر کردن درزهای سازه سنگ و ملات با دوغاب‌ریزی
- در صورت لزوم استفاده از بتن مسلح در مقاوم سازی سازه‌های سنگی
- در صورت تخریب در سازه‌های سنگی انعطاف‌پذیر عملیات زیر برای ترمیم سازه انجام می‌گیرد:
- برداشتن سنگ‌های تخریب شده و جایگزینی آن با سنگ‌های مناسب و ایجاد قفل و بست در آن‌ها
- تقویت و مقاوم‌سازی پی‌ها با ریختن سنگ در سازه‌های با پی سنگی
- ترمیم توری گابیون (دوخت مجدد) و یا تعویض گابیون‌های زنگ‌زده و یا پاره شده و در صورت لزوم تکمیل سنگ‌های توریسنگ
- اضافه نمودن باکس‌های توریسنگ جهت تنظیم ارتفاع، طول و پی سازه توریسنگی
- تکمیل و ترمیم مصالح فیلتر در قسمت‌های تخریب شده

## ۶-۱-۳-۳- روش‌های ترمیم و بازسازی سازه‌های خاکی

- تقویت و تحکیم بدنه خاکریزها با انجام عملیات خاکریزی و کوبیدگی مناسب در مواضع تخریب شده
- اصلاح شیب خاکریزها (در صورت لزوم خاکریزی، کوبیدگی و شیب‌زنی مجدد)
- تنظیم ارتفاع خاکریز با کوبیدگی مناسب
- پر نمودن خلل و فرج به وجود آمده در سازه خاکی
- برداشت خاک‌های نامناسب و جایگزینی با خاک مناسب و کوبیدگی مورد نیاز
- ترمیم هسته‌های رسی در سازه‌های خاکی با هسته رسی
- ترمیم محل اتصال سازه‌های خاکی با جداره رودخانه و کوبیدگی مناسب

## ۶-۱-۳-۴- روش‌های ترمیم و بازسازی روش‌های بیولوژیک

رویکرد به روش‌های بیولوژیک و سازگار با محیط زیست در سال‌های اخیر با اقبال زیادی مواجه شده است. پوشش‌های گیاهی مقاوم بومی و چمن به ویژه در مناطقی که علاوه بر ساماندهی رودخانه مقاصد تفریحی و گردشگری نیز دنبال می‌شود، در این روش ساماندهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقایسه با روش‌های متداول ساماندهی این روش از آسیب‌پذیری بیش‌تری برخوردار بوده و نیاز به مراقبت بیش‌تری دارد. در صورت بروز تخریب در این روش به ترتیب زیر عمل می‌گردد:

- پاکسازی مواضع تخریب شده از بقایای گیاهان و خاک اطراف آن
- تقویت و تحکیم بدنه خاکریزها و شیب‌ها با انجام عملیات خاکریزی و کوبیدگی مناسب
- برداشت خاک‌های نامناسب و جایگزینی با خاک مناسب و کوبیدگی مورد نیاز
- جایگزینی گیاه مناسب با توجه به میزان رشد گیاهان مجاور

## ۶-۱-۳-۵- روش‌های ترمیم و بازسازی سازه‌های فلزی

سازه‌های فلزی مانند شمع‌ها و سپرها معمولاً کاربرد کم‌تری در ساماندهی رودخانه‌ها دارند و در مناطق به خصوصی مانند رودخانه‌های دائمی که امکان انحراف مسیر رودخانه در آن وجود ندارد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صورت بروز آسیب به این گونه سازه‌ها باید به روش زیر عمل گردد:

- خارج کردن شمع‌ها و سپرهایی که آسیب کلی دیده و جایگزینی آن با شمع و سپرهای سالم
- برش و برداشت قسمت‌های آسیب دیده فلزی و ترمیم آن با استفاده از ورق‌های سالم
- اجرای جوشکاری دقیق و کامل قسمت‌های جایگزین شده
- اجرای پوشش‌هایی نظیر رنگ‌آمیزی، پوشش فلزی، پوشش قیر، پوشش پلاستیک و پوشش بتنی به منظور مقاوم‌سازی سطح فلز در مقابل خوردگی

### ۶-۳-۱-۶- مراقبت‌های لازم در حین اجرای عملیات مرمت و بازسازی

با توجه به این که ترمیم مواضع تخریب شده در سازه‌های رودخانه‌ای مستلزم برداشت قسمتی از سازه‌های اجرا شده قبلی می‌باشد، این موضوع می‌تواند باعث ایجاد ناامنی در این محدوده گردد. ریزش سنگ در قسمت‌های تخریب شده، واژگونی قطعات بزرگ سنگ و بتن در دیوارهای سنگی و بتنی و نشست احتمالی سازه‌ها در زمان برداشت ضایعات از جمله این موارد می‌باشند. لذا پیمانکاران در پروژه‌های ترمیم و بازسازی سازه‌های رودخانه‌ای باید مراقبت بیش‌تری در حین اجرا به عمل آورند. سایر مواردی که در حین اجرای این نوع سازه‌ها باید مد نظر قرار گیرد عبارتند از:

- استفاده از تجهیزات ایمنی برای عوامل پیمانکار
- در اختیار داشتن قایق، جلیقه نجات، طناب و ...
- نصب تابلوهای هشدار و اعلام خطر
- جلوگیری از ورود افراد متفرقه به محل اجرای پروژه

### ۶-۱-۴- تهیه نقشه‌های اجرایی بازسازی و مرمت (پلان، جانمایی و مقاطع)

نقشه‌های اجرایی بازسازی و مرمت سازه‌های تخریب شده باید کامل، گویا و با مقیاس مناسب باشد به طوری که هیچگونه ابهامی جهت تعمیر سازه‌ها برای پیمانکار یا سازنده وجود نداشته باشد. این نقشه‌ها به همراه زمان‌بندی اجرای هر یک از اجزای طرح در مجلدی با عنوان آلبوم نقشه‌های اجرایی گردآوری و همراه اسناد مناقصه در اختیار پیمانکاران قرار می‌گیرد. در این آلبوم فهرستی از کلیه نقشه‌ها به همراه کد نقشه و صفحه قرارگیری نقشه در آلبوم درج می‌گردد. در صورتی که طرح ترمیم و بازسازی مربوط به آسیب‌دیدگی جزئی سازه باشد، نقشه اجرایی در موضع تخریب شده با جزئیات بیش‌تر ارائه می‌گردد ولی در خصوص آسیب‌های کلی علاوه بر مشخص شدن نحوه جمع‌آوری بقایای سازه تخریب شده، محل دپوی آن‌ها و استفاده احتمالی مجدد از مصالح دپو شده نیز مشخص می‌شود. همچنین آلبوم نقشه‌های اجرایی باید کلیه اجزای طرح به همراه محدوده‌ای از بالادست و پایین‌دست محل اجرای سازه‌ها را در برگیرد. نقشه‌های زیر به همراه آلبوم نقشه‌های اجرایی در اختیار پیمانکار قرار می‌گیرد [۳۵].

### ۶-۱-۴-۱- نقشه راه‌های دسترسی منطقه طرح

این نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰۰، منطقه اجرای عملیات بازسازی و نیز موقعیت آن را نسبت به نزدیک‌ترین شهر نشان می‌دهد. در این نقشه راه‌های دسترسی اصلی به محل اجرای پروژه مشخص می‌گردد. بهتر است در این صفحه، نقشه کشوری و منطقه مورد نظر بر روی آن تعیین و نمایش داده شود.

### ۶-۱-۴-۲- نقشه منابع قرضه

در این نقشه محدوده منابع قرضه اعم از معدن سنگ و قرضه خاکی و فیلتر مشخص شده و حتی‌المقدور نقطه مرکزی معدن با مختصات UTM مشخص و در نقشه ارائه می‌گردد. مسیر و نحوه دسترسی هریک از معادن به همراه



فاصله منبع قرصه تا محل اجرای پروژه در نقشه درج می‌گردد ولی باید در توضیحات نقشه عنوان گردد که این فواصل تقریبی بوده و فاصله دقیق در حین اجرا اندازه‌گیری و صورتجلسه خواهد شد. مقیاس نقشه منابع قرصه نیز می‌تواند از ۱:۲۵۰۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰۰ متغیر باشد.

#### ۶-۱-۴-۳- نقشه مسیر انحراف جریان

در صورتی که در زمان اجرا، جریان آب رودخانه محدودیت و یا ممانعتی برای عملیات اجرایی ایجاد نماید، برای جلوگیری از ورود جریان به محل اجرای سازه، سامانه انحراف جریان طرح و جزئیات آن در نقشه مسیر انحراف جریان ارائه می‌گردد. در این نقشه پلان مسیر انحراف جریان به همراه مقاطع عرضی آن با ابعاد و اندازه‌های طراحی شده درج می‌گردد. مختصات محور طولی مسیر و نیز نحوه تراکم خاکریزهای اطراف آن باید در این نقشه مشخص گردد. مقیاس نقشه پلان مسیر انحراف جریان از ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰ متغیر است.

#### ۶-۱-۴-۴- پلان جانمایی طرح

نقشه پلان جانمایی طرح با هدف مشخص کردن محل دقیق اجرای سازه‌ها در مسیر رودخانه تهیه می‌گردد. در این نقشه مسیر سازه‌ها اعم از سازه‌های طولی و سازه‌های عرضی به صورت یک خط پرننگ نمایش داده می‌شود. مختصات محل استقرار نقاط اصلی سازه مانند محور دایک، دیوار بتنی و یا سنگی، محل تلاقی سازه‌های طولی و عرضی، نوک آبشکن‌ها و هر نقطه‌ای که برای پیاده کردن سازه ضروری باشد، باید در جدول به همراه نقشه پلان جانمایی سازه‌ها ارائه گردد. در صورتی که نیاز به ارائه جزئیات بیش‌تری از یک موضع خاصی باشد، محدوده مذکور با علامت دایره مشخص و در نقشه جداگانه با مقیاس بزرگ‌تر و جزئیات بیش‌تر ارائه می‌گردد. مقیاس نقشه جانمایی سازه‌ها از ۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰۰ متغیر می‌باشد. در صورت وسیع بودن محدوده جانمایی طرح به جای کوچک کردن مقیاس بهتر است نقشه را در شیت‌های متوالی تهیه کرد. در پلان جانمایی طرح مرمت سازه‌ها، باید حدود بستر و حریم رودخانه مشخص گردد تا موجب اختلاف و تنش با مالکین مجاور رودخانه در زمان اجرای طرح مرمت نگردد.

#### ۶-۱-۴-۵- پلان، مقاطع طولی و عرضی سازه‌ها

در صورتی که تخریب در سازه جزئی باشد، پلان، مقطع طولی و مقطع عرضی موضع تخریب شده با جزئیات کامل ارائه می‌گردد ولی در تخریب‌های کلی، سازه‌های موازی جریان با تعیین مسیر سازه و ارائه مقطع عرضی آن قابل اجرا می‌باشد. در مورد سازه‌های عرضی نظیر آبشکن، سرریز، شیب‌سکن، دراپ و نیز سازه‌هایی مانند آبگیر و کالورت علاوه بر مقطع عرضی، شکل پلان سازه و مقطع طولی آن نیز بایستی ترسیم گردد. در صورت تغییر در مقاطع طولی و عرضی سازه، نقشه تغییرات به همراه مختصات محل تغییر بایستی در نقشه مقاطع ارائه گردد.

مقیاس نقشه‌های پلان و مقاطع طولی و عرضی سازه‌های ترمیمی بسته به نوع سازه از ۱:۲۰ تا ۱:۲۰۰ متغیر می‌باشد.

