جمهوری اسلامی ایران

راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای

نشریه شماره ۳۳۶

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی ، تدوین معیارها و
کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو
شرکت مدیریت منابع آب ایران
دفتر استانداردهای و معیارهای فنی
http://www.wrm.or.ir/standard

جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای

نشریه شماره ۳۳۶

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و

کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

وزارت نیرو

شرکت مدیریت منابع آب ایران

دفتر استانداردها و معیارهای فنی

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۴/۰۰/۱۵۲

۱۳۸٤

فهرست‌برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر استانداردها و معیارهای فنی.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۴.

X ، ۱۵۹ ص: مصور. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۳۳۶) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۴/۰۰/۱۵۲)

ISBN 964-425-731-6

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۰/۲۱۴۶۹۰ مورخ ۱۳۸۴/۱۲/۱۳

کتابنامه: ص. ۱۵۵-۱۵۹

۱. رسوب — بهره‌برداری — دستنامه‌ها. ۲. رسوبهای رودخانه‌ای — بهره‌برداری — دستنامه‌ها. ۳. آبراهه‌ها. الف. شرکت مدیریت منابع آب ایران. دفتر استانداردها و معیارهای فنی. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۴ ش. ۳۳۶ ۲۴س/ TA ۳۶۸

شابک ۶-۷۳۱ - ۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-731-6

راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امو. اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۸۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۴

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپ زحل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی ، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۰/۲۱۴۶۹۰
	تاریخ : ۱۳۸۴/۱۲/۱۳

موضوع : راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲٤٥۲٥/ت ۱٤۸۹۸هـ مورخ ۱۳۷٥/٤/٤ هیات محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۳۳۶ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، ارسال دارند.

فرهاد رهبر

معاون رییس جمهور و رییس سازمان

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است . با وجود تلاش فراوان ، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی ، فنی ، ابهام ، ایهام و اشکالات موضوعی نیست .

از این‌رو ، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید :***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید .

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید .

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید .

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید .

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود .

نشانی برای مکاتبه : تهران، خیابان شیخ‌بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷

http://tec.mporg.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

باتوجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای صنعت آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امورفنی،تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است :

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های 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
- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش نموده و صاحبنظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

مهدی تفضلی- معاون امور فنی

زمستان ۱۳۸۴

ترکیب اعضای تهیه کننده

این استاندارد در معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس، توسط افراد زیر به ترتیب حروف الفبا تهیه شده است:

آقای علی‌اکبر صالحی نیشابوری	دانشگاه تربیت مدرس	دکترای هیدرولیک
آقای مسعود قدسیان	دانشگاه تربیت مدرس	دکترای هیدرولیک

بررسی و تصویب‌کنندگان

این استاندارد توسط کارشناسان متخصص و مرتبط با موضوع استاندارد، سازمان‌ها، نهادهای ذیربط، دانشگاه‌ها و مهندسین مشاور مورد بررسی، اصلاح و تأیید قرار گرفته و نهایتاً توسط اعضای کمیته تخصصی مهندسی رودخانه و سواحل دفتر استانداردها و معیارهای فنی و نیز سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور به تأیید و تصویب رسیده است.

اسامی اعضای گروه نظارت به‌ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای محمد ابراهیم بنی‌حبیب	دانشگاه تهران	دکترای عمران مهندسی آب
آقای فیروز بهادری خسروشاهی	دانشگاه خواجه نصیر طوسی	فوق‌لیسانس مهندسی آب
آقای علاء الدین کلانتر	شرکت آبراه گستر	لیسانس آبیاری و زهکشی

اسامی اعضای کمیته تخصصی مهندسی رودخانه و سواحل دفتر استانداردها و معیارهای فنی که بررسی و تأیید استاندارد حاضر را بعهده داشته‌اند به ترتیب، حروف الفبا عبارتند از:

آقای محمود افسوس	شرکت سازه پردازی	فوق لیسانس سازه‌های آبی
آقای محمد ابراهیم بنی حبیب	دانشگاه تهران	دکترای عمران مهندسی آب
آقای ابراهیم جباری	دانشگاه علم و صنعت ایران	دکترای هیدرولیک
آقای مهدی شفیعی فر	دانشگاه تربیت مدرس	دکترای سازه‌های دریایی
آقای حسام فولادفر	مرکز تحقیقات آب	فوق لیسانس سازه های آبی
خانم کیاندخت کباری	طرح تهیه استانداردها و معیارهای فنی	لیسانس راه و ساختمان
آقای جبار وطن فدا	سازمان مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس سازه های آبی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
۱- هدف و دامنه کاربرد	۲
۱-۱ هدف	۲
۱-۲ دامنه کاربرد	۲
۱-۳ انتقال رسوب	۲
۱-۳-۱ پیوستگی انتقال رسوب در سامانه‌های رودخانه‌ای	۳
۱-۴ برداشت شن و ماسه در سامانه رودخانه	۴
۱-۴-۱ آثار برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها	۵
۱-۴-۱-۱ پایین‌افتادگی آبراه و درشت‌دانه کردن کف	۵
۱-۴-۱-۲ زیرشویی سازه‌ها	۶
۱-۴-۱-۳ ناپایداری آبراه	۷
۱-۴-۲ تفکیک آثار برداشت شن و ماسه از سایر عوامل	۷
۱-۵ مدیریت برداشت شن و ماسه	۷
۱-۶ مشکلات و تنگناها	۸
۲- مفاهیم و موارد کاربرد شن و ماسه	۱۰
۲-۱ تعریف شن و ماسه	۱۰
۲-۲ تقسیم‌بندی انواع شن و ماسه	۱۰
۲-۲-۱ شن و ماسه طبیعی	۱۰
۲-۲-۱-۱ شن و ماسه رودخانه‌ای	۱۱
۲-۲-۱-۲ ماسه کوهستانی	۱۱
۲-۲-۱-۳ ماسه بادی	۱۱
۲-۲-۲ شن و ماسه شکسته	۱۱
۲-۳ رسوبات رودخانه‌ای	۱۱
۲-۴ طبقه‌بندی کمّی و کیفی انواع مصالح شن و ماسه‌ای	۱۳
۳- انتقال مصالح رودخانه‌ای	۲۰
۳-۱ بررسی روش‌های تعیین میزان انتقال رسوب	۲۰

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۲ روش‌های تعیین بار بستر	۲۰
۳-۲-۱ روش‌های مبتنی بر تنش برشی	۲۰
۳-۲-۲ روش‌های مبتنی بر شیب انرژی	۲۱
۳-۲-۳ روش‌های مبتنی بر بده جریان	۲۲
۳-۲-۴ روش‌های مبتنی بر احتمالات	۲۲
۳-۲-۵ روش‌های مبتنی بر رگرسیون	۲۳
۳-۲-۶ روش مبتنی بر تخمین درصدی از بار معلق	۲۴
۳-۳ روش‌های تعیین بار معلق	۲۵
۳-۳-۱ کلیات	۲۵
۳-۳-۲ روش‌های هیدرولیکی	۲۶
۳-۳-۳ روش‌های هیدرولوژیک	۲۶
۳-۳-۴ برآورد رسوب معلق برای ایستگاه‌های بدون آمار	۲۹
۴- برداشت مصالح از رودخانه و پیامدهای آن	۳۰
۴-۱ کلیات	۳۰
۴-۲ آثار منفی برداشت مصالح از رودخانه‌ها	۳۰
۴-۲-۱ پیامدهای ریخت‌شناسی	۳۰
۴-۲-۱-۱ فرسایش بستر و ساحل رودخانه	۳۰
۴-۲-۱-۲ شریانی شدن رودخانه‌ها	۳۱
۴-۲-۲ پیامدهای "منفی" بر سازه‌های حاشیه‌ای	۳۱
۴-۲-۲-۱ پایین افتادن سطح آب و تبعات ناشی از آن	۳۱
۴-۲-۲-۲ آب‌شستگی پای پل و بندهای انحرافی	۳۲
۴-۲-۲-۳ تخریب سیفون معکوس و دیگر لوله‌های عبوری از بستر رودخانه	۳۲
۴-۲-۲-۴ تخریب سازه‌های حفاظت کناره رودخانه مانند آبشکن و پوشش‌ها	۳۲
۴-۲-۳ پیامدهای زیست‌محیطی	۳۲
۴-۲-۳-۱ کاهش ظرفیت طبیعی رودخانه در جذب مواد غذایی فاضلاب	۳۲
۴-۲-۳-۲ کاهش ذخیره و کیفیت آب شرب و کشاورزی	۳۲
۴-۲-۳-۳ کاهش غلظت اکسیژن در کف و افزایش دمای آب در پایین‌دست محل برداشت	۳۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۲-۳-۴ از بین رفتن زیستگاه‌ها ۳۳
۴-۲-۳-۵ تعلیق مواد رسوبی و آثار آن بر آبزیان ۳۳
۴-۲-۳-۶ نفوذ آب شور ۳۴
۴-۲-۴ تأثیر منفی در جذب توریست ۳۴
۴-۳ آثار مثبت برداشت مصالح ساختمانی از رودخانه ۳۴
۵- راهنمایی‌ها ۳۶
۵-۱ کلیات ۳۶
۵-۲ روش‌های برداشت مصالح ۳۶
۵-۳ روند استفاده از راهنما ۳۸
۵-۳-۱ متقاضی بهره‌برداری از منطقه برداشت ۳۹
۵-۳-۲ سازمان‌های مسئول بررسی و نظارت منطقه برداشت ۳۹
۶- شناسایی مناطق برداشت مناسب ۴۱
۶-۱ راهنمایی‌های عمومی ۴۱
۶-۲ محل برداشت ۴۱
۶-۲-۱ برداشت از تراس‌های رودخانه‌ای ۴۲
۶-۲-۲ استخراج از سیلابدشت ۴۲
۶-۲-۳ برداشت از رودخانه‌های بزرگ ۴۳
۶-۲-۴ برداشت از رودخانه‌های شریانی ۴۳
۶-۲-۵ برداشت از بستر بازه‌های مستقیم ۴۴
۶-۲-۶ برداشت از موانع و تپه‌های رسوبی ۴۴
۶-۲-۷ برداشت از کناره‌های داخلی قوس‌ها ۴۵
۶-۲-۸ برداشت از بالادست بندها و سدهای انحرافی و مخازن سدها ۴۶
۶-۲-۹ برداشت از بالادست پل‌ها ۴۶
۶-۲-۱۰ برداشت از محل تلاقی سرشاخه‌ها ۴۷
۶-۲-۱۱ موقعیت منابع آب ۴۷
۶-۲-۱۲ فاصله از سازه‌های هیدرولیکی ۴۹
۶-۲-۱۲-۱ پل‌ها ۴۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۲-۱۲-۲ خطوط لوله	۴۹
۶-۲-۱۲-۳ سازه‌های محافظ سواحل	۵۰
۶-۲-۱۲-۴ خاکریزها	۵۰
۶-۲-۱۲-۵ سازه‌های آبگیر و بندهای انحرافی	۵۰
۶-۲-۱۳ محدودیت‌های مربوط به عوامل طبیعی	۵۰
۶-۲-۱۳-۱ نهشته‌های سنگ طبیعی	۵۰
۶-۲-۱۳-۲ سواحل رودخانه	۵۰
۶-۲-۱۳-۳ جزایر	۵۱
۶-۲-۱۳-۴ دهانه سرشاخه‌ها	۵۱
۶-۲-۱۴ موقعیت نسبت به محل مصرف و مناطق مسکونی	۵۱
۶-۲-۱۵ سایر موارد	۵۳
۶-۳ میزان برداشت	۵۳
۶-۳-۱ کلیات	۵۳
۶-۳-۲ توصیه اول	۵۴
۶-۳-۳ توصیه دوم	۵۶
۶-۳-۴ توصیه سوم	۵۶
۶-۳-۵ توصیه چهارم	۵۷
۶-۳-۶ توصیه پنجم	۵۷
۶-۳-۷ سایر موارد	۵۷
۶-۳-۸ حدود برداشت	۵۸
۶-۴ دوره تناوب و زمان برداشت	۵۸
۶-۵ سایر موارد	۵۹
۶-۶ راهنمایی‌های ویژه	۵۹
۶-۶-۱ تصمیم‌گیری شماره ۱ – بررسی خصوصیات فنی گزینه‌های مختلف محل برداشت	۶۰
۶-۶-۲ تصمیم‌گیری شماره ۲- بررسی نواحی دارای محدودیت‌های زیست‌محیطی	۶۰
۶-۶-۳ تصمیم‌گیری شماره ۳- بررسی ضوابط فنی و اقتصادی	۶۱
۶-۶-۴ تصمیم‌گیری شماره ۴- بررسی سایر ضوابط زیست‌محیطی	۶۱

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۷ تحقیق در خصوص قابل قبول بودن محل برداشت	۶۲
۷- طراحی و مدیریت محل برداشت	۶۳
۷-۱ مدیریت برداشت	۶۳
۷-۱-۱ کلیات	۶۳
۷-۱-۲ گزینه‌های مدیریت	۶۴
۷-۱-۳ برنامه‌ریزی منسجم	۶۵
۷-۱-۴ تخفیف و ترمیم آثار مضر	۶۵
۷-۱-۵ معیارهای زیست‌محیطی	۶۶
۷-۱-۵-۱ شکل کارگاه	۶۷
۷-۱-۵-۲ فرسایش و کنترل رسوب	۶۷
۷-۲ طراحی عملیات برداشت شن و ماسه	۶۷
۷-۳ مدیریت بهینه عملیات استخراج شن و ماسه	۶۸
۷-۳-۱ گام اول	۶۸
۷-۳-۲ گام دوم: نظارت پیوسته بر عملیات مجاز و افزایش تضمین زیست‌محیطی	۶۹
۷-۳-۳ گام سوم: تدوین و اجرای برنامه بلندمدت نظارت پیوسته و احیاء	۷۰
۷-۴ راهنمایی‌های عمومی	۷۱
۷-۴-۱ انتخاب روش برداشت	۷۱
۷-۴-۲ جانمایی محل برداشت	۷۱
۷-۴-۳ زمان‌بندی	۷۲
۷-۴-۴ تحقیق و بررسی	۷۲
۷-۴-۵ برداشت زمستانی	۷۳
۷-۵ راهنمایی‌های ویژه	۷۳
۷-۵-۱ برداشت سطحی در سیلابدشت‌های فعال و غیر فعال	۷۳
۷-۵-۲ حفاری چاله‌ها در سیلابدشت‌های فعال و تراس‌ها	۷۴
۷-۵-۳ لایروبی آبراه‌های فعال رودخانه‌های متوسط و بزرگ	۷۵
۸- تهیه طرح برداشت شن و ماسه	۷۶
۸-۱ کلیات	۷۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۸-۲ اطلاعات مورد نیاز در یک طرح برداشت شن و ماسه	۷۶
۸-۲-۱ فهرست‌برداری از منابع	۷۶
۸-۲-۲ ارزیابی شرایط قبل از برداشت مصالح	۷۷
۸-۲-۳ تعیین نوع کاربری مصالح رودخانه‌ای	۷۷
۸-۲-۴ تعیین میزان گودافتادگی بستر و تغییرات سطح آب	۷۸
۸-۳ مشخصه‌های طرح برداشت	۷۸
۸-۳-۱ توضیح حقوقی	۷۸
۸-۳-۲ تشریح فنی محل برداشت	۷۸
۸-۳-۳ تشریح زیست‌محیطی	۷۹
۹- بررسی توسط سازمان ذیربط	۸۰
۹-۱ کلیات	۸۰
۹-۲ بازدید محلی مرحله اول	۸۱
۹-۳ بازدید دوم	۸۱
۹-۴ بازدید سوم	۸۱
۱۰- آماده‌سازی منطقه برداشت	۸۲
۱۰-۱ راهنمایی‌های عمومی	۸۲
۱۰-۱-۱ مناطق برداشت زمستانی	۸۲
۱۰-۱-۲ طراحی جاده‌های دسترسی	۸۲
۱۰-۱-۳ مناطق حایل	۸۲
۱۰-۱-۴ خاکریزهای موقت	۸۶
۱۰-۱-۵ پاکسازی پوشش گیاهی	۸۷
۱۰-۱-۶ پاکسازی پوشش‌های مواد آلی	۸۸
۱۰-۱-۷ حوضچه‌های ته‌نشینی	۸۹
۱۰-۲ راهنمایی‌های ویژه محل‌های برداشت سطحی	۹۰
۱۰-۲-۱ خاکریز	۹۰
۱۰-۲-۲ پوشش شن درشت	۹۰
۱۰-۲-۳ آبراه جانبی فعال	۹۰

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۱- عملیات در منطقه برداشت شن و ماسه	۹۱
۱۱-۱ راهنمایی‌های عمومی	۹۱
۱۱-۲ راهنمایی‌های ویژه	۹۳
۱۱-۲-۱ استفاده از ماتریس راهنما	۹۳
۱۱-۲-۱-۱ آماده‌سازی الگو	۹۴
۱۱-۲-۱-۲ پر کردن یک الگو	۹۵
۱۱-۲-۲ دستورالعملهای ویژه	۱۰۴
۱۱-۲-۲-۱ دستورالعملهای ویژه برای محل‌های برداشت سطحی	۱۰۴
۱۱-۲-۲-۲ دستورالعملهای ویژه برای محل‌های حفر چاله	۱۰۸
۱۱-۲-۲-۳ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های لایروبی	۱۱۰
۱۲- خاتمه کار در منطقه برداشت	۱۱۱
۱۲-۱ کلیات	۱۱۱
۱۲-۲ احیاء و بازسازی زمین	۱۱۲
۱۲-۲-۱ توصیه‌های عمومی برای احیاء و اصلاح	۱۱۲
۱۲-۲-۲ راهنمایی‌های ویژه	۱۱۷
۱۲-۲-۲-۱ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های برداشت سطحی	۱۱۷
۱۲-۲-۲-۲ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های برداشت سطحی از طریق حفر گودال	۱۱۷
۱۲-۲-۲-۳ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های برداشت مصالح با روش لایروبی	۱۱۷
۱۲-۲-۲-۴ سامانه‌های رودخانه‌ای	۱۱۷
۱۲-۲-۳ طرح اصلاح پیشنهادی	۱۱۸
۱۲-۲-۴ احیاء و اصلاح تدریجی	۱۱۸
ضمائم	۱۱۹
ضمیمه الف : طراحی مناطق حایل سیلابی	۱۱۹
ضمیمه ب: بازدید محلی (اطلاعات، روش‌ها و تجهیزات)	۱۳۳
ضمیمه ج : طراحی چاله‌ها	۱۳۸
ضمیمه د: تخمین نرخ جابه‌جایی بار بستر در رودخانه	۱۴۱
ضمیمه‌ه : سازه‌های حفاظت کننده منطقه برداشت مصالح	۱۴۸
منابع و مراجع	۱۵۵

مقدمه

استفاده از شن و ماسه، از دیر باز به‌همراه پیشرفت انسان در عرصه‌های مختلف کاربرد بیشتری یافته است. تهیه بتن که کاربرد روز افزون آن در عمران و آبادانی مناطق بسیار آشکار است، راهسازی و ساخت بزرگراه‌ها و صنایعی از قبیل موزاییک سازی و شیشه‌سازی نمونه‌هایی از عمده موارد مصرف شن و ماسه به‌شمار می‌آید که ضرورت استفاده از این منابع را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. شن و ماسه رودخانه‌ای که در معرض انتقال ممتد در آب بوده، منابع مطلوبی از مصالح می‌باشند، زیرا مواد ضعیف و سست آنها توسط سایش حذف گردیده و شن و ماسه با دوام، گرد شده و با دانه‌بندی مناسب به‌جا مانده است. همین امر، باعث گردیده که این منابع نیاز به فراوری کمتری داشته باشند. همچنین دردسترس بودن آن و نزدیکی به جاده‌های حمل و نقل و محل مصرف که در نهایت بالا بردن ارزش اقتصادی آنرا رقم می‌زند، از جمله دلایلی است که استفاده روزافزون از این منابع ارزشمند را به‌دنبال داشته است.

برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها، اگر چه منافع سرشاری را برای عده‌ای محدود (برداشت کنندگان مصالح) فراهم می‌آورد و پروژه‌های عمرانی نیز از آن بهره‌مند می‌گردند، ولی با این حال اگر در قالب ضوابط فنی و طبق دستورالعمل‌های کنترل کننده انجام نگیرد، قطعاً موجب آثار منفی در به‌هم زدن تعادل طبیعی رودخانه، تخریب زمین‌های اطراف، آبزیان و زیستگاه‌های پرندگان و جانوران منطقه خواهد شد.

از سوی دیگر، اگر برداشت شن و ماسه تحت اصول فنی مناسب و نیز مدیریت صحیح صورت گیرد، نه تنها تبعات منفی آن به حداقل می‌رسد، بلکه عملکرد رودخانه و پایداری آن نیز افزایش می‌یابد. ولی متأسفانه روند برداشت مصالح از بستر و حریم رودخانه‌های کشور در سال‌های گذشته، چشم‌انداز مثبتی نداشته و تبعات نامطلوب فراوانی برجای گذاشته است که از جمله آنها می‌توان به تخریب پل‌های بالا رود، قمرود، تالار و شریانی شدن مسیر رودخانه‌های شاه‌چای کرج و تیره اشاره نمود.

راهنمای حاضر نیز با تأکید بر این موارد در تلاش است تا به اصول علمی و عملی بپردازد و زمینه‌های رسیدن به ضوابط و دستورالعمل‌های برداشت را فراهم سازد تا بتوان از سرمایه‌های عظیم ملی که از جمله آنها رودخانه‌هاست حفاظت و پاسداری نمود.

۱- هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف

هدف از تهیه این راهنما ضابطه‌مند کردن برداشت مصالح رودخانه‌ای با توجه به عدم مدیریت متمرکز و مطلوب در این خصوص می باشد.

۱-۲ دامنه کاربرد

این راهنما برای کلیه سازمانهای دولتی در ارتباط با صدور مجوز و نظارت بر برداشت و نیز پیمانکاران (دولتی و خصوصی) در زمینه برداشت مصالح رودخانه قابل استفاده می باشد.

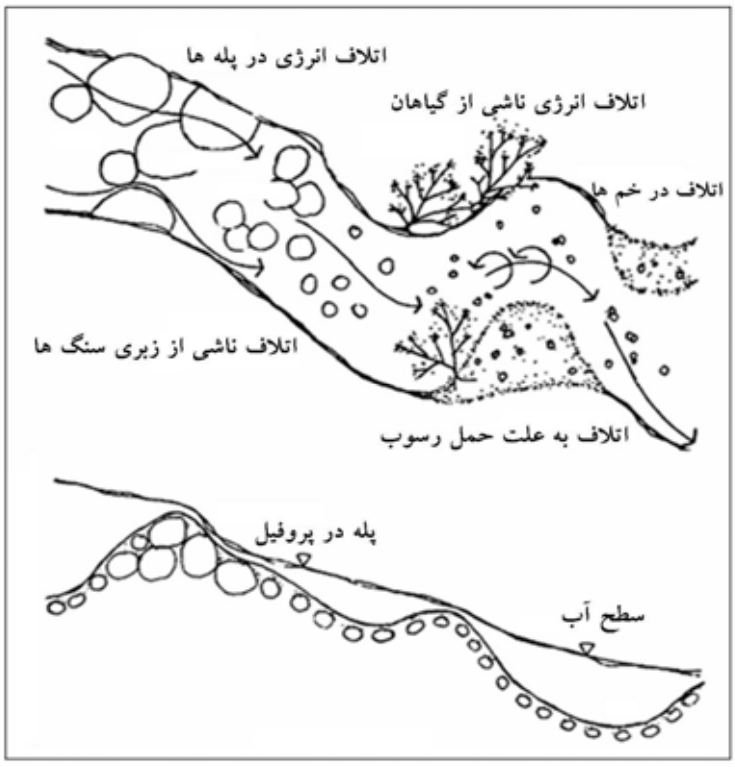
۱-۳ انتقال رسوب

برداشت مصالح ساختمانی از رودخانه، که نوعی دخل و تصرف در آن محسوب می‌شود، می‌تواند آثار منفی فراوانی به‌جای گذارد. تغییر شکل رودخانه، به‌هم خوردن رژیم آبی و رسوبی رودخانه و انحراف مسیر آب از جمله این آثار به‌شمار می‌آیند. به منظور بررسی دقیق و علمی تأثیر برداشت مصالح، به شناسایی توزیع عمومی، منابع و سرنوشت رسوب در سامانه رودخانه‌ای نیاز می‌باشد که در این بخش، به‌صورت کوتاه به آن پرداخته می‌شود.

همچنان که آب از ارتفاعات زیاد به طرف دریاچه‌ها یا دریاها جریان می‌یابد، انرژی پتانسیل آن به شکل‌های دیگر انرژی تبدیل می‌شود و ضمن فرسایش زمین، شبکه‌های پیچیده‌ای از آبراه‌ها را توسعه می‌دهد. رودخانه‌ها تغییرات ریخت‌شناسی خود را با استفاده از انرژی اضافی (بالاتر از آنچه مورد نیاز است) برای حرکت راحت آب از نقطه‌ای به نقطه دیگر انجام می‌دهند (شکل ۱-۱).

انتقال رسوبات (با اندازه‌های شن و ماسه) عمدتاً در تعیین شکل آبراه دارای اهمیت ویژه بوده و کاستن این رسوبات می‌تواند موجب تغییراتی در آبراه گردد. ایجاد شن و ماسه می‌تواند نتیجه عوامل مختلفی باشد که از جمله آنها تغییرات در کاربری اراضی، پوشش گیاهی، آب و هوا و فعالیت‌های تکنونیک می‌باشد. در این راهنما، عمدتاً به عکس‌العمل آبراه رودخانه به کاستن رسوبات، به علت برداشت شن و ماسه، پرداخته می‌شود.

رسوبات، بیشتر به شکل بار معلق، متشکل از رس، لای و ماسه‌ریز که به‌وسیله آشفتگی جریان در حالت تعلیق نگه داشته می‌شوند، انتقال می‌یابند. در مقابل، بار کف متشکل از ماسه، شن و قلوه‌سنگ‌ها با غلطیدن، لغزیدن و جهیدن در طول بستر رودخانه منتقل می‌شود. بار کف از چند درصد بار کل در رودخانه‌های مناطق کم‌ارتفاع تا حدود ۱۵٪ در مناطق کوهستانی و تا بیش از ۶۰٪ در برخی حوضه‌های مناطق خشک، تغییر می‌کند [40]. اگر چه بار کف بخش نسبتاً کوچکی از کل بار رسوبی را تشکیل می‌دهد، اما عمدتاً ساختار رودخا نه‌های شنی و ماسه‌ای توسط چگونگی انتقال رسوبات بار کف شکل می‌گیرد.



شکل ۱-۱- نمودار استهلاک انرژی در مسیر رودخانه

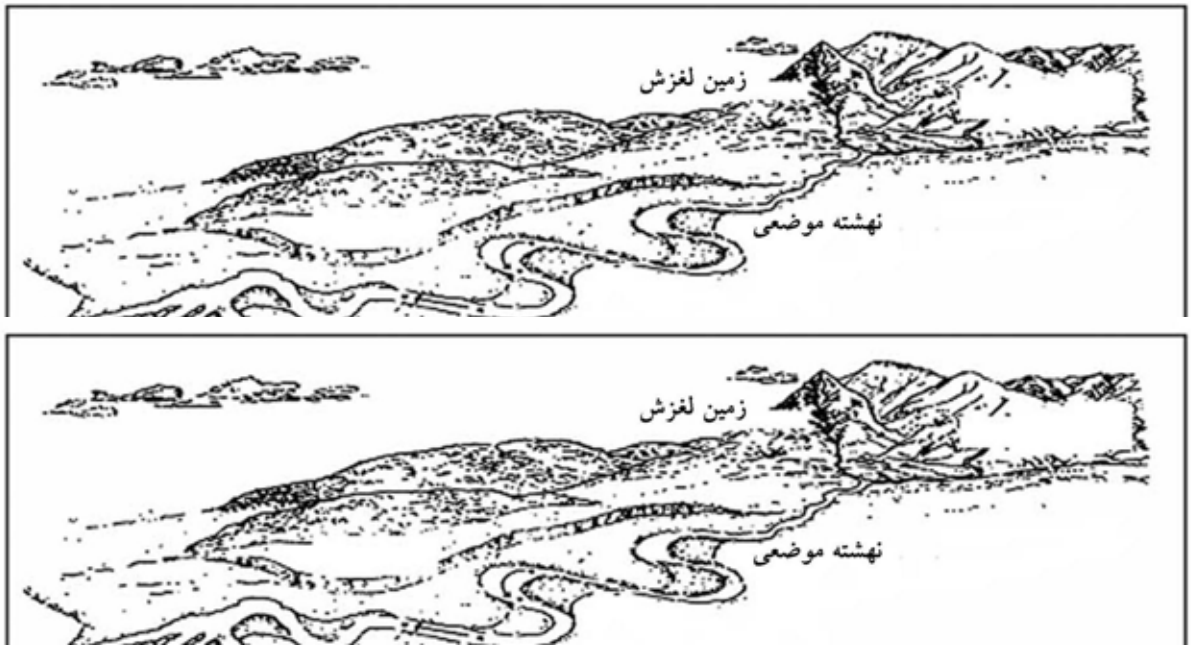
نرخ انتقال رسوب معمولاً به‌صورت تابعی توانی از جریان آب، افزایش یافته و بنابراین می‌توان گفت که اغلب رسوبات در هنگام سیلاب‌ها منتقل می‌شوند.

۱-۳-۱ *پیوستگی انتقال رسوب در سامانه‌های رودخانه‌ای*

همان‌طورکه گفته شد، رواناب‌ها سطح زمین را فرسایش داده و شبکه رودخانه مواد فرسایش‌یافته هر حوضه را با خود حمل می‌نماید. نرخ فرسایش (عمق متوسط خاک از دست رفته) در مناطق مختلف و شرایط گوناگون، به‌طور وسیعی تغییر می‌کند (مثلاً از ۰۱ / ۰ تا ۲۰ میلی‌متر در سال). یک حوضه آبریز نمونه را می‌توان به سه ناحیه تقسیم کرد: ناحیه فرسایش یا تولید رسوب (سرچشمه‌های با شیب تند و سریعاً فرسایش‌یابنده)، ناحیه انتقال (که در طول آن، رسوب، کم و بیش بدون اتلاف یا افزایش حرکت می‌کند) و ناحیه ته‌نشینی (شکل ۱- ۲).

انتقال رسوب از حوضه آبریز و در طول سامانه رودخانه به‌طور پیوسته انجام می‌گیرد. افزایش فرسایش در بازه‌های بالایی حوضه و انتقال بار رسوبی به پایین‌دست از طریق شبکه رودخانه می‌تواند بر مشخصات رودخانه تا کیلومترها در پایین‌دست (و برای سال‌ها و دهه‌ها) اثر بگذارد.

آبراه رودخانه در بازه انتقال را می‌توان به‌عنوان یک نوار نقاله در نظر گرفت که تولیدات فرسایشی را به پایین‌دست تا مناطق نهایی ته‌نشینی منتقل می‌کند. اندازه رسوبات معمولاً در طول سامانه رودخانه از شن و قلوه‌سنگ در بازه‌های با شیب تند در بالادست، تا ماسه و رس در بازه‌های با شیب کم در پایین‌دست تغییر می‌کند که منعکس کننده کاهش اندازه ذرات توسط سایش و هوا زدگی و نیز دانه‌بندی توسط جریان آب می‌باشد.



شکل ۱-۲- نواحی فرسایش، انتقال و ته‌نشینی و آبراه رودخانه به‌عنوان نوار نقاله رسوب

در طول نوار نقاله، ساختار آبراه (مانند تپه‌های شنی) به‌نظر پایدار می‌رسد، اما ذرات تشکیل دهنده آنها ممکن است سالانه تا دو سال یک‌بار با رسوبات بالادست جایگزین شوند. به‌طور مشابه، رسوباتی که سیلابدشت رودخانه‌ها را تشکیل می‌دهند، معمولاً (در مقیاس زمانی دهه‌ها و قرن‌ها) متحرک هستند. سیلابدشت‌ها مشخصه‌های دینامیک تشکیل دهنده یک واحد منفرد هیدرولوژیک و زمین ریخت شناسی هستند که با انتقال‌های متناوب آب و رسوب بین دو جزء، مشخص می‌گردند. عدم تشخیص ارتباط متقابل بین سیلابدشت و آبراه رودخانه، باعث بروز مشکلات فراوانی در مدیریت رودخانه می‌شود.

۱-۴ برداشت شن و ماسه در سامانه رودخانه

در خیلی از مناطق، شن و ماسه عمدتاً از نهشته‌های آبرفتی یا از حفره‌هایی در سیلابدشت‌ها و تراس‌ها یا از بستر رودخانه با ماشین‌آلات سنگین استخراج می‌شود. شن و ماسه‌ای که در معرض انتقال ممتد در آب قرار دارد (مانند نهشته‌های داخل آبراه اصلی) منابع مشخصاً مطلوبی از مصالح هستند، زیرا مواد ضعیف و سست آنها توسط سایش حذف شده و شن و ماسه با دوام، گرد شده و با دانه‌بندی مناسب از آنها بر جای مانده است.

بنابراین شن‌های داخل رودخانه به فرآوری کمتری نسبت به خیلی از منابع دیگر نیاز داشته و از سوی دیگر نهشته‌های رودخانه‌ای مناسب، معمولاً نزدیک محل مصرف یا جاده‌های حمل و نقل قرار دارند که خود باعث کاهش هزینه‌های حمل و نقل (که بخش عمده‌ای از هزینه‌ها را تشکیل می‌دهد) می‌گردند. به‌علاوه، شن‌های درون بستر معمولاً دارای کیفیت نسبتاً بالایی می‌باشد که می‌توان آنها را به‌عنوان مصالح مناسب برای تهیه بتن با سیمان پرتلند مورد استفاده قرار داد.

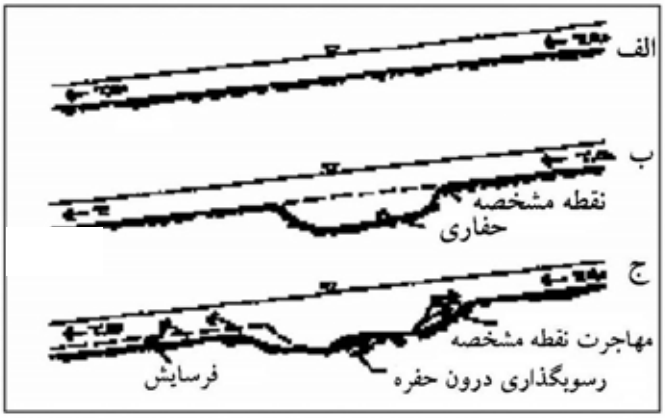
۱-۴-۱ آثار برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها

برداشت مصالح از رودخانه‌ها مستقیماً هندسه آبراه و تراز کف را تغییر می‌دهد. که عواملی مانند انحراف جریان، انباشت رسوبات و حفاری گودال‌های عمیق می تواند در این خصوص مؤثر باشد. برداشت مصالح از رودخانه‌ها می‌تواند با حفر ترانشه، ایجاد حفره در کف رودخانه یا برداشت سطحی تپه‌های شنی (برداشت همه مصالح یک تپه شنی بالاتر از یک خط فرضی) صورت گیرد. در هر حال، ریخت‌شناسی قبلی آبراه دگرگون شده و کمبود موضعی رسوب پدید می‌آید. البته ایجاد شیار یا حفره، باعث شستگی بالادست نیز می‌گردد. برداشت مصالح رودخانه‌ای علاوه بر تغییرات مستقیم بر محیط اطراف در رودخانه، می‌تواند باعث ایجاد فروافتادگی آبراه، درشت‌دانه کردن کف و ناپایداری جانبی رودخانه نیز گردد که در زیر توضیح مختصری در این خصوص ارائه می‌گردد.

۱-۴-۱-۱ پایین‌افتادگی آبراه و درشت‌دانه کردن کف

با برداشت رسوب از آبراه، تعادل قبلی بین میزان آورد رسوب و ظرفیت انتقال به‌هم خورده و معمولاً باعث فروافتادگی در بالادست و پایین‌دست محل برداشت می‌شود. حفاری گودال‌ها در آبراه‌های اصلی رودخانه، پروفیل تعادلی کف مجرا را تغییر داده و شیب تندتری در محل ورودی به حفره ایجاد می‌کند (شکل ۱-۳).

شکل (۱-۳- الف) نشان‌دهنده شرایط اولیه رودخانه قبل از حفر گودال است. باتوجه به شکل (۱-۳- ب)، حفره ایجاد شده ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای بیشتر بار کف ورودی را تله‌اندازی کرده و آب بدون رسوب را به پایین‌دست عبور می‌دهد که معمولاً باعث فرسایش کف و کناره آبراه برای به‌دست آوردن بخشی از بار رسوبی‌اش می‌گردد. در پایین‌دست، رودخانه هنوز پتانسیل حمل رسوب را دارا بوده ولی بار رسوبی وجود ندارد. براساس شکل (۱- ۳- ج) نقطه مشخصه به‌سوی بالادست مهاجرت کرده و آب طالب رسوب کف پایین‌دست را فرسایش داده و فروافتادگی در پایین‌دست و بالادست ایجاد می‌شود.



شکل ۱-۳- فروافتادگی ایجاد شده به‌علت برداشت شن و ماسه

این نقطه مشخصه، معمولاً در روندی که به نام برش بالادست نامیده می‌شود، به سمت بالادست فرسایش می‌یابد (تصویر۱-۱، رودخانه تالار، ۱۳۷۳). فروافتادگی‌های ناشی از برداشت شن و ماسه، ممکن است تا کیلومترها در مسیر رودخانه اصلی و شاخه‌های فرعی آن به سمت بالادست توسعه یابد. با افزایش حفاری، ممکن است کف رودخانه تا حد سنگ بستر فرسایش یابد. بنابراین رودخانه‌های شنی ممکن است مشابه شرایط پایین‌دست سد، دارای لایه محافظ شده و مانع از فروافتادگی بیشتر در کف گردند.

در برخی از رودخانه‌ها، برداشت شن و ماسه در پایین‌دست سدها صورت گرفته و در نتیجه تأثیرات هر دو عامل، یعنی ایجاد سد و برداشت شن و ماسه، در کاهش تغذیه رسوبی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. فروافتادگی کف رودخانه معمولاً باعث می‌شود که آبخوان‌های آبرفتی سطحی، به سطح پایین‌تری زهکشی (تخلیه) گردیده و در نتیجه ذخیره آبخوان کاهش یابد.

۱-۴-۱-۲ زیرشویی سازه‌ها

آثار مستقیم فروافتادگی به‌صورت زیرشویی پایه پل‌ها و سایر سازه‌ها و بیرون‌زدگی خطوط لوله مدفون عبوری از عرض رودخانه‌ها و تأسیسات انتقال آب نمایان می‌گردد (تصویر ۱-۲).