#### ۶-۴-۱-۶- پروفیل طولی اجزای طرح (خط پروژه)

در این نقشه پروفیل طولی برخی پارامترها مانند رقوم زمین طبیعی در محل اجرای سازه، رقوم سطح آب در دبی طراحی، رقوم تاج سازه‌های موازی جریان، رقوم کف پی‌ها و ... ترسیم و ارائه می‌گردد.

#### ۶-۴-۱-۷- مقاطع عرضی لایروبی

در پاره‌ای موارد در پروژه‌های بازسازی سازه‌های حفاظتی، عملیات تعریض و تعمیق رودخانه و بازگشایی مسیر در طرح ترمیم مد نظر قرار می‌گیرد. در این صورت مقاطع عرضی رودخانه که در آن مقطع لایروبی مشخص شده باشد، ترسیم و در آلبوم نقشه‌های اجرایی قرار می‌گیرد. فواصل این مقاطع بسته به عرض رودخانه و میزان تغییرات لایروبی از ۵۰ متر تا ۲۰۰ متر متغیر است.

#### ۶-۴-۱-۸- سایر نقشه‌ها

نقشه‌هایی همچون جزئیات آرماتورگذاری در سازه‌های بتن مسلح، تجهیزات هیدرومکانیکال، انواع دریچه‌ها و نیز سازه‌هایی مانند آشغالگیر نیز با مقیاس مناسب تهیه و به نقشه‌های اجرایی منضم می‌گردد.

#### ۶-۲- تهیه اسناد مناقصه تیپ بازسازی و مرمت

در تخریب‌های مرحله دوم و سوم که میزان آسیب‌دیدگی‌ها زیاد بوده و یا سازه به کلی از بین رفته و ترمیم و بازسازی آن از عهده دستگاه بهره‌بردار خارج می‌باشد، بایستی پس از انجام مطالعات لازم، نسبت به انتخاب پیمانکار واجد شرایط اقدام گردد. این کار معمولاً از طریق مناقصه و یا با رعایت موازین و مقررات (ماده ۷ قانون برگزاری مناقصات) از طریق ترک تشریفات مناقصه انجام می‌گیرد [۳۶].

اسناد مناقصه که برای عملیات بازسازی و مرمت سازه‌های حفاظتی رودخانه تهیه می‌شود، از دو قسمت کلی تشکیل می‌گردد. قسمت اول اسناد مشتمل بر بخش‌های زیر می‌باشد:

- شرایط عمومی و خصوصی پیمان
- فهرست بها و احجام عملیات و آنالیز بهای عملیات اصلی
- مشخصات فنی خصوصی
- برنامه زمان‌بندی اجرای عملیات
- قوانین، دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های منتشرشده مرتبط با موضوع مناقصه

قسمت دوم اسناد نیز شامل آلبوم نقشه‌های اجرایی است که در بخش قبل مورد بررسی قرار گرفت.

در جدول (۶-۱) فهرستی از قوانین، دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های منتشر شده از سوی سازمان برنامه و بودجه که در تهیه اسناد مناقصه مورد استفاده و استناد قرار می‌گیرد ارائه شده است.

جدول ۶-۱- مهم ترین قوانین و بخشنامه‌های مورد استفاده در تنظیم اسناد مناقصه

ردیف	عنوان ضابطه	شماره و تاریخ بخشنامه مربوط
۱	قانون برگزاری مناقصات مصوب سال ۱۳۸۳ و اصلاحات بعدی آن	۱۳۰۸۹۰ ۱۳۸۳/۱۱/۱۷
۲	راهنمای مناقصه	۱۰۱/۹۵۵۷۹ ۱۳۸۴/۵/۲۶
۳	آیین نامه تضمین برای معاملات دولتی و اصلاحیه بعد از آن	۵۵۰۶۵۹ ت / ۱۲۳۴۰۲ ۱۳۹۴/۹/۲۲
۴	موافقتنامه، شرایط عمومی و شرایط خصوصی پیمان	۱۰۲/۱۰۸۸-۵۴ / ۸۴۲ ۱۳۸۷/۳/۳
۵	نحوه ارائه تجزیه بها همراه با پیشنهاد قیمت	۱۰۲/۵۴۵۳-۵۴ / ۴۹۵۱ ۱۳۷۷/۹/۹
۶	دستورالعمل تنظیم اسناد و مدارک قراردادهای مهندسان مشاور و پیمان‌های پیمانکاران	۱۰۲/۷۴۵۸-۵۴ / ۷۱۴۰ ۱۳۷۷/۱۲/۳
۷	راهنمای تعیین دامنه مناسب‌ترین قیمت پیشنهادی در مناقصات یک مرحله‌ای	۹۴/۱۵۸۷۶۴ ۱۳۹۴/۷/۱۳
۸	قانون اعلام عدم شمول قانونی منع مداخله در معاملات دولتی	۱۳۳۷/۱۰/۲۲
۹	تعهدنامه اجرا و پذیرش مسوولیت‌های ناشی از مقررات و اسناد و مدارک عمومی مناقصه و پیمان	-
۱۰	دستورالعمل نحوه تعدیل آحاد بهای پیمان‌ها	۱۰۱/۱۷۳۰۷۳ ۱۳۸۲/۹/۱۵
۱۱	نحوه ارائه پیشنهاد قیمت از سوی پیمانکاران به تفکیک فصل‌های فهرست بها	۱۰۰/۷۶۵۷۴ ۱۳۸۷/۸/۱۹
۱۲	رفع محدودیت ده درصد برای کارهای جدید با قیمت‌های فهارس پایه	۱-۱۱۱۵ .۵۴ .۴۰۱۱ ۱۳۶۰/۳/۲۶
۱۳	دستورالعمل تنظیم اسناد و مدارک قراردادهای مهندسان مشاور و پیمان‌های پیمانکاران	۱۰۲/۷۴۵۸-۵۴ / ۷۱۴۰ ۱۳۷۷/۱۲/۳
۱۴	پرداخت هزینه حمل مصالح سنگی مربوط به فهرست بهای ابنیه	۱-۱۲۵۶/۵۴/۴۲۰ ۱۳۶۳/۲/۵
۱۵	بخشنامه راجع به رعایت ضوابط فنی، حقوقی و قراردادی در پروژه‌های عمرانی	۱۰۵/۴۶۱۷-۵۴ / ۱۷۵۳ ۱۳۸۰/۴/۲۳
۱۶	فرم قرارداد کارفرمایان و کارگران جهت کار معینی در کارگاه‌های ساختمانی، تاسیساتی، راهسازی و اصلاحات بعدی آن	۵-۵۴/۱۶۰۵ ۱۳۵۹/۴/۲۴
۱۷	تعیین برنده مناقصه در مناقصات یک مرحله‌ای	۱۰۰ / ۸۷۰۰۳ ۱۳۷۸/۹/۱۲
۱۸	نحوه پرداخت ارزش قبل از استخراج مصالح معدنی مصرفی در طرح‌های عمرانی	۱۲۱۹۱۹/۵۴/۵۲۰۰ ۱۳۶۴/۱۱/۱۷
۱۹	فرم خود اظهاری اعلام کارهای در دست اجرا و ظرفیت آماده به کار	-
۲۰	بخشنامه مربوط به شناسه ملی	۵۸۷۹۷ ۱۳۸۸/۶/۲۸
۲۱	ظرفیت کاری مجاز پیمانکاران	۳۲ الف ۹۹۳۳۶۰ ۱۳۸۹/۱۱/۱۸
۲۲	دستورالعمل انضباط مالی و ارتقا بهره‌وری و بهبود کیفیت و صرفه‌جویی در هزینه و زمان اجرای طرح‌ها	۹۴ / ۳۰۵۹۳ ۱۳۹۴/۳/۵
۲۳	دستورالعمل انضباط مالی و ارتقا بهره‌وری و بهبود کیفیت و صرفه‌جویی در هزینه و زمان اجرای طرح‌ها	۶۹۴۳۲ ۱۳۹۴/۴/۵
۲۴	بخشنامه مربوط به کد اقتصادی	م/۲۹۲/۵۳۷۰ ۱۳۸۷/۴/۲۴

## ۶-۲-۱- برآورد احجام طرح و هزینه‌های بازسازی و ترمیم

پس از تهیه نقشه‌های اجرایی طرح ترمیم و بازسازی سازه‌های حفاظتی رودخانه، نسبت به متره و برآورد احجام مربوط به جزییات طرح اقدام می‌گردد. با توجه به این که تاکنون فهرست بهای خاص عملیات مهندسی رودخانه تهیه و منتشر نشده، لذا برای تعیین هزینه‌های طرح از فهرس بهای منتشر شده از سوی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری استفاده می‌گردد. نزدیک‌ترین فهرست بها به عملیات مهندسی رودخانه، فهرست بهای آبیاری و زهکشی و فهرست بهای راه و باند فرودگاه می‌باشد. این دو فهرست بها بیش از ۹۰ درصد عملیات اجرایی سازه‌های مهندسی رودخانه را پوشش می‌دهد. برای تعیین هزینه سایر عملیاتی که ممکن است در طرح ترمیم مورد استفاده قرار گیرد ولی در دو فهرست بهای مورد اشاره آئینی برای آن تعریف نشده به دو روش می‌توان عمل کرد. چنانچه برای این نوع عملیات در سایر فهرس بها آئینی پیش‌بینی شده باشد، از فهرست بهای مزبور استفاده می‌گردد. در غیر این صورت عملیات مزبور به صورت آئیم جدید برآورد شده و با آئیم ستاره‌دار در فهرست بهای مورد استفاده به انتهای فصل مرتبط با موضوع عملیات اضافه می‌شود.

پس از محاسبه احجام عملیات اجرایی با استفاده از نقشه‌های اجرایی و انطباق آن با آئیم‌های درج شده در فصول مختلف فهرست بهای مورد استفاده، بهای کل عملیات اجرایی در هر فصل مشخص و در جدول خلاصه هزینه عملیات اجرایی در انتهای فهرست بها درج می‌گردد. در صورتی که بیش از یک فهرست بها در برآورد هزینه اجرایی مورد استفاده قرار گرفته باشد، عملیات مربوط به فصول مختلف هر فهرست بها به طور جداگانه محاسبه شده و در جدول خلاصه نیز فهرس بهای مختلف به طور جداگانه درج می‌گردد. با جمع ردیف‌های فصول فهرس بها جمع کل هزینه عملیات اجرایی تعیین می‌گردد. به رقم به دست آمده متناسب با فهرست بهای مورد استفاده، هزینه تجهیز و برچیدن کارگاه نیز اضافه می‌شود. هزینه نهایی انجام عملیات اجرایی ترمیم و بازسازی سازه‌های حفاظتی پس از آنالیز بهای آئیم‌های اصلی (آئیم‌هایی که حداقل ۶۵ درصد کل هزینه اجرا را شامل شود) توسط پیمانکار برنده مناقصه و اعمال ضریب به فصول مختلف فهرست بها تعیین می‌گردد.

## ۶-۲-۲- شناسایی و تعیین پیمانکار جهت اجرای عملیات ترمیم

عملیات اجرایی بازسازی و ترمیم سازه‌های تخریب شده بسیار حساس‌تر از اجرای اولیه طرح ساماندهی می‌باشد. زیرا طرحی که یکبار منجر به شکست شده، در صورت تخریب مجدد علاوه بر صرف هزینه‌های هنگفت، از نظر اجتماعی نیز اثرات نامطلوبی بر ساکنین و بهره‌برداران حاشیه رودخانه داشته و موجب سلب اعتماد مردم و مسوولین از این نوع عملیات خواهد شد. لذا در مرحله بازسازی سازه تخریب شده کلیه موارد بایستی با دقت و ظرافت خاصی مد نظر قرار گیرد. شناسایی و انتخاب پیمانکار برای اجرای عملیات بازسازی و ترمیم سازه‌های حفاظتی یکی از مواردی است که از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار بوده و بایستی مورد توجه ویژه قرار گیرد. در بررسی علل تخریب سازه‌های مهندسی

رودخانه اشاره گردید که یکی از عوامل تخریب این سازه‌ها به کارگیری پیمانکاران کم تجربه و ناآشنا به این نوع عملیات می‌باشد. به همین دلیل شناسایی پیمانکاران با تجربه بایستی مد نظر قرار گیرد.

در ارزیابی پیمانکاران معمولاً پنج فاکتور به عنوان عوامل تعیین کننده در تشخیص میزان توانمندی پیمانکار مد نظر قرار می‌گیرد. این پنج عامل عبارتند از:

- سابقه اجرایی پیمانکار
- سازماندهی و عوامل انسانی کارآمد
- توان تجهیزاتی پیمانکار
- توان مالی پیمانکار
- حسن سابقه در کارهای قبلی

سابقه اجرایی پیمانکاران بیانگر توانمندی آن‌ها در اجرای پروژه‌های مشابه می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد در این خصوص پیمانکارانی در فهرست نهایی انتخاب گردند که حداقل سه پروژه سازماندهی رودخانه با شرایط پروژه موضوع مناقصه را با موفقیت انجام داده باشند.

کادر فنی ماهر و متخصص در انجام موفقیت آمیز پروژه حائز اهمیت می‌باشد. لذا حضور مهندس عمران با تجربه کافی در کارهای مهندسی رودخانه به عنوان رئیس کارگاه و راننده با تجربه ماشین‌آلات سنگین در جمع عوامل پیمانکار الزامی است.

تجهیزات مورد نیاز پروژه متناسب با عملیات اجرایی مورد نظر در زمان انجام مطالعات تعیین می‌گردد. ماشین‌آلات سنگین مانند بلدوزر، بیل مکانیکی، پیکور، لودر، غلتک، کامیون، بتونیر و نیز تاسیسات تولید شن و ماسه مانند دستگاه سنگ‌شکن، بچینگ و پمپ بتن نقش تعیین کننده‌ای در پروژه‌های سازماندهی رودخانه دارد. لذا پیمانکارانی که این گونه ماشین‌آلات و تجهیزات را در مالکیت شخصی دارند در قیاس با پیمانکارانی که نسبت به اجاره این تجهیزات اقدام می‌کنند ارجح هستند.

تجربه پروژه‌های انجام شده نشان می‌دهد که پیمانکارانی که از بنیه مالی ضعیفی برخوردارند، اغلب در حین اجرای پروژه به مشکل مالی برخورد خواهند کرد. لذا توصیه می‌شود در طرح ترمیم و بازسازی پروژه‌های تخریب شده از پیمانکاران با توان مالی بیش‌تر استفاده گردد. همچنین جهت انتخاب پیمانکار برای پروژه‌ها در رودخانه‌های مرزی رعایت ملاحظات کمیته هماهنگی رودخانه‌های مرزی باید مد نظر قرار گیرد.

در ارزیابی پیمانکاران، برای هر یک از عوامل فوق بسته به میزان اهمیت آن ضریب وزنی منظور می‌گردد که جمع این ضرایب معادل ۱۰۰ امتیاز خواهد شد. پیمانکارانی که از مجموع ۱۰۰ امتیاز ارزیابی حداقل ۶۵ امتیاز را کسب کنند، در مرحله بعد مناقصه شرکت داده خواهند شد.

یک نمونه تیپ اسناد ارزیابی انتخاب پیمانکاران جهت استفاده در پروژه بازسازی و مرمت سازه‌های سازماندهی رودخانه، جهت استفاده مشاورین در پیوست ارائه شده است.



# فصل ۷

---

---

## ملاحظات رودخانه‌های مرزی





## ۷-۱- بررسی شرایط رودخانه‌های مرزی کشور ایران

در آیین‌نامه اجرایی قانون حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی (مصوب ۱۳۶۳ هیئت وزیران) که در اجرای قانون مصوب ۱۳۶۲ مجلس شورای اسلامی تهیه و مصوب گردیده، رودخانه مرزی چنین تعریف شده است: «رودخانه مرزی به رودخانه‌ای اطلاق می‌شود که تمام قسمت یا قسمت‌هایی از آن مرز مشترک دو کشور را تشکیل می‌دهد.»

در عرف ژئوپولیتیک ایران، رودخانه‌های مرزی کشور سه نوع هستند:

۱- رودخانه‌هایی که از کشورهای دیگر سرچشمه می‌گیرند و در مسیر طبیعی خود جاری شده و در یک نقطه مرزی وارد خاک کشور ایران می‌شوند و در داخل کشور یا در مرز ایران و کشورهای همسایه جاری می‌شوند. مانند رودخانه هیرمند که از کشور افغانستان وارد خاک ایران شده و سپس در خاک ایران جاری می‌گردد و شاخه‌ای از آن به طرف خاک افغانستان جریان می‌یابد.

۲- رودخانه‌هایی که از کشور ایران سرچشمه گرفته و در خاک ایران جاری، سپس از مرز کشور خارج و وارد خاک کشور همسایه می‌شوند. مانند رودخانه سیروان که از کردستان ایران سرچشمه گرفته و در مسیر طبیعی خود جاری و سپس وارد خاک کشور عراق می‌گردد.

۳- رودخانه‌هایی که مرز مشترک ایران و کشورهای همسایه را تشکیل می‌دهند، گر چه ممکن است از کشورهای دیگر وارد خاک ایران شده و در یک نقطه از کشور ایران خارج شوند. مانند رودخانه ارس که از مرز مشترک ارمنستان و ترکیه وارد کشور شده و مرز مشترک ایران و کشورهای آذربایجان و ارمنستان را تشکیل داده و در نهایت از ایران به سمت کشور آذربایجان خارج می‌شود.

در رودخانه‌های مرزی نوع اول و دوم که از کشور ایران یا کشور همسایه سرچشمه گرفته و پس از طی مسیر طبیعی خود، در یک نقطه مرزی از کشور خارج و یا وارد می‌شوند، به استثنای نقطه یا بازه خروجی یا ورودی در کلیه نقاط و بازه‌های داخل کشور کارهای مهندسی رودخانه بر اساس قوانین و مقررات و استانداردهای مورد نظر ایران طراحی و احداث و حفاظت و بهره‌برداری می‌گردند و به استثنای ملاحظات بهره‌برداری از منابع آب که در آن شرایط قوانین بین‌المللی و توافق‌نامه‌ها و پروتکل‌ها حاکم است، از نظر سایر ملاحظات مرتبط با حفاظت و بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه، چندان نیازی به اطلاع و یا اخذ تایید طرف مقابل وجود ندارد و طراحان کارهای مهندسی رودخانه و تعمیرات آن‌ها فقط به مسائل علمی و حقوقی «در حد حقوق داخلی» توجه دارند.

اما در مورد رودخانه‌های نوع سوم که مرز مشترک کشور ایران و کشورهای همسایه را تشکیل می‌دهند شرایط

متفاوت است.

در این رودخانه‌ها هر سازه مهندسی رودخانه توسط هر طرف احداث شود، باید بر اساس پروتکل‌های بین دو کشور و قوانین بین‌المللی مخصوصا کنوانسیون قوانین بهره‌برداری غیرکشتیرانی از آبراه‌های بین‌المللی، تاییدیه طرف مقابل اخذ و عدم اضرار به طرف مقابل مورد تایید قرار گیرد.

با توجه به روابط دیرینه بین ایران و همسایگان و بسته به اهمیت بهره‌برداری از رودخانه‌های مرزی و توسعه حفاظت و بهره‌برداری مشترک، شرایط رودخانه‌های مرزی ایران نیز فرق کرده و ممکن است به تناسب توسعه روابط و همکاری‌های مشترک در بهره‌برداری و حفاظت کمی و کیفی این رودخانه‌ها، پروتکل‌ها و نقشه‌های ضمیمه پروتکل‌ها و میله‌های نشان‌دهنده مرز دو کشور نیز توسعه یافته و این پروتکل‌ها، اقدامات مطالعه و اجرا و به تبع آن حفاظت و بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه در این رودخانه‌های مرزی را نیز تحت تاثیر قرار داده است.

قبل از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی، رودخانه‌های مرزی ایران اکثرا در مرز کشور ایران با این کشور و کشورهای افغانستان، پاکستان، عراق و ترکیه قرار داشت و با سایر کشورهای عربی فقط مرز دریایی وجود داشت. اما بعد از فروپاشی کشور اتحاد جماهیر شوروی مرزهای این کشور با ایران به مرزهای ترکمنستان، جمهوری آذربایجان با خودمختاری نخجوان و جمهوری ارمنستان تبدیل شد.

البته کلیه موافقتنامه‌ها و پروتکل‌هایی که ایران با کشور اتحاد جماهیر شوروی منعقد نموده با کشورهای تازه استقلال یافته همچنان به قوت خود باقی است و بدون توافق طرفین قابل تغییر نمی‌باشد. ضمنا موافقتنامه‌ها و پروتکل‌هایی هم که با کشورهای تازه استقلال یافته پس از فروپاشی شوروی بسته می‌شود، بر موافقتنامه‌ها و پروتکل‌های قبلی با اتحاد جماهیر شوروی افزوده می‌گردد.

موافقتنامه سال ۱۳۳۳ شمسی برابر با ۱۹۵۴ میلادی معروف به: «موافقتنامه حل مسائل مرزی و مالی بین اتحاد جماهیر شوروی و ایران و قرارداد ۱۳۳۶ شمسی برابر با ۱۹۵۴ میلادی معروف به: «قرارداد راجع به انتظامات مرزی و ترکیب تصفیه اختلاف مرزی ایران و اتحاد جماهیر شوروی» از اساسی‌ترین موافقتنامه‌ها و قراردادهایی هستند که کلیه مسائل حقوقی در مرزهای ایران با آن کشور و بعد از فروپاشی شوروی با کشورهای تازه استقلال یافته را حل و فصل می‌نماید.

ارس یکی از معروف ترین رودخانه‌هایی است که در آن بر اساس قراردادهای فوق مرزهای ایران با کشورهای همجوار با نصب میله‌های مرزی رفرنس‌دار، مشخص و در نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ (معروف به نقشه‌های ضمیمه تعیین مرز)، هم خط مرز، هم ساحل پروتکل در طرف هر دو کشور همسایه مشخص گردیده است.

در بعضی از رودخانه‌های مرزی مانند بالهارود و آستاراچای مرز ایران با کشور مقابل در نقشه‌های پروتکل ترسیم و مصوب شده، اما ساحل پروتکل در طرفین رودخانه مشخص نمی‌باشد.

با کشورهای دیگر مثل افغانستان، پاکستان، ترکیه و عراق نیز رودخانه‌های مرزی ایران پروتکل مشخص کننده مرز دو کشور با نقشه‌های ضمیمه وجود دارد، اما شرایط در آن‌ها به خوبی و شفافیت شرایط رودخانه مرزی ارس نمی‌باشد. البته

وزارت امور خارجه و وزارت نیرو تلاش‌های گسترده‌ای را برنامه‌ریزی نموده‌اند تا نقشه‌ها و پروتکل‌های رودخانه‌های مرزی در مرزهای این کشورها را نیز توسعه داده و همانند رودخانه ارس شفاف نمایند.