تصویر ۱-۱- نمایی از گودال ایجاد شده ناشی از برداشت شن و ماسه در رودخانه تالار [۴]

تصویر ۱-۲- آب‌شستگی پایه‌های پل رودخانه تالار در اثر برداشت شن و ماسه از رودخانه [۴]

۱-۴-۱-۳ *ناپایداری آبراه*

برداشت شن و ماسه می‌تواند باعث ناپایداری آبراه از طریق به‌هم زدن شکل موجود (در حال تعادل) آبراه یا زیرشویی سواحل به‌علت فروافتادگی شود. با مهاجرت نقطه مشخصه به بالادست، فروافتادگی و زیرشویی سواحل، رسوبات اضافی تولید شده به بازه‌های پایین‌دست منتقل گردیده که در نهایت با رسوبگذاری در آبراه، ناپایدار شدن آنرا به‌دنبال خواهد داشت.

از دیگر آثار برداشت شن و ماسه از رودخانه، افزایش تحرک کف شنی است که در صورت به‌هم خوردن پوشش (لایه سطحی درشت فعال کف رودخانه) در اثر حفاری ایجاد می‌گردد. به‌طور مشابه، برداشتن تپه‌های شنی، می‌تواند کنترل هیدرولیکی برای بازه بالادست را حذف کرده و در نتیجه شستگی شکل‌های بستر در بالادست را موجب شود.

۱-۴-۲ *تفکیک آثار برداشت شن و ماسه از سایر عوامل*

در خیلی از رودخانه‌ها، ممکن است چندین عامل که بالقوه می‌توانند باعث فروافتادگی بستر رودخانه باشند، به‌طور همزمان عمل کنند، مانند تله‌اندازی رسوب به‌وسیله سدها، کاهش جابه‌جایی در اثر محافظت سواحل و برداشت شن و ماسه. البته در خیلی از رودخانه‌ها، نرخ برداشت مصالح به مراتب بیشتر از نرخ تأمین رسوب از حوضه آبریز است که همین مورد، دلیل کافی برای نقش عمده برداشت مصالح در ایجاد تغییر در آبراه به‌شمار می‌آید.

۱-۵ مدیریت برداشت شن و ماسه

برداشت شن و ماسه از سال‌ها پیش در انگلستان، آلمان، فرانسه، هلند و سوئیس ممنوع شده و در ایتالیا، پرتغال و نیوزیلند در خیلی از رودخانه‌هایی که تأثیر برداشت مصالح در آنها آشکار شده کاهش یافته یا ممنوع شده است.

راهکارهای مدیریت برداشت شن و ماسه در طیف وسیعی قرار می‌گیرند و ممکن است در برخی موارد، مدیریت مؤثری قابل اعمال نباشد. یک استراتژی (راهکار) می‌تواند تعریف یک خط قرمز مثلاً یک تراز حداقل برای خط‌القعردر طول رودخانه و مجاز دانستن برداشت، مادامی‌که کف رودخانه تا این خط پایین نیفتاده، باشد (با بررسی نقشه‌برداری سالانه توپوگرافی رودخانه).

روش خط قرمز مانند آن است که بگوییم: برداشت تا X متر پایین‌تر از کف آبراه یا فقط تا خطاالقعر مجاز است، بدون اینکه این حدود را در قالب ترازهای واقعی در بالای یک خط مرجع ثابت و دائم بیان کنیم. بنابراین حدود حفاری با فروافتادگی کف آبراه در راستای قائم به سمت پایین‌دست مهاجرت می‌کند.

یک روش دیگر، تخمین میزان آورد سالانه بار کف از بالادست (نرخ دوباره پر کردن) و محدود کردن حفاری سالانه به آن مقدار یا درصدی از آن (آورد مطمئن) می‌باشد. این روش، دارای این مزیت است که حفاری را با آورد رسوبی رودخانه در یک روند کلی متناسب می‌کند. اما انتقال بار کف می‌تواند آشکارا از سالی به سال دیگر تغییر کند. بنابراین به کارگیری این روش در صورتی که نرخ حفاری مجاز براساس نهشته‌های جدید آن سال (به‌جای آورد متوسط درازمدت بار کف) محاسبه گردد، مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد. البته مطلب اساسی‌تر آن است که فرض عدم تأثیرپذیری آبراه در صورت اجازه برداشت در حد نرخ دوباره پر کردن، بدون ملاحظه پیوستگی انتقال رسوب در طول سامانه رودخانه مطرح می‌گردد. بازه محل برداشت شن و ماسه به‌عنوان منبع رسوب بالادست، برای بازه‌های پایین‌دست به‌حساب آمده و بنابراین، برداشت در حد نرخ دوباره پر کردن می‌تواند به شرایط آب طالب رسوب در پایین‌دست منتهی شود.

بیشتر روش‌های متداول برای مدیریت برداشت شن و ماسه، بر اساس مطالعات تجربی استوارند. در حالی‌که برای پیش‌بینی آثار مقادیر مختلف برداشت مصالح بر رودخانه‌ها، یک روش تئوری مورد نیاز می‌باشد. پیچیدگی ذاتی انتقال رسوب و تغییرات آبراه، پیش‌بینی‌های قطعی و معین را در حال حاضر غیر ممکن می‌سازد. مدل‌های انتقال رسوب نیز می‌توانند راهنمایی برای پیش‌بینی میزان فروافتادگی و رسوبگذاری بالقوه آبراه باشند، اما همه این مدل‌ها، ساده‌سازی‌هایی از یک واقعیت پیچیده بوده و استفاده از مدل‌های موجود محدود به روابط غیر مطمئن منحنی‌های سنجه رسوب، تغییرات در زبری‌های کف و درک غیر کافی از روند زره‌دار شدن بستر و فرسایش دیواره‌ای است.

۱-۶ مشکلات و تنگناها

مبحث برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای نه تنها در ایران، بلکه در دنیا نیز به‌صورت یک مسئله پیچیده می‌باشد، زیرا هنوز اصول و ضوابط علمی دقیقی در این خصوص به‌دست نیامده و همین امر باعث شده تا حتی وضع قوانین حقوقی در این زمینه در حفاظت از رودخانه‌ها به‌خوبی مؤثر نباشد. برداشت‌های بی‌رویه و غیر اصولی، به‌دلیل موارد گفته شده در بالا و عدم تعریف این اصول، در بسیاری از رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد که متأسفانه خسارت‌های سنگین و بعضاً جبران‌ناپذیری به سامانه رودخانه‌ای و سازه‌های واقع در آن و پیرامون آن وارد می‌آورد. به‌طور خلاصه، در حال حاضر مشکلات برداشت شن و ماسه در کشور به‌صورت زیر قابل جمع‌بندی است:

- عدم تمرکز امور برداشت شن و ماسه و تعیین اصولی حاکم بر موضوع،
- نبودن ملاک‌های علمی برای تخمین مناسب حجم برداشت،
- فقدان اصول و ضوابط علمی برای تعیین زمان و مکان برداشت،
- عدم تعریف ضوابط علمی و فنی برای تعیین ابعاد گودال (طول و عرض) و نقش آن در چگونگی فرسایش و رسوبگذاری،

- مشخص نشدن دقیق عمق گودال که عامل مستقیم در تعیین حجم معدن شن و ماسه و روند تأثیرگذاری بر بالادست و پایین‌دست گودال است،
- بی توجهی به کیفیت مصالح و مکان‌های احتمالی آنها در رودخانه،
- تعریف نکردن حریم و بستر در این رابطه،
- مشخص نبودن نوع جریمه برای متخلفین،
- قطعی نبودن اداراتی که در این زمینه از آنها باید استعلام شود،
- عدم ضمانت اجرایی قوانین،
- در نظر نگرفتن مسایلی مانند آثار احداث سد و طرح‌های ساماندهی بر معادن شن و ماسه،
- تعریف نکردن قیمت واحد فروش با توجه به نوع و کیفیت مصالح،
- در نظر نگرفتن اصولی آثار زیست‌محیطی مانند عدم توجه به فصل تخم‌ریزی ماهیان و نیز اثر بر آب‌های زیرزمینی منطقه، و
- عدم وجود ملاک‌های علمی برای چگونگی تأثیرات گودال‌های برداشت بر ابنیه فنی (تعیین حریم تأسیسات آبی).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مشکلاتی عدیده حقوقی، مالی و علمی در این زمینه وجود دارد که برای جلوگیری از خسارت‌های حادث شده باید کارهای تحقیقاتی، علمی و حقوقی لازم صورت پذیرد.

۲- مفاهیم و موارد کاربرد شن و ماسه

برای بررسی دقیق و علمی تأثیر برداشت شن و ماسه، به شناسایی توزیع عمومی، منابع و سرنوشت رسوب در یک رودخانه نیاز می‌باشد.

۲-۱ تعریف شن و ماسه

تعاریف زمین‌شناسی و صنعتی شن و ماسه تا حدی با یکدیگر متفاوتند و علاوه بر آن، به‌دلیل آنکه جنس و خصوصیات شن و ماسه در هر ناحیه متفاوت می‌باشد، ارائه تعریف دقیق و دسته‌بندی‌های منظم را مشکل می‌سازد. به‌همین علت، مطالعات انجام شده در کشورهای دیگر به‌طور کامل و دقیق برای ما قابل استفاده نیست. طبق قانون معادن ایران مصوب سال ۱۳۷۷ «شن و ماسه معمولی عبارتست از شن و ماسه‌ای که منحصراً در عملیات ساختمان‌سازی و راهسازی و بتن‌ریزی و نظایر آن قابل مصرف است و دارای مصارف صنعتی دیگری نبوده و حاوی کانی‌های با ارزشی نیست که تفکیک آنها مقرون به صرفه باشد».

به‌طور کلی، در صنعت ساختمان، دانه‌های سنگی که قطر آنها حداکثر ۲ میلی‌متر و حداقل ۰/۰۶ میلی‌متر باشد را ماسه می‌نامند. در صنعت، ماسه معمولاً به ذراتی گفته می‌شود که در آزمون دانه‌بندی بین الک‌های شمارهٔ ۴ و شمارهٔ ۲۰۰ قرار می‌گیرد. ذرات ماسه بیشتر از کانی‌ها و به‌ویژه انواع مقاوم آنها مانند کوارتز ساخته شده و بسته به مسافتی که حمل شده‌اند از مقادیر متفاوت گردشدگی برخوردارند.

به دانه‌های سنگی که دارای قطر بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر بوده و ریزتر از قلوه‌سنگ (۶۰ mm) هستند شن می‌گویند که رایج‌ترین استاندارد موجود، ذرات بین دو الک شمارهٔ ۳ و ۴ است. این دانه‌ها می‌توانند از هر جنس باشند. نامگذاری غیر رسمی نیز که بین تولید کنندگان کشور متداول است به شرح زیر می‌باشد:

- ماسه: ذرات به قطر ۵-۰ میلی‌متر (ریزتر از الک شمارهٔ ۴)،
- شن نخودی: ذرات به قطر ۱۸-۵ میلی‌متر (بین الک‌های شمارهٔ ۴ و $\frac{3}{4}$ اینچ)، و
- شن بادامی: ذرات به قطر ۳۲-۱۸ میلی‌متر (بین الک‌های شمارهٔ $\frac{3}{4}$ تا $1\frac{1}{4}$ اینچ).

۲-۲ تقسیم‌بندی انواع شن و ماسه

شن و ماسه را می‌توان از جنبه‌های مختلف تقسیم‌بندی کرد که در زیر، به تقسیم‌بندی بر اساس منشأ تولید اشاره می‌شود. از این جنبه، شن و ماسه به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شود: یکی شن و ماسه طبیعی و دیگری شن و ماسه شکسته.

۲-۲-۱ شن و ماسه طبیعی

این نوع شن و ماسه، خود به انواعی مانند رودخانه‌ای، کوهستانی و بادی تقسیم می‌شود.

۲-۲-۱-۱ شن و ماسه رودخانه‌ای

هر سال پس از فصل بارندگی و طغیان رودخانه، مقدار زیادی شن و ماسه که در طول سیلاب حمل می‌شود در بستر رودخانه‌ها ته‌نشین شده که پس از کم شدن آب رودخانه‌ها، این منابع در دسترس قرار گرفته و آنها را پس از شستن و سرند کردن مورد استفاده قرار می‌دهند.

۲-۲-۱-۲ ماسه کوهستانی

این نوع ماسه که در حوالی بازه‌های اولیه رودخانه به‌دست می‌آید، تیز گوشه بوده و به‌دلیل دارا بودن سطوح خشن، چسبندگی آن با سیمان زیاد می‌باشد.

۲-۲-۱-۳ ماسه بادی

از دانه‌های بسیار ریز تشکیل شده و بنابراین برای تهیه بتن مناسب نیست، مگر آنکه با ماسه‌های مناسب‌تر مخلوط شود.

۲-۲-۲ شن و ماسه شکسته

این نوع شن و ماسه، از شکستن تکه‌سنگ‌های درشت (بعد از تعیین جنس آن) در سنگ‌شکن‌های مختلف به‌دست می‌آید. شن و ماسه شکسته، دارای شکل‌های نامنظم می‌باشند.

دانه‌های گرد گوشه به‌علت آنکه بهتر زیر ماله شکل می‌گیرند و زیر آجر یا فرش موزاییک یا فرش سنگ پهن می‌شوند و در بتن‌ریزی نیز روی همدیگر لغزیده و حجم قالب را پر می‌کنند، دارای مزیت می‌باشند، در صورتی که در شن و ماسه شکسته، به‌علت تیز گوشه بودن، اصطکاک داخلی بالایی بین دانه‌ها وجود دارد و دارای لغزندگی مناسب روی هم نمی‌باشند. دانه‌های شکسته به‌علت همین اصطکاک داخلی زیاد و تیز گوشه بودن در راهسازی، مخصوصاً در قسمت روسازی راه، بیشتر مورد مصرف دارند.

۲-۳ رسوبات رودخانه‌ای

در نواحی کوهستانی، حجم مواد ترسیب شده توسط رودخانه کم بوده و ذرات، درشت و گوشه‌دار هستند. این رسوبات ممکن است از هر نوع سنگ و با هر درجه مقاومت مکانیکی و خواص ژئوتکنیکی تشکیل شده باشند. از طرفی، آبرفت‌های قسمت‌های پایانی رود، به‌علت انرژی کمی که آب در این نواحی دارد، عمدتاً از لای و رس تشکیل می‌گردد. با توجه به این نکات، بهترین مصالح خرده سنگی را می‌توان در محدودهٔ میانی یک رودخانه پر آب و پر انرژی جستجو کرد. در این نواحی، آبرفت‌های بستر رودخانه معمولاً از شن و ماسه و ذرات درشت‌تر از آن ایجاد شده و به‌دلیل مقاومت مکانیکی زیاد، دانه‌بندی معمولاً مناسب و بدون دانه‌های سست، و ذرات ریز و زیان‌آور، مناسب‌ترین منبع تأمین شن و ماسه‌اند. قسمت اعظم شن و ماسه کشور ما از منابع آبرفتی بستر رودها تأمین می‌شود. ویژگی دیگر این آبرفت‌ها قابل ترمیم بودن آنهاست، طوری که بخشی از منابع استخراج شده در فصل سیلاب، توسط رود جایگزین می‌شود.

وقتی رودخانه‌ای از دره‌ای پر شیب به‌طور ناگهانی وارد دره‌ای کم شیب یا منطقه‌ای مسطح یا دشت می‌شود، بخشی از بار رسوب خود را برجای می‌گذارد. گسترش افقی این رسوبات معمولاً پهن و نسبتاً کوتاه و به شکل مخروط باز شده‌ای است که رأس آن متوجه بالا رود است. رسوبات این مخروط‌های آبرفتی، که به آن مخروط‌افکنه هم می‌گویند از رأس به سمت قاعده نوعی جورشدگی را نشان می‌دهد. به این ترتیب که در سمت کوهستان، دانه‌ها درشت‌تر بوده و به سمت دشت ریزتر می‌شوند. البته ممکن است در میان رسوبات درشت‌تر، لایه‌ها و عدسی‌هایی از لای و رس دیده شود که معرف فعالیت رودخانه در دوره‌های مختلف است. مخروط‌افکنه‌ها در نواحی خشک و نیمه‌خشک، مثل ایران که پوشش گیاهی و بارندگی به‌صورت پراکنده و شدید است، توسعه بیشتری دارند. در دامنه پاره‌ای از کوه‌ها مخروط‌افکنه‌های دره‌های مجاور به یکدیگر می‌پیوندند و به‌صورت نواری ممتد درمی‌آیند. مثلاً رودهای فصلی و دائمی متعددی که از شمال کوه‌های البرز به دشت‌های ساحلی دریای مازندران سرازیر می‌شوند، با گذشت زمان نوار ممتدی از رسوبات مخروط‌افکنه‌ای را در دامنه این کوه‌ها بر جای گذارده‌اند. به‌طور کلی، دانه‌های رسوبات مخروط‌افکنه‌ای، بسته به فاصله حمل و بزرگی رودخانه ممکن است گرد شده یا گوشه‌دار باشند. به‌دلیل دامنه گسترده اندازه دانه‌ها و وجود ذرات ریز و آلوده کننده در شن و ماسه‌های مخروط‌افکنه‌ای، تولید مصالح مرغوب از این آبرفت‌ها معمولاً نیاز به دانه‌آرایی و گاه شستشو دارد. در فصول پر باران و زمان طغیان‌های فصلی، حجم آب رودخانه‌ها به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد و آب محدوده وسیع‌تری از بستر طبیعی رودخانه را دربرمی‌گیرد. آبرفت‌هایی که در این زمان در خارج از بستر اصلی رود بر جای گذارده می‌شود، معمولاً ریزدانه‌اند (رس، لای و گاه ماسه). گسترش آبرفت‌های دشت سیلابی به بزرگی رود و توپوگرافی منطقه بستگی دارد. رسوباتی که در زمان سیل در دشت‌های سیلابی برجای گذارده می‌شوند، علاوه برجورشدگی کم و ریزدانه‌هایشان حاوی مواد آلی حاصل از فرسایش و شستشوی خاک‌های نواحی بالادست می‌باشند. از این رو، این‌گونه آبرفت‌ها کمتر برای تأمین شن و ماسه ساختمانی استفاده می‌شوند و در صورت ضرورت استفاده، نیاز به دانه‌آرایی و شستشوی فراوان دارند. باید توجه داشت که رودی که فعلاً از قدرت زیادی برخوردار نیست، ممکن است در گذشته پر انرژی و پر آب‌تر بوده و لذا ذرات درشت‌تری را در محدوده بستر گسترده‌تر قبلی خود (دشت سیلابی فعلی) برجای گذارده باشد. رسیدن به چنین آبرفت‌های رودخانه‌ای قدیمی، مستلزم برداشتن رسوبات دانه‌ریز دشت سیلابی است.

در پاره‌ای از رودخانه‌ها، علاوه بر رسوبات دشت سیلابی، آثار دیگری از آبرفت‌ها دیده می‌شود که در سطح بالاتری نسبت به دشت سیلابی فعلی قرار دارند. این شکل‌ها که پادگانه آبرفتی نام دارند، معرف رسوبات دشت سیلابی یا آبرفت‌های قدیمی بستر رودخانه‌اند که به‌دلیل افزایش قابلیت تخریب بعدی رود قسمتی از آنها فرسایش یافته‌اند. بهره‌برداری از رسوبات پادگانه‌های آبرفتی به‌دلیل آنکه در سطح بالاتری از رود فعلی و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی قرار دارند، معمولاً ساده‌تر است. نقطه ضعف این ذخایر آن است که از یک طرف غیر قابل ترمیم می‌باشند و از طرف دیگر به‌دلیل سن نسبتاً زیادشان، امکان وجود مصالح ترکدار و هوازده در آنها بیشتر است. علاوه بر آن، ممکن است آب‌های زیرزمینی سطح دانه‌ها را با مواد نامناسبی پوشانده باشد.

پهن‌تر شدن بستر رودخانه‌ها در پایین رود که شیب رودخانه کم است، با تشکیل پیچ و خم‌هایی (مئاندر) همراه است. در طرف محدب بخش خمیده رود، به‌دلیل سرعت کمتر جریان، رسوباتی بر جای می‌گذارد. این رسوبات، بیشتر از ماسه ریز و گاه ذرات درشت‌تر تشکیل می‌شوند. از آن دسته از رسوبات چمها که از گسترش زیاد و مشخصات مناسب برخوردار باشند، می‌توان مصالح خرده سنگی ریزدانه، مخصوصاً برای تهیه ملات، به‌دست آورد.

در برخورد با دریاچه‌های طبیعی و مخازن مصنوعی سدها، رود تمام بار بستر و اکثر بار معلق خود را به‌جای می‌گذارد. از این رو، رسوبات دریاچه‌ای معمولاً مخلوطی از ذرات درشت و ریزند که به‌صورت لایه‌هایی در بستر دریاچه به‌جای گذارده می‌شوند و ممکن است حاوی قطعاتی از تنه درختان و مواد آلی نیز باشند. استفاده از این رسوبات در تهیه بتن مستلزم دانه‌آرایی و شستشوی مفصل است که در بسیاری از موارد اقتصادی نمی‌باشد. در مقابل، از این رسوبات به‌طور وسیع در خاکریزها استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، قسمت اعظم مصالح مورد نیاز بدنه سد خاکی لار از رسوبات دریاچه‌ای قدیمی که در مجاورت سد فعلی قرار داشته، تأمین شده است [۱۶].

۲-۴ طبقه‌بندی کمّی و کیفی انواع مصالح شن و ماسه‌ای

بررسی مشخصات کمّی و کیفی شن و ماسه به‌جز از طریق بررسی طبقه‌بندی‌های مختلف خاک‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین با برشمردن انواع طبقه‌بندی‌های موجود در این زمینه، می‌توان شن و ماسه را به‌صورت دقیق مورد مطالعه قرار دارد.

به‌طور کلی، خاک را بر حسب اندازه، به: سنگ درشت، قلوه‌سنگ، شن، ماسه، لای و رس تقسیم‌بندی می‌کنند. انواع طبقه‌بندی خاک‌ها بر مبنای اندازه دانه‌ها در جدول ۲-۱ آورده شده است. البته به‌جز طبقه‌بندی‌های بالا، طبقه‌بندی‌های معروف دیگر مانند BSB27 بریتانیا نیز وجود دارد که در جدول ۲-۲ مشاهده می‌شود. محققین هر رشته به تناسب نیازهای خود تقسیم‌بندی‌های مختلفی را انجام داده‌اند. از جمله آنها طبقه‌بندی مکانیک خاک‌ها است که در میان آنها روش طبقه‌بندی یونیفاید از همه معروف‌تر و رایج‌تر می‌باشد. توضیحات مربوط به این روش، به‌صورت شکل ۲-۱ و جدول ۲-۳ ارائه شده است.

همان‌طور که در انواع این تقسیم‌بندی‌ها به چشم می‌خورد، تعاریف مختلفی از شن و ماسه وجود دارد ولی به‌هرحال، آنچه محرز است، حدود قطراین ذرات در دسته‌بندی‌های مختلف نسبتاً یکسان بوده که در این محدوده از قطر، نام شن و ماسه به آنها تعلق می‌گیرد.

جدول ۲-۱- انواع طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس اندازه دانه‌ها [۱۶]

قطر[1] میلی‌متر	ونتورث (زمین‌شناسی)	قطر (میلی متر)	MIT (ام-آی-تی)	ASTM (D442)	AASHO (MI46-63)	UNIFIED (متحده)	الکهای استاندارد	φ[2]	نامگذاری یونانی
	قطعه سنگ	۲۵۶	قطعه‌سنگ ۲۰۰	لاشه سنگ وقلوه‌سنگ ۷۶	لاشه‌سنگ‌و قلوه‌سنگ ۷۶	لاشه سنگ و قلوه سنگ ۷۶		-۸	
۱۰۰	قلوه‌سنگ	۶۴	قلوه سنگ ۶۰				۳ اینچ	-۷	
	ریگ	بسیاردرشت ۳۲	شن: درشت ۲۰	شن (گراول) ۴/۷۶	شن: درشت ۲۲	۵۰/۸	۲ اینچ	-۶	په فیت (رودیت)
		درشت ۱۶	شن: متوسط ۶		شن: متوسط ۹	۲۵/۴	۱ اینچ	-۵ -۴	
۱۰		متوسط ۸	شن: ریز ۲	ماسه: درشت ۲	شن: ریز ۲	شن ۹/۲۵	$\frac{3}{8}$ اینچ	-۳	
		ریز ۴	ماسه: درشت ۰/۶	ماسه: متوسط ۰/۴۲	ماسه: درشت ۰/۲۵	۴/۷۶	شماره ۴	-۲	
	شن ۲		ماسه: متوسط ۰/۲	ماسه: ریز		۲/۰	شماره ۱۰	-۱	
						ماسه ۰/۸۴	شماره ۲۰	۰	
						۰/۴۲	شماره ۴۰	+۱	
۱	ماسه	بسیاردرشت ۱	ماسه: ریز ۰/۰۶	ماسه: ریز	ماسه: ریز ۰/۰۷۴	۰/ ۱۴۹	شماره ۱۰۰	+۲	پامیت (آرنیت)
						۰/۰۷۴	شماره ۲۰۰	+۳	
		درشت ۰/۵	لای: درشت	لای	لای	لای و رس		+۴	
		متوسط ۰/۲۵							
		ریز ۰/۱۲۵	۰/۰۲					+۵	
۰/۱		بسیاریریز ۰/۰۶۵	لای: متوسط					+۶	
	لای	بسیاردرشت ۰/۰۳۲							
		درشت ۰/۰۱۶	۰/۰۰۶					+۷	
		متوسط ۰/۰۰۸		۰/۰۰۵	۰/۰۰۵			+۸	پلیت (لونیت)
۰/۰۱		ریز ۰/۰۰۴	لای: ریز ۰/۰۰۲	رس	رس				
		بسیاریریز ۰/۰۰۲		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱			+۹	
۰/۰۰۱	رس		رس	کلوئید	کلوئید				

۱- مقیاس لگاریتمی

۲- مقیاس φ برابر است با $-\log_2 d$ ، که در آن d قطر دانه‌ها بر حسب میلی‌متر است.

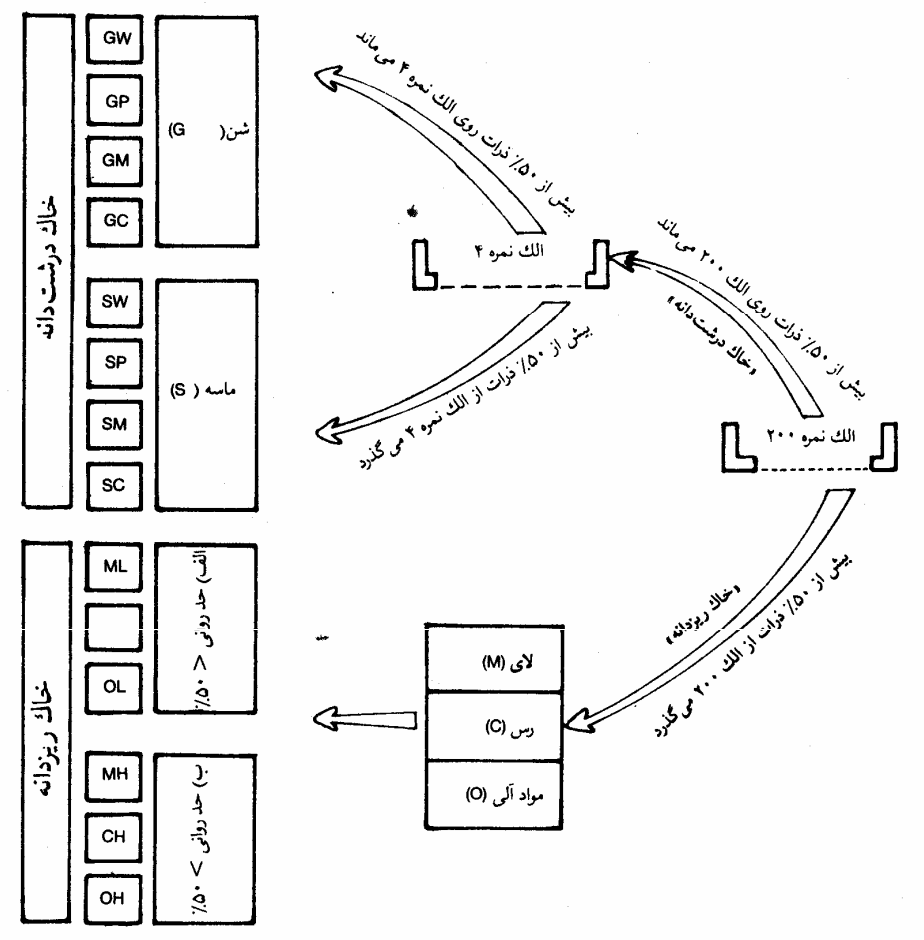
- حد روُیت ذرات توسط چشم غیر مسلح ۰/۰۶ میلی‌متر است. لای درشت و متوسط را می‌توان با ذره‌بین تشخیص داد. مطالعه ذرات ریزتر محتاج میکروسکوپ‌های قوی است. از طرفی، ذرات تا ۰/۰۶ میلی‌متر (الک شماره ۲۰۰) را می‌توان با غربال کردن، دانه‌بندی نمود. ذرات ریزتر توسط آزمایش هیدرومتری طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول ۲-۲- طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس استاندارد BSB27 بریتانیا

نام	اندازه (میکرومتر)	نام	اندازه (میلی‌متر)
رس خیلی ریز	۰/۲۴-۰/۵	ماسهٔ خیلی درشت	۰/۵-۱/۰
رس ریز	۰/۵-۱/۰	شن خیلی ریز	۱-۲
رس متوسط	۱-۲	شن ریز	۴-۸
رس درشت	۳-۴	شن متوسط	۸-۱۶
لای خیلی ریز	۴-۸	شن درشت	۱۶-۳۲
لای ریز	۸-۱۶	قلوه‌سنگ کوچک	۳۲-۶۴
لای درشت	۱۶-۳۱	قلوه‌سنگ بزرگ	۶۴-۱۲۸
ماسهٔ خیلی ریز	۱۶-۳۱	سنگ کوچک	۱۲۸-۲۵۶
ماسهٔ ریز	۶۲-۱۲۵	سنگ متوسط	۲۵۶-۵۱۲
ماسهٔ متوسط	۱۲۵-۲۵۰	سنگ بزرگ	۵۱۲-۱۰۲۴
ماسهٔ درشت	۲۵۰-۵۰۰	سنگ خیلی بزرگ	۱۰۲۴-۲۰۴۸

از طرفی، با توجه به دسته‌بندی‌های جدول‌های ۲-۱ و ۲-۲، می‌توان ویژگی‌های خاص هر دسته را مشخص و نوع استفاده و کاربرد آنرا مورد بررسی قرار داد. در جدول‌های ۲-۴ و ۲-۵ خلاصه‌ای از ویژگی‌های خاک‌ها آمده است.

با توجه به جدول‌های ۲-۱ و ۲-۲، و اهداف مورد نظر، می‌توان شن و ماسه را شناسایی کرده و چگونگی استفاده از آنرا مورد بررسی قرار داد. از آنجایی که در این مبحث، انتخاب شن و ماسه از میان خاک‌ها اولین گام به‌حساب می‌آید، استفاده از طبقه‌بندی بر اساس اندازه ذرات، مناسب به‌نظر رسیده و با توجه به ویژگی‌های گفته شده برای انواع مختلف شن و ماسه، می‌توان با در نظر گرفتن مورد مصرف به انتخاب نوع و استفاده از آن اقدام نمود.

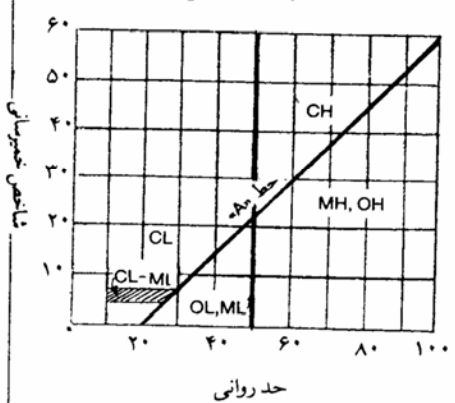


شکل ۲-۱- طبقه‌بندی یونیفاید خاک‌ها با استفاده از الک‌های شمارهٔ ۲۰۰ و شمارهٔ ۴

(W = دانه‌بندی خوب، P = دانه‌بندی بد، H = حد خمیری زیاد، L = حد خمیری کم)

جدول ۲-۳- طبقه‌بندی خاک‌ها بر مبنای روش متحده (یونیفاید) [۱۶]

تقسیمات اصلی				نماد گروه		نامهای نمونه‌وار	برخی معیارهای تکمیلی برای طبقه‌بندی	
خاکهای دانه‌درشت (بیش از نیمی از ذرات از الك شماره ۲۰۰ درشت‌تر است.)	شنها (بیش از نیمی از بخش دانه‌درشت از الك شماره ۴ درشت‌تر است)	شنهای تمیز (ذرات ریز ناچیز تا صفر)		GW		شنهای با دانه‌بندی خوب، مخلوطهایی از شن و ماسه، ذرات ریز ناچیز تا صفر	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = 1 < D^2_{30}/D_{10} \times D_{60} < 3$	
				GP		شنهای با دانه‌بندی بد، مخلوطهایی از شن و ماسه، ذرات ریز ناچیز تا صفر	کلیه مشخصات دانه‌بندی جهت GW را ندارد.	
		شنهای دارای ذرات ریزمقدار قابل ملاحظه‌ای از ذرات ریز)		GM	d	شنهای لایدار، مخلوطهای شن ـ ماسه و لای	حدود اتربرگ زیر خط A یا PI < ۴	در بالای خط A یا ۴<PI< ۷ حالتهای مرزی بوده و نیاز به نمادهای دوگانه دارد.
					u			
				GC		شنهای رسدار، مخلوطهای شن ـ ماسه و رس	حدود اتربرگ بالاتر از خط A یا PI > ۷	
	ماسه‌ها (بیش از نیمی از ذرات دانه‌درشت از الك شماره ۴ کوچکتر است)	ماسه‌های تمیز (ذرات ریز ناچیز تا صفر)		SW		ماسه‌های با دانه‌بندی خوب. ماسه‌های شندار، ذرات ریز ناچیز تا صفر	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = 1 < D^2_{30}/D_{10} \times D_{60} < 3$	
				SP		ماسه‌های با دانه‌بندی بد. ماسه‌های شندار، ذرات ریز ناچیز تا صفر	کلیه مشخصات دانه‌بندی جهت SW را ندارد	
		ماسه‌های دارای ذرات ریزمقدار قابل ملاحظه‌ای از ذرات ریز)		SM	d	ماسه‌های لایدار. مخلوطهای ماسه و لای	حدود اتربرگ بالای خط A یا PI < ۴	خطوطی که در منطقه هاشور زده می افتد با ۴ <PI< ۷ حالتهای مرزی بوده و نیاز به نمادهای دوگانه دارند
					u			
				SC		ماسه‌های رسدار. مخلوطهایی از ماسه ـ رس	حدود اتربرگ بالای خط A یا PI > ۷	

تقسیمات اصلی			نماد گروه	نامهای نمونه‌وار	برخی معیارهای تکمیلی برای طبقه‌بندی
خاکهای دانه‌ریز (بیش از نیمی از خاك از الك شماره ۲۰۰ ریزتر است.)	لایها و رسها (حد روانی کمتر از ۵۰)		ML	رسهای غیرآلی و ماسه‌های خیلی ریز، گردسنگ، ماسه‌های دانه‌ریز لایدار یا رسدار، لایهای رسدار با درجه خمیری ناچیز	۱) از روی منحنی دانه‌بندی درصدهای ماسه و شن را پیدا کنید ۲) برطبق درصد ذرات ریز (بخش ریزتر از الك ۲۰۰)، خاکهای دانه درشت به‌نحوزیر تقسیم بندی می شود. کمتر از ۵٪ GW, GP, SW, SP بیش از ۱۲٪ GM, GC, SM, SC بین ۵ تا ۱۲٪ حالت مرزی است و نیاز به نمادهای دوگانه دارد
			CL	رسهای غیرآلی با درجه خمیری کم تا متوسط، رسهای شندار، رسهای ماسه‌دار، رسهای لایدار، رسهای لاغر	
			OL	لایهای آلی و رسهای لایدار آلی با درجه خمیری کم	
	لایها و رسها (حد روانی بیش از ۵۰)		MH	لایهای غیرآلی، خاکهای ماسه‌ای یا لایی ریزدانه میکایی یا دیاتمه‌ای، لایهای کشسان (الاستیك)	نمودار خمیرسانی 
			CH	رسهای غیرآلی با درجه خمیری بالا. رسهای چاق	
			OH	رسهای آلی با درجه خمیری متوسط تا بالا، لایهای آلی	
خاکهای به‌شدت آلی			Pt	تورب یا دیگر خاکهای به‌شدت آلی	

جدول ۲-۴- ویژگی‌های عمومی خاک‌های غیرچسبنده [۱۶]

مواد	تراکم	چگالی نسبی (D_R,%)	N[1]	چگالی خشک[2] (g/cm³)	پوکی (e)	مقاومت[3] (Φ)
GW : شن با دانه‌بندی خوب	متراکم	۷۵	۹۰	۲/۲۱	۰/۲۲	۴۰
مخلوطهای شن و ماسه	نیمه متراکم	۵۰	۵۵	۲/۰۸	۰/۲۸	۳۶
	سست	۲۵	<۲۸	۱/۹۵	۰/۳۶	۳۲
GP : شن با دانه‌بندی ضعیف	متراکم	۷۵	۷۰	۲/۰۴	۰/۳۳	۳۸
مخلوطهای شن و ماسه	نیمه متراکم	۵۰	۵۰	۱/۹۲	۰/۳۹	۳۵
	سست	۲۵	<۲۰	۱/۸۳	۰/۴۷	۳۲
SW : ماسه با دانه‌بندی	متراکم	۷۵	۶۵	۱/۸۹	۰/۴۳	۳۷
خوب، ماسه‌های شندار	نیمه متراکم	۵۰	۳۵	۱/۷۹	۰/۴۹	۳۴
	سست	۲۵	<۱۵	۱/۷۰	۰/۵۷	۳۰
SP : ماسه با دانه‌بندی بد	متراکم	۷۵	۵۰	۱/۷۶	۰/۵۱	۳۶
(ضعیف)، ماسه‌های	نیمه متراکم	۵۰	۳۰	۱/۶۷	۰/۶۰	۳۳
شندار	سست	۲۵	<۱۰	۱/۵۹	۰/۶۵	۲۹
SM : ماسه‌های لایدار	متراکم	۷۵	۴۵	۱/۶۵	۰/۶۲	۳۵
	نیمه متراکم	۵۰	۲۵	۵۵	/۷۴	۱
	سست	۲۵	<۸	۱/۴۹	۰/۸۰	۲۹
ML : لایه‌های غیر آلی،	متراکم	۷۵	۳۵	۱/۴۹	۰/۸۰	۳۳
ماسه‌های بسیار ریز	نیمه متراکم	۵۰	۲۰	۱/۴۱	۰/۹۰	۳۱
	سست	۲۵	<۴	۱/۳۵	۱/۰	۲۷

۱ - N معرف تعداد ضربات برای نفوذ یک فوت(۳۰سانتی متر)SPT است.