در رودخانه‌هایی که در ارتباط با آن‌ها نقشه دقیق مشخص کننده مرز و یا ساحل طرفین وجود ندارد در موارد بروز نابسامانی هرگاه یکی از طرفین این نابسامانی را برای کشور خود مضر تشخیص دهند و ضرورت مطالعه و اجرای طرح ساماندهی را جهت حفاظت و بهره‌برداری از رودخانه و یا جلوگیری از خسارات سیل و یا از دست دادن خاک کشور خود احساس نمایند، معمولاً با تهیه طرح ساماندهی این ضرورت را به اطلاع طرف مقابل می‌رسانند. تا با هماهنگی مرزبانی‌های مناطق مربوطه نمایندگان و کارشناسان دو طرف ملاقات نموده و در ارتباط با موضوع بحث و بررسی نمایند و به طراحی و اجرای اقدامات ساماندهی به طریقی که موجب اضرار به طرف مقابل نباشد توافق نمایند. در ارتباط با تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه موجود نیز به همین نحو عمل می‌گردد.

در این نوع رودخانه‌ها اگر یکی از طرفین درخواست ملاقات برای بررسی ساماندهی نماید و با طرف مقابل در ملاقات نتواند به توافق برسد مجبور است فعلاً وضع موجود را حفظ و تثبیت نماید. البته عکس‌های هوایی دوران مختلف در گذشته و تصاویر ماهواره‌ای از اسناد مهمی هستند که روند تغییرات مسیر رودخانه‌ها را می‌توان با بررسی آن‌ها شناسایی کرده و در مذاکرات به عنوان سند به آن‌ها اشاره نمود.

## ۷-۲- محدودیت‌های موجود در شرایط رودخانه‌های مرزی

همان گونه که قبلاً نیز اشاره گردید، در رودخانه‌های داخلی ملاک طراحی و اجرا و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه کلیه مباحث علمی و فنی مطابق با قوانین داخلی کشور است. ماده ۲ قانون توزیع عادلانه آب و تبصره‌های چهارگانه آن مصوب ۱۳۶۱ مجلس شورای اسلامی مهم‌ترین قانون مرتبط با فعالیت‌های مهندسی رودخانه می‌باشد. نکات ویژه این ماده قانونی در زیر ارائه شده است.

- بر اساس تبصره (۱) ماده (۲) قانون فوق حد بستر رودخانه در طرفین آن تعیین می‌شود و بستر تعیین شده ملک حکومت جمهوری اسلامی خواهد بود.
- هر کار مهندسی رودخانه که در داخل بستر تعیین شده و حریم آن طراحی و اجرا گردد باید به استناد تبصره ۳ ماده ۲ قانون مذکور از وزارت نیرو مجوز دریافت نماید.
- هر کار مهندسی رودخانه که بدون مجوز وزارت نیرو احداث گردد و یا در احداث آن تمهیدات و شرایط مقرر در مجوز صادره رعایت نشود و کار مهندسی رودخانه برای امور بهره‌برداری وزارت نیرو از بستر، مزاحم تشخیص داده شود، وزارت نیرو می‌تواند طبق تبصره ۴ ماده ۲ قانون یاد شده آن را قلع نماید.

اما در رودخانه‌های مرزی محدودیت‌ها اندکی بیش‌تر از رودخانه‌های داخلی است. بدین معنی که در هر گونه کار مهندسی رودخانه در رودخانه مرزی اعم از طراحی و اجرا و حفاظت و بهره‌برداری و یا تعمیر و نگهداری نه تنها باید

قوانین رودخانه‌های داخلی به شرح فوق مراعات گردد، بلکه قوانین رودخانه‌های مرزی و نیز مقررات و کنوانسیون‌های بین‌المللی و مفاد پروتکل‌ها و تعهدات و قراردادهای و موافقتنامه‌ها بین ایران و کشورهای مقابل نیز رعایت شود. اهم این محدودیت‌ها را می‌توان در دو بخش «پایش» و «تعمیر و نگهداری» به شرح ذیل ارائه نمود.

## ۷-۲-۱- ملاحظات پایش در کارهای مهندسی رودخانه مرزی

### ۷-۲-۱-۱- کارهای مهندسی رودخانه مرزی با مالکیت ایران

این دسته از کارهای مهندسی رودخانه که با توجه به خط مرز بین دو کشور، در طرف ایران احداث گردیده و متعلق به کشور ایران می‌باشند. همانند رودخانه‌های داخلی توسط متولیان بهره‌برداری «مانند وزارت راه و شهرسازی در مورد سازه‌های ترابری در خارج از محدوده شهرها، شهرداری‌ها در مورد سازه‌های واقع در محدوده شهرها و بنیاد مسکن انقلاب اسلامی در مورد سازه‌های واقع در محدوده روستاها و ...» و همچنین متولی حفاظت رودخانه (وزارت نیرو) پایش می‌شوند و گزارشات پایش و ضرورت‌های تعمیر آن‌ها به متولیان بهره‌برداری از این کارهای مهندسی رودخانه ارسال می‌گردد تا این متولیان نسبت به طراحی و اجرای اقدامات تعمیر برای نگهداری آن‌ها اقدام نمایند و وزارت نیرو این اقدامات را تا حصول نتیجه پیگیری و نظارت می‌نماید.

اما لازم است توجه شود که چون عبور مرور و هرگونه اقدامی در مرز مستلزم اخذ مجوز مرزبانی است، بنابراین متولیان مذکور در انجام برنامه‌های پایش خود لازم است قبلاً با معرفی عوامل پایش به مرزبانی و اخذ مجوزهای لازم با مرزبانی‌های مناطق هماهنگ شوند.

همچنین بر اساس ماده (۲۸) آیین‌نامه اجرایی قانون حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی (مصوب ۱۳۶۳ هیئت وزیران) که اعلام می‌دارد: «جلوگیری از تجاوز اشخاص به بستر رودخانه‌ها، انه‌ار و مسیل‌های مرزی و ابنیه و تاسیسات حفاظتی و همچنین اعلام حدوث هرگونه تغییرات در تاسیسات و ابنیه فوق‌الذکر به عهده ژاندارمری جمهوری اسلامی ایران (اداره مرزبانی) می‌باشد.»

بنابراین در رودخانه‌های مرزی، علاوه بر ذینفعان فوق‌الذکر مرزبانی جمهوری اسلامی ایران نیز با تهیه برنامه مناسب ضمن پایش بازه‌های مختلف رودخانه، سازه‌های موجود در رودخانه مرزی را نیز پایش کرده و در صورت مشاهده هرگونه تغییرات مراتب را به متولی حفاظت (وزارت نیرو) و متولی بهره‌برداری از سازه (بسته به مورد: وزارت راه و شهرسازی، شهرداری، وزارت نیرو و ...) اطلاع می‌دهد تا بررسی‌های کارشناسی لازم انجام و طرح تعمیر را تهیه و پس از اخذ مجوزهای لازم که به آن‌ها اشاره خواهد شد نسبت به تعمیر سازه‌ها اقدام نمایند.

### ۷-۲-۱-۲- کارهای مهندسی رودخانه با مالکیت مشترک ایران و کشور مقابل

کارهای مهندسی رودخانه مشترک بین دو کشور لازم است بر اساس برنامه‌ریزی خاص پایش مشترک بین دو کشور، بازدید و گزارشات پایش تهیه گردد و بر اساس برنامه خاص توسط طرفین داده‌های پایش ارزیابی و تحلیل گردیده و

ضرورت‌های تعمیر برای نگهداری و حفاظت آن‌ها مشخص و تکلیف هر یک از طرفین در اقدامات تعمیر و بازسازی به جهات فنی و مالی روشن گردد.

اگر چنانچه طرفین برای پیش کار مهندسی رودخانه قبلاً توافقنامه و پروتکل دارند، کار پیش بر اساس مفاد پروتکل‌ها و با نظارت مرزبانی‌ها انجام می‌گیرد و اگر چنانچه برای این کار از قبل پروتکل مصوب بین طرفین وجود ندارد، لازم است با انجام ملاقات‌های مرزی و یا برگزاری جلسات رسمی، طرفین مذاکره و برای تنظیم یک برنامه پیش توافق و صورتجلسه نمایند تا مفاد این صورتجلسات در حضور مرزبانی‌های طرفین، اجرایی گردد. البته برنامه پیش کارهای مهندسی رودخانه بستگی به نوع و اهمیت این کارها از نظر منافع ملی دو کشور دارد. مثلاً برنامه پیش یک سد مخزنی یا سد انحرافی مشترک بین دو کشور بر روی یک رودخانه مرزی خیلی پیچیده‌تر از برنامه‌ای خواهد بود که برای پیش یک پل مشترک بین دو کشور تهیه می‌گردد. پیش در تاسیسات حیاتی مانند سدهای مشترک لازم است. علاوه بر برنامه‌های بازدید مشترک و بازدید هر طرف از سمت خود و تبادل اطلاعات بازدیدها، برنامه‌های رفتارسنجی دستی و خودکار نیز تنظیم و تجهیزات لازم برای این رفتارسنجی‌ها نصب گردد.

برنامه پیش مشترک برای کارهای مهندسی رودخانه مشترک نیز مانند سایر کارهای مهندسی رودخانه لازم است برای دو دوره عادی و اضطراری تهیه و عملیاتی گردد. زلزله، سیلاب، طوفان و زمین لغزش از اهم حوادث طبیعی و خرابکاری از عوامل انسانی است که لازم است پس از وقوع آن‌ها کارهای مهندسی رودخانه مشترک، توسط طرفین بازدید و پیش و اطلاعات مبادله گردد.

نحوه تردد برای انجام بازدیدها و پیش کارهای مهندسی رودخانه مشترک در ملاقات‌های مرزبانان دو طرف توافق و تبدیل به پروتکل می‌گردد.

## ۷-۲-۲- ملاحظات تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه مرزی

۱- در طراحی، اجرا و حفاظت و تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه در رودخانه‌های مرزی اخذ موافقت و مجوز وزارت نیرو شرط لازم است ولی کافی نیست. بلکه، لازم است بر اساس مفاد قانون حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی مصوب ۱۳۶۲ مجلس شورای اسلامی و نیز مفاد آیین‌نامه اجرایی این قانون مصوب ۱۳۶۳ هیئت وزیران، تاییدیه کمیته پیش‌بینی شده در ماده ۲ قانون فوق‌الذکر که به نام کمیته هماهنگی رودخانه‌های مرزی شناخته شده و دبیرخانه آن در وزارت نیرو می‌باشد نیز اخذ گردد. در غیر این صورت مرزبانی جمهوری اسلامی ایران از هر گونه اقدام اجرایی و یا تعمیرات جلوگیری خواهد کرد.

۲- بر اساس معاهدات و قراردادهای موافقتنامه‌ها و پروتکل‌ها بین ایران و کشورهای همسایه در طراحی و اجرا و تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه در رودخانه‌های مرزی، علاوه بر تایید وزارت نیرو بر اساس مفاد قانون توزیع عادلانه آب و کمیته هماهنگی رودخانه‌های مرزی بر اساس قانون حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی، لازم است طرح تهیه‌شده برای اجرا و یا تعمیر و نگهداری به اطلاع طرف مقابل (کشور

همسایه) به طریق مقتضی و مقرر در قانون حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی، رسیده و نظر طرف مقابل جلب گردد.