۲ - چگالیها برای G_S=۲/۶۵ (دانه های کوارتز)است.

۳ - منظور از مقاومت زاویه اصطکاک داخلی می باشد که وابسته به نوع مواد،تنش عمودی،گوشه داری دانه ها،D_R و دانه بندی است.

جدول ۲-۵- خلاصه‌ای از ویژگی‌های مکانیک خاک‌ها [۱۶]

ویژگی	شن و ماسه	لای	رس	مواد آلی
الف) ویژگیهای هیدرولیکی :				
نفوذپذیری	بسیار زیاد تا زیاد	کم	بسیار کم تا نفوذناپذیر	بسیار زیاد تا بسیار کم
موئینگی	صرفنظر کردنی	زیاد	بسیار زیاد	کم تا زیاد
امکان تورم براثر یخ زدن	صفر تا کم	زیاد	زیاد	کم تا زیاد
امکان آبگونگی	صفر تا زیاد در ماسه ریزدانه	زیاد	صفر	زیاد در لایهای آلی
ب) مقاومت گسیختگی				
مشتقات	زاویه اصطکاک بین دانه‌ای ϕ	اصطکاک ϕ و چسبندگی ظاهری	زهکشی شده : ϕ و $\bar{C}$ ، زهکشی نشده S_u	رسها و لایهای آلی ، ϕ و C
مقاومت نسبی	زیاد تا متوسط	متوسط تا کم	زیاد تا بسیار کم	بسیار کم
حساسیت	صفر	صفر	کم تا بسیار زیاد	مشابه رس
سازندهای فرو ریزنده	ماسه‌های با سیمان شدگی جزئی	لسها	رسهای متخلخل	-
ج) تغییر شکل‌پذیری				
بزرگی (در بارهای متوسط)	کم تا متوسط	متوسط	متوسط تا زیاد	بسیار زیاد
تاخیر زمانی	صفر	ناچیز	طولانی	صفر تا طولانی
قابلیت تراکم	عالی	بسیار مشکل	نسبتاً مشکل ، محتاج کنترل دقیق رطوبت است	-
انبساط بر اثر رطوبت	صفر	صفر	متوسط تا بسیار زیاد	ناچیز
انقباض بر اثر خشك شدن	صفر	ناچیز	متوسط تا بسیار زیاد	زیاد تا بسیار زیاد
د) خورندگی				
	به ندرت ، ماسه‌های آهکی برای بتن مشکل آفرین اند	به ندرت	کم تا زیاد	زیاد تا بسیار زیاد

۳- انتقال مصالح رودخانه‌ای

۳-۱ بررسی روش‌های تعیین میزان انتقال رسوب

از آنجا که یکی از پارامترهای مهم در تعیین محل و میزان برداشت شن و ماسه، میزان بار رسوبی رودخانه است، در این بخش، به برخی از روش‌های تعیین بار رسوب (بار بستر و بار معلق) پرداخته می‌شود.

۳-۲ روش‌های تعیین بار بستر

برخی از روش‌هایی که برای تخمین میزان انتقال رسوب به‌صورت بار کف توسعه داده شده‌اند در این قسمت بیان می‌شوند.

۳-۲-۱ *روش‌های مبتنی بر تنش برشی*

- روش دوبوی: دوبوی (۱۸۷۹) فرض کرد که ذرات رسوب در طول بستر، به‌صورت لایه‌ای حرکت می‌کنند و با انجام محاسباتی، فرمول زیر را برای محاسبه بار بستر به‌دست آورد [58]:

$$q_b = \frac{0/173}{d^{\frac{3}{4}}}\tau(\tau - \tau_c) \qquad (۱-۳)$$

که در آن: τ_c = تنش بحرانی، $\tau = \gamma DS$ تنش متوسط جریان و d = قطر ذره رسوب (بر حسب میلی‌متر) می‌باشد. کلیه پارامترهای به کار رفته در این فرمول به‌جز d، بر حسب سامانه انگلیسی می‌باشند.

- روش شیلدز: معادله شبه‌تجربی که شیلدز در سال ۱۹۳۶ برای بار کف به‌دست آورد به‌صورت زیر است [58]:

$$\frac{q_b\gamma_s}{q\gamma S} = 10\frac{\tau - \tau_c}{(\gamma_s - \gamma)d} \qquad (۲-۳)$$

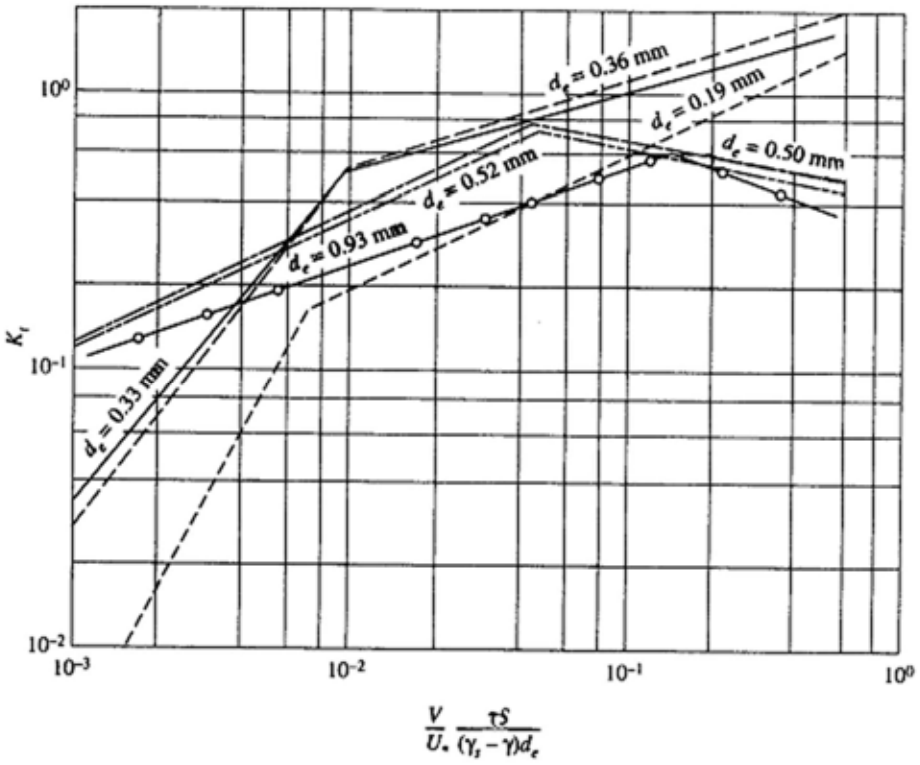
که در آن: q_b و q به‌ترتیب بده بارکف و بده آب در واحد عرض آبراه و γ_s و γ به‌ترتیب وزن مخصوص رسوب و آب می‌باشد.

- روش چنگ، سیمونز و ریچاردسون: چنگ، سیمونز و ریچاردسون (۱۹۶۷) فرمول زیر را برای بده بار کف پیشنهاد نمودند [58]:

$$q_b = \frac{K_b\gamma_s V(\tau - \tau_c)}{(\gamma_s - \gamma)tg\varphi} = K_t V(\tau - \tau_c) \qquad (۳-۳)$$

که در آن: K_b = ثابت و ϕ = زاویه ایستایی مواد بستر مستغرق می‌باشد. مقدار K_t از نمودار ۳-۱ به‌دست می‌آید.

مقادیر K_t و q_b در این معادله، بر حسب سامانه انگلیسی است که در آن، واحد q_b پوند بر ثانیه بر فوت می‌باشد. قطر معادل ذره (d_e) که در شکل استفاده شده، براساس قطر سقوط استاندارد ذره یا کمی بزرگ‌تر از آن می‌باشد.



شکل ۳-۱- ضریب بار کل مصالح کف برای ماسه‌های مختلف [58]

۳-۲-۲ *روش‌های مبتنی بر شیب انرژی*

- روش پیتر – مولر – مایر: پس از ۱۴ سال تحقیقات و آنالیز، این سه دانشمند، فرمول پیتر، مولر (۱۹۳۴) را به‌صورت زیر تبدیل نمودند [58]:

$$\left[\frac{q_s(\gamma_s-\gamma)}{\gamma_s}\right]^{\frac{2}{3}}\left(\frac{\gamma}{g}\right)^{\frac{1}{3}}\frac{0/25}{(\gamma_s-\gamma)d}=\frac{(K_s/K_r)^{\frac{3}{2}}\gamma RS}{(\gamma_s-\gamma)d}-0/047 \qquad (۳-۴)$$

که در آن:

R = شعاع هیدرولیکی (متر) ،

S = شیب انرژی،

D = قطر متوسط ذرات (متر)،

ρ = جرم مخصوص آب (تن بر متر مکعب . منظور تن جرمی می باشد.)

$(K_s/K_r)S$ = نوع شیب، که در واقع میزان انرژی مستهلک در اثر ذره (و نه در اثر فرم بستر) را بیان می‌کند.

۳-۲-۳ روش‌های مبتنی بر بده جریان

می‌توان گفت، شاکلیچ اولین رابطهٔ بارکف مبتنی بر بده آب را پایه‌گذاری نمود. فرمول نهایی شاکلیچ (۱۹۴۳) که بر حسب واحد متریک است، به‌صورت زیر می‌باشد [58]:

$$q_b = 2500\, S^{\frac{3}{2}}(q - q_c) \qquad (۵-۳)$$

که در آن: q و q_c به‌ترتیب بده آب و بده بحرانی در آستانه حرکت است (مترمکعب بر ثانیه بر متر).

برای رسوبات با وزن مخصوص۲/۶۵ بده بحرانی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$q_c = \frac{0/6d^{\frac{3}{2}}}{S^{\frac{7}{6}}} \qquad (۶-۳)$$

که در این رابطه d بر حسب متر می‌باشد.

۳-۲-۴ روش‌های مبتنی بر احتمالات

روش انیشتن – براون: براون (۱۹۵۰) یک تابع انتقال بارکف را براساس فرمول انیشتن (۱۹۴۲) بنا نهاد [58]:

$$\varphi = f\left(\frac{1}{\psi}\right) \qquad (۷-۳)$$

که در آن:

$$\varphi = \frac{q_{bw}}{\gamma_s K\left[g(\gamma_s/\gamma - 1)d^3\right]^{\frac{1}{2}}} \qquad (۸-۳)$$

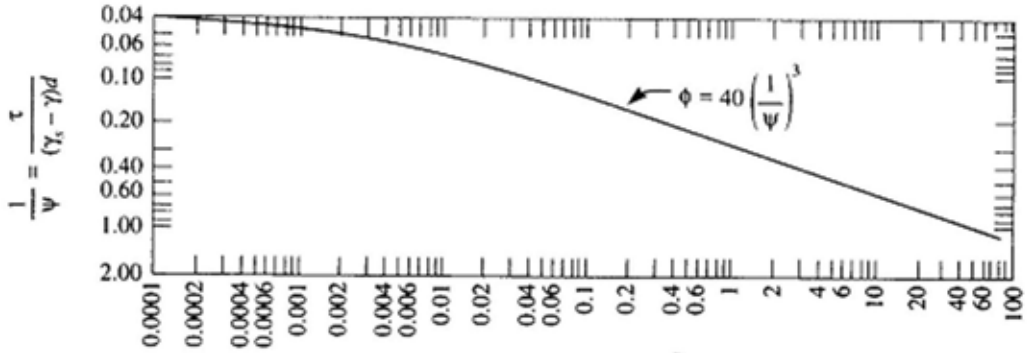
$$\frac{1}{\psi} = \frac{\tau}{(\gamma_s - \gamma)d} \qquad (۹-۳)$$

$$K = \left[\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{gd^3(\gamma_s/\gamma - 1)}\right]^{\frac{1}{2}} - \left[\frac{36v^2}{gd^3(\gamma_s/\gamma - 1)}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۱۰-۳)$$

که در آن q_{bw} بده بارکف بر حسب وزن می‌باشد. در فرمول انیشتن- براون باید از d_{50} استفاده شود.
شکل ۳-۲ ارتباط بین $\frac{1}{\psi}$ و ϕ را در این معادله به‌صورت گرافیکی نشان می‌دهد.

$$\varphi = \frac{q_{bv}}{K\left[g(\gamma_s/\gamma - 1)d^3\right]^{\frac{1}{2}}} \qquad (۱۱-۳)$$

بده بارکف (q_{bv}) در معادله بالا، براساس واحد حجم در زمان داده می‌شود. معادلهٔ مذکور به‌صورت زیر نیز بیان می‌شود.



$$\phi = \frac{q_{bv}}{K\left[g(\gamma_s/\gamma - 1)\,d^3\right]^{1/2}}$$

شکل ۳-۲- رابطه $\frac{1}{\psi}$ و ϕ در فرمول انیشتن- براون [58]

هنگامی که $\frac{1}{\psi}$ بزرگ‌تر از ۰/۰۹ است، فرمول انیشتن- بروان می‌تواند به‌صورت زیر بیان شود:

$$\varphi = 40\left(\frac{1}{\psi}\right)^3 \qquad (۱۲-۳)$$

۳-۲-۵ *روش‌های مبتنی بر رگرسیون*

فرمول‌های تجربی و شبه‌تجربی فراوانی بر مبنای آنالیز رگرسیون بر داده‌های آزمایشگاهی ارائه شده است. یکی از شناخته‌شده‌ترین این فرمول‌ها، فرمول روتنر است. روتنر (۱۹۵۹) بر اساس داده‌های ارائه شده توسط جانسون (۱۹۴۳)، برای محاسبهٔ بارکف، آنالیز رگرسیونی انجام داد و رابطه بدون بُعد زیر را ارائه نمود [58]:

$$q_b = \gamma_s \left[(\xi_s - 1) g D^3\right]^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{V}{\left[(\xi_s - 1) g D\right]^{\frac{1}{2}}} \left[0/667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0/14 \right] - 0/778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \qquad (۱۳-۳)$$

که در آن: D = عمق متوسط، و V = سرعت متوسط آب است.

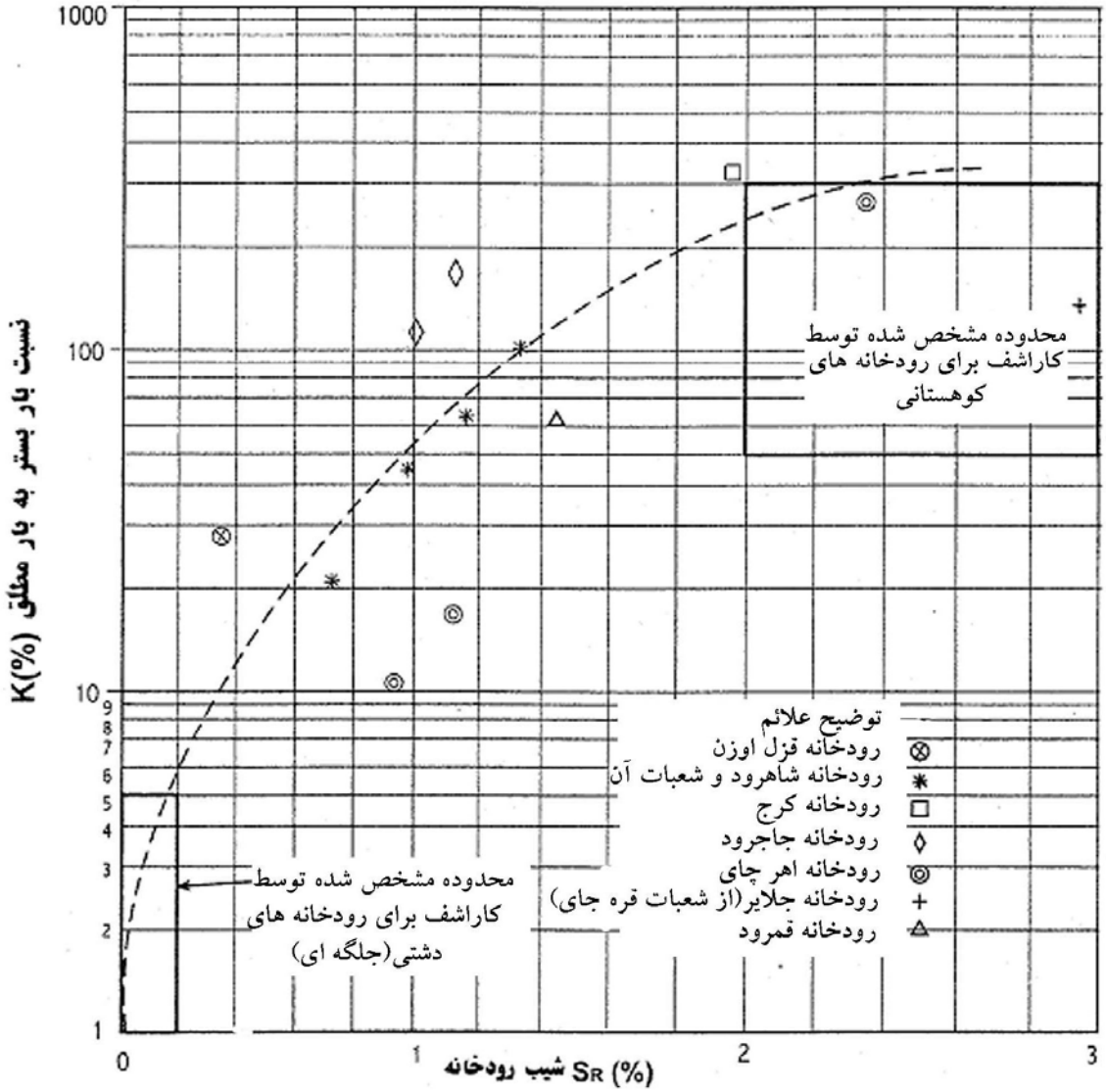
تأثیر دیواره و شکل بستر در فرمول روتنر در نظر گرفته نشده است. روتنر به صراحت اظهار داشته که فرمول او هنگامی که اجزای کوچک مواد بستر در حال حرکت است، قابل استفاده نمی‌باشد.

۳-۲-۶ روش مبتنی بر تخمین درصدی از بار معلق

در ارزیابی بار رسوبی رودخانه‌ها، اندازه‌گیری مستقیم بار بستر از نظر مشکلات تکنیکی و محدودیت‌های عملی به سهولت امکان‌پذیر نمی‌باشد و به‌همین دلیل، در روش‌هایی که پیشتر برای محاسبه بارکف بیان شد مورد تأکید قرار نگرفت. از طرفی، فرمول‌های ارائه شده قبلی، اغلب در شرایط خاص قابل استفاده بوده و بعضاً دارای خطاهای زیادی می‌باشند. از این رو، در اغلب موارد، متخصصین و کارشناسان در مطالعات خود، نسبتی از بار معلق را به‌عنوان بار بستر منظور می‌نمایند. از نظر کمّی، رابطه‌ای بین بار معلق و بار بستر وجود دارد و در ارزیابی مقدار رسوب قابل برداشت می‌توان از این نسبت بهره جست. بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که مقدار این نسبت در مناطق کوهستانی و رودخانه‌های با شیب زیاد بیشتر بوده و در نواحی جلگه‌ای که دارای شیب کمی می‌باشند کمّیت آن به‌طور محسوسی رو به کاهش می‌گذارد. طبق بررسی‌های انجام گرفته توسط کاراشف [۹]، وی نسبت بار بستر به بار معلق در رودخانه‌های روسیه با شیب ۲ درصد را بین ۵۰ تا ۳۰۰ درصد بیان می‌نماید. با این حال، وی برای رودخانه‌های نیمه کوهستانی و دشتی با شیب کمتر از ۲ در هزار این نسبت را بین۱ تا ۵ درصد بیان می‌نماید. همچنین طبق نظر شیارد [۹] مقدار بار بستر ممکن است بین صفر تا ۱۰۰ درصد بار معلق را شامل شود. در یک گزارش از یونسکو نسبت بار بستر به بار معلق بین ۰/۳ تا ۱۶۰۰ درصد برای بیش از ۱۲ رشته از رودخانه‌های مناطق مختلف دنیا با حوضه آبریز بین ۴ تا ۱۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع عنوان گردیده است [۹].

در رودخانه‌های ایران، بررسی‌های انجام گرفته توسط بهادری [۸] نشان می‌دهد که روند تغییرات این نسبت و ارتباط آن با شیب رودخانه تا حدودی از نظریه کاراشف تبعیت می‌نماید. در شکل ۳-۳ نتایج بررسی بهادری [۸] در خصوص نسبت بار بستر به بار معلق در بعضی از رودخانه‌های کشور شامل قزل‌اوزن، شاهرود، کرج، جاجرود، اهرچای و جلایر از شعبات قره‌چای آورده شده است.

همان‌طور که از روند توزیع داده‌ها مشخص است، با افزایش شیب رودخانه (SR) نسبت بار بستر به بار معلق (به‌عبارتی مقدار بار بستر) به‌طور محسوسی رو به افزایش می‌گذارد. هر چند تعیین دقیق موقعیت نمودار مزبور مستلزم تحقیقات و بررسی‌های بیشتری است، اما در مطالعات ارزیابی می‌تواند به‌عنوان یک راهنمای اولیه در تخمین چگونگی روند تغییرپذیری این نسبت تلقی شود.



شکل ۳-۳- نمودار تغییرات نسبت بار بستر به بار معلق بر حسب شیب در تعدادی از رودخانه‌های ایران [۸]

۳-۳ روش‌های تعیین بار معلق

۳-۳-۱ کلیات

نمونه‌های بار معلق که از جریان‌های رودخانه‌ای گرفته می‌شود، عمدتاً دارای دو مؤلفه رسوبات حوضه‌ای و رسوبات معلق آبراهه‌ای می‌باشند. بهترین روش برای تفکیک این دو مؤلفه از یکدیگر، توجه به دانه‌بندی رسوبات معلق و مواد تشکیل دهندهٔ بدنه آبراهه است. بنابراین برای تمایز رسوبات معلق آبراهه‌ای از رسوبات حوضه‌ای، پیشنهاد شده که: از مخلوط جریان آب و

رسوبات معلق نمونه‌برداری شود و منحنی دانه‌بندی ذرات به‌دست آید. از مواد تشکیل دهنده بستر رودخانه[1] نیز نمونه‌برداری شده منحنی دانه‌بندی آن تعیین و در نهایت منحنی دانه‌بندی رسوبات معلق با منحنی دانه‌بندی بستر مقایسه شود. آن دسته از ذرات رسوبی ریزدانه بار معلق که در مواد بستر یافت نمی‌شوند یا مطابق نظر انیشتن (۱۹۵۰) [58] بیشتر از ۱۰٪ وزنی از ریزترین مواد بستر را تشکیل نمی‌دهند رسوبات حوضه‌ای یا بار شسته[2] هستند و بقیه ذرات رسوب معلق، که به وفور در مصالح بستر رودخانه مشاهده می‌شوند، رسوبات معلق آبراهه‌ای را تشکیل می‌دهند. در مهندسی هیدرولیک و انتقال رسوب، اغلب فرض می‌شود که قطر ۰/۰۶۳ میلی‌متر (مرز میان ماسه و لای) مرز میان بار رسوب حوضه‌ای و بار رسوب آبراهه‌ای را تشکیل می‌دهد. یعنی به ذرات رسوبی با قطر ریزتر از ۰/۰۶۳ میلی‌متر "بار حوضه‌ای" و به ذرات بزرگ‌تر از آن "بار آبراهه‌ای" می‌گویند.

برای محاسبه بار معلق، از روش‌های هیدرولیکی و هیدرولوژیک استفاده می‌شود. از آنجایی که روش‌های هیدرولوژیک کاربرد فراوان‌تری در طرح‌ها و پروژه‌های عملی دارند، در این مبحث ضمن اشارهٔ کوتاهی به روش‌های هیدرولیکی، در ادامه، بر روش‌های هیدرولوژیک تأکید بیشتری می‌گردد.

۳-۳-۲ روش‌های هیدرولیکی

روش هیدرولیکی محاسبه بار معلق، اصولاً براساس پروفیل توزیع سرعت و پروفیل توزیع غلظت مواد معلق استوار است. چنانچه میزان غلظت مواد معلق یک مقطع مشخص در واحد زمان با C نشان داده شود و سرعت سیال که از این مقطع عبور می‌کند برابر V باشد، در آن صورت بار معلق برابر خواهد بود با:

$$q_s = \int_a^d CV dy \qquad (۱۴-۳)$$

در این رابطه a عمقی است که از آن عمق به بالا، مواد رسوبی به‌صورت معلق در حرکت هستند و d عمق جریان می‌باشد. بر اساس این رابطه، برای به‌دست آوردن رابطه‌ای که بتواند بار معلق را پیش‌بینی کند، باید توزیع غلظت مواد معلق در اعماق مختلف جریان و همچنین پروفیل سرعت معلوم باشد. از طرفی، برای پروفیل سرعت و توزیع غلظت، روابط متعددی ارائه گردیده که همین عامل، روش‌های مختلفی را برای محاسبهٔ بار معلق بر اساس هیدرولیک جریان رقم زده است.

۳-۳-۳ روش‌های هیدرولوژیک

هیدرولوژیست‌ها در تحقیقات و مشاهدات خود به این نتیجه رسیده‌اند که بین مقدار رسوب حمل شده توسط رودخانه و شدت جریان آب می‌توان رابطه‌ای به‌دست آورد. برای تعیین این رابطه، تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته که به ابداع روش‌های مختلفی منجر شده است. در این روش‌ها، به اطلاعاتی نیاز است که در ایستگاه‌های هیدرومتری و رسوب‌سنجی حاصل

1 - Bed material
2 - Wash load

می‌شود. این اطلاعات عبارتند از اندازه‌گیری غلظت رسوب معلق و همچنین اندازه‌گیری بده آب به‌طور همزمان. سپس با استفاده از رابطه (۳-۱۵)، بار معلق جریان محاسبه می‌شود.

$$Q_s = 0/864C.Q_w \qquad (۱۵-۳)$$

که در آن:

Q_w = بده آب بر حسب متر مکعب بر ثانیه،

Q_s = بده مواد رسوبی بر حسب تن بر روز، و

C = غلظت مواد معلق بر حسب میلی‌گرم بر لیتر.

رابطه بالا، مقادیر میلی‌گرم بر لیتر غلظت را به مقادیر تن بر روز رسوب تبدیل می‌کند. پس از این تبدیل، رابطه همبستگی بین Q_s و Q_w براساس اطلاعات موجود استخراج و از تلفیق این رابطه با منحنی تداوم جریان روزانه، میزان متوسط درازمدت رسوب سالانه بر حسب تن در هر سال برآورد می‌شود. اگر نمونه‌برداری از آب با رعایت استانداردهای موجود صورت پذیرفته باشد و نمونه‌ها معرف واقعی چگونگی تغییرات بده رسوب بر حسب بده جریان باشند، میزان رسوب برآورد شده می‌تواند تا حدود زیادی به واقعیت نزدیک باشد.

این روش، به حالت‌های متفاوت و به‌صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته که در ادامه شش حالت متفاوت از این روش مورد بررسی قرار گرفته است.

– روش (U.S.B.R) اداره احیای اراضی آمریکا: در روش U.S.B.R داده‌های موجود از اندازه‌گیری Q_s و Q_w متناظر با آن به صفحه مختصات لگاریتمی منتقل شده و خط بهترین برازش بر مبنای روش حداقل مربعات از میان آنها عبور داده می‌شود؛ در نتیجه رابطه‌ای به‌صورت زیر بین Q_s و Q_w به دست می‌آید که به منحنی سنجه رسوب معروف شده است:

$$Q_s = aQ_w^b \qquad (۱۶-۳)$$

که در آن: a و b ضرایب ثابت معادله و به‌ترتیب عبارتند از فاصله محل تقاطع خط بهترین برازش با محور قائم تا مبدأ مختصات و شیب خط بهترین برازش.

اندازه‌گیری بار معلق رودخانه و گذر حجمی متناظر با آن، به‌صورت محدود انجام می‌گیرد و عموماً به ازای تعداد کمی Q_w مقدار Q_s برآورد می‌گردد، حال آنکه گذر حجمی عبور کرده از رودخانه بسیار متفاوت است. بنابراین استفاده از یک یا چند عدد به‌عنوان بده متوسط رودخانه و برآورد بده بار معلق براساس آن نمی‌تواند صحیح بوده و ملاک عمل قرار گیرد. U.S.B.R استفاده از منحنی تداوم جریان را پیشنهاد کرد. این منحنی که به منحنی بده کلاسه نیز معروف است از رسم تجمعی بده رودخانه نسبت به زمان به‌دست می‌آید.

– روش FAO: از نظر آماری، چون در روش U.S.B.R برای محاسبه منحنی سنجه رسوب از لگاریتم داده‌ها استفاده می‌شود، بنابراین توزیع داده‌ها حول خط بهترین برازش نامتقارن بوده و فاصله حد اطمینان بالایی با خط رگرسیون، بیشتر از حد

اطمینان زیرین خواهد بود. این موضوع باعث می‌شود که بار معلق برآورد شده برای هر گذر حجمی به مقادیر حداقل مشاهده شده نزدیک‌تر باشد. از طرفی، با جاگذاری متوسط گذر حجمی مشاهده شده در طول دوره آماری($\overline{Q}_w$) در معادله سنجه رسوب، متوسط بار معلق مشاهده شده در طول این دوره ($\overline{Q}_s$) به‌دست خواهد آمد.

این حالت به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک که پراکندگی داده‌ها زیاد است بیشتر به چشم می‌خورد. براین اساس، FAO برای تعدیل ارقام و نزدیک کردن مقادیر برآورد شده از منحنی سنجه رسوب به مقادیر مشاهده شده توصیه کرده که در رابطه بده آب ـ بده رسوب به‌جای ضریب a از ضریب a′ به شرح زیر استفاده شود:

$$a' = \frac{\overline{Q}_S}{\overline{Q}_w} \qquad (۱۷-۳)$$

سایر محاسبات این روش، درست مانند روش U.S.B.R بوده و این روش به‌عبارتی، فرم تعدیل شده روش U.S.B.R می‌باشد.

– روش FAO تعدیل شده : این روش، در مقاله ارائه شده در اولین سمینار رسوب ایران (۱۳۷۴) پیشنهاد شده است. چون ارقام برآورد شده از روش FAO (تعدیل نشده) بعضاً به میزان قابل ملاحظه‌ای از مقادیر واقعی یا قابل انتظار بیشتر می‌باشد، بنابراین نگارندگان پیشنهاد کردند در چنین مواردی با تعدیل ضریب a′ می‌توان تخمین واقعی‌تری از بار معلق رودخانه به‌دست آورد. این تعدیل باعث می‌شود که

منحنی سنجه رسوب بین دو منحنی U.S.B.R و FAO تعدیل نشده قرار گیرد.

در این روش، داده‌های استثنایی و بزرگ که تأثیر تعیین کننده‌ای در ضریب a′ دارند حذف و موجب تعدیل در ضریب a′ خواهند شد. این روش، حساسیت زیادی به نظر کارشناسی دارد.

– روش بار معلق روزانه : در روش بار معلق روزانه نیز یک یا چند خط (بر اساس دسته‌بندی گذر حجمی رودخانه) بر داده‌ها برازش داده می‌شود. اما در این روش، به‌جای استفاده از منحنی تداوم جریان، درست همان داده‌های مربوط به گذر حجمی روزانه رودخانه، در معادلات سنجه رسوب قرار گرفته و بار معلق همان روز تخمین زده می‌شود. به این ترتیب، برای هر سال ۳۶۵ رقم برای بار معلق برآورد می‌شود که مجموع آنها معادل بار معلق حمل شده در طول سال می‌باشد. در نهایت، از تقسیم مجموع بار معلق برآورد شده در طول دوره آماری بر تعداد سال‌های دوره، متوسط سالانه بار معلق برآورد می‌گردد.

– روش برازش چشمی بر اساس خطوط هم غلظت : با توجه به اینکه عموماً اندازه‌گیری بار معلق در لحظات اوج سیلاب امکان‌پذیر نمی‌باشد، در این روش فرض می‌شود که حداکثر غلظت واقعی مواد معلق جریان تا حدود دو برابر حداکثر مقدار اندازه‌گیری شده یا دو برابر غلظت متناظر با حداکثر گذر حجمی اندازه‌گیری شده (عموماً این مقادیر باهم متفاوتند) تغییر کند. براین اساس، منحنی سنجه رسوب به‌صورت چشمی و با دست، به گونه‌ای رسم می‌شود که در ابتدا به خط همبستگی بین بده آب ـ بده رسوب و در انتها به خط هم غلظت دو برابر حداکثر غلظت مشاهده شده، مجانب گردد. سایر مراحل تخمین بار معلق درازمدت در این روش مانند روش U.S.B.R با استفاده از منحنی تداوم جریان انجام می‌پذیرد.

– روش هیدروگراف رسوب : در این روش، برای روزهایی که بده جریان تغییر زیادی ندارد، رابطهٔ بین Q_w و Q_s را توسط یکی از روش‌های قبل به‌دست آورده و میزان رسوب، برآورد می‌گردد. برای روزهای سیلابی نیز با توجه به هیدروگراف آن و معادلهٔ مذکور، هیدروگراف رسوب ساخته شده و سپس برای هر ۲۴ ساعت با پلانیمتری از روی نمودار مذکور، رسوب آن روز محاسبه و به کل رسوب برآورد شده قبلی اضافه می‌گردد. بدین ترتیب می‌توان تا حدودی تأثیرگذاری سیلاب در آورد رسوب را در محاسبات در نظر گرفت.

۳-۳-۴ برآورد رسوب معلق برای ایستگاه‌های بدون آمار

به‌علت وسعت ایران و پراکندگی حوضه‌های اصلی و فرعی، تا گسترش شبکه‌های آماربرداری رسوب به تمام سطح کشور راهی طولانی در پیش است. به‌همین منظور، برای برآورد رسوب در حوضه‌ها یا ایستگاه‌های بدون آمار، باید از روش‌های مناسبی استفاده کرد. در این ارتباط، روش‌های مختلفی وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به استفاده از بده رسوب ویژه اشاره نمود. با داشتن بده رسوب ویژه حوضه‌های اطراف و برقراری نسبت بین مساحت و بده رسوب ویژه با حوضه مورد نظر، می‌توان رسوب حوضه مذکور را به‌دست آورد.

از دیگر روش‌های مناسب، می‌توان روش تحلیل منطقه‌ای را نام برد. مدل‌های رگرسیونی یکی از مهم‌ترین روش‌های تحلیل منطقه‌ای می‌باشند. این مدل‌ها مبتنی بر ایجاد رابطه‌ای بین متغیرهای مختلف بوده و برای برآورد متغیرهای هیدرولوژیک، به‌خصوص رسوبدهی حوضه‌های بدون آمار به‌کار می‌رود. دقت و قابلیت اعتماد نتایج مدل‌های رگرسیونی در درجه اول، به روش تعریف منطقه همگن بستگی دارد. برای تعیین مناطق همگن روش‌های مختلفی ابداع و ارائه شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان روش‌های مبتنی بر مرزهای جغرافیایی و روش‌های مبتنی بر خصوصیات حوضه‌ها را نام برد. در روش‌های مبتنی بر مرزهای جغرافیایی یا هیدرولوژیک ممکن است مناطق همگن دارای حوضه‌هایی با خصوصیات ژئومورفولوژیک متنوع و متفاوت و ویژگی‌های غیرقابل قیاس از نظر فرایند تولید رسوب باشند. به‌نظر می‌رسد که نتایج حاصله از مدل رگرسیونی به‌دست آمده برای این مناطق به منظور برآورد رسوب حوضه‌های بدون آمار واقع در این مناطق، از قابلیت کمتری برخوردار است.

روش‌های مبتنی بر خصوصیات حوضه‌ها، اخیراً مورد توجه کارشناسان علم هیدرولوژی قرار گرفته است. در این روش‌ها حوضه‌های آبریز براساس تشابه مشخصات ژئومورفولوژیک، هیدرولوژیک، اقلیمی و غیره به گروه‌های همگن تقسیم‌بندی شده و مطمئناً نسبت به روش‌های دیگر از دقت بیشتری برخوردار می‌باشند. روش تحلیل خوشه‌ای[1] از جمله روش‌های آماری چند متغیره است که طبقه‌بندی مناطق را براساس خصوصیات حوضه‌ها انجام می‌دهد. یک روش آماری چند متغیره به نام تجزیه به عامل‌های اصلی[2] وجود دارد که بین تعداد زیادی خصوصیت، تعداد به مراتب کمتری خصوصیت مستقل برای انجام تحلیل خوشه‌ای را معرفی می‌کند. در این روش، بین خصوصیات حوضه به‌عنوان متغیرهای مستقل و متوسط رسوب سالانه به‌عنوان متغیر وابسته در هر یک از گروه‌های همگن رابطه‌ای تعیین می‌شود که با توجه به مدل ارائه شده در گروه‌های همگن، متوسط رسوب معلق سالانه در حوضه‌های بدون آمار برآورد می‌شود.

1- Cluster analysis
2- Principal components analysis

۴- برداشت مصالح از رودخانه و پیامدهای آن

۴-۱ کلیات

روستاها، شهرها و بسیاری از مسیرهای دسترسی و جاده‌ها اغلب در کناره یا نزدیک رودخانه‌ها احداث می‌شوند تا از فواید مجاورت و موقعیت آنها استفاده کنند. تلماسه‌ها و بستر رودخانه‌هایی که بده آبی کمی دارند، اغلب به‌عنوان منابع مناسبی از شن و ماسه برای ساخت و سازها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ولی با توجه به حجم و میزان برداشت از آنها، ممکن است آثار گوناگونی از جنبه‌های مختلف هیدرولیکی، ریخت‌شناسی، زیست‌محیطی و اقتصادی برروخانه و تأسیسات وابسته به آن به‌وجود آید. این تعییرات، به محل استخراج و برداشت محدود نیست بلکه ممکن است تا کیلومترها بالاتر و پایین‌تر از آن ظاهر شود. این تغییرات معمولاً منفی می‌باشند، اما در برخی موارد، اگر برداشت مصالح طبق ضابطه و اصول صحیح صورت پذیرد، می‌تواند به بهبود عملکرد رودخانه و پایداری آن کمک نماید.

۴-۲ آثار منفی برداشت مصالح از رودخانه‌ها

۴-۲-۱ پیامدهای ریخت‌شناسی

۴-۲-۱-۱ فرسایش بستر و ساحل رودخانه

برداشت مصالح از رودخانه‌ها عموماً موجب ایجاد حفره‌ها و حوضچه‌های بزرگی در مسیر جریان رودخانه می‌گردد. وجود این حوضچه‌ها به افزایش عمق جریان ورودی و کاهش سریع سرعت آن می‌انجامد. با کاهش سرعت، بخشی از رسوبات در حال حمل جریان در این حوضچه‌ها ترسیب می‌شوند. بنابراین رسوبات جریان خروجی از حوضچه حفاری شده بسیار کمتر از ظرفیت حمل رسوب جریان رودخانه می‌باشد. این امر، موجب به‌هم خوردن تعادل و توازن عمومی رودخانه گشته و پارامترهای مختلف هیدرولیکی آن مانند عمق جریان، شیب بستر و بار رسوبی جریان دستخوش تغییر خواهند شد. افزایش حمل رسوب در پایین‌دست حوضچه حفاری شده عاملی است که موجب فرسایش بخشی از مواد بستر رودخانه در پایین‌دست خواهد شد و میزان این فرسایش، به تداوم یا قطع کامل برداشت مصالح از محل حوضچه حفاری شده به شرح زیر بستگی دارد:

الف- در صورت تداوم برداشت مصالح، رودخانه دارای شیب جدیدی کمتر از شیب اولیه خواهد شد و معمولاً در درازمدت، شاهد کاهش رقوم بستر و سطح آب خواهیم بود که این امر، مشکلاتی را برای آبگیری از رودخانه به‌وجود خواهد آورد.

ب- اگر بعد از مدتی برداشت مصالح قطع گردد، به مرور زمان، جریان با رسوبگذاری در محل حوضچه حفاری شده موجب پرشدن حوضچه خواهد شد که در درازمدت تعادل اولیه حاصل می‌شود. البته در طی زمانی که وضعیت رودخانه به تعادل اولیه برسد، حوضچه و گودال ایجاد شده با رسوبگذاری در ابتدا و فرسایش در انتهای حوضچه به کندی به پایین‌دست منتقل می‌شود و همزمان با انتقال حوضچه به پایین‌دست از ابعاد آن مرتبا کاسته شده و به‌تدریج محو می‌گردد.

از نظر ریخت‌شناسی، برداشت مصالح از رودخانه می‌تواند منشأ آثاری در شکل و مسیر رودخانه باشد. البته این امر، به حجم مصالح برداشت‌شده، عمق و ابعاد آن و موقعیت محل قرضه بستگی دارد. برای مثال، حفاری در حاشیه بستر رودخانه و عمیق کردن حوضچه قرضه موجب انحراف جریان رودخانه به سمت حوضچه خواهد شد که این امر، به تخریب دیواره رودخانه و به‌مرور، پیچشی شدن رودخانه می‌انجامد. در بررسی تغییرات ریخت‌شناسی مقطع رودخانه‌ها غالباً فرض می‌شود که کناره‌های رودخانه فرسایش‌ناپذیر بوده یا نسبت فرسایش در کناره به فرسایش در بستر کم می‌باشد، بنابراین عرض رودخانه ثابت در نظر گرفته می‌شود. مطالعه دقیق‌تر روند تغییرات رودخانه به‌ویژه با کناره‌های فرسایش‌پذیر نشان می‌دهد که عرض رودخانه در اثر پدیده برداشت مصالح با تغییرات قابل ملاحظه‌ای روبرو خواهد بود. در همین راستا، تحقیقات صحرایی و مدل‌های ریاضی چانگ (۱۹۸۷) در مورد رودخانه سن‌خوان در کالیفرنیا که بیش از ده سال در معرض برداشت مصالح بوده، نشان می‌دهد که تغییرات ایجاد شده در عرض رودخانه بسیار بیشتر از تغییرات عمق آن بوده است. این تغییرات به‌صورت تعریض رودخانه در پایین‌دست محل برداشت نمایان شده است، به‌طوری که عرض رودخانه در فاصله زمانی دو ماه، حدود ۶۰ متر افزایش یافته است.

۴-۲-۱-۲ شریانی شدن رودخانه‌ها

بسته به نوع رودخانه و چگونگی برداشت مصالح ساختمانی، شریانی شدن رودخانه از دیگر عواقب برداشت مصالح می‌باشد. این امر، خصوصاً در رودخانه‌های فصلی بیشتر مشهود می‌باشد، به‌طوری که با ایجاد شدن آبراه‌های موازی در طول رودخانه در اثر برداشت مصالح، رودخانه به‌هنگام فصل آبی، قادر به پیدا کردن مسیر اصلی خود نبوده و بنابراین به‌صورت چند شاخه تبدیل می‌شود.

۴-۲-۲ پیامدهای "منفی" بر سازه‌های حاشیه‌ای

۴-۲-۲-۱ پایین افتادن سطح آب و تبعات ناشی از آن

پایین افتادن سطح آب در محل برداشت شن و ماسه، باعث افزایش شیب و بنابراین افزایش متوسط سرعت جریان آب در بالادست رودخانه شده و به‌همین دلیل، ظرفیت حمل رسوب توسط جریان بیشتر می‌شود. به‌دنبال آن، فرسایش افزایش یافته و به عمیق‌تر شدن، گسستگی و ناپایداری بستر و کناره‌های رودخانه منجر می‌شود. این پدیده بدواً در بالادست رودخانه چشمگیرتر از محل برداشت است. از دیگر مشکلات پایین افتادن سطح آب، عدم امکان استفاده از نهرهای زراعی است که از این رودخانه منشعب می‌شوند، زیرا عملا این نهرها توانایی تغذیه آب از رودخانه را به‌علت پایین‌افتادگی سطح آب رودخانه نخواهند داشت؛ در ضمن خطر عدم امکان استفاده از ایستگاه‌های پمپاژ در منطقه نیز وجود دارد.

۴-۲-۲-۲ آب‌شستگی پای پل و بندهای انحرافی

یکی از آثار منفی و بسیار محسوس برداشت مصالح ساختمانی از رودخانه‌ها، صدمات جبران‌ناپذیری است که به تأسیسات و سازه‌های موجود در مسیر رودخانه (از جمله سدهای انحرافی و پل‌ها) وارد می‌شود. به‌دنبال تغییرات ایجاد شده در ریخت‌شناسی رودخانه و فرسایش بستر ناشی از برداشت شن و ماسه، موارد زیادی دال برخرابی این سازه‌ها در رودخانه‌های ایران گزارش شده است (از جمله پل بالا رود در استان خوزستان و پل تالار در مازندان) [۳].

۴-۲-۲-۳ تخریب سیفون معکوس و دیگر لوله‌های عبوری از بستر رودخانه

از دیگر تبعات فرسایش رودخانه ناشی از برداشت شن و ماسه، می‌توان به تخریب لوله‌های عبوری از بستر رودخانه مانند لوله‌های گاز، نفت و آب و نیز سیفون‌های معکوس اشاره کرد. به‌طور نمونه می‌توان آب‌شستگی پای سیفون معکوس بزرگ‌ترین شبکه آبیاری ایران یعنی دز و احتمال تخریب آن که به‌دنبال برداشت‌های بی‌رویه شن و ماسه در حال وقوع است، را نام برد.

۴-۲-۲-۴ تخریب سازه‌های حفاظت کناره رودخانه مانند آبشکن و پوشش‌ها

فرسایش شدید ساحل و بستر به‌دنبال برداشت‌های بی‌رویه و مکرر می‌تواند در نهایت دامنگیر آبشکن ها و تورسنگی ها یا پوشش‌های محافظ کناره گردیده و سبب تخریب آنها شود. از طرفی، انباشت مصالح در بستر رودخانه نیز به تشدید سیلاب‌ها کمک کرده و از جمله عوامل مهم در تخریب چنین سازه‌هایی به‌شمار می‌رود.

۴-۲-۳ پیامدهای زیست‌محیطی

۴-۲-۳-۱ کاهش ظرفیت طبیعی رودخانه در جذب مواد غذایی فاضلاب

در رودخانه‌هایی که جریان آب سریعی دارند، مناطق کم‌عمق و پوشش‌دار در هضم و همانندسازی فاضلاب‌های صنعتی و خانگی دارای ظرفیت و توان بالقوه بالایی هستند. برداشت شن و ماسه به از بین رفتن این بسترهای کم‌عمق منجر شده و ظرفیت بهسازی آنها را کاهش می‌دهد. کاهش وسعت و گستره این مناطق بارخیز، و کاهش سرعت آب‌های کم‌عمق در مجاورت گودال‌های لایروبی، به‌طور چشمگیری کارایی آنها را در جذب مواد غذایی کم می‌کند. در نتیجه افزایش میزان مواد غذایی، روند رشد جلبک‌ها و مواد علفی سطح آب رودخانه به شدت تسریع می‌گردد. رشد انبوه توده گیاهی توان جذب محیط آبی را کاهش داده، در نهایت آنرا به مخاطره انداخته و محیط آبی را از نظر زیستی نامناسب و بی ارزش می‌سازد.

۴-۲-۳-۲ کاهش ذخیره و کیفیت آب شرب و کشاورزی

رشد جلبک‌ها به‌دلیل آنچه در بند قبل به آن پرداخته شد، اغلب با رها شدن مواد سمّی به داخل آب همراه است که باعث آلودگی، مسمومیت و تباهی محیط آبی گشته و آثار زیانباری بر دام و بهداشت عمومی دربردارد، به‌طوری که ممکن است دخایر

آبی قابل شرب دیگری مورد نیاز باشد. این نوع تغییرات در کیفیت آب، برای حیات آبزیان به‌ویژه ماهیان، بسیار تعیین کننده است.

همچنین جریان کُند آب در گودال‌های برداشت مصالح، باعث می‌شود که نهشته‌های ریز و مواد آلی که به‌وسیله رودخانه به‌حالت تعلیق درآمده‌اند ترسیب کنند. رسوبات ممکن است بستر گودال‌های مذکور را لای‌اندود کرده و از نفوذ آب رودخانه به لایه‌های آبدار زیرزمینی جلوگیری کند. پیامد فزاینده مجموعه‌ای از عملیات استخراج شن و ماسه ممکن است به‌طور قابل توجهی تجدیدپذیری آب‌های زیرزمینی را کاهش دهد. در مناطق خشک حاشیه‌ای، ممکن است حتی کاهش جزئی در تراز آب در سرنوشت مزارع و مراتع نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. ممکن است در آب‌های راکد و بی حرکت گودال‌های برداشت مصالح مواد آلی پوسیده و تجزیه شوند. بدیهی است در این صورت، محل‌های برداشت به گنداب‌هایی تبدیل شده و کیفیت آب به شدت کاهش می‌یابد. پیامد کاهش کیفیت آب می‌تواند برماهیان، حیات آبزیان و ذخیره آب قابل شرب بسیار شدید باشد.

۴-۲-۳-۳ کاهش غلظت اکسیژن در کف و افزایش دمای آب در پایین‌دست محل برداشت

طبق تحقیقاتی که لاریز روی رودخانه دایس انجام داده، مشخص گردید که در اثر بهره‌برداری از شن و ماسه، غلظت اکسیژن از ۱۴/۶ میلی‌گرم بر لیتر در سطح رودخانه به ۲/۷ میلی‌گرم بر لیتر در کف تغییر یافته است [۱۵]. همچنین آلومبرت (۱۹۸۱) نیز پیامد حفاری‌ها را روی دمای آب بررسی کرده و به این نتیجه رسید که دمای آب رودخانه در پایین‌دست افزایش یافته و این مناطق با خطر افزایش حرارتی روبرو گشته‌اند [۱۵].

۴-۲-۳-۴ از بین رفتن زیستگاه‌ها

برداشت مصالح از جزایر کوچک ایجاد شده در بستر رودخانه که معمولاً زیستگاه بعضی حیوانات و پرندگان می‌باشد، به محو این جزایر و نابودی حیوانات و پرندگان آن منطقه منجر می‌شود. ضمناً افزایش فعالیت‌های انسانی و صداهای مکانیکی در حوضه استخراج شن و ماسه ممکن است مانعی در برابر مهاجرت پرندگان به‌وجود آورد. به‌طور معمول، پرندگان آبزی در برخورد با موانع و محدودیت‌ها به مناطق مناسب دیگری روی می‌آورند.

۴-۲-۳-۵ تعلیق مواد رسوبی و آثار آن بر آبزیان

اختلالات مکانیکی که در اثر فرایند لایروبی و گودبرداری به‌وجود می‌آید، باعث شکل‌گیری ابری از لای ریز در داخل آب می‌شود. رواناب‌هایی که در اثر آبشویی شن و ماسه (بعد از بهره‌برداری) وارد رودخانه‌ها می‌شوند، ممکن است دارای تراکم زیادی از ذرات ریز باشند. رسوبات و نهشته‌های حاصل از این منابع، میزان نفوذ نور به داخل آب را کاهش داده و سرانجام ته‌نشینی این ذرات ریز، بستر رودخانه را زیر لایه‌ای از نهشته قرار می‌دهد. پیامدهای رسوب مواد ریز و معلق سبب اختلال در تنفس و فتوسنتز گیاهان آبزی غوطه‌ور در آب شده، میزان رشد آنها را کاهش داده و در نهایت سبب مرگ آنها می‌شود. با کاهش وسعت این زیستگاه‌های حیاتی، بسیاری از جانوران آبزی پناهگاه خود را در برابر طعمه‌خواران از دست داده، به‌علاوه، مناطق تغذیه‌ای و تولیدمثل آبزیان نیز از بین می‌رود. ترسیب مواد ریز معلق می‌تواند بسترهای تخم‌ریزی را برای بسیاری از

ماهیان رودخانه‌ای نامناسب سازد. ساده‌ترین پیامد ته‌نشینی رسوبات، اختلال در تولید مثل آبزیان است. در مورد برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها شکل‌گیری برآمدگی‌های مصنوعی نیز موانع دیگری به‌وجود می‌آورد که مهاجرت ماهیان را دشوارتر می‌کند. زیستگاه گونه‌های مختلف ماهیان مثل همه آبزیان، بخش‌هایی از رودخانه‌هاست که در آنجا تلفیقی از فاکتورهای مختلف وجود دارد. سرعت جریان آب، گستره لایه‌های زیرین بستر و عمق آب از جلمه فاکتورهای مهم برای شرایط زیستی به‌شمار می‌روند. به‌علاوه نوع و ابعاد زیستگاه‌ها نیز با توجه به سن و اندازه ماهیان فرق می‌کند. تغییر این فاکتورها در اثر برداشت شن و ماسه سبب تغییر شرایط زیستگاهی و محدود شدن نیازهای اکولوژیک ماهیان گشته و جمعیت آنها را نهایتاً کاهش می‌دهد. در مورد آثار کمّی این تغییرات، می‌توان به بررسی‌های کلاول و همکاران (۱۹۷۹) اشاره کرد. در بررسی آنها روی رودخانه لور تعداد ماهیان پایین‌دست رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه ۲۸٪ کاهش نشان داد [۱۵].

جمعیت آبزیانی مانند نرم‌تنان که باید به سنگ‌ها، قلوه‌سنگ‌ها و ریگ‌های صاف و هموار بچسبند، به‌دنبال ته‌نشینی رسوبات کاهش یافته و گونه‌های مقاوم‌تر فرصت خواهند یافت جای آنها را بگیرند. ماهیانی که در برابر شرایط تخریب‌یافته تحمل‌پذیری کمتری دارند، در این فرایند از بین رفته و جای خود را به ماهیان نامرغوب‌تر یا به‌عبارت بهتر، مقاوم خواهند داد. زمانی که میزان غلظت مواد معلق بالا باشد، آبشش‌های ماهیان را مسدود کرده و از کار می‌اندازد.

۴-۲-۳-۶ *نفوذ آب شور*

اگر برداشت شن و ماسه در شاخه‌های پایین‌دست رودخانه (پایاب) انجام گیرد، گستره نیمرخ عرضی و مقطع آبراه در نزدیکی گودال لایروبی تعریض شده و سرعت آب کاهش می‌یابد؛ در نتیجه ممکن است زمینه برای نفوذ زبانه آب شور به سمت بالادست رودخانه فراهم شود. سرازیر شدن آب شور ممکن است مقدار ذخیره آب شیرین را کاهش داده و جایگزینی آن به‌وسیله آب شور آثار زیانباری بر محصولات زراعی تحت آبیاری و ذخایر آبی مورد استفاده در مصارف خانگی دربر داشته باشد.

۴-۲-۴ *تأثیر منفی در جذب توریست*

همان‌گونه که گفته شد، بسته به شدت، حجم و عمق برداشت مصالح، احتمال تبدیل شدن گودال‌های برداشت به گنداب‌های آب و پر شدن آنها از جلبک‌ها وجود دارد، که در این صورت، نهایتاً کیفیت زیبایی‌شناسی چشم‌اندازهای رودخانه کم شده و میزان توریست‌ها را به شدت کاهش می‌دهد. همچنین از بین رفتن جزایر کوچک که زیستگاه پرندگان آبی است در این میان نقش به‌سزایی را ایفا می‌نماید.

۴-۳ آثار مثبت برداشت مصالح ساختمانی از رودخانه

اعمال مدیریت صحیح برای برداشت شن و ماسه، نه تنها به کاهش تبعات منفی گفته شده در مبحث گذشته منجر می‌شود، بلکه در مواردی به ساماندهی رودخانه نیز کمک شایان توجهی می‌نماید.

در این بخش، سعی شده تا جایگاه مدیریت صحیح برداشت و چگونگی نگرش به این منابع بیان شود. برداشت مصالح از رودخانه عموماً یا از بستر یا از کناره‌ها صورت می‌گیرد. باید خاطر نشان کرد که اگر برداشت از وسط بستر انجام گیرد، به‌مرور،

کاهش شیب و نرخ رسوب رودخانه را شاهد خواهیم بود که به عقیده برخی محققین، این عوامل از تمایل پیچانرودی شدن رودخانه می‌کاهد که بسته به انتظارات ما از رودخانه در این جهت می‌تواند راهگشا باشد.

از طرف دیگر، اگر برداشت از کناره‌ها انجام گیرد، عریض شدن مجرای رودخانه اتفاق خواهد افتاد که درنهایت این تعریض به افزایش ظرفیت آبگذری رودخانه کمک می‌کند. اما باید خاطر نشان ساخت که تداوم آن و اعمال نکردن مدیریت مطلوب و عدم تعریف حد نهایی آن یا عدم کار کارشناسی، موجب تخریب زمین‌های اطراف می‌گردد.

برداشت از قوس داخلی رودخانه باعث می‌شود که جهت جریان به سمت قوس داخلی متمایل شده و از تند شدن قوس جلوگیری شود. ضمناً با این کار، ظرفیت عبور سیلاب افزایش یافته و عدم جابه‌جایی عرض و نهایتاً پایداری بستر را شاهد خواهیم بود.

از جمله مکان‌های مناسب برداشت که به آثار مثبتی در سامانه رودخانه منجر می‌شود، جزایر کوچکی است که عموماً در رودخانه‌های شریانی یا در پشت بندهای انحرافی ایجاد می‌شود. زیرا با برداشت این موانع، می‌توان به ساماندهی مسیر رودخانه و محدود کردن عمل تعریض آن کمک نمود. ضمناً با حذف این موانع می‌توان کاهش ضریب زبری و افزایش سطح مقطع و سرانجام افزایش ظرفیت هیدرولیکی را انتظار داشت.

مکان مناسب دیگری که برداشت از آن، به تثبیت سامانه رودخانه منجر خواهد شد، محل برخورد شاخه‌های فرعی به رودخانه اصلی است؛ زیرا در این مکان، به‌دلیل شرایط خاص، رسوبات ته‌نشین شده و در صورتی که اقدام به برداشت آنها نشود، احتمال چند شاخه شدن رودخانه فرعی در آن مسیر زیاد خواهد بود.

برداشت مصالح از بالادست پل‌ها و گاهی از دهانه آنها نیز از جمله مواردی است که برای محافظت از پل و خود رودخانه ضرورت دارد. زیرا در مقطع دهانه پل‌ها، شاهد رسوبگذاری رودخانه در این مناطق هستیم که می‌توان با برداشت مناسب ضمن جلوگیری از تخریب پل، از سیلابی شدن مناطق بالادست آن جلوگیری کرد.

بنابراین مشاهده می‌شود که با توجه به گفته‌های بالا، در برخی مناطق و مقاطع زمانی، نه نتها برداشت شن و ماسه از رودخانه اشکالی ایجاد نمی‌کند بلکه ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین جنبه مثبت برداشت مصالح باید همواره مد نظر قرار گیرد.

به‌طور کلی، در مدیریت برداشت مصالح، علاوه بر در نظر گرفتن چگونگی برداشت که باعث کمترین تغییرات در رودخانه و پیرامون آن می‌شود، باید به منظور ساماندهی رودخانه، نقاط مناسب برداشت نیز مد نظر قرار گیرند.

۵- راهنمایی‌ها

۵-۱ کلیات

سازمان‌هایی که وظیفه محافظت، مدیریت و رسیدگی به رودخانه‌ها، مصب‌ها و محیط‌های زندگی آبزیان را بر عهده دارند، به یک سیاست ملی برای استخراج و برداشت مصالح نیاز دارند. تدوین سیاست مدیریت استخراج مصالح، برای مطمئن شدن از این امر است که عملیات استخراج مصالح در مسیری هدایت شود که آثار ناسازگار آن روی محیط حذف شده یا به کمترین مقدار ممکن خود برسد. تأثیر عملیات برداشت مصالح باید به‌دقت به‌صورت مکانی و زمانی و از منظرهای مختلف یک حوضه آبی مورد بررسی قرار گیرد.

مکان‌های برداشت مصالح مورد توجه در سیاستگزاری عمدتاً شامل: مناطق تجمع ماهی‌ها در رودخانه‌های دارای جزر و مد، رودهای بزرگ و زمین‌های مرطوب مرتبط با آنها و مناطق سنگریزه‌ای آنها است.

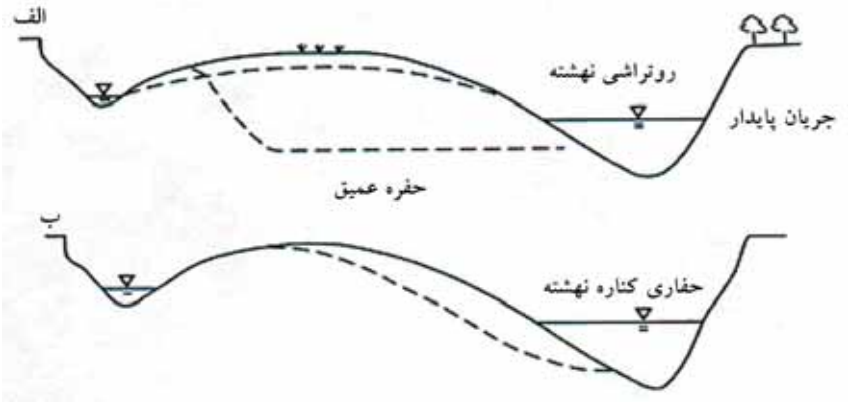
تاکنون تحقیقات صورت گرفته بیشتر به بیان مشکلات ناشی از برداشت مصالح پرداخته است. در مطالعات قبلی، راهکاری جامع که شامل بهترین گزینه همراه با یک روش مشخص برای برداشت مصالح باشد ارائه نشده و بیشتر به توصیه‌هایی برای برداشت اکتفا گردیده است. در این بخش، به جمع‌بندی توصیه‌های ارائه شده در این خصوص جهت تهیه دستورالعملی برای برداشت مصالح پرداخته می‌شود. این راهنما برای جهت‌دهی روند شناسایی، برنامه‌ریزی، انجام عملیات و خاتمه کار در محل‌های برداشت مصالح طراحی شده است. پیشنهادهای ارائه شده را نباید ثابت و غیر قابل انعطاف به‌حساب آورد. این پیشنهادها به‌موازات افزایش استفاده و به مرور، باید بازنگری و اصلاح شوند و زمینه‌هایی که در آنها عدم قطعیت وجود دارد حل و فصل گردد. به‌علاوه این توصیه‌ها باید با شرایط منطقه و محل استفاده تطبیق داده شوند. به‌همین دلیل، در تفسیر و کاربرد آنها باید تا حدی انعطاف‌پذیری نشان داد..

۵-۲ روش‌های برداشت مصالح

روش‌های برداشت مصالح زیر، مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

- حفاری چاله‌ها[1] و برداشت از نهشته‌های شن با پوشش گیاهی که در سیلابدشت‌های غیر فعال و تراس‌ها واقع شده‌اند.
- لایروبی از کف آبراه فعال رودخانه‌های متوسط و بزرگ.
- برداشت سطحی[2] شن‌های نمایان یا دارای پوشش گیاهی از سیلابدشت‌های فعال و غیر فعال و نهشته‌های تراس‌ها. برداشت سطحی معمولاً شامل برداشت از آبراه فعال نمی‌شود (شکل ۵-۱- الف).

1- Pits
2- Scraping



شکل ۵- ۱- روش‌های برداشت مصالح

از جنبه برداشت و استخراج مصالح، گودال کنی عمیق، در صورت امکان دسترسی آسان و فراهم بودن تجهیزات مورد نیاز، دارای صرفه اقتصادی است. این روش در حالتی که آورد رسوب زیاد بوده و بتواند در گودال ته‌نشین شود نیز کاربرد دارد. البته ته‌نشینی رسوب و جایگزینی بار کف، سبب ایجاد کمبود بار رسوب در پایین‌دست شده که این امر، ممکن است باعث اُفت رقوم کف در پایین‌دست و تدریجاً تغییر ریخت‌شناسی رودخانه شود. حفاری گودال‌های عمیق در یک آبراه ثانویه در کنار آبراه اصلی رودخانه مناسب‌تر است، زیرا جریان عبوری در آبراه اصلی ممکن است سبب ایجاد مشکلاتی در عملیات برداشت شود.

برداشت مصالح از داخل آب می‌تواند معایب چندی دربرداشته باشد که سه مورد عمده آن عبارتند از: تأثیرگذاری بر کیفیت آب پایین‌دست به‌خاطر رهاسازی لای و رسوب کف، تخریب نواحی دارای شرایط مناسب برای تخم‌ریزی ماهیان و تأثیر احتمالی بر جمعیت ارگانیزم‌های آبی.

روش لایروبی از کف آبراه فعال، معمولاً در ارتباط با گسترش امکانات ترابری می‌باشد. لایروبی مستمر در رودخانه‌ها می‌تواند برای استفاده قایقرانی قایق‌های کوچک مفید باشد. نمونه‌ای از کاربرد این روش، استخراج مصالح از مناطق کم‌عمق، مانند نقاط برآمده و رهاسازی آنها در بستر آبراه برای جابه‌جایی است.

برداشت سطحی مصالح از جناحین و نهشته‌های موضعی، معمول‌ترین روش مورد استفاده برای استخراج مصالح از رودخانه‌ها است. این عملیات می‌تواند در زمان خشکی یا کم‌آبی رودخانه در سطوح خشک انجام شده و معمولاً تأثیر چندانی بر کیفیت آب نمی‌گذارد. این‌گونه عملیات را نباید در محل‌های تخم گذاری ماهی‌ها انجام داد. راهکار معمول در این روش، پایین آوردن سطح خاکریز در سطح یک شیب ملایم (با شیب ۱ تا ۲ درجه) به سمت آب است، که در این حالت، یک سطح صاف و بدون برآمدگی پدید می‌آید. البته این روش از جنبه زیست‌محیطی، یک‌سری مشکلات به‌شرح زیر نیز پدید می‌آورد:

- در مقایسه با حجم مصالح استخراج شده، منطقه نسبتاً وسیعی را دست‌خورده می‌کند. پس از این عملیات، سطحی با کیفیت پایین که نیازمند اصلاح و بازیابی است باقی می‌ماند.
- بی‌نظمی و بی‌قاعدگی به‌وجود آمده در نتیجه رسوبگذاری روی سطح نهشته‌های موضعی، که محل‌هایی مناسب برای زندگی و تغذیه ماهی‌های تازه متولد شده هستند، را حذف می‌کند.

- ارتفاع حداکثر نهشته‌ها که محل مناسبی برای حیات وحش در رقوم‌های بالای آب در رودخانه است را کاهش می‌دهد.
- حذف و کاهش مستمر ارتفاع نهشته‌ها به‌تدریج شکل و آرایش جزایر را تغییر داده و خط ساحلی آنها را کاهش می‌دهد.

بنابراین، برداشت مصالح از طریق برداشت سطحی از نظر حفاظت محیط زیست چندان مفید به‌نظر نمی‌رسد. برداشت مصالح همان‌گونه که می‌تواند روش مناسبی برای پایین آوردن سطح آب باشد، می‌تواند باعث افزایش ظرفیت انتقالی آبراه در کوتاه‌مدت شود؛ البته مشروط بر آنکه حجم برداشت از آبراه اصلی مقدار قابل ملاحظه‌ای باشد. برای رسیدن به این منظور و همچنین حفظ ویژگی‌های ریخت‌شناسی رودخانه می‌توان از روش برداشت سطحی ازکناره‌های نهشته‌ها استفاده کرد. این روش شامل برداشت یک لایه از مصالح از سطح کناره نهشته برای عریض‌تر کردن آبراه می‌باشد (شکل۵-۱- ب). مقاطع برداشت‌شده به‌صورت خطوط موازی یکدیگر با شیب یکسان هستند و همواره رقوم نقاط مرتفع در آنها ثابت می‌ماند. ضخامت لایه برداشت می‌تواند بسته به نیاز طرح متغیر باشد.

روتراشی شن و ماسه (اسکیمینگ) تنها باید در شرایط بسیار محدودی مجاز باشد. تنها زمانی باید از این شیوه برای برداشت شن و ماسه استفاده شود که بده آب کم بوده و ضمناً برداشت از بالای تراز آبی رودخانه انجام گیرد. برای کنترل جریان رودخانه در خارج از محل نیز باید از خاکریزها و نوارهای حایل استفاده شود. بالاخره برای جلوگیری از آثار منفی عملیات روتراشی بر تجدیدپذیری پایاب یا ریخت‌شناسی رودخانه در بالادست یا پایین‌دست محل عملیات باید نظارت پیوسته صورت گیرد. اگر رودخانه از نظر فرسایش سریع توده شن و ماسه یا پایین افتادن بستر دارای سابقه باشد (به‌ویژه در سال‌های نزدیک)، استفاده از روش روتراشی باید ممنوع گردد.

۵-۳ روند استفاده از راهنما

برای استفاده از راهنمای ارائه شده در فصل‌های بعدی این بخش، لازم است اطلاعاتی از موقعیت منطقه برداشت، چگونگی عملیات و شرایط زیست‌محیطی جمع‌آوری گردد. اطلاعات شامل توضیح در خصوص محل و روش‌های استخراج مصالح است که امکان پیش‌بینی تغییرات بر اثر برداشت مصالح را فراهم می‌آورد.

مجموعه ارائه شده در ادامه این بخش (بخش سوم) شامل هفت فصل است که عمدتاً بر اساس ترتیب انتخاب محل، تصمیم‌گیری و کار در منطقه برداشت تنظیم شده است (شکل۵-۲). اگر چه انتخاب منطقه برداشت، عنوان اصلی فصل بعدی است، اما عمده اطلاعات فصل‌های دیگر نیز در انتخاب محل‌های مناسب و روش‌های برداشت مصالح دارای ارزش می‌باشند. به‌همین دلیل باید قبل از تصمیم‌گیری در خصوص یک طرح (برنامه) نهایی برای یک پروژه برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای، این مجموعه به‌طور کامل مرور شود. به‌عنوان مثال، اغلب اطلاعات فصل ۱۱ (عملیات در منطقه برداشت) می‌تواند در ارزیابی اینکه در چه مواردی انتخاب یک روش یا محل معین ممکن است باعث افزایش مصالح در دسترس شده و ضمناً تغییرات زیست‌محیطی را نیز کاهش دهد، با ارزش باشد.

پس از مطالعه دقیق راهنما، پیشنهاد می‌شود که روند گفته شده در زیر دنبال گردد:

۵-۳-۱ متقاضی بهره‌برداری از منطقه برداشت

الف- با استفاده از روند بیان شده در فصل ۶ اقدام به شناسایی مناطق برداشت مناسب نماید.

ب- یک برنامه (طرح) آزمایشی در خصوص روش و محل استخراج مصالح مورد نیاز در محل پیشنهادی تهیه نماید. اطلاعات صحرایی مورد نیاز برای تکمیل برنامه‌ریزی منطقه برداشت (تشریح شده در فصل ۷) را به‌دست آورد.

ج- با استفاده از راهنمایی‌های مربوط، از فصل‌های آماده‌سازی منطقه برداشت، عملیات در محل و خاتمه کار، برنامه پیشنهادی را مورد ارزیابی قرار دهد.

د- طرح و برنامه کاری[1] رسمی (طبق شرایط یاد شده در فصل ۸) برای ارائه به سازمان ذیربط را تهیه نماید.

ه - نسبت به انجام عملیات و خاتمه کار بر اساس راهنمای مربوط و طرح کاری تصویب شده اقدام نماید.

۵-۳-۲ سازمان‌های مسئول بررسی و نظارت منطقه برداشت

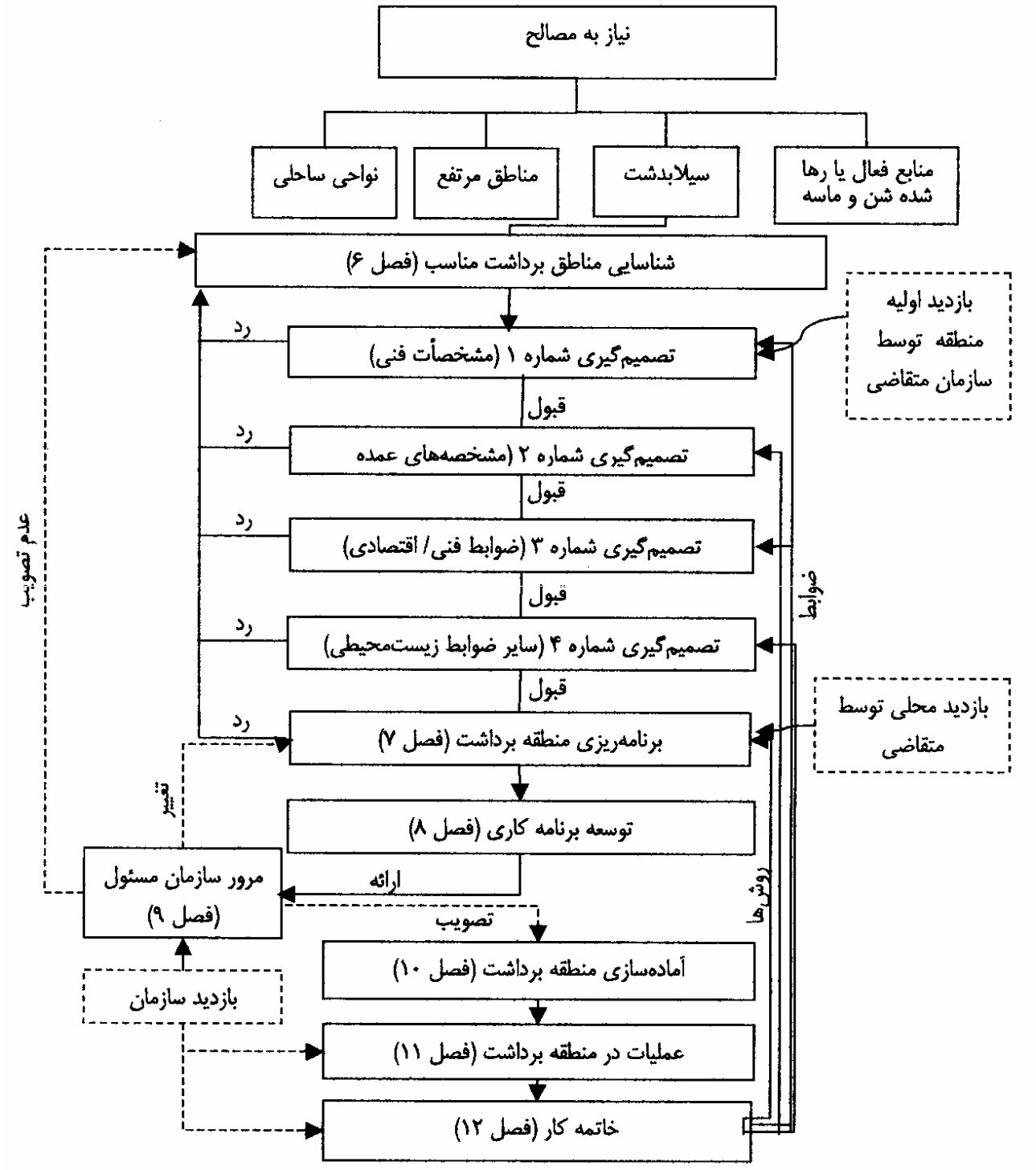
الف- پس از دریافت برنامه کاری تکمیل شده بر اساس فصل‌های ۶ تا ۸، طرح و محل طرح را به منظور ارزیابی وجود خصوصیات گفته شده در فصل ۹ مورد بررسی قرار دهد.

ب- به منظور ارزیابی عملی بودن شرایط فنی و ملاحظات ممکن زیست‌محیطی، از محل بازدید به‌عمل آورد.

ج- برنامه کاری، مورد بررسی قرار گرفته (با استفاده از مطالب فصل‌های ۱۰ تا ۱۲) و در صورت لزوم، پیشنهادهای اصلاحی ارائه گردد.

د- پس از تصویب، بازدیدهایی از منطقه برداشت در هنگام عملیات و نیز خاتمه کار به منظور بررسی تبعیت از برنامه کاری مصوب انجام گیرد.

1 - Work plan



شکل ۵- ۲- برنامه‌ریزی و اجرای برداشت شن و ماسه

۶- شناسایی مناطق برداشت مناسب

۶-۱ راهنمایی‌های عمومی

عوامل متعددی بر مناسب بودن محل برداشت شن و ماسه تأثیر می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ملاحظات فنی: مانند کمّیت و کیفیت مصالح موجود، پردازش‌های لازم (شستن ذرات ریز).

ملاحظات اقتصادی: مانند فاصله بارگیری و لوازم آماده‌سازی و احیای اراضی (برداشت مصالح اضافی، احداث سازه‌های مهندسی رودخانه و تسطیح محل).

خصوصیات زیست‌محیطی: شامل محل برداشت و خصوصیات زیستی منطقه.

خیلی از پروژه‌ها به بیش از یک نوع مصالح نیاز دارند که در اغلب موارد همه آنها در یک محل واحد یافت نمی‌شوند. پروژه‌هایی مانند خطوط لوله و جاده‌ها نیاز به مناطق برداشت واقع در طول مسیر خود دارند. در نواحی که فعالیت‌های عمرانی در طول زمستان مد نظر باشد، ممکن است نیاز به انباشت کردن مصالح در تابستان به منظور تأمین مصالح با رطوبت کمتر باشد.

در این فصل، به برخی راهنمایی‌های عمومی در مورد انتخاب محل‌های برداشت شن و ماسه پرداخته می‌شود. توصیه‌های مطرح شده در این خصوص، نمی‌توانند به‌عنوان توصیه‌های ثابت و غیر قابل تغییر در نظر گرفته شوند، بلکه مستلزم این امر هستند که با شرایط محلی و منطقه‌ای مطابقت داده شوند. بنابراین مقداری انعطاف در تفسیر و کاربرد آنها ضروری است.