۳- در آن دسته از رودخانه‌های مرزی که نقشه‌های پروتکل مصوب دو طرف وجود دارد و در آن نقشه‌ها، رودخانه تک شاخه می‌باشد، معمولاً، منصف المیاه این شاخه مرز دو کشور تعریف می‌شود و اگر رودخانه شیاری و چند شاخه باشد، در نقشه‌های پروتکل خط مرز در منصف المیاه شاخه اصلی تعیین و در نقشه مشخص گردیده است و شاخه‌های دیگر در نقشه پروتکل فرعی محسوب می‌شوند و معمولاً حد آخرین شاخه در هر طرف به خط ساحل پروتکل آن طرف معروف است. در این نوع رودخانه‌ها معمولاً در شاخه اصلی کار مهندسی رودخانه مشترک اجرا می‌گردد. مانند لایروبی و تثبیت طبق نقشه پروتکل و نحوه عملیات اجرایی و هزینه عملیات اعم از لایروبی، تعمیر و نگهداری بر اساس توافقنامه‌ها و پروتکل‌های مصوب طرفین انجام خواهد گرفت.

در رودخانه‌هایی که در نقشه پروتکل آن‌ها ساحل پروتکل ترسیم و بین طرفین مصوب شده باشد، هر گونه کار مهندسی رودخانه توسط هر طرف اعم از احداث و یا تعمیر و نگهداری و بازسازی و حفاظت، تا حد ساحل پروتکل در آن طرف امکان‌پذیر است و گرنه در مورد هر سازه یا هر کار مهندسی رودخانه یک طرفه که خط پروژه آن داخل ساحل پروتکل باشد، جلب رضایت طرف مقابل الزامی است. در غیر این صورت، اگر ضرری از کار مهندسی رودخانه به طرف مقابل وارد شود بر اساس مقررات بین‌المللی مخصوصاً کنوانسیون مقررات بهره‌برداری غیرکشتیرانی از آبراه‌های بین‌المللی، جبران آن توسط طرف اقدام‌کننده، ضروری خواهد بود.

۴- در آن دسته از رودخانه‌های مرزی که در نقشه پروتکل آن‌ها فقط خط مرز ترسیم شده و شاخه‌های اصلی و فرعی و ساحل پروتکل هر طرف در نقشه‌ها ترسیم و مشخص نمی‌باشد، لازم است که کار مهندسی رودخانه (اعم از اجرایی و یا تعمیر و نگهداری) با خط پروژه و مشخصات فنی تهیه و پس از کسب نظر وزارت نیرو و تاییدیه کمیته هماهنگی رودخانه‌های مرزی، بر اساس تشریفات مقرر در قانون حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی و آیین‌نامه اجرایی آن به طرف مقابل ارسال و موافقت کشور مقابل به صورت پروتکل حقوقی تدوین و مستند گردد.

۵- در آن دسته از رودخانه‌های مرزی که نقشه پروتکل وجود ندارد. در صورت نیاز به اجرا و یا تعمیر و نگهداری کار مهندسی رودخانه، ابتدا لازم است بر اساس قوانین و مقررات داخلی و بین‌المللی و طبق فرآیندهای مربوطه نقشه پروتکل در محدوده موردنظر بین طرفین تهیه و سپس با رعایت توافقات و نقشه‌های مصوب طرفین به شرح بندهای ۳ و ۴ اقدام لازم معمول می‌گردد.

۶- حفاظت و تعمیر و نگهداری کارهای مهندس رودخانه مشترک بر روی رودخانه‌های مرزی (مانند پل مشترک، بند مشترک، سد مشترک و ...) با طرح مصوب طرفین و طبق پروتکل مصوب طرفین و با رعایت مرز دو کشور امکان‌پذیر می‌گردد و در پروتکل تهیه شده علاوه بر توافق بر روی خط پروژه و مشخصات فنی، هزینه کار مهندسی رودخانه و سهم هر کدام از طرفین از این هزینه‌ها و همچنین چگونگی هماهنگی تردد عوامل انسانی و

نیز نحوه انتقال مصالح و تجهیزات برای اجرای طرح تعمیر و نگهداری و تامین این تردها و نقل و انتقالات نیز در جلسات نمایندگان طرفین بررسی و توافق و تبدیل به پروتکل می‌گردد.

۷- اگر برای حفاظت، تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری از یک کار مهندسی رودخانه، تغییر موقت مسیر رودخانه ضروری باشد، لازم است طرح تغییر مسیر موقت تهیه و پس از توافق با طرف مقابل (طبق یک پروتکل مصوب بین نمایندگان دو طرف)، عملیات موقت در حضور مرزبانانها انجام گیرد. در پروتکل باید قید گردد که پس از اتمام کار تعمیر و نگهداری مهندسی رودخانه، طرف اجرا کننده طرح مکلف است با نظارت طرف مقابل، رودخانه را به مسیر مشخص شده در نقشه‌های پروتکل بین دو کشور برگرداند.

۸- در طرح‌های تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه نیز همانند طرح‌های اجرایی در رودخانه‌های مرزی تعریف اهداف و توجه به مبانی طراحی برای رسیدن به این اهداف تعریف شده ضروری است. اهداف تعمیر و نگهداری ممکن است همان مواردی باشد که در طراحی و اجرای کار مهندسی رودخانه تعریف و به تصویب مراجع ذیربط رسیده است و در پایش کارهای مهندسی رودخانه نیز مورد توجه قرار می‌گیرد و یا امکان دارد با توجه به شرایط جدید فنی، اجتماعی و حقوقی و سیاسی در زمان تعمیر و نگهداری، اهداف تعریف شده قبلی (در طراحی و اجرای کار مهندسی رودخانه) در کارهای تعمیر و نگهداری بازنگری گردیده و اهداف جدید به آن اضافه و یا از اهداف قبلی حذف گردد. اهداف اصلی در طراحی و اجرای کارهای مهندسی رودخانه در طرح‌های مختلف حفظ کناره و بستر رودخانه‌های مرزی که اکثرا مورد توجه قرار می‌گیرد عبارتند از:

- انتقال کناره موجود به کناره مشخص شده در نقشه‌های پروتکل
- حفظ و تثبیت کناره به محل انتقال یافته
- حفظ اراضی متعلق به ایران با توجه به مرز بین دو کشور و بازیافت اراضی ایران که احیاناً در اثر سیلاب و تغییرات رودخانه از دسترسی ایران خارج شده است.

اما کارهای مهندسی رودخانه در طراحی و اجرا و در تعمیر و نگهداری ممکن است اهداف فرعی دیگری نیز داشته باشند که بسته به موقعیت رودخانه‌های مرزی و در شرایط زمانی گوناگون متفاوت باشد و با توجه به شرایط مذکور این اهداف و به تبع آن مبانی طراحی برای رسیدن به این اهداف در طرح تعمیر و نگهداری تعریف و پس از بررسی و تصویب در کمیته هماهنگی رودخانه‌های مرزی مصوب می‌گردد که به بخشی از آنها به عنوان مثال می‌توان به سازگاری کار مهندسی رودخانه با محورهای ذیل اشاره کرد:

- شرایط زیست‌بوم منطقه
- چشم‌انداز طبیعی و زیبایی از نظر معماری، بالاخص در محدوده شهرها و روستاها
- تردد و کنترل مرز توسط مرزبان ایران
- اهداف پدافند غیرعامل در شرایط خاص مکانی و زمانی
- اهداف گردشگری و تفریحی بسته به شرایط زمانی و مکانی

– اهداف نظامی در شرایط مکانی و در زمان مناقشات

۹- در شرایط اضطراری و غیرعادی ناشی از مناقشات ممکن است اقدامات پایش و تعمیر و نگهداری کارهای مهندسی رودخانه پس از استقرار ارتش در مرز، توسط نیروهای نظامی کنترل و نظارت گردد و در موارد لازم هماهنگی‌های لازم با سایر دستگاه‌ها به ویژه مرزبانی و وزارت نیرو و وزارت کشور و وزارت امور خارجه به عمل می‌آید. بدیهی است در این اقدامات اهداف نظامی در کارهای مهندسی رودخانه نسبت به سایر اهداف نقش ویژه‌تری خواهد داشت.



# پیوست ۱

---

---

اسناد ارزیابی انتخاب پیمانکاران



پروژه ترمیم و بازسازی سازه‌های احداث شده در رودخانه ...

(مناقصات یک مرحله‌ای)

شناخت پروژه

#### ۱- مشخصات کلی و اهداف پروژه

در این قسمت مشخصات کلی پروژه درج می‌گردد.

##### ۱-۱- موقعیت منطقه طرح

##### ۱-۲- شرح مختصری از موضوع عملیات پیمان

در این قسمت موضوع عملیات پیمان شامل قسمت‌های اصلی کار و حجم عملیات مربوط به هر قسمت ارائه می‌شود.

#### ۲- سازمان کارفرمایی

۱-۲- کارفرما:

۲-۲- دستگاه نظارت:

#### ۳- برنامه زمانی کلی

برنامه زمان‌بندی اجرایی کلی برابر ..... ماه بوده که در جدول زیر ارائه شده است.

جدول - برنامه زمان‌بندی اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه .....

- این برنامه جنبه راهنمایی داشته و برنامه زمان‌بندی مصوب در چارچوب ماده ۴ موافقت نامه پیمان خواهد بود.

#### ۴- برآورد اولیه پروژه

هزینه اولیه اجرای پروژه بر اساس فهرست بهای پایه رشته ..... سال ..... برای پروژه

..... معادل ..... برآورد گردیده است.

## ۵- روش و ترتیب تامین مالی پروژه

تامین مالی پروژه از محل اعتبارات بودجه (عمرانی - ملی / استانی) خواهد بود.

## ۶- برنامه تدارکاتی پروژه

هیچ‌گونه مصالحی که تامین آن‌ها در فهرس پایه مورد عمل به عهده کارفرما باشد، وجود ندارد. همچنین تدارک و تامین برق، آب و سوخت کلا بر عهده پیمانکار است (در صورت تامین مصالح و یا سایر امکانات از سوی کارفرما بایستی در این قسمت درج گردد).

## ۷- روش‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای اجرایی

مطابق ضوابط سازمان برنامه و بودجه کشور  
(دستورالعمل‌ها و راهنماهای منتشر شده از سوی سازمان برنامه و بودجه کشور مانند نشریه‌های شماره ۲۱۴، ۳۵۰، ۳۶۰، آیین نامه بتن ایران، مشخصات فنی عمومی کارهای آبیاری و زهکشی، نشریه ۱۰۸، مشخصات فنی نقشه‌برداری نشریه ۹۵، و ...)

## ۸- اسناد مطالعات شناسایی و نقشه‌های فاز دو

کلیه نقشه‌های اجرایی طرح ترمیم پیوست می‌باشد.

## ۹- تسهیلات ویژه

این پروژه نیاز به خرید خارجی و ارز ندارد و کارفرما تسهیلات خاصی در اختیار پیمانکار قرار نخواهد داد.  
(در صورت نیاز بایستی در این قسمت مشخص گردد).

## شرایط ارزیابی

علاوه بر مراتبی که در فراخوان استعلام ارزیابی این پروژه ذکر شده است شرایط مشروحه ذیل به استناد تصویب‌نامه شماره ۸۴۱۳۶/ت/۳۳۵۶۰ هـ مورخ ۸۵/۰۷/۱۶ هیئت وزیران در ارزیابی کیفی مناقصه‌گران مورد عمل قرار خواهد گرفت. توان اجرای کار مناقصه‌گران داوطلب پس از دریافت اطلاعات عمومی و بررسی‌های لازم و با توجه به امتیازات حاصله بر اساس معیارهای ارائه شده در اسناد، تعیین شده و فهرست شرکت‌های حائز شرایط برای دعوت به مناقصه اعلام می‌گردد.

۱- داوطلب شرکت در مناقصه باید اسناد و مدارک خواسته شده را در پاکت سر بسته لاک و مهر شده، تنظیم و تا پایان وقت اداری مقرر در فراخوان به دبیرخانه شرکت آب منطقه‌ای ..... تسلیم نماید. بر روی پاکت فوق‌الذکر باید موضوع طرح، نام و نشانی پیمانکار و تاریخ تسلیم اسناد ارزیابی نوشته شود و در مهلت مقرر با اخذ رسید حاوی ساعت و تاریخ وصول، تسلیم گردد.