۶-۲ محل برداشت

انتخاب محل‌های مناسب برای برداشت مصالح در رودخانه، از اهمیت خاصی برخوردار است. برداشت مصالح بدون در نظر گرفتن موقعیت آن ممکن است به جابه‌جایی سریع رودخانه، تخریب کناره‌ها و زمین‌های زراعی، تخریب سازه‌های آبی و در نتیجه مشکلات اجتماعی و اقتصادی منجر شود. برای مثال، حفاری در حاشیه بستر رودخانه و عمیق کردن حفره برداشت موجب انحراف جریان رودخانه به سمت حفره خواهد شد. این امر، به تخریب دیواره رودخانه و به‌مرور، پیچانرودی شدن آن می‌انجامد. همچنین برداشت مصالح از کناره‌های رودخانه، موجب عریض شدن مجرای رودخانه شده و این تعریض به افزایش ظرفیت آبگذری و عبور سیلاب رودخانه کمک می‌نماید که در حقیقت اثری مثبت است، ولی تداوم آن به تخریب زمین‌های اطراف منجر خواهد شد.

در رودخانه‌هایی که کم و بیش دارای مشکلات وقوع سیل می‌باشند و رفتار آنها از نوع رودخانه‌های وحشی[1] است، بهتر است از برداشت مصالح از بستر ممانعت شود. در این شرایط، بهره‌برداری از معادن شن و ماسه در دامنه کوه‌ها (مصالح غیر رودخانه‌ای) یا از تراس‌های رودخانه‌ای (آبرفتی) مناسب‌تر است.

1- Flashy

در مواردی که برداشت مصالح جوابگوی نیازهای موجود نبوده یا ادامه برداشت از نظر فنی یا به دلایل مختلف دیگر امکان‌پذیر نباشد، بهتر است استحصال شن و ماسه از منابع قرضه موجود در حواشی و اطراف رودخانه مانند تراس‌های آبرفتی یا لایه‌های رسوبی بر جای مانده از جابه‌جایی مسیر رودخانه انجام گیرد. در این صورت، فاصله گودال‌های قرضه از مسیر اصلی رودخانه باید به گونه‌ای باشد که از خطر انحراف مسیر رودخانه (به‌ویژه در مواقع سیلابی) به سمت گودال‌ها جلوگیری شود. در مواردی نیز می‌توان برای حفظ هویت رودخانه و اجتناب از به‌هم خوردن تعادل موجود در محیط زیست رودخانه (اکوسیستم) از منابع قرضه کوهی بهره جست. در موارد بسیاری، منابع کوهی می‌توانند جایگزین منابع رودخانه‌ای گردیده و از این طریق آثار سوء برداشت در بعضی از رودخانه‌ها مرتفع گردد.

به‌طور کلی، چگونگی برداشت مصالح از نواحی و مناطق مختلف به شکلی که کمترین آثار منفی را برتغییرات طبیعی ریخت‌شناسی رودخانه داشته و در بهینه‌سازی مقطع آن آثار مثبتی نیز به‌بار آورد، در زیر شرح داده شده است.

۶-۲-۱ برداشت از تراس[1]های رودخانه‌ای

این تراس‌ها که در زمان‌های گذشته بستر رودخانه و عرصه رسوبات آبرفتی بوده‌اند، از معادن شن و ماسه محسوب می‌گردند. اگر تراس‌ها در دوران‌های مختلف تشکیل شده باشند، به‌صورت تراس اول، تراس دوم و ... نمایان می‌شوند. شناسایی تراس‌های مختلف رودخانه می‌تواند در انتخاب مصالح مورد نظر مؤثر باشد، به‌ویژه آنکه معمولاً دانه‌بندی مصالح در تراس‌های مختلف رودخانه متفاوت می‌باشد. برخی از نکات مشترک بین برداشت مصالح از تراس‌ها و سیلابدشت‌ها در بخش بعدی ارائه خواهد شد.

۶-۲-۲ استخراج از سیلابدشت

سیلابدشت‌ها و تراس‌ها، محل‌های ذخیره‌سازی رسوب در شبکه رودخانه‌ها بوده و شامل مقادیر زیادی شن و ماسه هستند که برداشت از آنها از نظر اقتصادی مطلوب می‌باشد. حفره‌های به‌جا مانده از استخراج در سیلابدشت، اغلب تا پایین‌تر از سطح سفره آب زیرزمینی گسترش پیدا می‌کنند که می‌تواند یک منبع آب مناسب برای شستن ذرات غیر مناسب از مصالح حفاری شده، باشد.

استخراج از سیلابدشت، در مواردی که تغییر مسیر جانبی مجرا وجود داشته باشد و به‌عبارتی جریان‌های عبوری از دیواره رودخانه مجرای فعال را به سمت گودال حفاری شده هدایت کنند، می‌تواند اساس ناپایداری عمده در مجاورت مجرای رودخانه شود. وقتی حفره‌های موجود در سیلابدشت مجرای فعال را دربر می‌گیرند، استخراج‌های خارج از مجرا به استخراج‌های رودخانه‌ای تبدیل و آثار آنها با آثار ناشی از استخراج‌های رودخانه‌ای ترکیب می‌شود. دربرگرفتن مجرای فعال رودخانه توسط حفره‌های موجود در سیلابدشت، اغلب به‌طور ناگهانی اتفاق می‌افتد و معمولاً در جایی پدید می‌آید که گودال حفاری شده، مسیری با مقاومت کمتر برای سیلاب فراهم نماید. حفره‌های دربرگیرنده مجرای فعال، که نسبت به آن بزرگ هستند، محیط

۱- تراس : سیلابدشت رها شده که ناشی از فرسایش رودخانه‌ای بوده و فقط در هنگام وقوع سیلاب‌های غیرمعمول ممکن است سیل‌گیر باشد.

شبه‌دریاچه ایجاد می‌کنند که می‌تواند به‌طور موضعی، شرایط محیطی و زیستی را تغییر داده و در بعضی از حالت‌ها، جمعیت گونه‌های غیر بومی مهاجم را زیاد کند.

حفره‌های استخراج در سیلابدشت، فایده‌های قابل توجهی برای حیوانات وحشی فراهم می‌آورند و اغلب زیستگاه‌های مناسبی برای انواعی از مهره‌داران و بی‌مهرگان که با آن سازگار شده‌اند فراهم می‌کنند. در ضمن این حفره‌ها می‌توانند با اعمال مدیریت مناسب بر آنها، فرصت‌های مهم تفریحی را ایجاد نمایند.

قبل از شروع استخراج از سیلابدشت، لازم است دقت شود تا محل آن در جایی قرار گیرد که خطر دربرگرفتن مجرا توسط حفره‌ها در مدت سیلاب به حداقل رسیده و یک حایل حفاظتی بین حفره و مجرای فعال پیش‌بینی شود. علاوه بر حایل‌ها، توصیه می‌شود که استخراج کنندگان در مناطقی که وضعیت آنها برای دربرگرفتن مجرا توسط حفره‌ها مساعد است، از تسطیح پوشش گیاهی و ایجاد بی‌نظمی در سواحل طبیعی رودخانه اجتناب کنند.

برای استخراج شن و ماسه، مجرای رودخانه‌های واقع شده در سیلابدشت‌های غیر فعال، بر مجراهای فعال و سیلابدشت‌های مربوط به آنها مقدم می‌باشند. به‌علاوه، شن و ماسه نباید از زیر تراز آبی برداشته شود. به‌عبارت دیگر، معدنکاری به شیوه چاله خشک در تراس‌ها یا دشت‌های سیلابی نسبت به سایر گزینه‌ها به‌ویژه معدنکاری به شیوه چاله مرطوب در داخل بستر رودخانه و همین‌طور روتراشی و چاله مرطوب در دشت‌های سیلابی ترجیح داده می‌شود. علاوه بر این، مجریان استخراج شن و ماسه نباید بستر رودخانه را به‌خاطر بهره‌برداری، غیر فعال کرده و آنرا تغییر دهند. باید از ایجاد حوضچه‌ها و آبگیرهای جدا افتاده که باعث به‌دام افتادن ماهیان می‌گردد پرهیز شود. ضمناً تمام فعالیت‌های استخراج شن و ماسه برای یک پروژه باید در همان سمت دشت‌های سیلابی استقرار پیدا کنند که قرار است مورد استفاده قرار گیرند. این کار، باعث می‌شود که از تردد تجهیزات سنگین در عرض رودخانه جلوگیری به عمل آید.

۶-۲-۳ برداشت از رودخانه‌های بزرگ

در استخراج شن و ماسه، رودخانه‌های بزرگ نسبت به رودخانه‌های کوچک اولویت دارند و ترجیحاً باید استخراج در آنها صورت گیرد. سامانه‌های بزرگ رودخانه‌ای، از آن جهت ترجیح داده می‌شوند که دارای شن و ماسه بیشتری هستند؛ دشت‌های سیلابی عریض‌تری دارند؛ اختلالات کمتری پیدا می‌کنند و به‌طور کلی، پیامدهای استخراج شن و ماسه را کاهش می‌دهند. در رودخانه‌های کوچک ، موقعیت محل استخراج به‌دلیل محدود بودن نهشته‌های آشکار شن و ماسه و باریک بودن نسبی دشت‌های سیلابی، بسیار حساس است [29].

۶-۲-۴ برداشت از رودخانه‌های شریانی

رودخانه‌های شریانی نسبت به دیگر رودخانه‌ها برای استخراج شن و ماسه، مناسب‌تر می‌باشند. رودخانه‌هایی که دارای حساسیت زیادی نسبت به تغییرات فیزیکی ناشی از فعالیت‌های استخراج شن و ماسه هستند، عبارتند از: رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی و مستقیم.

رودخانه‌های شریانی پویا هستند و جابه‌جایی مجرا در آنها واقعه‌ای تکرار شونده است. از نظر تئوری جابه‌جایی مجرای ناشی از استخراج شن و ماسه در رودخانه‌های شریانی، قاعدتاً باید آثار کلی کمتری به‌همراه داشته باشد، زیرا این مسئله مشابه فرایند طبیعی این رودخانه‌ها می‌باشد.

برداشت در بازه‌های پهن رودخانه‌های شریانی، باید از وسط پشته‌های رسوبی آبراه با آب زیاد که معمولاً در وسط آبراه واقع شده‌اند انجام گیرد. این موضوع، تراز سیلابی و احتمال ایجاد جریان در طول مرزهای خارجی را کاهش می‌دهد.

برداشت باید به نیمه بالایی بازه شریانی محدود شود. در این صورت، ناحیه حفاری شده بخشی از رسوب وارده از بالادست را تله‌اندازی کرده و هر گونه تمایل برای بالا بردن کف در پایین‌دست را کاهش می‌دهد.

اگر استخراج شن و ماسه در دشت‌های سیلابی مجاور انجام گیرد، به‌نظر می‌رسد که سایر بازه‌ها نسبت به بازه شریانی دارای پیامدهای جدی‌تری باشد [29].

در رودخانه‌های شریانی، لازم است عمل برداشت در یک پهنا و راستای مشخص و از پیش تعیین‌شده انجام گیرد. به‌علاوه، منابع عمده رسوب در این نوع رودخانه‌ها به‌صورت جزایر و پشته‌های رسوبی می‌باشد که باید برداشت از این منابع به گونه‌ای باشد که عمق حفاری از تراز کف عمومی بستر تجاوز نکند. با چنین اقداماتی، ضمن تأمین نیازها، بهسازی مسیر و افزایش ظرفیت سیل گذری رودخانه نیز محقق می‌گردد که اقدامی مؤثر در جهت ساماندهی رودخانه می‌باشد. در این رودخانه‌ها نیز، برداشت بیش از حد مجاز و افزایش عمق حفاری، کاهش شیب رودخانه و در پی آن ناپایداری مسیر و کناره‌ها را تشدید می‌نماید.

۶-۲-۵ برداشت از بستر بازه‌های مستقیم

برداشت مصالح از بستر رودخانه‌ها در بازه‌های مستقیم، در صورتی که در مجاورت و نزدیک سازه‌های رودخانه‌ای نباشد، امکان‌پذیر است. اگر چه در این حالت، تراز بستر کاهش خواهد یافت، ولی در جریان‌های سیلابی بخشی از رسوبات برداشت شده جایگزین خواهد شد. بنابراین میزان برداشت و عمق حفاری باید با دقت محاسبه شده باشد.

بازه مستقیم رودخانه نسبت به تغییرات تراز بستر حساس بوده و باید برداشت مصالح در این نوع بازه‌ها تا حد امکان با عمق و پهنای یکسان انجام گیرد تا از تمرکز و سمت‌گیری جریان که به انحراف مسیر رودخانه منجر می‌گردد، جلوگیری شود. به‌علاوه، در این بازه‌ها بهتر است برداشت رسوبات به‌صورت سطحی و از پشته‌ها و انباشته‌های رسوبی موجود در بستر و پس از تعیین حجم مصالح قابل برداشت توسط کارشناسان مربوط صورت گیرد. بدیهی است در صورت گودبرداری بیش از حد احتمال تغییر رودخانه از حالت مستقیم به وضعیت پیچانرودی افزایش یافته و این امر، به نوبه خود موجب تشدید فرسایش در کناره‌ها و به‌هم خوردن نظام ساختاری آن می‌گردد.

۶-۲-۶ برداشت از موانع و تپه‌های رسوبی

حذف موانع و جزایر کوچکی که در طول مسیر جریان قرار دارد به اصلاح مقطع رودخانه کمک می‌کند. پس، برداشت شن و ماسه از این موانع که در میان یا کنار رودخانه ایجاد می‌شوند، می‌تواند به‌تدریج باعث حذف موانع و لایروبی مسیر گردد. این

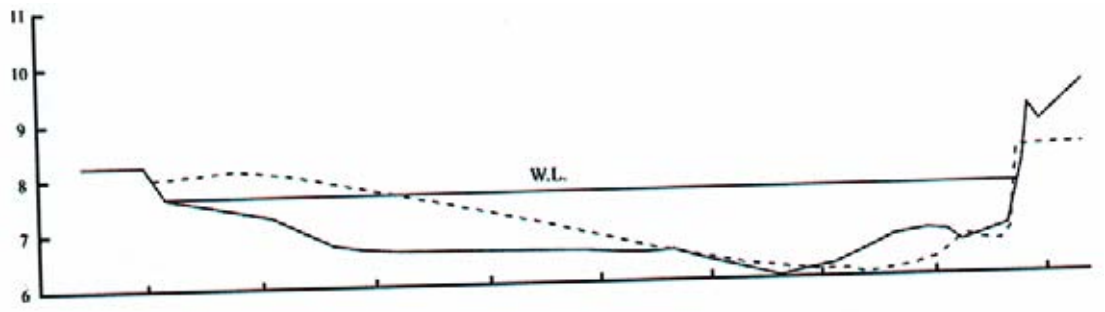
عمل، آثار مفیدی در افزایش ظرفیت هیدرولیکی از طریق کاهش ضریب زبری و افزایش سطح مقطع خواهد داشت. اگر چه باید آثار منفی زیست‌محیطی احتمالی آن نیز مورد توجه قرار گیرد.

برداشت شن و ماسه از توده‌های انباشته شده، باید در شرایط محدودی مجاز باشد. برداشت شن و ماسه از توده‌های انباشته شده در رودخانه‌ها باید فقط در هنگام جریان‌های کم‌عمق و در بالای تراز سطح جریان انجام شود. نوارهای حایل با حداقل عرض لازم باید برای کنترل جریان رودخانه به‌طوری پیش‌بینی شوند که ناحیه استخراج را از مجرای دارای جریان کم‌عمق جدا نمایند.

ضمناً برای برداشت مصالح از توده‌های انباشته شده، به جمع‌آوری اطلاعات محیطی و فنی برای اطمینان از این مسئله که این کار بر باز انباشت شن و ماسه در پایین‌دست و ریخت‌شناسی رودخانه در بالادست و پایین‌دست آثار مضر ندارد، نیاز می‌باشد. اگر در زمان‌های قبل از برداشت، رودخانه مواجه با فرسایش سریع توده‌های انباشته شده یا پایین رفتن بستر باشد، برداشت از این توده‌ها باید ممنوع شود.

برداشت مصالح در یک پشته رسوبی، باعث کاهش میزان شن و ماسه در محیط اطراف آن در بالادست و پایین‌دست می‌شود که این مورد، مثالی از گسترش اُفت رقوم بستر در بالادست و پایین‌دست که قبلاً به آن اشاره شد، می‌باشد.

برداشت مصالح از یک پشته رسوبی باعث عریض‌تر شدن آبراه و پیدایش یک مقطع یکنواخت با تغییرات عرضی کمتر در ارتفاع می‌شود که به کاهش ناهمواری‌ها و امواج سطح آب آبراه رودخانه منجر می‌گردد (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱- تغییر مقطع عرضی یک آبراه پس از برداشت مصالح

۶-۲-۷ برداشت از کناره‌های داخلی قوس‌ها

اصولاً در قوس‌ها، مکانیزم جریان به گونه‌ای است که ساحل خارجی[1] قوس در حال فرسایش و ساحل داخلی[2] در حال رسوبگذاری می‌باشد. این رفتار طبیعی رودخانه‌ها در قوس، باعث پیشروی مقطع به سمت ساحل خارجی می‌گردد. به‌همین

1- Outer bank
2- Inner bank

دلیل، یکی از اقدامات برای کنترل پیشروی قوس و جابه‌جایی رودخانه آن است که دائماً رسوبات ته‌نشین شده در کناره داخلی را برداشت نموده و جهت جریان را، به آن ناحیه متمایل نمود.

علاوه بر آن، برداشت مصالح از کنارهٔ داخلی قوس، موجب کاهش شدت پیچشی قوس و مستقیم‌تر شدن جریان می‌گردد. به‌همین دلیل، یکی از مناسب‌ترین محل‌های برداشت مصالح، کناره‌های داخلی در قوس‌ها می‌باشد.

در آیووا[1] برداشت در محل چم رودخانه‌ها مجاز دانسته شده است. البته این محل‌ها به‌وضوح مشخص شده‌اند. همچنین در این چمها، برداشت فقط تا تراز سطح نرمال آب مجاز است.

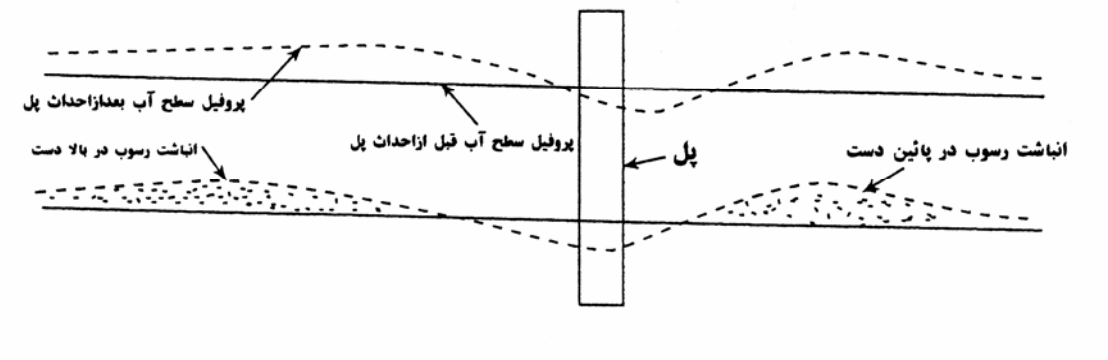
۶-۲-۸ برداشت از بالادست بندها و سدهای انحرافی و مخازن سدها

کاهش سرعت آب در بالادست بندهای انحرافی و در مخازن سدها، باعث می‌گردد تا رسوبات در حال حرکت (به‌صورت بار بستر و بار معلق) ته‌نشین گردند. تجمع رسوب در مخازن سدها، یکی از عوامل کاهش بازدهی و ظرفیت ذخیره آب است. در بالادست بندها و سرریزها نیز، با ته‌نشین شدن مواد، به‌تدریج تراز بستر افزایش یافته و در مواقع جریان‌های سیلابی ممکن است مشکلاتی را ایجاد نماید. برداشت شن و ماسه از مخازن و بالادست بندها و سرریزها، از اقداماتی است که در سدهای مخزنی، عمر مفید را زیادتر نموده و در سدهای انحرافی تراز بستر در بالادست را پایین آورده و در نتیجه باعث کاهش تراز سطح آب می‌شود.

۶-۲-۹ برداشت از بالادست پل‌ها

این محل‌ها به پل‌هایی محدود می‌گردد که وضعیت جریان در بالادست آنها به شکلی است که برگشت آب یا فراز آب[2] تشکیل می‌شود. وجود فراز آب، عامل ته‌نشین شدن رسوبات در فواصلی از بالادست پل (که آثار برگشت آب در پروفیل سطح آب وجود دارد) می‌باشد. در این حالت، برای بهبود عملکرد پل در عبور جریان‌های سیلابی، بسیار حایز اهمیت است که این رسوبات، لایروبی شده و به‌ویژه دهانه‌های پل از این‌گونه رسوبات تخلیه گردد. با برداشت این رسوبات، ضمن تأمین نیازهای مصرف، شرایط هیدرولیکی مناسب برقرار گردیده و از خطر فرسایش‌های حاد موضعی در اطراف پایه‌های پل جلوگیری می‌شود. به‌علاوه تمرکز جریان در مقطع پل و افزایش سرعت موجب انتقال بخشی از مواد رسوبی به پایین‌دست پل نیز می‌گردد؛ در شکل ۶-۲ وضعیت رسوبگذاری در بالادست و پایین‌دست پل نشان داده شده است. البته لازم به توضیح است که در بعضی از پل‌ها ممکن است به‌علت طراحی مناسب، تغییر ناچیزی در پروفیل سطح آب در بالادست و پایین‌دست پل به‌وجود آمده و مواد قابل توجهی در مناطق بالادست رسوب نکند. در این حالت، برداشت مصالح که تراز معمول بستر رودخانه را کاهش می‌دهد، ممکن است پایداری پل را تهدید نماید. بنابراین باید ابتدا وضعیت رسوبگذاری در بالادست پل را بررسی کرده و بعد در صورت وجود شرایط رسوبگذاری، اقدام به برداشت مصالح نمود.

1- Iowa
2- Backwater



شکل ۶-۲- چگونگی انباشت رسوب در بالادست و پایین‌دست پل‌ها (بهادری، ۱۳۷۹)

۶-۲-۱۰ برداشت از محل تلاقی سرشاخه‌ها

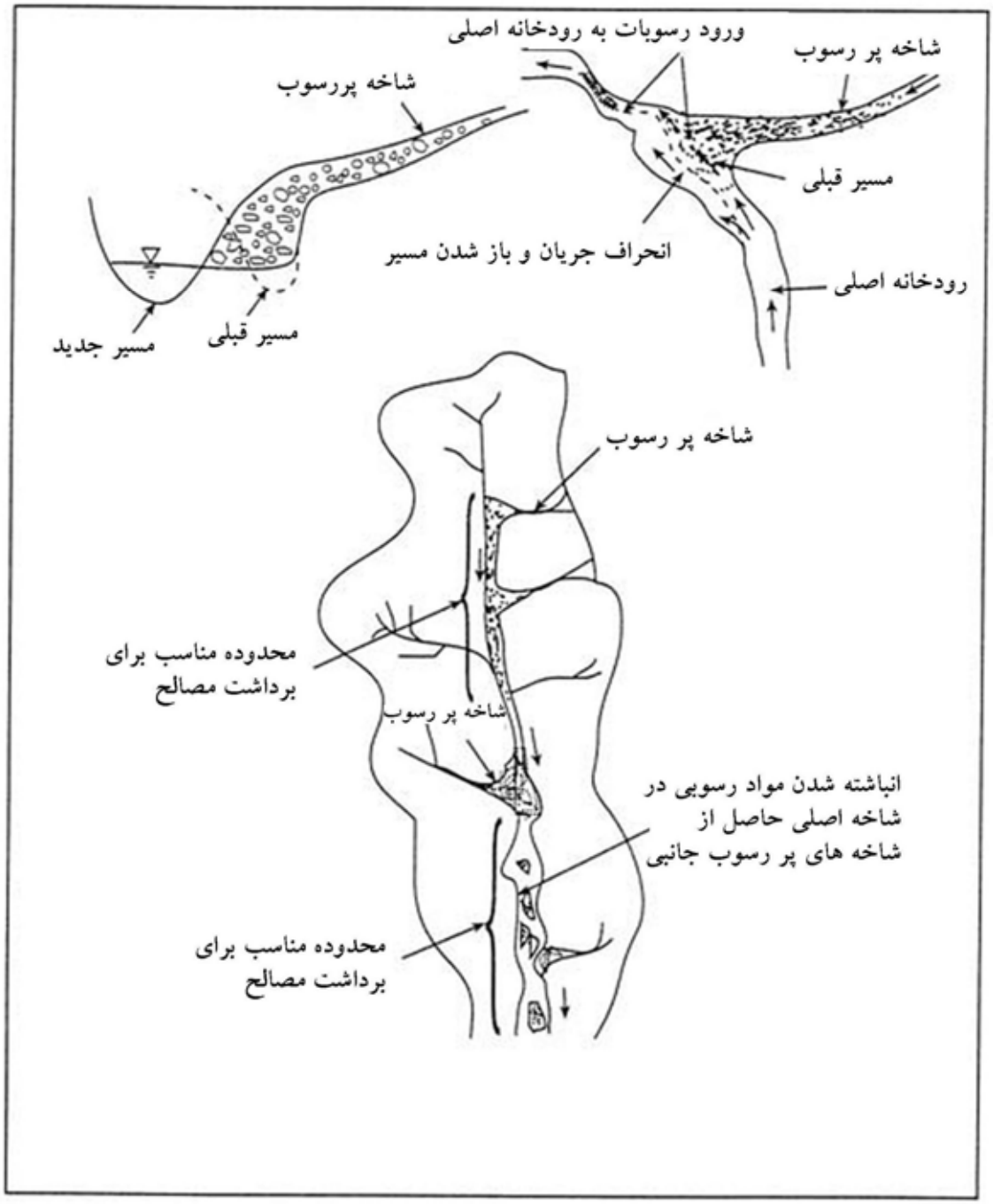
شاخه‌های پر رسوب و محل تلاقی آنها با رودخانه اصلی نیز، از جمله مکان‌های مناسب برای برداشت شن و ماسه می‌باشد. این پدیده در رودخانه‌های ایران که بخش عمده‌ای از حوضه آبریز آنها در نواحی کوهستانی می‌باشد مشاهده می‌شود. ورود مقادیر عظیم مواد رسوبی، موجب انحراف جریان و ایجاد ناهنجاری در مسیر رودخانه می‌شود. با برداشت مصالح مازاد، مسیر رودخانه اصلاح گردیده و نظم هیدرولیکی برقرار می‌گردد. شکل (۶-۳) تأثیر ورود مواد رسوبی از شاخه‌های پر رسوب به داخل رودخانه اصلی را به نمایش می‌گذارد.

۶-۲-۱۱ موقعیت منابع آب

برای کاهش آثار ناشی از پروژه‌های استخراج مصالح، کمیسیون محافظت از منابع آب استرالیا، آب شرب را در سه گروه طبقه‌بندی می‌کند [56]. این سه گروه عبارتند از:

- اولویت اول ($p1^1$): در رقوم منبع آب زیرزمینی در منطقه نباید کاهشی صورت گیرد. مناطق p1 مناطقی هستند که در آنها، شرط حفظ کیفیت بالای آب شرب عمومی، مهم‌ترین شرط استفاده از منابع می‌باشد. معمولاً فعالیتهای مضر برای منابع آب در این مناطق مجاز نمی‌باشد.
- اولویت دوم ($p2^2$): در مناطق آب زیرزمینی، نباید ریسک آلودگی منابع آب افزایش یابد. مناطق p2 شامل زمین‌هایی می‌شود که توسعه اراضی به میزان کمی در آنها وجود دارد. شرط تأمین آب عمومی در این مناطق دارای اهمیت زیادی است.
- اولویت سوم ($p3^3$): در مناطق آب زیرزمینی، باید ریسک آلودگی منابع آب حداقل گردد. مناطق p3 شامل مناطقی می‌شود که در آنها علاوه بر تأمین آب شُرب، به استفاده‌های دیگری از زمین مانند توسعه مسکونی، تجاری و همچنین صنعتی اهمیت داده می‌شود. محافظت از این مناطق، بیشتر از طریق راهنمایی‌ها و دستورالعمل صورت می‌گیرد تا از طریق محدود ساختن کاربری اراضی.

1- Priority 1
2- Priority 2
3- Priority 3



شکل ۶-۳- تغذیه رودخانه اصلی توسط شاخه‌های پر رسوب [۸]

اضافه بر این اولویت‌بندی، حریم چشمه‌ها و همچنین حریم مخازن آبی نیز برای جلوگیری از آ لودگی منابع آب در نظر گرفته شده‌اند. حریم سرچشمه‌ها دایره‌ای شکل بوده و با شعاع ۵۰۰ متر در مناطق p1 و۳۰۰ متر در مناطقp2 وp3 در نظر گرفته می‌شوند. محدودیت‌های لازم در مورد ذخیره سوخت، روغن و سموم ضد آفت در این مناطق اعمال خواهند شد.

در ایالت کانزاس، هر گونه برداشت شن و ماسه در آبراهه‌هایی که به‌عنوان «منابع آبی فوق‌العاده» معرفی شده‌اند، مجاز نمی‌باشد. حتی پیمانکارانی که قبلاً مجوز استخراج مصالح در این آبراهه‌ها را گرفته‌اند، فقط تا دو سال حق برداشت دارند، آنهم به شرط اینکه بر اساس دستورات اصلاحی تصویب شده، آبراهه را ترمیم و احیا کنند [52].

۶-۲-۱۲ فاصله از سازه‌های هیدرولیکی

با توجه به اهداف مورد نظر، مندرجات بندهای پیشین، ملاحظات اقتصادی و بر اساس نظر کارشناسان مربوط محل‌های مناسب برداشت شن و ماسه باید به گونه‌ای انتخاب شوند که از سازه‌های رودخانه‌ای فاصله کافی داشته باشند تا از آسیب‌دیدگی و ناپایداری و احیاناً تخریب آنها در اثر فرسایش و گودافتادگی بستر جلوگیری شود.

۶-۲-۱۲-۱ پل‌ها

- هیچ‌گونه برداشت مصالحی در فاصله ۱۵۰ متری (۵۰۰ فوتی) پل‌ها مجاز نمی‌باشد. این محدودیت، پتانسیل ناپایداری آبراه (که باعث به‌خطر افتادن یکپارچگی سازه‌ای پل می‌شود) را محدود می‌سازد [53].
- برداشت مصالح از فاصله یک کیلومتری بالادست و پایین‌دست پل‌های مهم واقع شده روی رودخانه‌ها مجاز نمی‌باشد [32].

لازم به ذکر است رعایت فاصله مناسب از پل‌ها برای برداشت شن و ماسه در مواردی که مشکل کاهش ظرفیت آبگذری پل به علت تجمع آشغال‌ها و رسوبات وجود داشته باشد، عمومیت نداشته و می‌توان با برداشت شن و ماسه (لایروبی) به نحوی به علاج این مشکل مبادرت نمود. (نمونه‌ای از تاثیر مثبت برداشت شن و ماسه بر عملکرد هیدرولیکی رودخانه).

۶-۲-۱۲-۲ خطوط لوله

خطوط لوله مدفون در بستر رودخانه‌ها برای صدمه دیدن به‌علت آثار مخرب فعالیت‌های برداشت مصالح دارای پتانسیل بالایی می‌باشند. اگر فروافتادگی کف رودخانه باعث ظاهر شدن خط لوله شود، مواردی از قبیل خم شدن، شناوری یا جابه‌جایی خط لوله به پایین‌دست در اثر تجمع آشغال‌ها می‌تواند باعث اعمال خسارت به خط لوله شود. محدودیت‌های زیر می‌تواند این آثار را محدود سازد [53]:

- هیچ‌گونه حفاری در ۶۰ متری (۲۰۰ فوتی) خط لوله‌ای که به میزان ۳ متر یا بیشتر زیر کف رودخانه مدفون شده، مجاز نمی‌باشد.
- هیچ‌گونه حفاری در ۱۵۰ متری (۵۰۰ فوتی) خط لوله‌ای که کمتر از ۳ متر زیر کف رودخانه مدفون شده، مجاز نمی‌باشد.

ممکن است محدودیت‌های اضافی برای خطوط لوله‌ای که روی کف رودخانه یا بالای آن قرار دارند مورد نیاز باشد، که قاعده کلی برای آنها وجود نداشته و باید بر اساس هر مورد خاص تصمیم‌گیری نمود.

هر پیمانکاری مسئول تعیین محل و تراز خط لوله‌ای است که در محدوده مجوز پیشنهادی (در حدود ۱۵۰ متر بالادست و پایین‌دست مرزهای محدوده مجوز) از رودخانه عبور کرده باشد. این اطلاعات یا پاسخ منفی (اگر لوله‌ای وجود نداشته باشد) باید قبل از صدور مجوز نهایی به سازمان مسئول ارائه شود.

۶-۲-۱۲-۳ سازه‌های محافظ سواحل

هیچ‌گونه برداشت مصالحی در فاصله ۶۰ متری (۲۰۰ فوتی) سازه‌های محافظت از سواحل مجاز نمی‌باشد. هنگامی که چندین سازه به‌عنوان اجزایی از یک پروژه احداث شده باشند، هیچ‌گونه برداشتی از ۶۰ متری سازه‌های واقع در بالادست و پایین‌دست پروژه مجاز نمی‌باشد [53].

۶-۲-۱۲-۴ خاکریزها

هیچ‌گونه برداشت مصالحی در فاصله ۵۰ متری پنجه (در سمت رودخانه) هر نوع خاکریز طولی فعالی در کناره رودخانه مجاز نمی‌باشد [53].

۶-۲-۱۲-۵ سازه‌های آبگیر و بندهای انحرافی

هیچ‌گونه برداشت مصالحی در فاصله ۱۵۰ متری هر سازه آبگیر یا بند انحرافی مربوط مجاز نمی‌باشد [53].

۶-۲-۱۳ محدودیت‌های مربوط به عوامل طبیعی

۶-۲-۱۳-۱ نهشته‌های سنگ طبیعی

به‌علت اهمیت نهشته‌های سنگی به‌عنوان عامل کنترل کف رودخانه و زیستگاه با ارزش برای ماهیان و سایر آبزیان، محدودیت‌های زیر پیشنهاد می‌شوند [53]:

- فعالیت‌های برداشت مصالح در بازه‌ای از رودخانه که شامل نهشته سنگی باشد مجاز نیست.
- فعالیت‌های برداشت مصالح در بالادست نهشته سنگی، به‌فاصله ۱۵۰ متری از نهشته مجاز نمی‌باشد.

۶-۲-۱۳-۲ سواحل رودخانه

عملیات برداشت مصالح در نزدیکی سواحل رودخانه، پتانسیل بالایی برای ایجاد تأثیرات منفی بر پایداری سواحل دارند (مخصوصاً اگر برداشت در نزدیکی ساحل خارجی یک خم تیز انجام گیرد). بنابراین محدودیت‌های زیر برای جلوگیری از این‌گونه تأثیرات منفی مطرح می‌گردند [53]:

- هیچ‌گونه حفاری در فاصله ۱۰۰ متری تراز داغ آب معمولی ساحل خارجی رودخانه قوسی شکل در بازه‌ای که در سال‌های اخیر تحت تأثیر جابه‌جایی عرضی قابل ملاحظه‌ای قرار گرفته باشد، مجاز نیست،

- هیچ‌گونه حفاری در فاصله ۶۰ متری تراز داغ آب معمولی ساحل خارجی رودخانه دارای خم تیز (با شعاع ۱۲۰۰ متر یا کمتر)، مجاز نیست،
- محدودیت‌های مربوط به نواحی از رودخانه که تحت تأثیر فرسایش ساحلی شدید واقع شده و در دو شرط بالا نمی‌گنجند، باید به‌صورت موردی بررسی شود،
- هیچ‌گونه برداشت مصالحی در فاصله ۳۰ متری از تراز آب حداکثر هر ساحل رودخانه که در دوحالت الف و ب بالا تعریف نشده، مجاز نمی‌باشد، و
- در مرجع [32]، برداشت مصالح از فاصله کمتر از ۱۰ متر از سواحل رودخانه، غیر مجاز دانسته شده است.

۶-۲-۱۳-۳ جزایر

جزایر، با ایجاد تغییرات در عمق و سرعت جریان، تنوع با ارزش اکولوژیک فراهم می‌آورند. همچنین جزایر به‌عنوان پناهگاهی برای پرندگان و وحوش محسوب می‌شوند. به‌علت عدم فراوانی جزایر و اهمیت آنها، محدودیت‌های زیر برای برداشت شن و ماسه پیشنهاد می‌شود [53]:

- هیچ‌گونه برداشتی در فاصله ۳۰ متری از تراز داغ آب معمولی جزایر مجاز نمی‌باشد، و
- از بین بردن پوشش گیاهی جزایر داخل رودخانه‌ها برای تسهیل فعالیت‌های برداشت تجاری مصالح، ممنوع می‌باشد.

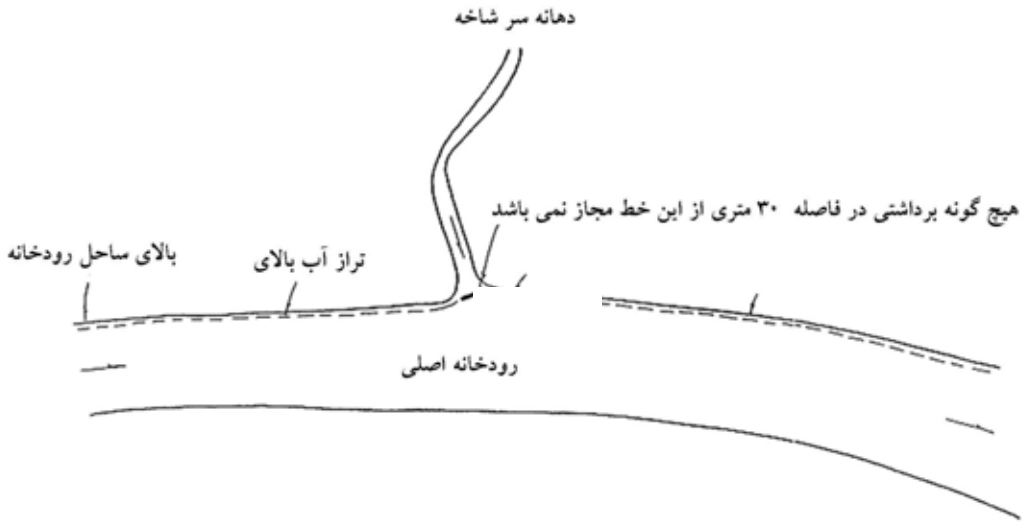
۶-۲-۱۳-۴ دهانه سرشاخه‌ها

هر گونه کاهش تراز کف رودخانه اصلی می‌تواند به فروافتادگی کف سرشاخه‌های آن منجر شود. این فروافتادگی در کف سرشاخه‌ها، باعث خسارت‌های بیشتر مانند فرسایش ساحلی، تعریض آبراه ، تغییر زیستگاه‌ها و کاهش پایداری و یکپارچگی سازه‌های واقع در سرشاخه‌ها یا در مجاورت آنها می‌شود. به‌همین علت، محدود یت زیر برای برداشت مصالح مطرح می‌گردد [53]:

– هر گونه برداشتی در فاصله ۳۰ متری دهانه سرشاخه‌ها ممنوع است. ناحیه عدم برداشت به میزان ۳۰ متر از خط مستقیمی که در عرض دهانه کشیده شده و به داغ آب معمولی سواحل رودخانه اصلی در دو طرف دهانه وصل شده است، امتداد می‌یابد (شکل ۶-۴).

۶-۲-۱۴ موقعیت نسبت به محل مصرف و مناطق مسکونی

اگر چه محل منابع سنگدانه‌های طبیعی توسط طبیعت مشخص می‌شود، اما عواملی وجود دارند که بر استخراج از این منابع تأثیر می‌گذارند. با گسترش و ایجاد تفریحگاه‌ها، مناطق مسکونی یا ساختمانی دیگر، منابع اولیه سنگدانه‌ها از دست می‌روند.



شکل ۶-۴- برداشت از دهانه سرشاخه [53]

موقعیت ذخایر قابل بهره‌برداری در تعیین جا و محل استقرار صنایع استخراج، نقش کلیدی داشته و عاملی محدود کننده به‌شمار می‌رود. به‌علاوه، هزینه‌های بسیار زیاد حمل و نقل موادی مانند شن و ماسه که نسبت به واحد وزن دارای ارزش پایین‌تری هستند، حکم می‌کند که محل استخراج نزدیک به محل مصرف انتخاب شود. توفیق توسعه شهری و صنعتی در مراحل مختلف، بسته به مصرف ذخایر شن و ماسه از رودخانه‌هایی است که در فاصله مناسب و اقتصادی از بازارها قرار گرفته باشند. علاوه بر محدودیت‌هایی که موقعیت صنایع به‌وجود می‌آورند، حفاظت از مناطق با عناوین مختلف نیز محدودیتی دیگر به‌حساب آمده و بسیاری از این فعالیت‌ها را عقیم می‌سازد.

معمولاً پروژه‌های شن و ماسه که در مناطق روستایی احداث می‌شوند، با تجاوز مناطق (با کاربری) مسکونی به محدوده آنها متوقف می‌شوند.

ساکنین شهرها، پروژه‌های استخراج سنگدانه را عملیاتی پر سر و صدا تلقی کرده و همواره در صدد جلوگیری از پیشروی محل‌های برداشت منابع سنگدانه به سمت شهرها هستند. این گسترش، ممکن است همراه با یک‌سری آثار زیست‌محیطی موقت مانند افزایش ذرات معلق در هوا، افزایش رسوب در رودها و افزایش میزان سر و صدا باشد. به این آثار، باید ترافیک ماشین‌آلات و تجهیزات را نیز افزود که از آن، هم به‌عنوان اثر زیست‌محیطی و هم امنیتی (از نظر تراکم ترافیک و خطر تصادف) یاد می‌شود. به این دلایل و همچنین دلایل دیگر، در بسیاری ازکشورها برای توسعه و استخراج از این منابع یک‌سری قوانین خاص وضع شده است. همکاری همه جانبه پیمانکاران، دولت‌ها و شهروندان، رمز اصلی موفقیت در نگه‌داری و استفاده درست از این منابع قرضه است.

اگر چه همواره نیاز به یک‌سری سنگدانه پیوسته و غیر منقطع، نیازی ضروری است اما در مواجهه با این نیاز، پیمانکاران مرتبط با سنگدانه‌ها باید عوامل دیگری را علاوه بر فاکتورهای قانونی – اجتماعی در نظر بگیرند. همچنین به‌دلیل هزینه‌های اقتصادی، پروژه‌های تولید مصالح و سنگدانه باید در فاصله‌ای قابل قبول از بازار فروش قرار گرفته باشند.

ایجاد نوعی منطقه‌بندی که اجازه استخراج مصالح را به‌صورت منظم می‌دهد ضروری است. سایر اراضی که از استخراج مصالح در آنها جلوگیری می‌شود باید مورد ارزشیابی قرار گرفته و حتی در مواردی بازنگری مجدد آنها لازم به‌نظر می‌رسد. پس از استخراج سنگدانه‌ها، معمولاً تمام مصالح تولیدی در محل تولید آنها مصرف نمی‌شود. مزایای توسعه و گسترش منبع سنگدانه، دربرگیرنده و تأثیرگذار بر یک بازار بزرگ است در حالی‌که بیشتر مشکلات آنها، به یک محدوده کوچک از عملیات محدود می‌شود.

۶-۲-۱۵ سایر موارد

الف- منطقه برداشت باید حداقل دارای فاصله ۵۰۰ متر از نواحی زیر باشد [43]:

- نواحی با ریسک بالای فرسایش آبراه ،
- محل‌های شناخته شده به‌عنوان محل‌های تخم‌ریزی ماهیان،
- آبگیرهای تأمین آب شرب یا آبیاری، و
- نواحی حفاظت شده ساحل رودخانه‌ای.

ب- مقاطعی از رودخانه که دارای جریانی با عمق کم، سرعت زیاد و شیب زیاد هستند، نباید برای برداشت مصالح در نظر گرفته شوند.

ج- از فاصله کمتر از ۵۰۰ متری نواحی مسکونی در کناره رودخانه نباید برداشت صورت گیرد [43].

۶-۳ میزان برداشت

۶-۳-۱ کلیات

حجم رسوبات قابل برداشت از بستر رودخانه‌ها، به نوع رودخانه، ملاحظات ریخت‌شناسی، مکان برداشت، بار رسوب در حال حمل و میزان تجمع آن در محل برداشت بستگی دارد. رعایت و کنترل میزان برداشت مصالح از بسیاری تغییر شکل‌ها و تخریب‌ها جلوگیری می‌کند. طبیعی است که برداشت مصالح از بستر یک آبراهه، باعث آشفته شدن رژیم رسوبی آن می‌گردد. به‌همین خاطر، میزان برداشت از بستر باید به شکلی محدود گردد تا حداقل آشفتگی را در رژیم جریان ایجاد کند. استخراج شن و ماسه ممکن است در طول رودخانه‌ای مشخص در چندین نوبت و در چندین نقطه انجام گیرد که در نتیجه، پیامدهای آن، هم مزمن و هم فزاینده خواهد بود. زمانی که میزان استخراج شن و ماسه از میزان ذخیره آن در یک دوره زمانی طولانی تجاوز کند و فرصتی برای تجدیدپذیری ذخیره شن و ماسه باقی نماند، در اثر از دست دادن فزاینده شن و ماسه تنها پدیده برداشت خالص اتفاق افتاده و نتایج بسیار سوئی به‌وجود خواهد آورد [50]. در این شرایط، میزان رسوب در حال حمل رودخانه می‌تواند تأثیر به‌سزایی داشته و سرعت جایگزینی رسوبات برداشت‌شده می‌تواند عامل کنترل رفتار ریخت‌شناسی یک رودخانه باشد. تعیین هر نوع ملاک و معیار برای تعیین حجم رسوب قابل برداشت، به بررسی و مطالعه عمیق تئوری و عملی یا انجام مدل‌های فیزیکی نیاز دارد.

مقادیر استخراج مصالح که در این بخش مورد بحث و اشاره قرار می‌گیرند، به‌عنوان مقادیر حدی هستند. اگر شرایط کار به گونه‌ای باشد که برای کنترل سیلاب انتقال مصالح صحیح نباشد، در این حالت باید کوچک‌ترین مقادیر اشاره شده استخراج شوند. از نظر چشم‌انداز و شرایط زیست‌محیطی و حیات وحش منطقه، مقدار ایده‌ال استخراج، صفر است (مگر در حالت ته‌نشینی لای و رسوبگذاری بیش از حد). به‌هر حال، استخراج و برداشت مصالح بیش از مقادیر حدی در بعضی سال‌های خاص به منظور کاهش امکان سیل‌خیزی در مناطق دارای رسوب زیاد، مناسب به‌نظر می‌رسد.

در زیر، مجموعه‌ای از توصیه‌ها در خصوص میزان برداشت مصالح ارائه می‌شود:

۶-۳-۲ توصیه اول

نرخ برداشت متوسط مصالح در سال‌های آینده، نباید از یک میزان مشخص شده (با توجه به آورد رسوب رودخانه) تجاوز نماید. ولی در بعضی موارد خاص، پس از حصول اطمینان از قضاوت مهندسی مبنی بر مفید بودن استخراج بیشتر به منظور فراهم‌سازی امنیت بیشتر در برابر سیلاب، این کار می‌تواند صورت پذیرد.

محدود ساختن حجم استخراج مصالح باید به‌صورت محلی و منطقه‌ای با روش مناسبی صورت پذیرد. میزان بار رسوبی رودخانه تعیین کننده نرخ برداشت است. میزان کل برداشت مصالح نباید با بار کل انتقالی رودخانه برابر شود، زیرا همواره انتقال مقداری بار رسوبی از بالادست به پایین‌دست باعث برقراری چرخه معمول جایگزینی و نو شدن منابع شن و ماسه می‌شود. این محدودسازی در نقاط انتهایی پایین‌دست منطقه برداشت (جایی که مصالح انتقالی ندارند) کم اهمیت‌تر است.

متخصصین زیست‌شناسی در ایالت واشنگتن، برداشت مصالح در رودخانه را به میزان ۵۰٪ نرخ بازسازی به منظور اطمینان از کاهش عوارض برداشت بر محیط زیست گونه‌های آبی محدود کرده‌اند [52].

برداشت شن و ماسه از بستر یک رودخانه، باید در حدی باشد که حجم سالانه برداشت‌شده بخشی از بار بستر سالانه محسوب شود. این کسر، می‌تواند حدود ثلث یا ربع بار بستر سالانه باشد و مازاد بر آن، باعث فرسایش و اُفت بستر رودخانه و سطح آب در بالادست و پایین‌دست به میزان قابل ملاحظه و نامطلوبی خواهد گردید.

براساس نظریه پرینس[1] برداشت تا حدود ۲۵ تا ۳۰ در صد بار بستر سالانه مانع از اُفت بستر و تغییرات نامطلوب‌تراز آب در بالادست و پایین‌دست می‌گردد [۸]. برداشت بیش از حد مزبور، پیامدهای نامطلوب ریخت‌شناسی به‌دنبال دارد. از طرفی رینوف و همکاران، میزان استخراج مصالح رودخانه‌ای را معادل۱ تا ۲ برابر میانگین بلندمدت بار بستر سالانه عنوان می‌کنند [۸]. این مقدار برداشت و بعضاً مقادیری بیش از آن، برای رودخانه ماریتا[2] در بلغارستان گزارش شده است[۸].

براساس نظریه ارائه شده در گزارش CRA [3] نرخ برداشت از بستر رودخانه باید معادل نرخ حمل بار بستر باشد[27].

لازم به یادآوری است که محدودیت‌های بیان شده در خصوص میزان برداشت مصالح شامل مجموع کلیه برداشت‌هایی می‌باشد که ممکن است در چند نقطه از طول رودخانه صورت گیرد.

با اینکه از نظر مفهومی، مسئله ارتباط میزان برداشت با نرخ تجدیدپذیری، ساده به‌نظر می‌آید اما تجدیدپذیری سالانه شن و ماسه در یک محل خاص، در حقیقت بسیار متغیر بوده و به‌خوبی نیز مشخص نیست. کوندلف [36 و38] اعتقاد ندارد که

1- A. Prins
2- Maritza River (Bulgaria)
3- Colorado Riparian Association

استخراج شن و ماسه از بستر رودخانه می‌تواند طوری انجام گیرد که از میزان تجدیدپذیری آن تجاوز نکند. کوندلف می‌گوید: این رویکرد برای مدیریت استخراج شن و ماسه در داخل رودخانه رویکرد صحیحی نیست زیرا نمی‌تواند آثار فرسایشی بالادست و پایاب رودخانه را که به‌محض شروع استخراج باعث تغییر ریخت‌شناسی آبراه می‌شود برآورد نماید. از طرف دیگر، کوندلف تأکید می‌کند که بده آب و حمل رسوب در بیشتر رودخانه‌ها به‌شدت متغیر بوده و از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند و به‌همین دلیل میانگین سالانه مفهومی نداشته و بی معنی است. از آنجایی که رژیم جریان رودخانه در سال‌های مختلف متفاوت است به تبعیت از آن، رژیم رسوبدهی نیز تغییر می‌کند. از اینرو، حجم مصالح حمل شده توسط رودخانه در سال‌های پرآبی به‌طور محسوسی بیشتر از سال‌های کم‌آبی است. علاوه بر تغییرات سالانه، میزان رسوبدهی در ماه‌های مختلف سال نیز متفاوت است، به‌ویژه در شرایط آب و هوای خشک و نیمه‌خشک و وضعیت کوهستانی حاکم بر رودخانه‌های ایران، این تغییرات از دامنه نوسان زیادی برخوردار می‌باشد.

«میزان میانگین سالانه» در یک سال خاص، ارتباط چندانی با رژیم‌های حمل رسوب در رودخانه مورد نظر ندارد. به‌علاوه، مدل‌سازی فرایند حمل رسوب بسیار دشوار است. به‌همین دلیل، تخمین‌هایی که در مورد حمل بار بستر صورت می‌گیرد، ممکن است قابل اعتماد نباشند (البته روش‌های مختلف برآورد بار رسوب در ضمیمه «د» آورده شده است).

در بعضی مناطق که سامانه انتقال رسوب، تصادفی و لحظه‌ای است میزان تغییرات کاملاً چشمگیر است. به

عنوان مثال، در رودخانه Sisquoc برآورد نرخ انتقال رسوب در فاصله سال‌های ۱۹۹۰–۱۹۳۰ نشان می‌دهد که ۸۵٪ کل بار رسوبی انتقالی در این ۶۰ سال در فاصله زمانی ۲ سال (۱۹۶۷تا ۱۹۶۹)، در نتیجه وقوع یک آتش‌سوزی بزرگ در حوضه اتفاق افتاده است[34]. در چنین رودخانه‌هایی، نرخ متوسط سالانه بازیابی نمی‌تواند قابل اعتماد باشد، زیرا عموماً این میزان در طول سال اتفاق نمی‌افتد.

ضمناً جدا از موارد بالا، تجدیدپذیری منابع شن و ماسه قابل دسترس در بسیاری از مناطق، به‌دلیل دخالت‌های مؤثر انسانی در موجودی رسوبات رودخانه‌ها (مانند احداث سد) به‌شدت محدود گشته است. همچنین تصور محدود شدن میزان برداشت به نرخ بازسازی رودخانه بدون پیدایش عوارض زیاد بر آبراه رودخانه، ممکن است بی‌توجهی و سهل‌انگاری نسبت به اقدامات لازم در جهت محافظت و نگه‌داری آبراه و همچنین بی‌توجهی نسبت به عکس‌العمل‌های پیچیده فیزیکی، شیمیایی و زیستی رودخانه در پاسخ به تغییرات بار بستر را به‌دنبال داشته باشد.

اگر رسوب عبوری داخل جریان در اثر برداشت مصالح از رودخانه خارج شود، جریان عبوری مصالح قطع شده و مناطق پایین‌دست بار رسوبی انتقالی را از دست می‌دهند. یکی از آثار این اتفاق، پیدایش پدیده «فقدان رسوب» یا «آب گرسنه» در پایین‌دست محل برداشت می‌باشد. این آب گرسنه میزان زیادی از انرژی رودخانه را صرف فرسایش بستر و خاکریزها می‌نماید. بنابراین حتی اگر نرخ برداشت از نرخ بازیابی مصالح بیشتر نباشد، امکان ریزش جداره‌ها و ناپایداری آبراه در پایین‌دست منطقه برداشت مصالح وجود دارد. در بسیاری از رودخانه‌ها، برداشت شن و ماسه بیشتر از نرخ بازیابی مصالح صورت می‌گیرد و در طول رودخانه‌ها، سازه‌های کنترل شیب برای محدودسازی ناپایداری احداث می‌گردند. اگر چه این سازه‌ها می‌توانند از گسترش و جابه‌جایی حفره برداشت در بالادست جلوگیری کنند، اما میزان «فقدان رسوب» یا پیدایش پدیده «آب گرسنه» در پایین‌دست کاهش پیدا نمی‌کند.

البته از سوی دیگر، باید توجه داشت که آبراه های رودخانه‌ها تا حدودی دارای حالت ارتجاعی طبیعی هستند و می‌توانند خود را با نوسانات بار رسوبی و تغییرات انتقال رسوب وفق دهند. تصور اینکه رودخانه ماشین منظمی است که در اثر تغییرات کوچک و ناچیز شرایط خارجی به طرز فاجعه‌باری خراب می‌شود، تصور درستی نیست. به‌طور کلی، بسیاری از رودخانه‌ها می‌توانند خود را با شرایط ناشی از استخراج قسمتی از بار بستر بدون پدید آمدن عوارض جدی وفق دهند، اما برآورد این حجم باید بر اساس اطلاعات برداشت‌شده در محل بوده و آثار استخراج مصالح به‌دقت مورد بازرسی قرار گیرند.

این مسایل و عدم قطعیت‌هایی از این قبیل، نشان می‌دهند که باید پژوهش‌های بیشتری در این خصوص صورت پذیرد.

۶-۳-۳ توصیه دوم

نسبت استخراج مصالح به نرخ جایگزینی آنها در دوره ۵ ساله، نباید از ۱/۵ تجاوز نماید.

۶-۳-۴ توصیه سوم

موارد گفته شده در توصیه اول، حالت دست بالا دارد و باید شرایط و امکان آن وجود داشته باشد. هر پروژه برداشت مصالح به‌عنوان یک تجربه منفرد است که باید برای آن بررسی‌های فیزیکی و زیستی قبل و بعد از برداشت صورت پذیرد. همچنین ارائه و نمایش تأثیرات و نتایج کاربردی بررسی و تحلیل در طول چند سال بعد از اجرای پروژه ضروری بوده و رفتار ریخت‌شناسی رودخانه نیز باید مورد نظر باشد.

در روند برداشت مصالح از بستر رودخانه، برای پیش‌بینی و تخمین نتایج این کار روی محیط زیست رودخانه و اطمینان از عدم تغییر کیفیت و مشخصه‌های زیست بوم به میزان زیاد، باید دقت و احتیاط لازم را مد نظر داشت. به‌خصوص عدم اطلاع دقیق از میزان انتقال رسوب و میزان بار رسوبی رودخانه (و نیز اینکه در آینده نزدیک تلاش جدی برای به‌دست آوردن روش مناسبی به منظور برآورد دقیق بار رودخانه صورت نمی‌پذیرد) و مهم‌تر از آن معلوم نبودن رقومی که در آن برداشت مصالح سبب اُفت کیفیت زیست بوم رودخانه می‌شود، باعث در نظرگیری احتیاط و دقت بیشتری در این زمینه هستند.

با پیشرفت عملیات، باید راهکارها و روش‌هایی که ما را در هر چه زودتر رسیدن به اهداف عمده طرح یعنی ایمن‌سازی در برابر سیل و محافظت یا ارتقای کیفیت زیست بوم رودخانه‌ای کمک می‌کنند به کار برد. همچنین ارائه و نمایش وضعیت موجود نتایج حاصله تا زمان حال می‌تواند ما را از روند سیستماتیکی که برداشت مصالح طی کرده مطلع سازد.

بررسی منظم تغییرات عرض رودخانه در دوره‌های متناوب منظم برای مشخص شدن خصوصیات ریخت‌شناسی مانند عرض متوسط آبراه، نسبت خمیدگی رودخانه (نسبت طول کل آبراه به طول مسیر مستقیم)، مساحت جزایر رودخانه‌ای و مساحت پشته‌های رسوبی در معرض جریان‌های دارای بده کم ضروری است. بیشتر این مشخصه‌ها را می‌توان از طریق عکس‌های هوایی به‌دست آورد.

۶-۳-۵ توصیه چهارم

نرخ استخراج سالانه مصالح در هر زیر حوضه، نباید از نصف میزان بار رسوبی انتقالی تخمین زده شده در سه ساله متوالی در آن تجاوز کند که البته این میزان، می‌تواند در نقطه انتهایی پایین‌دست بیشتر شود.

این توصیه، از استخراج حجیم مصالح در زمان کوتاه در هر محل جلوگیری می‌کند. مشکلی که در کاربرد این توصیه وجود دارد، ندانستن میزان بار انتقالی مصالح بستر به‌صورت سال به سال در طول رودخانه است. بهترین تقریب برای این کار، استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده در سال‌های گذشته و میانگین رسوب انتقالی چندین ساله رودخانه است.

۶-۳-۶ توصیه پنجم

برای برآورد حجم مصالح قابل استخراج از رودخانه، سه عامل مهم زیر را باید در نظر گرفت:

الف- سایر فعالیت‌های ممکن در طول رودخانه، به‌خصوص محافظت و پایدارسازی خاکریزها، در نگه‌داری و ساده‌سازی ریخت‌شناسی رودخانه مؤثرند. این عملیات روی الگوی انتقال رسوب به پایین‌دست اثر گذارند. همچنین خود، به تنهایی بر شرایط زیست‌محیطی منطقه نیز در درازمدت تأثیر می‌گذارند. تأثیر کلیه این فعالیت‌ها بر زیست بوم رودخانه ممکن است هیچ تناسبی با آثار هر یک از آنها به‌صورت جداگانه نداشته باشد.

ب- ممکن است بعضی از گونه‌های حیاتی زیست بوم از موارد نادر یا در حال انقراض باشند. چنین مسئله‌ای می‌تواند فعالیت‌های برداشت مصالح یا سایر کارهایی را که بر شرایط زیست‌محیطی آنها تأثیرگذار است تحت‌الشعاع قرار دهد.

ج- ارزیابی و تخمین حدود حجم استخراج مصالح به اطلاعات ما در برآورد حجم آورد رسوب بستگی داشته و با توجه به میزان تغییرات بار رسوبی رودخانه می‌توان در میزان برداشت مصالح تغییرات درازمدت اعمال نمود.

۶-۳-۷ سایر موارد

- در رودخانه‌های شریانی، نرخ برداشت باید بر اساس میزان مصالح رسوبگذاری شده سال گذشته تعیین شود. برداشت باید تا یک رقوم مشخص شده و بالاتر از رقوم جریان کم‌آبی صورت گیرد تا آثار کمینه شود. میزان برداشت لزوماً در سال‌های متفاوت نرخ ثابتی ندارد. در یک سال خشک، ممکن است میزان زیادی از مصالح در دسترس نباشد. در هر حال، عملیات در این رودخانه‌ها باید در دوره‌های کوتاه‌مدت و در زمان جریان کم‌ابی صورت گیرد.
- برای برآورد میزان مصالح قابل برداشت، لازم است آثار کمّی برداشت مصالح از بازه‌های بالادست بر بازه‌های پایین‌دست تعیین شود.
- با برداشت مصالح در بازه‌های بالادست میزان آورد رسوب بازه‌های پایین‌دست رو به کاهش می‌گذارد و لازم است این فرایند در بهره‌برداری، همزمان در قسمت‌های مختلف یک رودخانه مد نظر قرار گیرد.

۶-۳-۸ حدود برداشت

- تعیین عمق برداشت باید با مشخص نمودن رقوم مطلق تعیین‌شده صورت گیرد. این محدودیت‌ها اغلب مشخص کننده برداشت در X متر پایین‌تر از بستر آبراه هستند، یا برداشت «پایین‌تر از سطح آب زیرزمینی» را ممنوع می‌کنند، بدون آنکه سطح آب را مشخص کرده باشند. به‌عنوان مثال، در بعضی موارد، برداشت از تراز پایین‌تر از خط‌القعر آبراه ممنوع اعلام شده است، منتهی خط‌القعر آبراه سالانه تعریف می‌شود. این نوع محدودیت برای برداشت نمی‌تواند از ریزش آبراه جلوگیری به‌عمل آورد، زیرا به پایین رفتن رقوم خط‌القعر آبراه در طول زمان منجر می‌شود.
- یک روش بهتر، تعیین حدود ناپایداری آبراه بر اساس نقاط ایستگاهی دائمی (نقاط نشانه) است که معمولاً «خط قرمز» نامیده می‌شود. رقوم بستر آبراه باید با انجام مشاهدات و اندازه‌گیری محلی، برداشت و ثبت شود. همچنین تغییرات رقوم خط‌القعر آبراه باید مورد توجه باشد. بررسی‌های عمومی سامانه رودخانه باید با استفاده از مطالعات تاریخی صورت گیرد. به‌عنوان مثال، در یک رودخانه ممکن است فرسایش بستر به سمت پایین‌دست اتفاق بیفتد که این پدیده، ناشی از تغییرات بلندمدت یک سیلاب در منطقه باشد. اگر این روند شناخته نشود، ریزش جداره‌ها و ناپایداری مشاهده شده در مقاطع عرضی آبراه ممکن است فقط ناشی از آثار برداشت مصالح تلقی شوند.
- در برآوردهای اولیه، به‌ویژه در برداشت مصالح از موانع و پشته‌های رسوبی و جزایر کوچکی که در بین رودخانه ایجاد می‌گردد، عمق نرمال رودخانه ملاک نسبتاً مناسبی برای تعیین حجم برداشت می‌باشد. برداشت این انباشته‌ها و جزایر، در حدی که بستر رودخانه از تراز معمول خود پایین‌تر نرود، کمترین تغییر را در رژیم جریان ایجاد خواهد نمود. علاوه بر آن، برداشت موانع در مسیر جریان می‌تواند موجب افزایش ظرفیت آبگذری و همچنین کاهش فشار جریان بر کناره‌ها گردد.
- در برداشت از رودخانه‌های دوشاخه، مشخصاً توصیه می‌شود که برداشت تا یک رقوم از قبل تعیین‌شده صورت گیرد. این رقوم باید با تخمین متوسط آورد رسوب به آبراه محاسبه شده باشد. اگر برداشت تا کمتر از رقومی که جریان نرمال جابه‌جا می‌شود صورت گیرد، آثار برداشت در بالادست و پایین‌دست به کمترین مقدار خود می‌رسد.
- در ایالت آرکانزاس استخراج معادن فقط تا عمق ۳۰ سانتی‌متری از بستر رودخانه مجاز است. مصالح خشک خارج از رودخانه نیز حداکثر تا تراز پایین‌ترین نقطه عرضی آبراهه قابل استخراج هستند [52].
- هر ناحیه برداشت باید به مساحت ۲ هکتار یا ۲۵۰ متر از طول رودخانه (هر کدام که کوچک‌تر باشد) محدود گردد.
- حداکثر طول امتدادهایی از آبراهه که به‌وسیله هر مجوز تحت پوشش قرار می‌گیرند، نباید بیشتر از ۱۳۵۰ متر باشد.
- در رودخانه‌های ایالت آیووا، عرض برداشت بسته به شرایط رودخانه تعیین شده است. این عرض نباید بیشتر از ۹ متر در بستر رودخانه باشد [52].

۶-۴ دوره تناوب و زمان برداشت

مصالح با چه دوره تناوبی باید از یک محل برداشت شوند؟ جواب به این سوأل به سه پارامتر زیر بستگی دارد:

- تأثیر استخراج مصالح روی ریخت‌شناسی منطقه برداشت،

- تأثیر تکرار برداشت مصالح از یک محل روی انتقال مصالح بستر به پایین‌دست و ریخت‌شناسی رودخانه، و
- تأثیر برداشت مکرر و دست‌خوردگی یک محل روی حیات ماهی‌ها و ارگانیزم‌های دریایی.

در محل‌هایی که رسوبگذاری در آنها فعال است، مصالح استخراجی در مدت زمان نسبتاً کوتاهی جایگزین می‌شوند، اما در محل‌هایی که این خصوصیت را ندارند مصالح و رقوم بستر ممکن است تا مدت زمان زیادی جایگزینی نداشته باشند.

به‌دلیل عدم برخورداری از اطلاعاتی جامع و همچنین پیش‌بینی احتمالات ممکن، توصیه زیر در نظر گرفته می‌شود:

استخراج مصالح در یک منطقه، نباید طی چندین سال متمادی صورت پذیرد. در صورت مشاهدهٔ تنش‌های زیست‌محیطی و تغییرات بارز در حیات ماهی‌ها و سایر آبزیان، برداشت مصالح از یک محل باید قطع شود.

برخی از تأثیرات زیست‌محیطی را می‌توان از طریق زمان‌بندی مناسب عملیات برداشت به حداقل رساند.

فعالیت‌های برداشت باید در هنگام شرایط کم‌آبی صورت گرفته تا تأثیرات روی فرسایش آبراه و کیفیت آب را به حد اقل برساند. در زمان‌های زیر، باید از برداشت پرهیز کرد [43]:

- در هنگام وقوع بارش سنگین (یا بلا فاصله پس از آن)،
- در فصل تخم‌ریزی ماهیان، و
- در هنگام شب بین ساعات ۱۹ تا ۷ صبح.

۶-۵ سایر موارد

در آبراهه‌های قابل کشتیرانی که ارتفاع داغ آب آنها بالاست، برداشت مصالح در چارچوب قوانین وضع شده، زیر خط داغ آب مجاز شمرده شده است. در این قانون، رودخانه‌های قابل کشتیرانی به‌صورت زیر تعریف می‌شوند: آبروهایی که قادرند در فصل بهار یک قایق تفریحی را به‌حالت شناور در آورند [52].

- قبل از شروع حفاری باید دقت شود که بین محل حفاری و آبراه فعال ناحیه حایل مطمئنی وجود داشته باشد.
- استخراج کنندگان باید از حفاری در آبراه فعال اجتناب کنند [19].
- عملیات استخراج نباید در بستر رودخانه، ایجاد مانع کند و نباید مانع عبور وسایل نقلیه آبی (قایق‌ها) شود.
- آثار تجمعی ناشی از انجام عملیات استخراج شن و ماسه بر ماهی‌های تخمگذار و محل زیست آنها باید به‌وسیله ادارت مسئول تعیین شده و در فرایند صدور مجوز برای برداشت شن و ماسه از رودخانه لحاظ شود. آثار تجمعی روی محل زیست ماهی‌های تخمگذار، ناشی از استخراج‌های متعدد در محل‌های مختلف در امتداد یک رودخانه مشخص با دیگر آثار رودخانه‌ای و بی‌نظمی‌های ناشی از استفاده از زمین‌های حوضه آبریز ترکیب می‌شوند. این آثار اضافه، ممکن است توسط انحراف‌های رودخانه، پروژه‌های کنترل سیلاب، بریدن و الوار کردن درختان جنگلی و... ایجاد شوند.

۶-۶ راهنمایی‌های ویژه

از آنجا که در انتخاب منطقه برداشت باید عوامل فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی مد نظر باشد، باید این انتخاب بر اساس مشخصات هر محل به‌صورت جداگانه صورت پذیرد. البته بهتر است یک روند چهار مرحله‌ای تصمیم‌گیری در انتخاب منطقه

برداشت مورد استفاده قرار گیرد. در همه مراحل، باید هم محل‌های دست‌نخورده و هم محل‌های حفاری شده قبلی مد نظر قرار گیرند. گاهی اوقات ممکن است محل‌هایی که قبلاً از آنها برداشت صورت گرفته، مناسب‌تر باشند، زیرا در آنجا، جاده‌های دسترسی موجود بوده، تمهیدات حمل و نقل پیش‌بینی شده و مصالح اضافی (آشغال و....) از محل دور گشته و ممکن است مصالح انباشت شده و مصرف نشده موجود باشند.

یک بازدید مقدماتی از منطقه برداشت برای فراهم آوردن اطلاعات، به منظور تصمیم‌گیری‌هایی که در ادامه آمده مناسب است:

۶-۶-۱ تصمیم‌گیری شماره ۱ – بررسی خصوصیات فنی گزینه‌های مختلف محل برداشت

در روند شناسایی منطقه برداشت، دو گام اولیه زیر دارای اهمیت است:

الف- تعیین این موضوع که محدوده مورد نظر، می‌تواند مصالحی که نیازهای فنی و حجمی پروژه را ارضا کند، فراهم آورد. این نیازها باید با حفظ مناطق حایل مناسب، قابل استحصال باشند (به توصیه‌های مربوط به مناطق حایل در فصل ۱۰ و ضمیمه الف مراجعه شود).

ب- تعیین این موضوع که آیا در منطقه مورد بررسی، بیش از یک محل مشخص که این نیازها را برآورده کند، وجود دارد؟

عدم توانایی در تشخیص فراهم بودن مصالح مناسب در این مرحله، در صورتی که اقدامات بعدی در مرحله برداشت (استخراج) مصالح، نشان‌دهنده مناسب نبودن محل باشد، ممکن است به هزینه‌های اقتصادی غیر ضرور و خسارت‌های زیست‌محیطی منجر گردد. مطلوب است که در یک منطقه، گزینه‌های مختلفی از محل‌های برداشت شناسایی گردند، زیرا همه محل‌ها قابل قبول نخواهند بود.

۶-۶-۲ تصمیم‌گیری شماره ۲- بررسی نواحی دارای محدودیت‌های زیست‌محیطی

گزینه‌های شناسایی شده در تصمیم‌گیری مرحله ۱ باید متناسب با مشخصات و اختلال‌های بیان شده در زیر ارزیابی گردند. محلی که بر این مناطق تأثیر می‌گذارد، باید اصلاح شده یا در برخی موارد کنار گذاشته شود تا هر گونه تأثیر را به حداقل رسانده یا حذف کند.

الف- گونه‌های در معرض خطر یا در معرض تهدید و زیستگاه‌های آنان که بر اساس نظر سازمان‌های ذیربط به‌منظور حفظ بقاء یا باز تولید، ضروری تشخیص داده شده‌اند. محل‌هایی که بر این گونه‌ها یا زیستگاه‌های آنان تأثیر می‌گذارند، ممکن است ممنوع شده یا به تغییرات عمده نیاز داشته باشند،

ب- زیستگاه‌های منحصر به‌فرد. محل‌های تأثیرگذار بر این زیستگاه‌ها نباید برای مراحل بعدی در نظر گرفته شوند، مگر آنکه هیچ گزینه دیگری موجود نباشد،

ج- سواحل زیرشویی شده[1] دارای پوشش گیاهی و نواحی ساحل رودخانه‌ای مربوط،

1- Undercut

د- سواحل دارای پوشش گیاهی فرسایش‌یافته[1] و نواحی ساحلی رودخانه‌ای مربوط، مگر برای استفاده صحیح برای دسترسی با خاکریز[2]،

هـ- چشمه‌ها،

و- آبراه فعال[3] در رودخانه‌های کوچک پیچانرودی، سینوسی و مستقیم،

ز- زمین‌های مرطوب[4]. ضوابط عمده که اغلب در شناسایی زمین‌های مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل وجود شرایط خاک اشباع از آب و پوشش‌های گیاهی منطبق با چنین شرایطی است، و

ح- سایر زمین‌هایی که توسط سازمان‌های ملی یا محلی دارای مشخصات خاص تشخیص داده شده‌اند، مانند نواحی حیات وحش، پارک‌ها، نواحی باستانی (تاریخی) و نواحی با معماری خاص.

۶-۶-۳ تصمیم‌گیری شماره ۳- بررسی ضوابط فنی و اقتصادی

به‌دنبال تشخیص این موضوع که مصالح مناسب قابل استحصال از یک محل برداشت (یا تعداد بیشتری از محل‌های برداشت)، بدون ایجاد اختلال در نواحی یا گونه‌های با خصوصیات ویژه می‌باشد، تأکید عمده، باید بر انتخاب یک محل اقتصادی باشد. عوامل مؤثر بر این تصمیم‌گیری عبارتند از:

الف- میزان آماده‌سازی و احیای مورد نیاز برای منطقه برداشت. به‌عنوان نمونه، مطلوب است که موارد زیر به حداقل برسند:

- فاصله بارگیری (حمل) تا محل پروژه،
- همجواری با سازه‌های مهندسی رودخانه[5] یا وسایل حفاظت از سواحل،
- طول جاده دسترسی، و
- تقاطع با آبراه‌ها یا زهکش‌های فعال.

ب- تطابق نیازهای عملیاتی منطقه برداشت با تجهیزات در دسترس، و

ج- بررسی امکان کار در منطقه برداشت در شرایط خشک.

۶-۶-۴ تصمیم‌گیری شماره ۴- بررسی سایر ضوابط زیست‌محیطی

اگر در منطقه مورد بررسی دو محل برداشت (یا بیشتر) مناسب تشخیص داده شده‌اند، باید در انتخاب نهایی منطقه برداشت پارامترهای زیست‌محیطی زیر در نظر گرفته شوند:

الف – به حداقل رساندن اختلال در زیستگاه‌های ماهیان و حیات وحش. به‌عنوان مثال، اگر نهشته‌های کافی شن و ماسه در جای دیگری موجود باشد، باید از انتخاب آبراه‌های فعال یا با آب زیاد[6] و زیستگاه‌های دارای پوشش گیاهی پرهیز گردد.

1- Incised
2- Fill ramp
3- Active channel
4- Wetland
5- River-training structure
6- High-water channel

ب – به حداقل رساندن اختلال در کیفیت مناظر طبیعی. به‌عنوان مثال، توصیه می‌شود مناطق برداشت در نواحی دور از دید عمومی یا مناطقی که کمتر در معرض دید باشند، در نظر گرفته شوند. در ضمن مطلوب است که محل برداشت طوری انتخاب شود که تا حد ممکن، حفظ خصوصیات منطقه تأمین گردد.

ج– اگر در نظر است که بهره‌برداری از منطقه برداشت در چند سال متوالی انجام شود (اگر چه دوره‌های غیر فعال هم داشته باشد)، باید در انتخاب منطقه برداشت، مسئله نرخ جایگزینی[1] بار بستر (رسوبگذاری مجدد) مد نظر قرار گیرد. رودخانه‌هایی که منشأ آنها یخی یا کوهستانی است (خصوصاً نزدیک سرآب[2]) نسبت به رودخانه‌هایی که منشأ آنها از کوهپایه‌ها یا جلگه‌های ساحلی می‌باشد، پتانسیل بیشتری برای جایگزینی (رسوبگذاری مجدد) دارند.

د– برای پروژه‌هایی که به مقادیر زیادی شن و ماسه (تقریباً بیش از ۵۰۰۰۰ متر مکعب) نیاز دارند، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- برداشت سطحی از نواحی بدون پوشش گیاهی، توده‌های رسوبی[3] وسط آبراه و توده‌های رسوبی جانبی در رودخانه‌های شریانی و رودخانه‌های دوشاخه‌ای[4] متوسط و بزرگ. رعایت این توصیه بسته به آن است که امکان تأمین مناطق حایل مناسب وجود داشته باشد.
- حفاری چاله‌ها در تراس‌ها یا سیلابدشت‌های غیر فعال، منوط به آنکه منطقه حایل کافی بین چاله و سیلابدشت فعال تأمین گردد.

هـ– برای پروژه‌هایی که کمتر از ۵۰۰۰۰ متر مکعب نیاز دارند، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

برداشت سطحی از توده‌های مصالح بدون پوشش گیاهی میانه آبراه و توده‌های جانبی در رودخانه‌های شریانی و رودخانه‌های دوشاخه‌ای متوسط و بزرگ. رعایت این توصیه منوط بر تأمین مناطق حایل کافی می‌باشد.