۲- منظور از اسناد و مدارک ارزیابی، تمام اسناد و مدارک مشروح در بند ۳ است که در داخل پاکت پیش‌گفته قرار داده می‌شوند.

۳- مدارکی که باید در پاکت قرار داده شود، شامل دو قسمت است:

۱-۳- قسمت اول: این قسمت از پاکت شامل اسناد و مدارکی است که از طرف دستگاه مناقصه‌گزار در اختیار شرکت‌کنندگان قرار داده شده و باید بدون درج هیچگونه مطلب و عددی به مهر و امضای مجاز پیمانکار شرکت‌کننده برسد هر نوع ضمیمه و مدارکی که بعداً از طرف کارفرما و مهندس مشاور ارسال شده باشد (از قبیل تغییرات در پاره‌ای از مشخصات و غیره) نیز پس از مهر و امضا در این قسمت قرار می‌گیرد.

۲-۳- قسمت دوم: این قسمت از پاکت شامل مدارکی است که شرکت‌کننده تهیه خواهد کرد و باید همراه با قسمت یکم در پاکت قرار داده شود و مشتمل بر موارد زیر است:

۱-۲-۳- کپی گواهی‌نامه صلاحیت پیمانکاری

۲-۲-۳- ظرفیت کاری بر اساس فرم خود اظهاری

۳-۲-۳- مدارک مربوط به پروژه‌های انجام شده در ۵ سال گذشته به تفکیک کارهای مشابه و موارد دیگر و تاییدیه‌های صادر شده برای کارهای مزبور

۴-۲-۳- مدارک مربوط به کارکنان کلیدی و توان برنامه‌ریزی

۵-۲-۳- مدارک مربوط به تجهیزات و ماشین‌آلات مرتبط با موضوع کار

۶-۲-۳- مدارک مربوط به توان مالی پیمانکار

۴- در صورتی که مناقصه‌گر به هر عنوان پس از دریافت اسناد ارزیابی، از تکمیل و تحویل آن انصراف حاصل نماید، باید موضوع را قبیل از پایان مهلت ارسال اسناد مندرج در بند (۳) به کارفرما اطلاع دهد.

- ۵- هر یک از پیمانکاران که نسبت به مفهوم اسناد ارزیابی ابهامی داشته باشد، باید مراتب را کتبا به مهندس مشاور اطلاع دهد و تقاضای توضیح کتبی نماید.
- ۶- هرگونه توضیح یا تجدید نظر یا حذف و اضافه نمودن اسناد و مدارک ارزیابی و نحوه تغییر و تسلیم آن‌ها، کتبا از سوی مهندس مشاور اعلام و جزو اسناد و مدارک پیمان منظور خواهد شد.
- ۷- برآورد اولیه کار: ..... ریال بر اساس فهرست بهای واحد پایه رشته ..... سال ..... معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
- ۸- مدت انجام عملیات اجرایی: ..... ماه
- ۹- هیئت ارزیابی، اسناد ارزیابی توان اجرای کار را پس از محاسبه امتیازات مناقصه‌گرانی که اسناد ارزیابی توان اجرای کار را در مهلت مقرر تحویل داده‌اند، بررسی نموده و مناقصه‌گران که حداقل ۵۰ درصد امتیاز ردیف یک و ۶۵ درصد امتیاز کل را کسب نموده باشند برای دعوت به مناقصه معرفی می‌نماید.
- ۱۰- اسناد ارزیابی باید از هر حیث کامل و بدون قید و شرط بوده و هیچ نوع ابهام، خدشه، عیب، نقص و قلم‌خوردگی نداشته باشد. در صورت وجود خدشه یا نقص در اسناد و مدارک ارزیابی یا ارائه مدارک مشروط و مبهم، آن اسناد مردود است و عینا به مناقصه‌گر مسترد می‌گردد. نام این مناقصه‌گران به معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی جهت اقدامات بعدی اعلام می‌شود.
- ۱۱- تصویب‌نامه شماره ۸۴۱۳۶/ت/۳۳۵۶۰ هـ مورخ ۸۵/۰۷/۱۶ هیئت وزیران به این اسناد منضم شده تلقی می‌گردد.
- ۱۲- ارزیابی کیفی مناقصه‌گران به روش وزنی می‌باشد. در این روش مجموع ضریب وزنی معیارها معادل صد در صد می‌باشد و هر مناقصه‌گر در ازای هر معیار، امتیازی بین صفر تا صد کسب می‌کند. امتیاز کل هر مناقصه‌گر، معادل مجموع حاصل ضرب امتیاز کسب شده برای هر معیار در ضریب وزنی مربوط می‌باشد.

#### تذکرات خیلی مهم:

- الف- ارائه مدارک خواسته شده در جداول ارزیابی جهت اخذ امتیاز ضروری می‌باشد.
- ب- کلیه اطلاعات ارائه شده و نیز صفحات ارزیابی می‌بایست به مهر و امضای مجاز شرکت رسیده باشد.
- ج- مدارک فاقد مهر و امضای مجاز و مدارک ارائه شده بدون ارائه مستندات لازم پذیرفته نخواهد شد.
- د- مدارک حقوقی شرکت شامل آخرین روزنامه رسمی مبنی بر دارندگان امضاهای مجاز الزامی است.
- ه- فقط مدارک خواسته شده و در محل‌های مشخص شده ارائه گردد.
- و- تکمیل مدارک در جداول ارزیابی صورت گیرد و در صورت تایپ دقیقاً مطابق جداول بخش جداول ارزیابی باشد در غیر این صورت اسناد پذیرفته نخواهد شد.

## معیارهای ارزیابی

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

جدول ضریب وزنی معیارهای ارجاع کار به پیمانکار همراه با امتیاز هر معیار

امتیاز	ضریب وزنی	معیار ارجاع کار	ردیف
۱۰۰	۳۰	سابقه اجرایی کار در رشته و زمینه کار در پنج سال گذشته	۱
۱۰۰	۱۵	حسن سابقه در کارهای قبلی	۲
۱۰۰	۲۰	توان مالی در پنج سال گذشته	۳
۱۰۰	۲۰	توان تجهیزاتی	۴
۱۰۰	۱۵	توان فنی و برنامه ریزی	۵
۱۰۰		جمع	

پیمانکاران می بایست حداقل ۵۰ درصد امتیاز ردیف یک و ۶۵ درصد امتیاز کل را کسب نمایند.

## مبانی تعیین امتیاز معیارهای ارجاع کار

پیمانکار جهت شرکت در ارزیابی توان اجرای کار باید اطلاعات مورد نیاز را بسته به مورد، به صورت تشریحی با مطابقت نمونه‌های ارایه شده در قسمت فرم‌های اطلاعاتی تنظیم نماید.

در مواردی که ارایه مستندات از پیمانکار خواسته شده، وی باید مدارک تعیین شده را در بخشی مجزا به نام مستندات به تفکیک برای هر معیار ارایه کند. همچنین پیمانکار باید کلیه مستندات و مدارک مثبت‌های را که ارایه آن‌ها همراه اسناد ارزیابی خواسته نشده است، در دسترس داشته باشد و در صورت نیاز هیئت ارزیابی، ظرف ۲۴ ساعت از زمان درخواست، آن‌ها را به هیئت تسلیم نماید.

اطلاعات مورد نظر براساس معیارهای تعیین شده برای ارجاع کار تنظیم گردیده که فهرست این معیارها همراه ضریب وزنی مربوط و سقف امتیاز در نظر گرفته شده برای آن‌ها، در بخش مربوط آمده است. در مواردی که برای گرفتن امتیاز کامل شرایط تعیین شده، چنانچه بخشی از آن شرایط برای پیمانکار تامین باشد، قسمتی از امتیاز کامل متناسباً به وی تعلق خواهد گرفت، مگر آنکه روش دیگری در بخش مربوط تعیین شده باشد. ترتیب نحوه ارزیابی و تعیین امتیاز بر اساس اطلاعات ارایه شده، به شرح زیر می‌باشد:

## ۱- سابقه اجرایی کار در رشته و زمینه کار در ۵ سال گذشته

## ۱-۱- معیار ارزیابی

ردیف	شرح	تعداد کار	حداکثر امتیاز
۱	عملیات ساماندهی رودخانه مشابه با حجم معادل یا بیش‌تر از موضوع مناقصه	۴	۱۰۰
۱-۱	ساحل‌سازی سنگی (ریپرپ، سنگریزی، ... ) با حجم معادل یا بیش‌تر از موضوع مناقصه	۴	۸۰
۱-۲	عملیات خاکی (سد خاکی، آبیاری زهکشی) با حجم معادل یا بیش‌تر از موضوع مناقصه	۴	۵۰
۱-۳	اجرای سازه‌های گابیونی با حجم معادل یا بیش‌تر از موضوع مناقصه	۴	۴۰
۱-۴	عملیات ساحل‌سازی بتنی با حجم معادل یا بیش‌تر از موضوع مناقصه	۴	۲۰
	جمع		۱۰۰

تذکره: کسب حداقل ۵۰٪ امتیاز این معیار الزامی است

## ۲-۱- مدارک و مستندات لازم

- تصویر پیمان‌های منعقد شده (صرفاً صفحاتی که نشان‌دهنده موضوع، مدت، مبلغ و تاریخ ابلاغ کار است)
- تصویر صورت‌جلسه تحویل زمین و تحویل موقت یا قطعی
- تصویر نامه کارفرما (یا مشاور) مبنی بر تصویب آخرین صورت وضعیت موقت (تاکنون) برای پروژه‌های با پیشرفت ریالی ۹۰ درصد به بالا، که مبلغ تایید شده صورت وضعیت در آن درج گردیده باشد.

## ۲- حسن سابقه در کارهای قبلی

## ۱-۲- معیار ارزیابی

برای تعیین امتیاز حسن سابقه در کارهای قبلی، اخذ اطلاعات حداکثر پنج سال گذشته شامل نشانی و مقام مطلع در دستگاه‌های کارفرمایی، موضوع و مبلغ قراردادها و نام و نشانی دستگاه نظارت در آن قراردادها از طریق استعلام ضروری است. امتیاز ارزیابی کارفرمایان کارهای قبلی نسبت به مواردی نظیر کیفیت کار، کفایت کادر فنی و زمان‌بندی پروژه تعیین می‌شود. میانگین امتیازهای ارزیابی کارفرمایان قبلی ملاک تعیین امتیاز یاد شده خواهد بود.

امتیازهای مربوط به ارزشیابی دوره‌ای مراجع معتبر، موضوع تبصره ماده (۱۰) تصویب نامه شماره ۴۸۰۱۳/ت/۲۳۲۵۱ مورخ ۱۳۸۱/۱۲/۱۱ درباره عملکرد پیمانکار می‌تواند جایگزین کسب اطلاعات از کارفرمایان قبلی گردد.