برداشت سطحی از توده‌های موضعی[5] در رودخانه‌های پیچانرودی بزرگ و متوسط.

برداشت سطحی از تراس‌ها یا سیلابدشت‌های غیر فعال.

۶-۷ تحقیق در خصوص قابل قبول بودن محل برداشت

برای انجام مرحله برنامه‌ریزی منطقه برداشت، باید به بررسی (مرور) محل انتخابی بر اساس راهنمایی‌های ارائه شده پرداخته در فصل‌های آماده‌سازی منطقه برداشت و عملیات در محل، توجه خاص مبذول گردد و جدول‌های ماتریسی در فصل عملیات در منطقه برداشت آماده گردد (مخصوصاً توصیه‌های مربوط به نوع و محل نهشته‌های شن و ماسه و روش‌های برداشت).

منظور از این بررسی، به حداقل رساندن تأخیرات تصمیم‌گیری ناشی از عدم توانایی برای در نظر گرفتن مشخصه‌های خاص منطقه برداشت است.

1- Replenishment
2- Head water
3- Bar
4- Split-channel
5- Point bar

۷- طراحی و مدیریت محل برداشت

۷-۱ مدیریت برداشت

۷-۱-۱ کلیات

پیامدهای فزاینده‌ای که در اثر استخراج چند جانبه و تعدد محل استخراج در طول رودخانه بر ماهیان مهاجر و زیستگاه‌های آنها وارد می‌شود، می‌تواند به‌وسیله سایر پیامدهای رودخانه‌ای و اختلالات کاربری زمین در حوضه آبریز تشدید شود. پیامدهای اضافی اخیر می‌توانند به‌وسیله عوامل دیگری مانند تغییرات رودخانه، مهار آب، پروژه‌های کنترل سیلاب، چرای دام و قطع استحصال درختان به‌وجود آید. روش‌های فنی برای ارزیابی، مدیریت و نظارت پیوسته بر آثار فزاینده یا تجمعی، خارج از چارچوب سیاست شن و ماسه اخیر قرار دارند و به‌عنوان ضرورت‌هایی تلقی می‌شوند که بعداً باید مورد توجه قرار گیرند. با این حال، باید هر گونه عملیات استخراج شن و ماسه از دیدگاه جامع‌تری مورد داوری قرار گیرد و به‌همین دلیل، پیامدهای فزاینده بالقوه و منفی آنها باید مورد توجه واقع شود. این موضوع، می‌تواند بخشی از طرح مدیریت استخراج شن و ماسه را تشکیل دهد.

برنامه ارزیابی یکپارچه زیست‌محیطی و مدیریت و نظارت پیوسته باید به‌عنوان بخشی از هر گونه عملیات استخراج شن و ماسه به‌شمار آید و در سطوح محلی، استانی و ملی حتماً مورد تعقیب قرار گیرد.

ارزیابی، فعالیتی است که برای پیش‌بینی پیامدهای زیست‌محیطی احتمالی صورت می‌گیرد و از مهم‌ترین ابزار مدیریت به‌شمار می‌رود. مدیریت برای اجرای طرح‌ها و جلوگیری یا به حداقل رساندن پیامدهای منفی آنها از ارزیابی استفاده می‌کند. نظارت پیوسته برای تعیین درستی ارزیابی و پیدا کردن تغییرات زیست‌محیطی و حمایت از تصمیمات مدیریت انجام می‌گیرد. در ضمن، چنین راهبردهای اصلاح، ترمیم و احیاء باید به‌عنوان بخشی از هر برنامه مدیریت به‌شمار آید.

روش‌های مدیریت استخراج در بستر رودخانه، یا بر اساس محدودیت حجم برداشت یا بر اساس آثار مشاهده شده در آبراه طراحی شده‌اند.

عملیات برداشت و استخراج مصالح، باید به سمت روند کاهش و جایگزینی مصالح مدیریت شود. این روند شامل موارد زیر می‌شود:

- دوری هر چه بیشتر از زیان‌های مستقیم یا غیرمستقیم،
- کاهش محدوده عملیات،
- تعمیر، بازسازی و بازگرداندن خسارت‌ها،
- کاهش یا حذف آسیب از طریق پیشگیری یا مواظبت، و
- جبران منابع یا محیط زیست خسارت دیده با جایگزینی و بازگرداندن مناسب آنها. حفاظت از محیط زیست باید از اهداف اولیه پروژه‌های استخراج مصالح باشد.

۷-۱-۲ گزینه‌های مدیریت

چهار گزینه مختلف زیر برای مدیریت برداشت در آبراهه‌ها پیشنهاد شده است [52]:

الف- به مقررات موجود اکتفا کرده و حداقل محدودیت‌ها را اعمال نماییم.

در حال حاضر برداشت مصالح در تمام فصول سال و از هر محلی در آبراهه یا پهنه سیلابدشتی با حداقل محدودیت‌ها صورت می‌گیرد. در این شرایط، تخریب محیط زیست، به‌هم زدن زیست بوم آبزیان، پدیده فرسایش بالادست و پدیده آب گرسنه به وفور در طول آبراهه مشاهده می‌شود.

ب- فقط از رسوبات سطحی برداشت شود.

در این راهکار، استخراج کنندگان مصالح فقط مجازند از رسوبات داخل آبراهه برداشت کنند. در مناطق سیلابدشتی نیز، برداشت از لایه‌هایی که بالاتر از تراز آب در رودخانه‌ها هستند مجاز می‌باشد. رعایت یک منطقه حایل با حداقل پهنا که باید محل استخراج را از آبراهه وآبراه فعال جدا کند، الزامی است. این راهکار خطر فرسایش بالادست را به حداقل می‌رساند، اما ممکن است باعث ایجـاد پدیده آب گرسنه و به‌تبع آن، انتقال حفره برداشت به پایین‌دست شود.

برداشت سطحی، همچنین می‌تواند سبب بروز مشکلاتی مانند از بین رفتن کناره آبراه‌ها، تغییر مسیر ناگهانی در آبراهه و افزایش سهولت در کندن رسوبات گردد [41].

این روش برداشت در آبراهه‌هایی که از نظر آورد مصالح غنی هستند مناسب‌تر بوده و این آبراهه‌ها را کمتر دچار آشفتگی می‌کند. زیرا جایگزین شدن این لایه به‌وسیله مصالحی که از بالادست می‌آید تا اندازه‌ای می‌تواند مانع آشفتگی آبراهه شود (درکل، برداشت در آبراهه‌هایی که از نظر مصالح غنی هستند، بیشتر از آبراهه‌های فقیر مورد تأکید است).

همچنین در آبراهه‌های منفرد (بدون انشعاب)، به‌علت ته‌نشینی بیشتر رسوبات نسبت به دیگرآبراهه‌ها، بهتر است در پهنه سیلابدشتی آنها از این روش برای استخراج استفاده شود. لازم به یادآوری است که برای استخراج در جویبارهای تغذیه کننده، باید مقررات جداگانه‌ای وضع گردد.

ج- برداشت فقط در پهنه‌های سیلابدشتی صورت گیرد.

در صورت اتخاذ این‌گونه مدیریت‌ها، برداشت کنندگان می‌توانند از هر نقطه سیلابدشتی برداشت کنند. در این روش برداشت نیز باید ناحیه حایل مناسبی بین محل برداشت و آبراه فعال حفظ شود. همچنین نباید از سواحل رودخانه هیچ‌گونه برداشتی صورت گیرد.

د- هیچ‌گونه برداشتی در آبراهه یا پهنه سیلابدشتی صورت نگیرد.

در این صورت، مصالح می‌تواند از معادن موجود زمین‌های مرتفع یا در ارتفاعات به‌دست آید (لازم به یادآوری است که حجم زیادی از مصالح در معادن غیر رودخانه‌ای وجود دارد، که مشکل عمدهٔ برداشت آنها عدم دسترسی آسان استخراج کنندگان به این مصالح است).

این راهکارها از بدترین مورد (الف) تا بهترین مورد (د) برای حفاظت از آبراهه‌ها و هزینه‌های وارده به اجتماع (خرابی اموال عمومی و خصوصی) و از بهترین مورد (الف) تا بدترین مورد (د) بر اساس آثار بر اقتصاد کوتاه‌مدت و صنعت مرتب شده‌اند.

راهکارهای (ب) و (ج) واقع‌گرایی بیشتری دارند. علاوه برآن، در این روش‌ها استخراج مداوم از آبراهه مجاز شمرده شده است. اکثرا در مورد یک آبراهه، روشی قابل استفاده است که کمترین ضرر را برای ساکنان آن منطقه داشته باشد. در ضمن چنین فرصت دادن به آبراهه‌ها برای ترمیم و بهبود خود لازم بوده و باید زمان کافی برای آن در نظر گرفته شود. با دادن فرصت، بعضی از آبراهه‌ها حتی می‌توانند پوشش گیاهی سواحل خود را ترمیم کنند.

۷-۱-۳ برنامه‌ریزی منسجم

برنامه‌ریزی منسجم برای برآورد، مدیریت و جمع‌آوری اطلاعات محیطی، باید قسمتی از عملیات استخراج شن و ماسه باشد.

برنامه برآورد برای پیش‌بینی آثار محیطی ناشی از استخراج شن و ماسه به‌کار می‌رود. برنامه مدیریت، انجام طرح‌هایی برای جلوگیری از آثار منفی یا به حداقل رساندن آنها می‌باشد. راهکار تخفیف و ترمیم، لازمه هر برنامه مدیریتی است. برنامه جمع‌آوری اطلاعات محیطی برای تعیین درستی برآورد، تشخیص تغییرات محیطی و حمایت از تصمیم‌های مدیریتی می‌باشد.

۷-۱-۴ تخفیف و ترمیم آثار مضر

تخفیف و ترمیم آثار مضر ناشی از انجام عملیات استخراج شن و ماسه از رودخانه‌ها، باید جزو قسمت‌های ضروری برنامه مدیریت پروژه‌های استخراج شن و ماسه باشد. تخفیف آثار مضر ناشی از استخراج شن و ماسه باید به‌طور همزمان با استخراج آنها انجام شود. تخفیف شامل موارد زیر است:

- احتراز از خسارت و آثار مستقیم و غیرمستقیم،
- به حداقل رساندن حجم برداشت و حوضه عملیات،
- اصلاح، نوسازی یا ترمیم یکپارچگی و عملکرد،
- کاهش یا حذف آثار به‌وسیله محافظت و مراقبت، و
- تعدیل به‌وسیله جایگزینی یا تعویض محیط و منابع.

ترمیم قسمتی از تخفیف بوده و طبق تعاریف قبلی، ترمیم علاوه بر اینکه در مورد مرمت خسارت وارده به اجزای غیر حیاتی انجام می‌شود، باید در مورد به‌حال اول برگرداندن یکپارچگی حیاتی زیست بوم رودخانه‌ای نیز اعمال شود.

هر نوع تلاشی که برای کاهش یا حذف پیامدهای برداشت شن و ماسه انجام گیرد، باید در جهت دستیابی به تعادل طبیعی باشد. از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- باید به‌هر ترتیبی، تدابیر عملی برای بازیافت آب مورد نیاز برای شستشوی مواد برداشت‌شده از بستر رودخانه اتخاذ شود.
- محدود کردن کامل میزان برداشت شن و ماسه طبیعی تولید شده، ارزشیابی کافی و جامع (تا حد امکان در تمامی زمینه‌ها) و جدا کردن منطقه فعالیت‌های برداشت از مجرا.
- ممنوعیت برداشت شن و ماسه در تمامی نواحی که از نظر زیستی حساس هستند.
- ممنوعیت برداشت شن و ماسه در رودخانه‌هایی که عمدتاً به‌دلیل وجود سد، حمل مواد رسوبی در آنها وجود ندارد یا بسیار کم است.

- محدود کردن مجوزهای برداشت شن و ماسه در یک دوره معین و مجبور کردن بهره‌برداران به احیای محیط زیست رودخانه بعد از خاتمه فعالیت‌های بهره‌برداری.
- در مورد متقاضیان جدید برداشت شن و ماسه، باید پیامدهای برداشت مورد ارزیابی قرارگرفته و نتیجه آن قبل از صدور مجوز مشخص گردد.
- شناسایی کانون‌ها و منابع تولید دیگر برای برداشت شن و ماسه، مانند توده‌های سنگی، به‌ویژه زمانی که برداشت از آبرفت‌های شن و ماسه زیاد ضروری نباشد.
- تخریب و نابودی بلندمدت پوشش گیاهی رودخانه‌ای زمانی مشاهده می‌شود که شن و ماسه از عمق برداشته می‌شود و نتیجه این کار، ایجاد سیلاب مستمر یا تشکیل حوضچه‌ها و آبگیرها است. نابودی پوشش گیاهی می‌تواند به شکل دیگری نیز ملاحظه شود و آن زمانی است که استخراج شن و ماسه در آبراه، تغییر عمده‌ای به‌وجود آورد و در نتیجه سبب بروز مکرر سیلاب سالانه در محل تخریب شده گردد.
- استقرار تجهیزات سنگین، ماشین‌آلات جداسازی و تولید شن و ماسه و همین‌طور انبار کردن مصالح به‌صورت پشته در محل استخراج یا نزدیک به آن، می‌تواند زمینه نابودی پوشش گیاهی حاشیه رودخانه را فراهم آورد. تجهیزات سنگین، سبب فشردگی، کاهش نفوذ پذیری و در نتیجه فرسایش خاک و ایجاد جریان‌های سطحی در روی زمین (رواناب‌ها) می‌گردد. به‌علاوه، احداث راه‌ها و جاده‌ها، پس ماندها و گرد و غبار جاده‌ها و پل‌های موقتی نیز می‌توانند بر حاشیه رودخانه‌ها تأثیر بگذارند.
- تشکیل دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت برای کارشناسان و کادرهای سازمانی و تدارک بازدیدهای فنی، و آشنا ساختن آنها با اصول و مبانی مربوط به مقوله برداشت مصالح و آثار و تبعات آن، از جمله اقدامات تکمیلی است که می‌تواند در راستای عملی شدن ضوابط و معیارها کارساز باشد.

۷-۱-۵ معیارهای زیست‌محیطی

در این بخش، بیشتر مسایل زیست‌محیطی مرتبط با گسترش و توسعه پروژه‌های برداشت شن و ماسه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. این مسایل، بسته به نوع و محل زمین و استفاده از آن متفاوت هستند. به‌دلیل گستردگی طیف مسایل زیست‌محیطی، اطلاع و آگاهی افراد مرتبط با این پروژه‌ها از آنها می‌تواند از نظر هزینه‌های اقتصادی دارای اهمیت باشد. برداشت مصالح باید به سمت حذف یا هر چه کمتر کردن آسیب به محیط زیست طبیعی منطقه مدیریت شود.

پیامدهای فزاینده عملیات استخراج شن و ماسه بر ماهیان مهاجر و زیستگاه‌های آنها باید مورد توجه سازمان‌های ذیربط در مدیریت منابع (محلی، استانی) و سازمان‌های مسئول صدور مجوز قرار گرفته و نتایج بررسی آنها در فرایند صدور پروانه وارد شود. در زیر، به مواردی در این خصوص اشاره می‌شود.

۷-۱-۵-۱ شکل کارگاه

شکل ظاهری یک کارگاه برداشت شن و ماسه می‌تواند برای ساکنین محل مهم باشد. هر چه یک منطقه برداشت بیشتر در معرض دید عموم قرار داشته باشد، نیاز آن به ظاهری مناسب و تمیز بیشتر خواهد بود.

تا حد ممکن، باید تجهیزات و ماشین‌آلات سنگین از نظر عموم مخفی باشند. همچنین می‌توان محوطه کارگاه را درختکاری کرد. زیبایی محل کار تأثیر مثبتی روی دید عموم می‌گذارد.

۷-۱-۵-۲ فرسایش و کنترل رسوب

فرسایش خاک و رسوبگذاری نیز از دیگر مسایل زیست‌محیطی مرتبط با پروژه‌های برداشت مصالح می‌باشد. فرسایش معمولاً با سرعت کم شروع می‌شود اما با از بین رفتن پوشش گیاهی، شتاب بیشتری به‌خود می‌گیرد. سرعت فرسایش در زمین‌های دست‌خورده و تحت عملیات، ممکن است تا ۱۰۰۰ برابر زمین‌های دست‌نخورده باشد. هر چه شیب و مساحت زمین تحت عملیات بیشتر باشد، فرسایش نیز بیشتر است.

خسارت ناشی از رسوبگذاری حاصل از فرسایش خاک، هم از نظر اقتصادی و هم زیست‌محیطی دارای اهمیت است. رسوبگذاری می‌تواند سبب تهدید حیات ماهی‌ها، کاهش حجم ذخیره مخازن سدها و ایجاد مانع در برابر جریان رودخانه‌ها شود. هزینه خسارت‌های ناشی از این امر، بسیار زیاد و حتی در طول چندین سال غیر قابل جبران است. طراحی مناسب عملیات برداشت مصالح می‌تواند سبب کاهش خسارت‌های ناشی از فرسایش و رسوبگذاری شود.

۷-۲ طراحی عملیات برداشت شن و ماسه

یک طرح برداشت مصالح، ترکیبی از نقشه‌ها و اطلاعات مکتوبی است که تمامی مراحل یک پروژه استخراج شن و ماسه از ابتدای کار (فهرست‌برداری از منبع قرضه) تا مدیریت منبع بعد از اتمام کار را شامل می‌شود. طرح برداشت، توصیف کننده فعالیت‌هایی است که همراه عملیات برداشت شن و ماسه در محیط کارگاه و برای کاهش خسارت‌ها انجام می‌شود. معمولاً طرح برداشت، قبل از شروع عملیات برداشت آماده خواهدشد که این امر، ممکن است در پاسخ به یک اقتضای زیست‌محیطی باشد.

یک طرح برداشت مصالح، با اندازه و وسعت پروژه مرتبط می‌باشد. برای پروژه‌های کوچک، طرح می‌تواند ساده باشد اما برای عملیات بزرگ به طرح‌های دقیق و کار شده نیاز می‌باشد. همه پروژه‌های برداشت شن و ماسه قسمت‌های مشترکی با هم دارند اما هیچکدام از آنها مشابه یکدیگر نیستند. یک طرح برداشت باید مخصوص یک منطقه برداشت بوده و متناسب با اهداف یک پروژه خاص طراحی شده باشد.

به‌دلیل تأثیرپذیری صنعت شن و ماسه از شرایط اقتصادی روز، باید انعطاف‌پذیری مناسب برای پذیرش انطباق با تغییرات پیش‌بینی نشده در بازار که روی این صنعت اثر می‌گذارند در طرح برداشت در نظر گرفته شود. یک طرح برداشت، اطمینان خاطر ما را از پیشرفت فعالیت‌ها، طبق اهداف تعیین‌شده که شامل احیاء و بازسازی زمین‌های تحت عملیات می‌باشند، برآورده می‌کند. این طرح‌ها را می‌توان در زمان‌های مقرر، به‌روز کرد (مانند گزارش‌های سالانه) تا انعکاس دهنده تغییرات در طرح‌های عملیات باشند.

مزایایی که از یک طرح برداشت مصالح به‌دست می‌آیند، خود را در حیطه بهداشت محیط زیست، جابه‌جایی مؤثر منابع قرضه و بازیابی به صرفه زمین‌ها بروز می‌دهند.

یکی از اهداف تهیه یک طرح برداشت مصالح، کسب اطمینان از رعایت نکات زیست‌محیطی است که به سلامت و پاکیزگی منطقه تحت برداشت منجر می‌گردد. همچنین یک طرح برداشت ممکن است با مسایلی مانند چشم‌انداز، ساعت‌های فعالیت، سر و صدا، گرد و خاک و ترافیک در منطقه نیز ارتباط پیدا کند.

بسیاری از مناطق یا گودال‌های تحت برداشت در نقاط مختلف، بدون در نظر گرفتن یک طرح مناسب، توسط برداشت کنندگان متعددی در دوره‌های زمانی طولانی برای استخراج شن و ماسه مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند که غالباً، دورنمایی با تپه‌های انباشته از خاک و سنگ که حتی ممکن است روی مصالح قابل استفاده قرار گرفته باشند، خواهند داشت. کمبود خاک مناسب در محل با شیب‌های ناامن و فرسایش‌پذیر، فقدان پوشش گیاهی مناسب و همچنین دفع زباله به‌صورت غیر قانونی در این مناطق به چشم می‌خورد.

بازیابی و اصلاح چنین چشم‌اندازی می‌تواند اقدام ارزشمندی باشد. برای چنین کاری باید مصالح، زمین و تجهیزات را دوباره به کار گرفت. در زمین‌های خشک با خاک نامناسب، ایجاد پوشش گیاهی کار مشکلی است. در چنین شرایطی، نه تنها هزینه کار بالا می‌رود بلکه نتایج آن در مقایسه با یک پروژه بازیابی طراحی شده امیدوار کننده نیست.

با طراحی مناسب، می‌توان در هنگام حفاری، مصالح را در محل‌های مناسب انباشت کرد. محل‌هایی را که خاکریزی لازم دارند شناخت و آرایش نهایی زمین را در هنگام عملیات برداشت اجرا کرد. دیگر مزایایی که از یک طرح برداشت می‌توان به‌دست آورد عبارتند از:

- مکان یابی مناسب برای راه‌ها، فضاهای مناسب تفریحگاه‌ها و امکانات رفاهی،
- انباشت در محل مناسب برای جلوگیری از دوباره کاری،
- استفاده بهینه از تجهیزات برای ساخت و آرایش نهایی زمین،
- استفاده بهینه از مصالح در دسترس،
- بازیابی و احیای زمین،
- کاهش هزینه عملیات، و
- ایجاد رابطه عمومی خوب در ارتباط با ساکنین و جامعه.

۷-۳ مدیریت بهینه عملیات استخراج شن و ماسه

۷-۳-۱ گام اول

قبل از استخراج، برای تهیه اطلاعات پایه زیست‌محیطی، ارزشیابی پیامدهای زیست‌محیطی احتمالی و تعیین میزان مناسبی برای برداشت که پیامدهای زیست‌محیطی منفی را به حداقل رسانده یا می‌تواند از بروز آنها جلوگیری کند، باید پژوهش و بررسی‌های میدانی جامعی از منطقه به‌عمل آید.

برای این منظور، باید از بهترین روش‌ها و فن‌آوری‌ها و از جمله نمونه‌برداری و بررسی‌های میدانی، مدل‌سازی، فن‌آوری GIS و تجزیه و تحلیل اطلاعات آرشیوها، سوابق و اطلاعات (به‌عنوان مثال، نقشه، عکس‌های هوایی، بررسی‌های گذشته و غیره) استفاده نمود.

تعیین توزیع، انتشار، فراوانی گونه‌ها و مشخصات آنها، تعیین زیستگاه‌های حساس برای مدیریت شیلات، تعیین عوامل محدود کننده زیست‌محیطی برای جمعیت‌های ماهیان مهاجر، محاسبه میزان رسوب و انباشت آن و بده جریان، پیش‌بینی تغییرات احتمالی در کیفیت آب، ریخت‌شناسی آبراه و غیره از جمله فعالیت‌های فاز اول به‌شمار می‌روند. به‌علاوه برای بهبود احیاء نیز باید یک راهکار پیشنهاد شود. به‌عنوان مثال، در چارچوب عوامل غیر زنده، کولینز و دان[1] پیشنهاد می‌کنند که میزان و موقعیت استخراج شن و ماسه در بستر رودخانه باید بر اساس موارد زیر تعیین شود [23]:

الف- میزان تجدیدپذیری شن و ماسه در بالادست رودخانه،

ب- آیا رقوم کف رودخانه در شرایط طبیعی پس از گذشت زمان طولانی ثابت می‌ماند؟ اگر نه، نرخ بالا رفتن یا پایین افتادن آن چقدر است ؟

ج- الگوهای تاریخی از حمل رسوب، رشد تلماسه‌ها، فرسایش سواحل در پیچ‌های ویژه،

د- پیش‌بینی آثار ویژه محلی استخراج شن و ماسه در تراز بستر، ثبات سواحل و توده‌های شن یا تلماسه‌ها. تحلیل آثار گذشته و حاضر از استخراج شن و ماسه در نرخ‌های متعدد ممکن است در این پیش‌بینی مد نظر قرار گیرد، و

ه - تعیین مطلوبیت یا میزان پذیرش آثار پیش‌بینی شده.

۷-۳-۲ گام دوم: نظارت پیوسته بر عملیات مجاز و افزایش تضمین زیست‌محیطی

میزان و حجم استخراج، باید به‌صورت مرتب تنظیم شود. پیامدهای وارد شده بر بستر رودخانه، سواحل و تلماسه‌ها و پشته‌های بالادست و پایین‌دست پروژه، باید با استفاده از عکس‌های هوایی یا علائم نشانه‌گذاری شده در فواصل زمانی منظم ثبت شوند. بررسی میدانی انتشار گونه‌ها و فراوانی آنها باید به‌طور منظم انجام گیرد. کیفیت آب باید تحت نظارت پیوسته قرار گیرد. برای ثمربخشی بیشتر، بهبود و احیاء باید با نظارت مستمر و تواماً انجام گیرد. سازمان ملی شیلات آمریکا توصیه می‌کند که پروانه‌های استخراج، محدود به ۵ سال باشد و هر ساله نیز برای حفظ ماهیان مهاجر و زیستگاه‌های آنها، بررسی‌های لازم انجام گیرد و در صورت نیاز، پروانه‌ها مورد تجدید نظر قرار گیرند (به‌عنوان مثال، یکی از عناصر بازنگری سالانه باید تعیین این موضوع باشد که آیا مدیریت شیلات به هدف‌های خود دست یافته است یا خیر؟).

1- Collins & Dunne

۷-۳-۳ گام سوم: تدوین و اجرای برنامه بلندمدت نظارت پیوسته و احیاء

این مرحله باید اهداف گام دوم را پس از تکمیل پروژه ادامه دهد. یک الگوی نمونه از راهکار بلندمدت برای احیای آبریز و رودخانه توسط بریانت[1] تهیه شده است[20]. به‌هر صورت، اتکای به احیاء باید در دورنمای مطلوب‌تری مد نظر قرار گیرد. باید اعتراف کرد که دانسته‌ها در مورد روش انجام کار و ثمربخشی احیای رودخانه‌ها و زیستگاه‌های متاثر از فعالیت‌های استخراج شن و ماسه ناکافی بوده و در آن کاستی‌های زیادی وجود دارد. به‌طور کلی، احیاء، علمی جوان و تجربی است و فرایندها و مکانیسم‌های آن کمتر شناخته شده‌اند. درباره ارزش کارکردی، ثبات و برگشت‌پذیری آنچه که به‌عنوان زیستگاه احیاء شده نامیده می‌شود نیز کمتر می‌دانیم. تا این تاریخ، مقررات و قوانین موجود یا طرح‌های ذیربط با اصلاح و احیای مناطق استخراج شن و ماسه یا خیلی ساده یا مبهم هستند. به‌عنوان مثال، مقررات استخراج شن و ماسه در کالیفرنیا، زیر مفهوم «بازیابی»[2] که بر گرفته از معدنکاری سطحی و روباز (مانند معادن بزرگ ذغال) است، تنظیم می‌شوند. کوندلف [36 و 38] خاطر نشان کرد که مفهوم بازیابی که در معادن روباز به‌کار می‌رود، براین فرض قرار دارد که پیامدهای زیست‌محیطی به محل محدود بوده و بنابراین هر گونه تیمار و تفکر بهسازی در شرایطی جدا از تغییرات اراضی پیرامونی مورد توجه قرار می‌گیرد.

چون بازیابی تا قبل از توقف استخراج انجام نمی‌گیرد، کوندلف معتقد است که بازیابی در واقع به بهسازی و تیمار محل محدود بوده و آنرا به‌عنوان سیمای ثابت و ضروری از چشم‌انداز به‌شمار می‌آورد. کوندلف استدلال می‌کند که این نوع استنباط و تصور ممکن است در مورد عملیات استخراج از یک رودخانه غیر فعال یا تراس‌های رودخانه‌ای کاربرد داشته باشد، اما آبراه‌های دائمی و فعال و دشت‌های سیلابی، محیط زیست‌های پویایی هستند و این برداشت در مورد آنها نمی‌تواند درست باشد. در این محیط‌ها اختلالات می‌توانند به‌سرعت به بالادست و پایین‌دست محل استخراج در طول دوره عملیات و بعد از آن انتشار پیدا کنند. رودخانه‌ها به‌طور برگشت‌ناپذیری پروفیل خود را در طول دوره پر آبی بعدی دوباره وفق می‌دهند، گودال‌های شن را دوباره از بین برده و این توّهم را به‌وجود می‌آورند که استخراج شن و ماسه روی آبراه، پیامدی دربر ندارد. کوندلف می‌گوید که یک بررسی میدانی از تراز بستر رودخانه در نهایت اُفت بستر را نشان خواهد داد. این اُفت، بیانگر توزیع یکنواخت فرسایش در طول مسیر آبراه می‌باشد. بنابراین عملاً این امکان وجود ندارد که یک محل جدا از بقیه زیست بوم تخریب شود یا تخریب به یک محل یا موقعیت مجزا محدود و متوقف گردد. به‌همین دلیل، دامنه بازیابی یا برگشت‌پذیری پیامدها نمی‌تواند محدود به یک محل باشد [36 و38]. نتیجه اینکه بازیابی تنها می‌تواند در مورد گودال‌های شن و ماسه در نهشته‌های تراس‌های بالای تراز آبی درست باشد، اما مفهوم بازیابی نمی‌تواند برای تنظیم شن و ماسه رودخانه کارایی داشته باشد. بنا به همه دلایل گفته شده، در خاتمه، دانستن اظهارات مورفی[3] نیز مهم است [49]:

«بهترین شکل احیاء، حفظ زیستگاه است. هیچ‌گونه تضمینی برای موفقیت تلاش‌های احیاء وجود ندارد و هزینه احیاء بسیار بیشتر از هزینه حفظ زیستگاه است. دوراندیشانه‌ترین رویکرد، به حداقل رساندن میزان خطراتی است که زیستگاه‌ها را تهدید می‌کنند و این کار با تضمین حفظ و حراست کافی زیستگاه‌ها عملی است.»

1- Brynt
2- Reclamation
3- Murphy

در برنامه‌ریزی (طراحی) منطقه برداشت، باید توصیه‌های بیان شده در فصل‌های آماده‌سازی منطقه برداشت، عملیات در منطقه برداشت و خاتمه کار در منطقه برداشت در نظر گرفته شود.

۷-۴ راهنمایی‌های عمومی

۷-۴-۱ انتخاب روش برداشت

اگر روش فنی برداشت مصالح در مرحله انتخاب منطقه برداشت تعیین نشده باشد، با بررسی راهنمایی‌های بیان شده در فصل عملیات در منطقه برداشت، می‌توان برداشت سطحی، حفاری چاله، لایروبی یا ترکیبی از آنها را انتخاب نمود.

۷-۴-۲ جانمایی محل برداشت

پارامترهای زیر باید در طراحی مرزهای مشخص برای منطقه کار در نظر گرفته شوند.

الف- در شکل منطقه برداشت بهتر است از استفاده از خطوط مستقیم طولانی پرهیز شده و منطقه برداشت طوری شکل داده شود که با خصوصیات فیزیکی و مناطق اطراف با توجه به توصیه‌های زیر ترکیب شود (شکل ۷-۱):

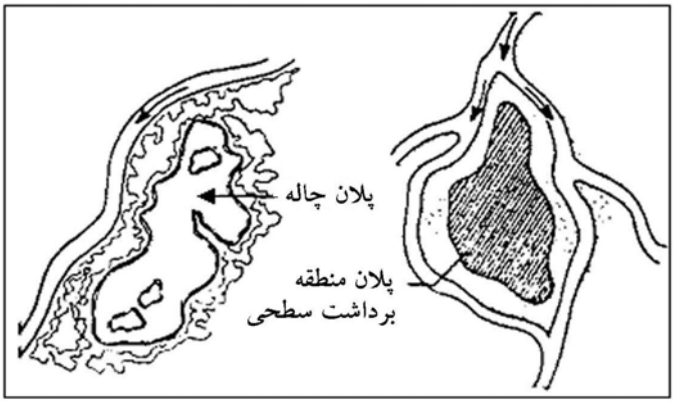
- برداشت سطحی توده‌های موضعی رودخانه‌های پیچانرودی و سینوسی به‌صورتی که شیب‌ها و خطوط تراز مشابه شیب‌ها و خطوط تراز توده‌های طبیعی حاصل گردند.

- برداشت سطحی توده‌های مصالح جانبی و میانه آبراه رودخانه‌های شریانی به‌صورتی که شکل توده‌های شنی طبیعی حفظ شود.
- حفر چاله‌ها به‌صورتی که خطوط ساحلی نامنظم منحنی‌الشکل با جزایر و عمق‌های متفاوت خط ساحلی حاصل گردد.

ب- در صورتی که امکان تهیه مصالح (به میزان کافی) از نواحی بدون پوشش گیاهی سیلابدشت وجود داشته باشد (مشروط بر تأمین مناطق حایل مورد نیاز)، نباید مناطق با پوشش گیاهی دست‌خورده شوند.

ج- هنگامی که امکان چشم‌پوشی از نواحی با پوشش گیاهی وجود نداشته باشد، معمولاً مطلوب است که منطقه برداشت مصالح در نواحی وسیع با پوشش گیاهی رشد یافته همگن در نظر گرفته شوند.

د- منطقه برداشت باید در همان سمتی در نظر گرفته شود که مصالح مورد استفاده قرار خواهند گرفت. این امر، نیاز به عبور از آبراه فعال را به حداقل می‌رساند.



شکل ۷-۱- مثال‌هایی از محل و مشخصات مطلوب منطقه برداشت مصالح

۷-۴-۳ زمان‌بندی

زمان‌بندی کار باید بر اساس پرهیز از برخورد با وقایع حساس زیستی و هیدرولوژیک مفرط (حداکثر و حداقل) و با توجه به توضیحات زیر انجام گیرد:

الف- به‌طور کلی، برنامه زمان‌بندی کار باید به‌صورتی باشد که از برخورد با وقایع اوج زیستی، مانند مهاجرت یا تخم‌ریزی ماهیان محلی و تخم‌ریزی پرندگان پرهیز گردد. به‌عنوان مثال، پاکسازی محل از پوشش گیاهی باید در پاییز صورت گیرد تا از فصول حساس بهار و اوایل تابستان پرهیز شود. گاهی اوقات ممکن است لازم باشد تا برداشت مصالح برای جلوگیری از به‌هم زدن یک واقعه ضروری زیستی به‌حالت تعلیق در آید.

ب- در مواردی که محل برداشت در سیلابدشت فعال یا غیر فعال واقع شود، زمان‌بندی باید طوری انجام گیرد که در دوره رگبارهای بهاری یا وقوع سایر سیلاب‌های قابل پیش‌بینی، اجازه تعلیق کار و جابه‌جایی تجهیزات، مصالح و انباشتها از سیلابدشت را بدهد.

۷-۴-۴ تحقیق و بررسی

در انتخاب نهایی منطقه برداشت، بعد از در نظر گرفتن نتایج حاصله از چهار مرحله تصمیم‌گیری از فصل ۶، باید یک مرحله تحقیق و بررسی[1] از محل (ضمیمه ب) با اهداف زیر انجام پذیرد:

الف- اثبات این موضوع که محل مورد نظر می‌تواند مصالح را با کمّیت و کیفیت مورد نظر تولید کند،

ب- جمع‌آوری اندازه‌گیری‌های هیدرولیکی مانند بده، سطح مقطع آبراه و دانه‌بندی مصالح کف به منظور ارزیابی شرایط هیدرولیکی آبراه طبیعی (رجوع شود به ضمیمه ب)،

1- Investigation

ج- تعیین وجود یا عدم وجود زیستگاه‌های منحصر به‌فرد ماهی و حیات وحش در محل پروژه. آنالیز باید براساس ضرورت‌های سالانه زیستی انجام شود (یعنی زیستگاه‌های زمستانی یا تخم‌ریزی ماهیان)، و

د- مرزهای منطقه برداشت و محل مناطق حایل علامت‌گذاری شوند تا شرایط برای ارزیابی محل توسط سازمان‌های مسئول فراهم گردد.

- مرزهای منطقه برداشت روی درختان کهن (در نواحی پردرخت) با مصالح کاملاً قابل مشاهده (مانند رنگ) علامت‌گذاری شوند.
- برای علامت‌گذاری در فصل‌های پر آبی از میله‌ها یا ستون‌های فلزی ۱ متری (که تقریباً ۰/۵ متر در زمین فرو رفته باشد) و یک پرچم قرمز (با ابعاد در حدود ۱۵×۱۵ سانتی‌متر) استفاده شود.
- در محل‌هایی که قرار است در زمستان شروع به‌کار شود، همه مناطق کاری (مانند آبراه‌های فعال، محل مناطق حایل، نواحی دارای پوشش گیاهی و نهشته‌های شن و ماسه) باید از نقاط مرجعی که در طی بازدید اولیه فصل آبی[1] مشخص شده‌اند، نقشه‌برداری گردند (شکل ۷-۲). نقاط مرجع باید به‌صورتی انتخاب شوند که در هنگام پوشش سنگین برف، در طول آماده‌سازی منطقه برداشت، قابل پیدا کردن باشند. انجام این نقشه‌برداری‌ها خسارت‌های اتفاقی به آبراه‌های فعال و مناطق حایل را کاهش خواهد داد.

۷-۴-۵ *برداشت زمستانی*

اگر برداشت زمستانی از آبراه فعال قابل تأمل است، یک بازدید اضافی دیگر باید در طی زمستان صورت گیرد. این بازدید، به منظور تعیین وجود آب در محل برداشت پیشنهادی یا پایین‌دست آن می‌باشد.

۷-۵ راهنمایی‌های ویژه

برنامه‌ریزی ویژه منطقه برداشت باید بر اساس روش انتخابی برای برداشت مصالح به شرح زیر دنبال شود.

۷-۵-۱ *برداشت سطحی در سیلابدشت‌های فعال و غیر فعال*

الف- باید در مناطق برداشت مصالح، حفاری اکتشافی صورت گیرد تا اطمینان حاصل شود که بعد از برداشت مصالح، شن و ماسه کافی برای تأمین شکل عمومی آبراه با جریان کم[2] باقی می‌ماند.

ب- از آنجا که با راندمان‌ترین حالت، کار در محل‌های برداشت سطحی با شرایط خشک می‌باشد، باید عمق متوسط سطح آب زیرزمینی در طی دوره مورد نظر برای برداشت و استفاده مؤثر از سازه‌های مهندسی رودخانه ارزیابی شود.