## ۲-۲- مدارک و مستندات لازم:

- فرم ارزیابی کارفرمایان قبلی از پروژه‌های انجام شده که به تایید کارفرمای مربوطه رسیده باشد.
- فتوکپی پیمان‌های منعقد شده به انضمام تاییدیه‌های صادره
- گواهی شاخص ارزشیابی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (وقت) موضوع تبصره ماده ۱۰ تصویب نامه شماره ۴۸۰۱۳/ت ۲۳۲۵۱ مورخ ۸۱/۱۲/۱۱ هیئت وزیران

## ۳- توان مالی

## ۳-۱- معیار ارزیابی

پیمانکار یکی از موارد زیر (مربوط به ۵ سال گذشته) که دارای بیشترین مقدار است را ارائه نماید:

ردیف	شرح	مقدار	امتیاز
۱	۵۰ برابر میزان مالیات متوسط سالیانه پرداخت شده یا ۷۰ برابر بیمه تامین اجتماعی پرداخت شده	مساوی یا بیش‌تر از برآورد مبلغ مناقصه	۱۰۰
۲	سه برابر درآمد ناخالص سالیانه	مساوی یا بیش‌تر از برآورد مبلغ مناقصه	۱۰۰
۳	پنج برابر دارایی‌های ثابت شرکت	مساوی یا بیش‌تر از برآورد مبلغ مناقصه	۱۰۰
۴	میزان اعتبار اخذ شده از سوی موسسات مالی معتبر	مساوی یا بیش‌تر از برآورد مبلغ مناقصه	۱۰۰
۱۰۰	جمع		

- در صورتی که بالاترین عدد محاسبه شده فوق، کم‌تر از مبلغ مناقصه باشد، امتیاز مالی به تناسب کسر می‌شود.

## ۳-۲- مدارک و مستندات لازم:

- یکی از موارد زیر (مربوط به ۵ سال گذشته) که بالاترین رقم را دارا می‌باشد ارائه گردد:
  - الف- اظهارنامه مالیاتی ۵ سال گذشته
  - ب- مبالغ بیمه تامین اجتماعی قطعی یا علی الحساب پرداخت شده ۵ سال گذشته
  - ج- صورت وضعیت‌های قطعی یا موقت تایید شده کارفرما طی ۵ سال گذشته
  - د- دارایی‌های ثابت مستند به اظهارنامه مالیاتی یا گواهی بیمه دارایی‌ها یا دفاتر قانونی طی ۵ سال گذشته
  - ه- تایید اعتبار از سوی بانک یا مؤسسات مالی و اعتباری معتبر

#### ۴- توان تجهیزاتی

##### ۴-۱- معیار ارزیابی

به پیمانکاران بر اساس تجهیزات و ماشین‌آلات اختصاص یافته مطابق جدول زیر امتیاز تعلق خواهد گرفت. تذکر: به ماشین‌آلات استیجاری با ارائه رونوشت موافقت نامه معتبر ۴۰ درصد امتیاز مربوطه تعلق خواهد گرفت.

جدول حداقل تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز

ردیف	نام ماشین‌آلات	تعداد مورد نیاز	امتیاز	امتیاز اخذ شده
۱	بولدزر D8	۲	۲۰	
۲	بیل مکانیکی	۳	۱۵	
۳	لودر	۳	۱۵	
۴	کامیون ده چرخ	۸	۴۰	
۵	غلتک	۱	۵	
۶	گریدر	۱	۵	
جمع امتیازات				۱۰۰

نوع ماشین‌آلات و تعداد درج شده در جدول به عنوان نمونه می‌باشد.

##### ۴-۲- مدارک و مستندات لازم:

ارائه کپی سند مالکیت ماشین‌آلات و یا موافقت نامه اجاره آن‌ها الزامی است.

#### ۵- توان فنی و برنامه‌ریزی

##### ۵-۱- کفایت کادر فنی و عناصر کلیدی از نظر دانش و تجربه:

به پیمانکاران بر اساس نفرات مطابق جدول زیر امتیاز تعلق خواهد گرفت.

جدول عوامل فنی و عناصر کلیدی

ردیف	تخصص	تعداد	سابقه کار مفید	امتیاز	امتیاز اخذ شده
۱	مهندس عمران (رئیس کارگاه)	۱	۱۰ سال	۲۵	
۲	مهندس عمران (دفتر فنی)	۲	۷ سال	۴۰	
۳	مهندس نقشه‌بردار	۱	۱۰ سال	۲۰	
۴	تکنسین نقشه‌برداری	۱	۵ سال	۱۵	
جمع امتیازات					۱۰۰

## ۵-۱-۱- مدارک و مستندات لازم:

ارائه مدارک تحصیلی و سوابق کاری جهت ارزیابی ضروری است.

## ۵-۲- توان برنامه ریزی

## ۵-۲-۱- معیار ارزیابی:

امتیاز	شرح	ردیف
۱۰	توان برنامه ریزی (داشتن حداقل ۲ پروژه بدون تاخیر غیر مجاز تا تحویل موقت طی ۵ سال گذشته)	۱
۵	نمودار سازمانی شرکت (ارتباطات مستقل و سریع در نمودار سازمانی شرکت)	۲
۵	سیستم‌های مدیریت کیفیت معتبر	۳
۵	داشتن واحد کنترل پروژه، واحد کنترل کیفیت مصالح در نمودار سازمانی کارگاه	۴
۵	سوابق کاری هیئت مدیره و مدیر عامل	۵
۳۰	جمع	

در ردیف ۱ (توان برنامه ریزی) با داشتن دو پروژه بدون تاخیر غیر مجاز تا تحویل موقت طی ۵ سال گذشته امتیاز کامل ردیف تعلق می‌گیرد.

## ۵-۲-۲- مدارک و مستندات لازم:

مستندات هر یک از موارد فوق به شرح زیر می‌باشد:

## فرم‌های ارزیابی

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه .....

## اطلاعات کلی

نام شرکت: محل ثبت:

شماره ثبت: تاریخ ثبت:

سرمایه ثبت شده: سرمایه پرداخت شده:

موضوع فعالیت شرکت (طبق اساسنامه):

شماره و تاریخ آخرین گواهی احراز صلاحیت:

رشته و تخصص و آخرین پایه اکتسابی بر اساس آخرین گواهی احراز صلاحیت:

ظرفیت مجاز باقیمانده از نظر ریالی و تعداد کار در رشته موضوع کار:

نشانی قانونی شرکت:

کد پستی، شماره تلفن و شماره نمابر:

مشخصات اعضای هیئت مدیره و سایر سهامداران					
ردیف	نام و نام خانوادگی	درصد سهام	سمت	رشته تحصیلی	سال فراغت از تحصیل
۱	مدیر عامل				
۲	رئیس هیئت مدیره				
۳	نایب رئیس هیئت مدیره				
۴	عضو هیئت مدیره				
۵	عضو هیئت مدیره				
۶	عضو هیئت مدیره				

- یک نسخه از اساسنامه و روزنامه رسمی مربوط به تاسیس شرکت و تغییرات بعدی ضمیمه گردد.

- فتوکپی آخرین گواهینامه و امتیاز بندی احراز صلاحیت ضمیمه گردد.

## ۱- سابقه اجرای کار در رشته و زمینه کار طی ۵ سال گذشته

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

مشاور	کارفرما	تاریخ تحویل موقت	درصد پیشرفت	مدت پیمان (سال)	تاریخ شروع	مبلغ پیمان به ریال	موضوع پیمان

ارائه فتوکپی پیمان‌های منعقد به انضمام صورتجلسه تحویل زمین و تحویل موقت یا قطعی برای ارزشیابی ضروری می‌باشد

## ۲- حسن سابقه در کارهای قبلی

دستگاه اجرایی: .....

اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

## ۲-۱- حسن انجام کار در کارهای اجرا شده مشابه طی ۵ سال گذشته

ردیف	موضوع پیمان	مبلغ پیمان	کارفرما	مقام مطلع کارفرما	مهندس مشاور	نوع تاییدیه صادر شده (تقدیرنامه، رضایت‌نامه تاییدی انجام مهندسی ارزش و ...)	مرجع صادر کننده
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							

فتوکپی پیمان‌های منعقد به انضمام تاییدیه‌های صادره ارائه گردد

## ۲-۲- فرم ارزیابی کارفرمایان قبلی از پروژه‌های انجام شده (پایان یافته در ۵ سال اخیر)

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

به .....			
از .....			
موضوع: استعلام نحوه عملکرد این شرکت در پروژه .....			
احتراماً، نظر به آن که کمیته فنی بازرگانی مناقصه پروژه ساماندهی ..... در نظر دارد نحوه عملکرد این شرکت را در پروژه اجرا شده ..... بر اساس آیین نامه اجرایی شماره ۸۴۱۳۶ / ت ۳۳۵۶۰ ه مورخ ۸۵/۰۷/۱۶ هیئت وزیران ارزیابی نماید، خواهشمند است دستور فرمایید فرم زیر در خصوص عملکرد این شرکت در پروژه یاد شده تکمیل و گواهی گردد.			
با تقدیم احترام			
شرکت .....			
(مهر و امضا)			
ارزیابی کارفرما از پروژه اجرا شده:			
ضعیف	متوسط	خوب	عالی
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱- کیفیت کار پیمانکار در اجرای عملیات			
۲- کفایت کادر فنی تخصیص یافته و فعال در طول پروژه			
۳- میزان پایبندی و تعهد پیمانکار به برنامه زمانی و مدت پیمان			
(مهر و امضای مجاز کارفرما)			

توجه: ۱- پیمانکار موظف است برای پروژه‌های انجام شده مورد رضایت کارفرما (که مبلغ آن‌ها از ۵ میلیارد ریال کم‌تر نباشد). فرم فوق را به تکمیل و گواهی کارفرمای مربوطه برساند.

۲- این فرم به عنوان بخشی از مستندات موضوع جدول ۱-۲ خواهد بود.

۲-۳- ارزیابی دوره‌ای مراجع معتبر موضوع تبصره ماده ۱۰ تصویب نامه شماره ۴۸۰۱۳ ت ۲۳۲۵۱ هـ مورخ

۱۳۸۱/۱۲/۱۱

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

شاخص ارزیابی	سال ارزیابی

مدارک و مستندات مربوطه پیوست شود

## ۳- توان مالی

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

مناقصه‌گر یکی از موارد زیر (طی ۵ سال گذشته) که دارای بیش‌ترین مقدار است ارائه نماید.

الف- پنجاه برابر مالیات متوسط سالیانه یا هفتاد برابر بیمه تامین اجتماعی قطعی یا علی‌الحساب پرداخت شده

ب- سه برابر درآمد ناخالص سالانه مستند به صورت وضعیت قطعی یا موقت

ج- پنج برابر دارایی‌های ثابت مستند به اظهار نامه مالیاتی یا گواهی بیمه داراییها یا دفاتر قانونی

د- تایید اعتبار از سوی بانک یا موسسات مالی و اعتباری معتبر تا سقف مبلغ موضوع مناقصه

ردیف	شرح	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم
۱	میزان مالیات متوسط سالیانه پرداخت شده					
۲	میزان بیمه تامین اجتماعی پرداخت شده					
۳	میزان درآمد ناخالص سالانه					
۴	میزان دارایی‌های ثابت شرکت					
۵	میزان اعتبار اخذ شده از سوی موسسات مالی معتبر					

مدارک و مستندات لازم شامل رونوشت اظهار نامه‌های مالیاتی، رونوشت صورت وضعیت‌های موقت و قطعی، رونوشت

مفاصا حساب بیمه تامین اجتماعی طی ۵ سال گذشته و تایید اعتبار بانکی حسب مورد ارائه گردد.



## ۴- توان تجهیزاتی

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

ردیف	ماشین آلات و تجهیزات	کارخانه سازنده	مدل	سال ساخت	ظرفیت و توان	تعداد	نحوه تامین (تملیکی یا استیجاری)
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							
۷							
۸							
۹							
۱۰							

کپی اسناد مالکیت (ماشین آلات و تجهیزات) برای ماشین آلات تملیکی ضمیمه این فرم گردد.  
برای ماشین آلات استیجاری کپی موافقت نامه‌های مربوطه ارائه گردد.

## ۵- توان فنی و برنامه‌ریزی

دستگاه اجرایی: .....

موضوع مناقصه: اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه.....

## ۵-۱- کفایت کادر فنی و عناصر کلیدی از نظر دانش و تجربه

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت و مسولیت در کارهای اجرایی	مدرک و رشته تحصیلی	سال اخذ مدرک	سابقه کاری خارج از شرکت	سابقه کاری داخل شرکت
۱						
۲						
۳						
۴						
۵						
۶						
۷						
۸						
۹						
۱۰						

ارائه مدرک تحصیلی و سوابق کاری جهت ارزیابی ضروری است.

## ۵-۲- توان برنامه‌ریزی

- نمودار سازمانی تشکیلات دفتر مرکزی و کارگاه ارائه گردد.
- کپی گواهینامه‌های مدیریت کیفیت ارائه گردد.
- خلاصه سوابق کاری اعضای هیئت مدیره

ردیف	نام و نام خانوادگی	تاریخ شروع	تاریخ خاتمه	سمت	نوع فعالیت کاری	نام کارفرما

ارائه مدرک تحصیلی و سوابق کاری اعضای هیئت مدیره جهت ارزیابی ضروری است.

پیمان‌های خاتمه یافته بدون تاخیر غیر مجاز

موضوع پیمان	مبلغ پیمان به ریال	تاریخ شروع طبق قرارداد	تاریخ خاتمه طبق قرارداد	تاریخ تحویل موقت	نام کارفرما	نام مشاور

رونوشت گواهی تحویل موقت، ابلاغیه تاخیرات پیمانکار از سوی کارفرمای مربوطه و رونوشت موافقت‌نامه برای ارزشیابی ضروری می‌باشد.

فرم شماره ۶- فرم خود اظهاری اعلام کارهای در دست اجرا و ظرفیت آماده به کار

مطابق ماده ۱۸ آیین نامه ارجاع کار در جهت رعایت ظرفیت‌های اجرایی امضا کننده زیر متعهد می‌گردد در تاریخ ..... برای مشارکت در مناقصه پروژه اجرای عملیات ترمیم و بازسازی سازه‌های ساماندهی رودخانه .....، کارهای در دست اجرا و یا کارهایی که اخیراً برنده شده است به شرح زیر می‌باشد و با آگاهی از ظرفیت‌های اجرایی پایه و رشته مربوط از نظر مبلغ و تعداد کار مجاز در دست اجرا، ظرفیت آماده به کار لازم برای شرکت در مناقصه و عقد قرارداد پروژه مذکور را با مبلغ تعیین شده دارا می‌باشم.

مبالغ به میلیون ریال

ردیف	نام پروژه	رشته کار	نام دستگاه اجرایی طرف قرارداد	مبلغ قرارداد	مبلغ کارکرد قرارداد	ظرفیت پایه در رشته	مانده ظرفیت

چنانچه سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ظرفیت ظرفیت آماده به کار مذکور را تایید ننماید مسوولیت تأخیر در اجرای پروژه به عهده پیمانکار بوده است و مطابق با دستورالعمل رسیدگی به تخلفات ناشی از عدم رعایت ضوابط ارجاع کار با این شرکت رفتار می‌گردد.

تاریخ

مهر و امضا مجاز و تعهدآور

این برگ جزو لاینفک اسناد مناقصه بوده و همراه با برگ پیشنهاد قیمت به پیمانکار تحویل گردد و پس از تکمیل شدن آن توسط پیمانکار پیشنهاد دهنده، در پاکت الف قبل از افتتاح پیشنهاد مورد بررسی قرار گرفته و به همراه اسناد و مدارک مورد نیاز به سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ارسال گردد.

فرم خلاصه ارزیابی و بررسی کارشناسی هیئت ارزیابی پیمانکاران که به مرحله فراخوان نخست پاسخ داده‌اند (امتیاز پیمانکاران)

تاریخ تشکیل جلسه .....

ردیف	معیارهای ارجاع کار	ضریب معیار	نام پیمانکاران									
			رشته									
			پایه									
امتیاز هر معیار												
۱	سابقه اجرایی کار در رشته و زمینه کار در ۵ سال گذشته	۳۰										
۲	حسن سابقه در کارهای قبلی	۱۵										
۳	توان مالی	۲۰										
۴	توان تجهیزاتی	۲۰										
۵	توان برنامه‌ریزی و فنی	۱۵										
	امتیاز کل	۱۰۰										

نماینده واحد بهره‌بردار

مشاور

نماینده دفتر قراردادهای کارفرما

مجری طرح

## منابع و مراجع

- ۱- «روش‌های طرح و اجرای سازه‌های با مصالح سنگی در مهندسی رودخانه»، گزارش نهایی طرح تحقیقات پژوهشی سازمان مدیریت منابع آب ایران.
- ۲- بیات، ح.، «اندرکنش سازه‌های آبی و فرسایش»، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۳- «راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری گوره‌ها»، نشریه شماره ۲۱۴، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۸۰.
- ۴- سامانی، ح.، «طراحی سازه‌های هیدرولیکی»، مهندسين مشاور دزآب.
- ۵- «راهنمای تعیین آبستگي در سازه‌های مهم هیدرولیکی»، نشریه شماره ۱۳۶-ن، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، وزارت نیرو، ۱۳۸۰.
- ۶- طاحونی، ش.، «اصول مهندسی ژئوتکنیک»، انتشارات پارس.
- ۷- «راهنمای مهار سیلاب رودخانه‌ای (روش سازه‌ای)»، نشریه شماره ۲۴۲، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۸۰.
- ۸- «ضوابط طراحی هیدرولیکی شیب‌شکن‌ها، تندآب‌ها و تاسیسات پایانه‌ای استهلاک انرژی در سازه‌های آبیاری و زهکشی»، نشریه شماره ۴۸۲ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۹.
- ۹- رفاهی، ح.، «فرسایش آبی و مهار آن»، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۰- «راهنمای مهار فرسایش و حفاظت رودخانه‌ها»، نشریه شماره ۱۴۹-ن، طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، وزارت نیرو، ۱۳۸۳.
- ۱۱- قدسیان، م.، «مهار سیلاب و مهندسی زهکشی»، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۲- «آیین‌نامه بتن ایران (آبا)»، نشریه شماره ۱۲۰، سازمان برنامه و بودجه کشور.
- ۱۳- «راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه»، نشریه شماره ۳۱۶، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۴.
- ۱۴- اکبری‌ان، ع.، «طراحی سازه‌های هیدرولیکی کانال‌ها»، انتشارات عمیدی.
- ۱۵- «راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه»، نشریه شماره ۲۸۸، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۶.
- ۱۶- علیزاده، ا.، «اصول هیدرولوژی کاربردی»، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۱۷- «راهنمای مطالعات ریخت‌شناسی»، نشریه شماره ۵۹۲، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۱.
- ۱۸- «راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه‌ها»، نشریه شماره ۳۸۳، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۶.
- ۱۹- «راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری پوشش‌ها در کارهای مهندسی رودخانه»، نشریه شماره ۳۳۲، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۴.

- ۲۰- «شرح خدمات انجام خدمات مهندسی مرحله سوم»، بخشنامه شماره ۵۴/۹۷۷-۱۰۲/۱۳۹۵، مورخ ۱۳۷۹/۳/۱۱، دفتر نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور.
- ۲۱- یزدانی، ر.، «دستورالعمل ثبت و ساماندهی اطلاعات کارگاهی و روند تحویل پروژه‌های عمرانی»، مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران، ۱۳۷۹.
- ۲۲- «دستورالعمل ارزیابی زیست‌محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه»، نشریه شماره ۲۲۷، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۰.
- ۲۳- «دستورالعمل مطالعه و اجرا در مورد شبکه ایستگاه‌های هشدار دهنده سیل» دفتر بررسی‌های منابع آب وزارت نیرو، ۱۳۷۰.
- ۲۴- «راهنمای جامع مطالعات طرح، بهره‌برداری و نگهداری سامانه پیش‌بینی و هشدار سیل»، نشریه شماره ۵۸۳، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۱.
- ۲۵- «راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ»، نشریه شماره ۲۱۶، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۰.
- ۲۶- «راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری دیوارهای سیل‌بند»، نشریه شماره ۵۱۸، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۸.
- ۲۷- «راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری آب‌شکن‌های رودخانه‌ای»، نشریه شماره ۵۱۶، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۸.
- ۲۸- آل یاسین، ا.، «کاربرد مهندسی رودخانه در رودخانه‌های دز و کارون»، انتشارات وزارت نیرو، کمیته ملی سدهای بزرگ، نشریه شماره ۳۳، ۱۳۷۹.
- ۲۹- «راهنمای تعیین عمق فرسایش و روش‌های مقابله با آن در محدوده پایه‌های پل»، نشریه شماره ۲۶۰، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۱.
- ۳۰- «راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ»، نشریه شماره ۲۱۶، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۰.
- ۳۱- اکبریان، ع.، «طراحی سازه‌های هیدرولیکی کانال‌ها»، انتشارات عمیدی.
- ۳۲- شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل، «گزارش فنی طرح استحصال اراضی و حفاظت سواحل رودخانه بالهارود در مجاورت روستاهای گوگ تپه و قره قاسملو»، خرداد ۱۳۸۷.
- ۳۳- «راهنمای کاربرد مدل‌های ریاضی و فیزیکی در مطالعات مهندسی و ساماندهی رودخانه»، نشریه شماره ۵۸۴، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۱.
- ۳۴- «دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری سازه‌های کنترل رسوب (بندهای اصلاحی)»، نشریه شماره ۴۱۶، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۷.
- ۳۵- «راهنمای نقشه‌برداری و آبنگاری در کارهای مهندسی رودخانه»، شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۸۳.

۳۶- قانون برگزاری مناقصات، مجلس شورای اسلامی ایران، ۱۳۸۳

- 37- River Training Works, Longitudinal structures, Maccaferri Documents
- 38- Khatsaria R. M., Hydraulics of Spillways and Energy dissipaters, Marcel Dekker Press
- 39- Peter, P., Canal and River Levees, Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1982
- 40- Blodgett J. C. and McConaughy C. E., Rock Riprap Design for Protection of Channels Near Highway Structures. , U. S. Geological Survey, Water Resources Investigations, Report 86-4128, 1986
- 41- Copeland R. R., Structural Streambank Erosion Rip-Rap Blanket in Streambank Protection. , Huntsville Division Corps of Engineers, Alabama, 1983
- 42- Oswald N. R. and Maynard S. T., Bank Protection Techniques Using Gabions in Streambank Erosion Control Evaluation and Demonstration. , U. S. Army Engineers Waterway Experiment Station, Vicksburg, 1978
- 43- Design and Construction of Levees, U. S. Army Corps of Engineers, 1978
- 44- River Engineering, Peterson, M. S. , Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1986
- 45- Jansen P. Ph., Principles of Rivers Engineering, Pitman, Pub. Co. , London, 1983
- 46- Kwan T. F. and Melville B. W., Local Scour and Flow Measurements At Bridge Abutments. , Journal of Hydraulic Research, Vol. 32, No. 5, pp. 661-673, 1994
- 47- Pattanaik A., The Effect of Groynes in Rivers. , PHD Thesis presented to the university of Manchester, 1966
- 48- Chang H. H. , Fluvial Processes in River Engineering. , John Wiley and Sons, New York, pp. 325-359, 1988
- 49- Rijn L. C. , Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas. , Aqua, Amsterdam, 1993
- 50- Stream Corridor Restoration Handbook, The Federal Interagency Stream Restoration Working Group US, 2001
- 51- Army Creek Dike Operation and aintenance Manual, City of New Castle Delaware, Green Stone Engineering, 2011
- 52- The Rock Manual, chapter 10, monitoring, inspection, maintenance and repair, Delft University Technology, 2007