1- Open-water
2- Low-flow channel

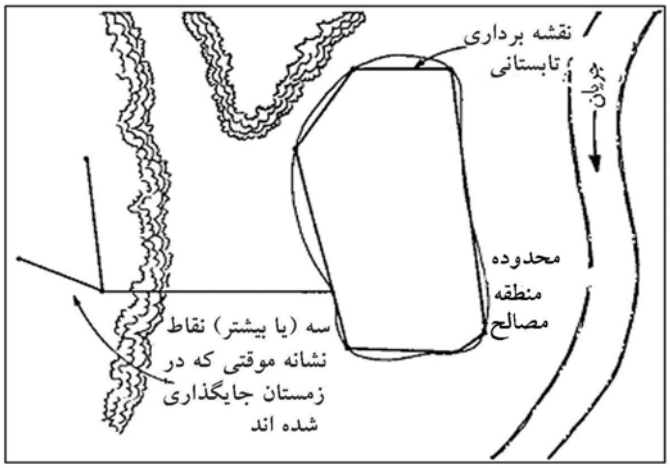
۷-۵-۲ حفاری چاله‌ها در سیلابدشت‌های فعال و تراس‌ها

الف- حفر چاله‌ها باید هنگامی مطرح شود که مقدار زیادی از مصالح (بیش از ۵۰۰۰۰ متر مکعب) از رودخانه‌ای که نهشته‌های فراوان در معرض دید ندارد، مورد نیاز باشد. اگر برداشت سطحی در شرایطی انجام شود که مصالح بیش از میزان قابل دستیابی برای برداشت سطحی (در حدود ارائه شده)، مورد نیاز باشد، ممکن است برداشت اضافی به تغییرات زیستگاه‌ها و آبراه مربوط منجر شود. در این شرایط، ترجیح داده می‌شود که منطقه برداشت به سیلابدشت‌های غیر فعال یا تراس‌ها منتقل شده و چاله‌های عمیق در آنجا حفر شوند (رجوع شود به ضمیمه ج در خصوص طراحی چاله‌ها).

ب- چاله‌ها باید در مناطقی قرار گیرند که احتمال اندکی برای انحراف آبراه‌ها به منطقه برداشت وجود داشته باشد. این بدان معنی است که چاله‌ها روی تراس‌ها، سیلابدشت‌های غیر فعال یا جزایر پایدار و با مناطق حایل پیشنهادی واقع شوند. به‌علت کاهش احتمال انحراف آبراه، تراس‌ها ترجیح داده می‌شوند.

ج- معمولاً مطلوب است که چاله‌ها در یک محدوده با پوشش گیاهی رشد یافته همگن واقع شوند. این منطقه شانس تأثیر بر زیستگاه‌های زمینی محدود را کاهش داده و عموماً تنوع زیستگاه‌ها را افزایش می‌دهد.

د - در ضمن برنامه‌ریزی منطقه برداشت، با توجه به توضیحات زیر باید در خصوص اتصال چاله به رودخانه پس از عملیات برداشت تصمیم‌گیری شود.



شکل ۷-۲- نمودار شماتیک از نقشه‌برداری پیشنهادی در محل‌هایی که در زمستان شروع به‌کار می‌کنند

- یک خروجی از چاله، مسیری را برای فرار ماهیان به‌دام افتاده در چاله در هنگام جریان آب زیاد[1] فراهم می‌کند. یک چاله متصل (اگر به شکل مناسبی طراحی شده باشد) می‌تواند امکان پرورش ماهیان را فراهم نماید. شرایط لازم برای ایجاد زیستگاه مناسب ماهیان شامل تنوع در عمق‌ها (با جریان متوسطی که احتمال مرگ و میر زمستانی را کاهش دهد)، می‌باشد.
- یک چاله غیر متصل پتانسیل به‌دام انداختن ماهیان در هنگام سیلاب را دارا می‌باشد. اگر چاله با تأمین منطقه حایلی با ارتفاع مناسب از سیلاب محافظت شود، و اگر چاله برای ماهیان در نظر گرفته نشده باشد، پیش‌بینی زیستگاه‌های زمستانی لزومی نداشته و عمق متوسط تعیین کننده نمی‌باشد. تنوع عمق‌های آب برای ایجاد آب کافی برای مرغان آبی و زیستگاه‌های پرندگان ساحلی مطلوب می‌باشد.

۷-۵-۳ لایروبی آبراه‌های فعال رودخانه‌های متوسط و بزرگ

الف- فقط در شرایطی که مناطق برداشت سیلابدشتی خارج ازآبراه فعال وجود نداشته باشد، لایروبی آبراه فعال رودخانه‌های متوسط و بزرگ باید مد نظرقرار گیرد. در این شرایط، منابع غیر سیلابدشتی نیز باید ارزیابی گردند.

ب- بهتر است در مناطق برداشت واقع شده در آبراه فعال، موارد زیر در نظر گرفته شوند.

- زیستگاه‌های آبی کافی در محل برداشت و پایین‌دست آن، و
- نگه‌داری حوضچه‌های[2] طبیعی: بهتر است به‌جز در موارد زیر، از قسمت‌های کم‌عمق پرهیز گردد:

- در یک قسمت کم‌عمق طولانی، حفاری در نزدیک وسط محل کم‌عمق می‌تواند قابل قبول باشد.
- هنگامی که بازیابی سریع منطقه برداشت مطلوب است.
- هنگامی که قسمت کم‌عمق، به‌علت نفوذ رسوبات ریز، زیستگاه‌های آبی را غیر مؤثر می‌سازد.
- جایی که عمیق کردن خط‌العقر ممکن است باعث کاهش یا حذف توسعه جریان در هنگام یخبندان شود.

1- High water
2- Pools

۸- تهیه طرح برداشت شن و ماسه

۸-۱ کلیات

طرح برداشت شن و ماسه (با ذکر جزییات) باید آماده شده و به‌عنوان بخشی از تقاضا به سازمان ذیربط تسلیم شود. طرح باید شامل نقشه‌های تفصیلی، عکس‌های زمینی، نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی (در صورت در دسترس بودن) باشد تا موارد زیر را نشان دهند:

- محدوده دقیق محل برداشت،
- محدوده عملیات به‌طور مجزا برای هر منطقه برداشت،
- محل و مرزهای مناطق حایل (برای هر منطقه کاری مجزا و نیز برای کل منطقه برداشت)،
- محل کل سازه‌های موقت و دائم طراحی شده در سیلابدشت برای عملیات در منطقه برداشت و خاتمه کار (مانند جاده‌های دسترسی، سازه‌های مهندسی رودخانه، وسایل حفاظت از سواحل، انباشتها، سازه‌های شستشو و پردازش و توده‌های مصالح اضافی)، و
- محل نقاط استفاده از مصالح (مانند جاده‌های دسترسی، باندهای فرودگاه و...).

۸-۲ اطلاعات مورد نیاز در یک طرح برداشت شن و ماسه

اطلاعات لازم برای تهیه و آماده‌سازی یک طرح برداشت شامل موارد زیر می‌شود:

فهرست‌برداری از منبع قرضه، ارزیابی شرایط پیش از استخراج، توصیف روش‌های استخراج با بحث و بررسی شیوهٔ اجرای پروژه و طرح بازسازی و احیای هدفمند.

این اطلاعات برای تمام طرح‌های برداشت مورد نیاز بوده، اما میزان جزییات آنها به وسعت طرح بستگی دارد.

۸-۲-۱ فهرست‌برداری از منابع

به‌دست آوردن اطلاعات کافی در مورد نوع، عمق، شکل و لایه‌های سنگدانه در یک منبع برای تهیه یک طرح برداشت ضروری و مهم است. کامل‌ترین اطلاعات ، از طریق گمانه‌زنی و حفر چاهک آزمایشی به‌دست می‌آیند. چاهک و گمانه‌های آزمایشی نه تنها اطلاعات لازم در مورد اندازه و کیفیت مصالح را به ما می‌دهند، بلکه مشخص کننده ضخامت لایه‌های قرار گرفته روی مصالح اصلی و نیز فاصله و عمق تا سطح آب زیرزمینی هستند.

این اطلاعات برای مشخص کردن کلی قرارگیری معدن و امکان توسعه و گسترش آن مفید می‌باشند. فاصله تا سطح آب زیرزمینی، تعیین کننده استفاده از روش‌های برداشت در زمین‌های خیس یا خشک می‌باشد.

مناسب است که کانون‌های رسوبگذاری و بازه‌ها و شاخه‌های پر رسوب موجود در مسیر رودخانه، با استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی و بازدیدهای صحرایی شناسایی و روی نقشه حوضه آبریز مشخص گردد.

کسب اطلاعات در مورد منبع قرضه در برآورد جنبه‌های اقتصادی طرح نیز ضروری می‌باشد. ضخامت لایه انباشته سطحی و کیفیت منبع شن و ماسه در کنار عوامل دیگر مانند فاصله از جاده‌های دسترسی، از جمله پارامترها و ملاحظات مهم اقتصادی می‌باشند.

۸-۲-۲ ارزیابی شرایط قبل از برداشت مصالح

ارزیابی شرایط قبل از شروع عملیات، بسته به هدف‌های طرح، ممکن است متفاوت باشد. اطلاعاتی که به‌عنوان نمونه ممکن است در یک ارزیابی گنجانده شوند عبارتند از: جهت جریان آب و مسیر حرکت آب‌های سطحی، عمق و مسیر حرکت آب‌های زیرزمینی، شناسایی زمین‌های مرطوب و جنس آنها در محل یا نزدیکی منطقه برداشت، دسترسی به محل برداشت از طریق راه‌های قدیمی یا جدید، خاکبرداری‌های قبلی از محل، پوشش گیاهی موجود، استفاده حیوانات وحشی از محل، محل ساختمان‌ها و سازه‌های دیگر، سکونت‌های مجاور، فاصله تا سیلابدشت‌ها و نواحی ساحلی، کاربری اراضی همسایه و همچنین بررسی اتفاقات و عوامل طبیعی دیگر.

ارزیابی شرایط پیش از برداشت در شناسایی و کاهش عوارض زیست‌محیطی و نگرانی‌های عمومی در رابطه با پروژه، نقش مؤثری دارد. به‌عنوان مثال، اگر مناطق مسکونی نزدیک محل کارگاه باشند، اطراف محل برداشت مصالح را می‌توان با مرزهای درختکاری و گلکاری طراحی کرد تا هم از سر و صدا کاسته شود و هم از نظر چشم‌انداز، محل مناسبی باشد.

در ضمن، در صورتی که مناطق مسکونی اطراف از چاه‌های ماسه‌ای کم‌عمق برای مصرف آب خانگی استفاده کنند و این چاه‌ها که ممکن است در محل برداشت مصالح شن و ماسه پیدا شوند، احتمال دارد در اثر آبکشی‌های مجاور آسیب ببینند. در چنین شرایطی، ارزیابی پیش از برداشت و پیش‌بینی خسارت‌های ممکن می‌تواند از پیش آوردن چنین مشکلاتی جلوگیری نماید.

از جمله اصول برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها، تعیین موقعیت سازه‌های موازی و متقاطع با رودخانه می‌باشد. از جمله این سازه‌ها می‌توان پل‌ها، بندهای انحراف آب، سدها، جاده‌ها، دیواره‌های سیل‌بند (مانند خاکریزها و گوره‌ها)، سردهنه‌ها و آبراه‌های انتقال آب، سیفون‌ها و سازه‌های ساماندهی و تثبیت موقعیت رودخانه را نام برد. این عوارض روی نقشه شبکه رودخانه مشخص می‌گردد.

۸-۲-۳ تعیین نوع کاربری مصالح رودخانه‌ای

از آنجایی که از مصالح رودخانه‌ای در ساختن بتن، زیرسازی راه، تهیه انواع اسفالت، ساختن سازه‌های تورسنگی، گوره‌ها (خاکریزهای سیل‌بند)، ایجاد لایه حفاظت، ایجاد فیلترهای ماسه‌ای و موارد دیگر استفاده می‌شود، باید علاوه بر آزمایش دانه‌بندی، به تناسب هر یک از موارد مصرف، آزمایش‌های متداول برای تعیین خصوصیات مکانیک خاک (مانند درجه سختی، درصد سایش و غیره) و آزمایش تعیین مشخصه‌های شیمیایی و نوع ترکیبات معدنی و آلی طبق استانداردهای موجود روی نمونه‌های تهیه شده انجام گیرد.

۸-۲-۴ تعیین میزان گودافتادگی بستر و تغییرات سطح آب

پیش‌بینی دقیق تغییرات تراز بستر و سطح آب با استفاده از روش‌های عددی و به کمک مدل‌های کامپیوتری متداول در هیدرولیک محاسباتی در شرایط بسترهای متحرک، عملی است که خود نیازمند شرح و بسط جداگانه‌ای می‌باشد.

۸-۳ مشخصه‌های طرح برداشت

بخش‌های مشخصی از برنامه کاری، باید شامل توضیحات مکتوبی در خصوص موارد زیر باشد:

۸-۳-۱ توضیح حقوقی

این نوع توضیح مختصر از پروژه، می‌تواند موارد زیر را مشخص کنند:

- نام و آدرس متقاضی و پیمانکاران اصلی (در صورت مشخص بودن)،
- استفاده مورد نظر از مصالح، محل استفاده از مصالح و طول عمر پیش‌بینی شده برای پروژه استفاده کننده از مصالح،
- عمر منطقه برداشت مصالح، و
- تملک منطقه برداشت مصالح و زمین‌های مجاور.

۸-۳-۲ تشریح فنی محل برداشت

این شرح باید مشخص کننده موارد زیر باشد:

- اندازه و محل مشخص همه مناطق کاری (به‌صورت منفرد و تجمعی)،
- فصل، طول مدت و فرکانس کار در همه محل‌های کاری (به تفکیک مناطق کاری منفرد)،
- محل، ابعاد، نوع پوشش گیاهی و تشریح خاک مناطق حایل،
- روش‌ها، برنامه‌ریزی و محل‌های پاکسازی[1] پوشش گیاهی و مصالح اضافی، ذخیره‌سازی موقت، حمل و جابه‌جایی و تخلیه دائم،
- مقدار، نوع و استفاده از مصالحی که از هر منطقه کاری استخراج می‌شوند،
- روش برداشت مصالح از هر منطقه کاری، شامل نوع و تعداد دستگاه‌ها و تعیین هر یک از مراحل جابه‌جایی که در منطقه برداشت مصالح صورت می‌گیرد (یعنی جمع‌آوری، انباشتن، دانه‌بندی، شستن، پردازش و حمل و نقل)، محل‌ها و عملیات هر مرحله نیز باید معین شود. در تشریح عملیات شستشو باید روند کنترل لای[2] مشخص شده و در عملیات پردازش باید محل استفاده و ذخیره‌سازی موادی مانند مواد جامد زائد و افزودنی‌های سیمان معین گردد.
- شکل سطح مقطع و محل رقوم‌های پیش‌رونده کاری به‌ترتیب فصل یا دوره‌های عمده برنامه زمان‌بندی پروژه. به‌عنوان مثال، اگر قرار است عملیات به مدت چندین سال در محل به طول انجامد، مقطع و شکل طراحی شده طی هر

1- Clearing
2- Silt

رگبار بهاری و جریان کم تابستانی باید معین شوند. در ضمن پروفیل و مقطع کاری نهایی و پروفیل و مقطع در هنگام خاتمه کار در محل نیز باید مشخص شوند.

- محل قطعی، مشخصات، ترکیب مصالح و روش ساخت جاده‌های دسترسی، سازه‌های مهندسی رودخانه و سازه‌های کنترل لای.
- روش‌ها و روند خاتمه کار در منطقه برداشت شامل محل و مشخصات سازه‌های دائمی (مانند توده‌های مصالح اضافی). در محل چاله‌ها باید به این مسئله که آیا جاده‌های دسترسی‌ها پس از خاتمه کار در منطقه برداشت باید باقی بمانند یا نه، توجه شود. این تصمیم، بر عمر طراحی جاده‌های دسترسی تأثیر خواهد گذاشت.
- تشریح روش‌های حمل مصالح، جاده‌های عمومی و فرکانس جابه‌جایی از منطقه برداشت مصالح.

۸-۳-۳ تشریح زیست‌محیطی

این توضیحات، از منطقه پروژه باید مشخص کننده موارد زیر باشد:

- منابع زیستی شناخته شده محدوده مورد نظر، شامل منابع ماهیان سامانه رودخانه‌ای مورد بررسی.
- زمان‌بندی وقایع عمده ماهیان و حیات وحش و وجود زیستگاه‌های منحصر به‌فرد که در محدوده منطقه برداشت مصالح واقع می‌شود.
- خصوصیات هیدرولیکی، مانند مشخصات آبراه و بده‌ها در محدوده محل مصالح.

برنامه کاری تصویب شده باید به‌عنوان بخش یکپارچه‌ای از پروژه، هم توسط مجوز گیرنده و هم سازمان‌های مجوز دهنده و ناظر در نظر گرفته شود.

۹- بررسی توسط سازمان ذیربط

۹-۱ کلیات

محل پیشنهادی برداشت و برنامه کاری مربوط، باید توسط سازمان مناسبی بررسی شود تا تطابق پروژه با خصوصیات فنی و محیط زیستی منطقه ارزیابی گردد. برای اطمینان از اجرای ضوابط و معیارهای تدوین شده و محقق شدن دیدگاه‌های کارشناسی، حسب مورد، ایجاد پست‌های کنترل و انجام بازرسی‌های مستمر از محل‌های برداشت مصالح ضرورت دارد. آثار ناشی از عملیات استخراج مصالح روی زندگی آبزیان منطقه و محیط اطراف، باید به سازمان‌های ذیربط گزارش شده و دستورات لازم از طرف آنها برای روند ادامه کار صادر گردد. در هر برنامه مدیریت برداشت مصالح، باید آثار ناسازگار پروژه با محیط در درازمدت مد نظر قرارگرفته و در مورد آنها قضاوت صورت گیرد.

برنامه کنترل و بازرسی، مدیریت و گزارش زیست‌محیطی پروژه که بخشی از هر پروژه استخراج مصالح است، باید به‌صورت جدی و مداوم صورت گیرد و سازمان‌های مربوط نیز در جریان آن قرار داشته باشند. برای بازرسی و کنترل پروژه‌های برداشت شن، می‌توان اقدامات و بررسی‌های زیر را انجام داد:

- بررسی شستشو یا فرسایش آبراه در منطقه برداشت. آیا بستر آبراه نسبت به مشاهده قبلی دارای عمق بیشتری است؟ اگر چنین است، آیا مقدار آن در حد اندازه مجاز است؟
- بررسی و کنترل سلامت محیط زیست و حیات وحش منطقه و پوشش گیاهی حاشیه رودخانه.
- بررسی رسوبگذاری غیر معمول بستر پایین‌دست آبراه در منطقه برداشت و از بین رفتن محل‌های تخم‌ریزی ماهی‌ها.
- بررسی و مقایسه مقاطع ارائه شده و مشاهده شده در رودخانه.
- کنترل داده‌ها و اطلاعات آبرفت‌ها و کیفیت آب.
- حدود مناطق دست‌خورده و آسیب‌دیده در مقایسه با محدوده مجاز.
- بررسی نگه‌داری سالم نواحی حایل دست‌نخورده.
- مسایل و مشکلات سازه‌های ساخته شده در رودخانه.
- سامانه کنترل و اندازه‌گیری رسوب.
- اگر عمق برداشت در حد خاصی طراحی شده است، باید بررسی و کنترل لازم در منطقه برداشت صورت گیرد.

در این بررسی، در صورتی که منطقه مصالح مستقیماً بر مناطق یا گونه‌های ویژه تأثیر می‌گذارد، باید رد یا اصلاح برنامه کاری مد نظر قرار گیرد. مثال‌هایی از چنین مناطق یا گونه‌ها عبارتند از:

- گونه‌های در معرض خطر یا در معرض تهدید و زیستگاه‌های آنان که برای بقا یا احیای آنها ضروری است.
- زیرشویی سواحل دارای پوشش گیاهی و نواحی ساحل رودخانه‌ای مربوط.
- سواحل دارای پوشش گیاهی و نواحی ساحل رودخانه‌ای مربوط، مگر در مواردی که جاده دسترسی مناسب با خاکریز استفاده گردد.
- چشمه‌ها.
- آبراه‌های فعال در رودخانه‌های کوچک پیچانرودی، سینوسی یا مستقیم.

۹-۲ بازدید محلی مرحله اول

قبل از تصویب منطقه برداشت، باید توسط سازمان ذیربط، بازدیدی از منطقه پیشنهادی به‌عمل آید. بازدید محلی باید طی فصل آبی و برای ارزیابی موارد زیر انجام پذیرد:

- کلیات امکان‌پذیری فنی پروژه (با توجه به توضیحات تفصیلی بیان شده در برنامه کاری)،
- کیفیت عمومی زیستگاه‌های ماهیان و پرندگانی که مختل خواهد شد،
- وجود هرگونه مشخصه‌ای که در مرحله قبلی بررسی (بخش ۹-۱) نامعین بوده است، و
- خصوصیات هیدرولیکی (مانند بده و تراز) در محدوده محل مصالح.

اگر بر اساس قضاوت‌های عمومی، مشخص شود که برداشت مصالح از محل پیشنهادی، بر منطقه تأثیر نامطلوب خواهد داشت، باید از متقاضی خواسته شود تا گزینه‌های دیگری ارائه دهد.

۹-۳ بازدید دوم

باید هنگام عملیات در منطقه برداشت، بازدید دیگری توسط سازمان ذیربط به منظور ارزیابی موارد زیر انجام پذیرد:

- تأیید انجام اقدامات بر اساس برنامه کاری، و
- تعیین لزوم انحراف از برنامه اولیه کاری، به‌علت وقوع شرایط پیش‌بینی نشده مهندسی، هیدرولیکی یا زیست‌محیطی.

۹-۴ بازدید سوم

در آخرین مراحل خاتمه کار و قبل از رها شدن منطقه برداشت و خروج وسایل، باید سومین بازدید محلی به منظور حصول اطمینان از موارد زیر انجام گیرد:

- تطابق شیب‌بندی‌ها، تراز بندی‌ها و مشخصات منطقه کاری با مفاد پیش‌بینی شده در برنامه کاری، و
- انجام سایر موارد لازم برای خاتمه کار و ترک کردن محل در شرایط تا حد امکان نزدیک به شرایط اولیه.

برای اموری مانند پایش کنترل فرسایش، ممکن است به انجام بازدیدهایی پس از خاتمه عملیات نیز، نیاز باشد.

۱۰- آماده‌سازی منطقه برداشت

۱۰-۱ راهنمایی‌های عمومی

۱۰-۱-۱ *مناطق برداشت زمستانی*

در مناطق برداشت گشایش‌یافته در طول زمستان، همه محدوده‌های مناطق کاری که در طی بازدیدهای اولیه از محل مشخص شده‌اند (مانند آبراه‌های فعال، محل مناطق حایل، نواحی با پوشش گیاهی، نهشته‌های شن و ماسه) باید مورد ارزیابی قرار گیرند تا از خسارت‌های اتفاقی به آبراه‌های فعال، مناطق حایل و سواحل با پوشش گیاهی جلوگیری شود.

۱۰-۱-۲ *طراحی جاده‌های دسترسی*

این طراحی باید شامل نکات زیر باشد:

الف- حداقل کردن عبور از زیستگاه‌های دارای پوشش گیاهی،

ب- اگر عبور از مناطق با پوشش گیاهی ضروری باشد، موارد زیر رعایت گردد:

- در طول زمستان لایه مواد آلی برداشته نشده و راه‌های دسترسی با شن پوشانده نشوند.
- در طول تابستان، لایه‌های مواد آلی برداشته نشده، ولی برای حفاظت در مقابل شکاف‌ها و گسیختگی‌های مکانیکی با شن پوشانده شوند.

ج- دسترسی به سیلابدشت بهتر است در قسمت داخل چم صورت گیرد، تا از شکاف‌های[1] ناشی از آمد و شد در سواحل در بخش خارجی چم‌ها جلوگیری شود،

د- عبور از دیگر سواحل سیلابدشت شکافته شده پرهیز گردد،

هـ- هنگامی که عبور از ساحل ضروری باشد باید ساحل با خاکریز شنی محافظت شود،

و- عبور از آبراه های فعال پرهیز شود،

ز- در صورت ضرورت، عبور از آبراه‌های فعال توسط پل‌های موقت، گذرهای هنگام کم‌آبی یا جاده‌های دسترسی به‌طور مناسب زهکشی شده انجام گیرد، و

ح- جابه‌جایی از سیلابدشت به منطقه کار و برعکس، باید فقط از طریق جاده‌های دسترسیِ مشخص صورت گیرد.

۱۰-۱-۳ *مناطق حایل*

مناطق حایل، مناطقی با سطح زمینی دست‌نخورده هستند که برای حفظ یکپارچگی آبراه‌های فعال طراحی می‌شوند. به‌طور کلی، استفاده از مناطق حایل آب کم[2] و جریان سیلابی[3]، در یک منطقه برداشت پیشنهاد می‌گردد. مناطق حایل آب کم برای عملیات برداشت سطحی روی توده‌های شنی بدون پوشش گیاهی در مجاورت آبراه‌های فعال توصیه می‌شود. مناطق حایل

1- Incised banks
2- Low-flow buffer
3- Flood-flow buffer

جریان سیلابی باید برای عملیات برداشت سطحی یا برداشت چاله‌ای که از آبراه‌های فعال مجزا هستند مورد استفاده قرار گیرند. پیمانکاران عملیات برداشت مصالح، ممکن است ترجیح دهند که از مناطق حایل پهن‌تر و مرتفع‌تر از مقادیر توصیه شده استفاده کنند، تا منطقه برداشت را در حالی‌که در مرحله کار روی آن هستند، از سیل‌گیری[1] محافظت کنند، زیرا ترازهای آب در زمان برداشت، ممکن است از حدی که منطقه حایل برای آنها طراحی شده، تجاوز کنند.

منطقه حایل آب کم: نواری از سطح زمین دست‌نخورده است که تا سواحل زیر سطح آب ادامه داشته (شکل ۱۰-۱) و اهداف احداث آن عبارتند از:

الف- تأمین یکپارچگی شکل آبراه، و

ب- به حداقل رساندن تغییرات در زیستگاه‌های آبی.

محدوده (مرز)های این‌گونه مناطق حایل، به شکل زیر تعریف می‌شوند (شکل ۱۰-۲):

- حد بالا در هر محلی در طول آبراه، نقطه‌ای از ساحل است که دارای ترازی معادل حداقل موارد زیر باشد:
  - داشتن ترازی که ۰/۵ متر بالاتر از تراز سطح آب جریان کم تابستانی باشد.
  - دارا بودن فاصله افقی تا لبه جریان کم تابستانی که مساوی نصف عرض بالای آبراه در شرایط جریان پر باشد.
- حد پایینی در هر محلی در طول آبراه، نقطه‌ای از کف است که دارای فاصله افقی تا لبه آب به میزان ۱۰٪ عرض بالای جریان کم تابستانی است.

منطقه حایل جریان سیلابی: ناحیه‌ای معمولاً دست‌نخورده از سیلابدشت است که اغلب دارای پوشش گیاهی بوده و منطقه برداشت مصالح را از آبراه فعال مجزا می‌سازد (شکل ۱۰-۳). هدف از احداث آن، جلوگیری از انحراف آبراه فعال به منطقه برداشت مصالح (برای دوره‌هایی از زمان) است. اگر چه ترجیح دارد که از مناطق حایل طبیعی با پوشش گیاهی استفاده شود، اما در مواردی که مناطق حایل طبیعی وجود نداشته یا خیلی کوتاه باشند، ممکن است از حایل‌های مصنوعی به شکل سازه‌های مهندسی رودخانه و وسایل حفاظت سواحل استفاده شود.

الف- در طراحی مناطق حایل جریان سیلابی (همان‌گونه که در ضمیمه الف مطرح شده) باید این موارد را مد نظر داشت:

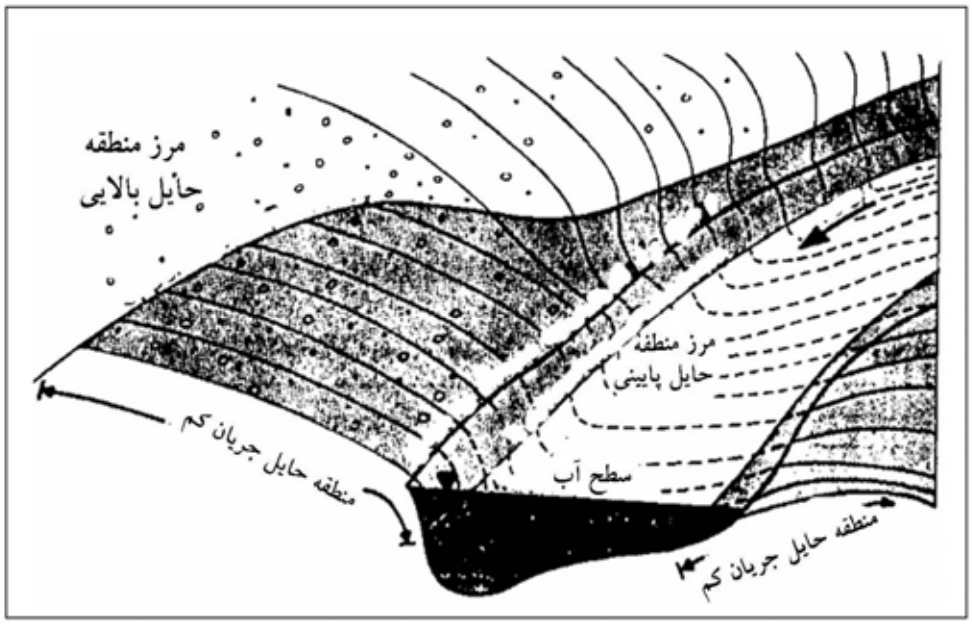
- موقعیت منطقه حایل نسبت به آبراه فعال و منطقه برداشت مصالح ،
- عرض کافی منطقه حایل برای مقاومت در مقابل فرسایش‌های قابل انتظار (بدون به مخاطره انداختن یکپارچگی منطقه حایل)، و
- ارتفاع کافی منطقه حایل برای منحرف کردن سیلاب‌ها.

ب- متغیرهای مهم در انتخاب محل، عرض و ارتفاع منطقه حایل، شامل موارد زیر است:

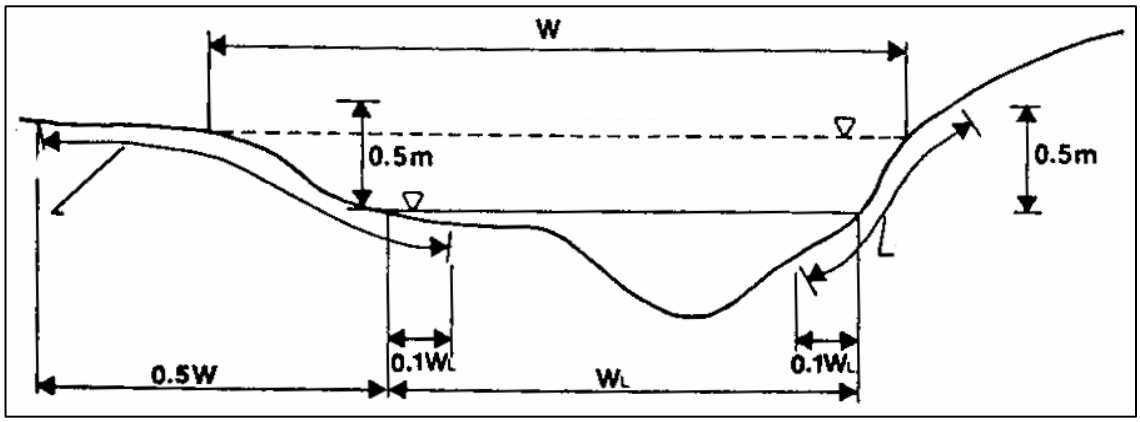
- شکل آبراه،
- اندازه رودخانه،
- هیدرولوژی،
- مسیر آبراه اصلی،

1- Inundation

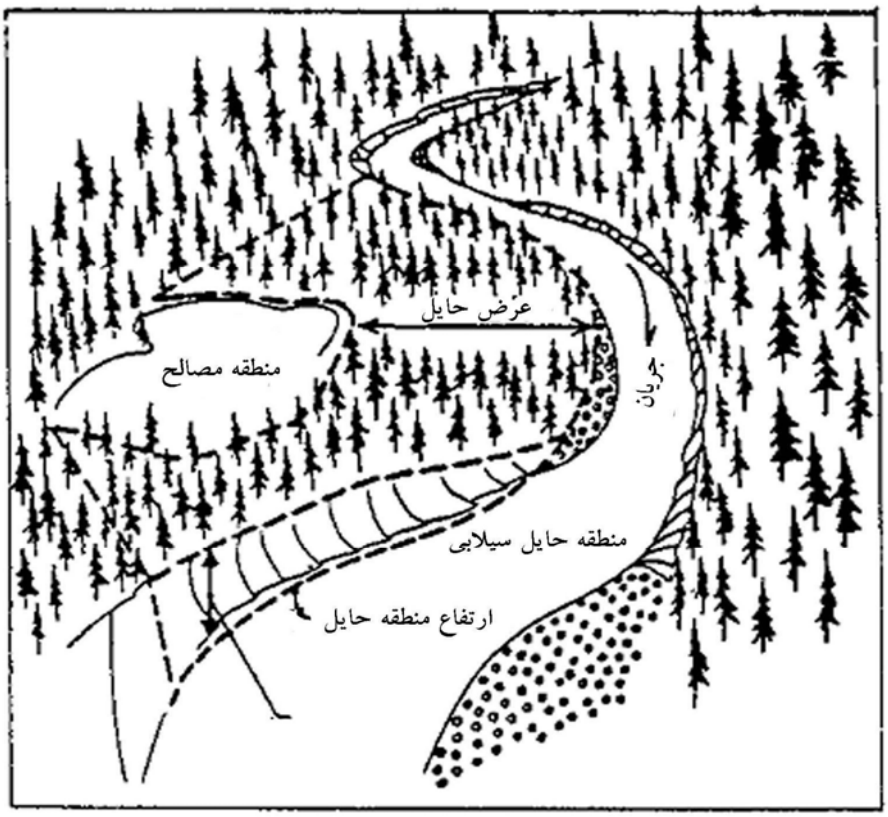
- سواحل یخی،
- نوع پوشش گیاهی، و
- ترکیب خاک.



شکل ۱۰-۱- نمودار شماتیک منطقه حایل جریان کم



شکل ۱۰-۲- نمودار شماتیک از مرزهای منطقه حایل جریان کم



شکل ۱۰-۳- نمودار شماتیک از منطقه حایل جریان سیلابی

ج- طراحی پیشنهادی برای مناطق حایل جریان سیلابی برای عملیات برداشت سطحی و حفر چاله‌ها در زیر آمده است.

- برداشت سطحی

در این محل‌ها، توصیه می‌شود که منطقه برداشت برای انحراف آبراه، توسط منطقه حایلی برای حداقل ۵ تا ۸ سال محافظت شود. این موضوع اجازه می‌دهد که پوشش گیاهی تجدید شود. جدول زیر، حداقل عرض پیشنهادی منطقه حایل برای رودخانه‌های با اندازه‌های مختلف را ارائه می‌دهد[57].

اندازه رودخانه	حداقل عرض (متر)
کوچک	۱۵
متوسط	۳۵
بزرگ	۵۰

می‌توان در انتهای پایین‌دست محل برداشت سطحی، عرض را تا نصف مقدار پیشنهادی کاهش داد. تراز منطقه حایل باید حداقل به میزان تراز سطح آب در یک سیلاب ۵ ساله باشد.

- چاله‌ها

در این محل‌ها، توصیه می‌شود که منطقه برداشت با یک منطقه حایل جریان سیلابی برای یک دوره حداقل ۲۰ ساله از انحراف آبراه محافظت شود. این کار، حفاظت طولانی‌مدت (با زمان بیشتری) را برای یک زیستگاه جدید فراهم می‌آورد. جدول زیر، عرض پیشنهادی برای رودخانه‌های به اندازه‌های مختلف را ارائه می‌دهد.

اندازه رودخانه	حداقل عرض (متر)
کوچک	۷۵
متوسط	۱۵۰
بزرگ	۲۵۰

می‌توان در انتهای پایین‌دست چاله، عرض را تا ۲۰٪ میزان پیشنهادی کاهش داد. ارتفاع منطقه حایل باید حداقل به میزان تراز سطح آب در یک سیلاب ۲۰ ساله باشد.

د- در هر یک از شرایط گفته شده در زیر، مناطق حایل جریان سیلابی باید بر اساس شرایط خاص هر منطقه برداشت و با توجه به راهنمایی‌های گفته شده در ضمیمه الف طراحی شوند:

- محل مصالح روی یک رودخانه خیلی بزرگ واقع شده است.
- فضای موجود، اجازه احداث منطقه حایل با عرض پیشنهادی را نمی‌دهد.
- ارتفاع منطقه حایل پایین‌تر از ارتفاع طراحی پیشنهادی است.
- آبراه فعال به سمت ساحل با زاویه‌ای بزرگ‌تر از ۳۰ درجه متمایل شده است.
- سواحل عمدتاً از ماسه تشکیل شده و به‌ندرت پوشش گیاهی دارند.
- هنگام بازدید محلی، علائم و شواهدی از فرسایش سواحل فعال مشاهده شده است.

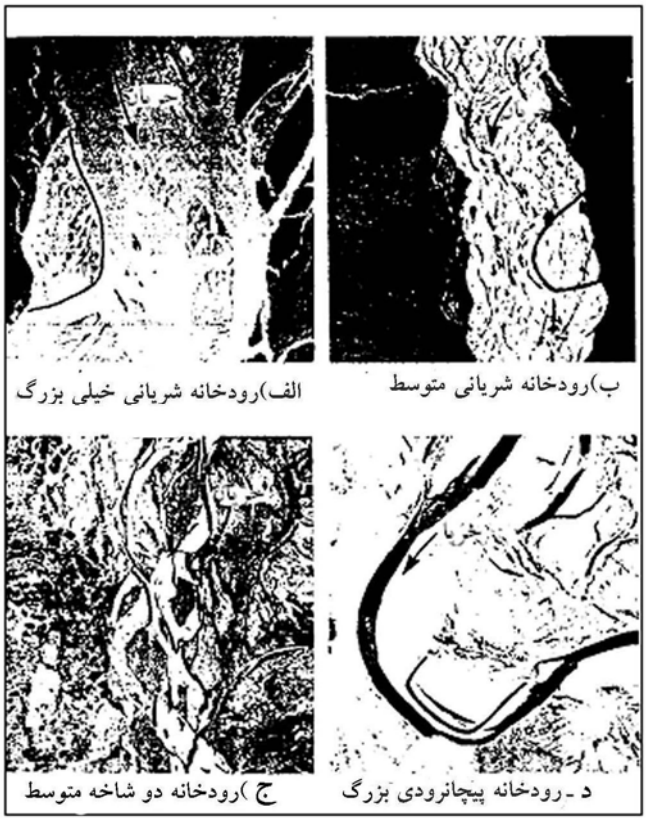
۱۰-۱-۴ خاکریزهای موقت

اگر هنگام عملیات، منطقه برداشت را سیل فرا گیرد، باید با توجه به توضیحات زیر، پیرامون منطقه برداشت، خاکریزهای موقت احداث شود (شکل ۱۰-۴):

الف – باید این سازه‌ها به منظور به حداقل رساندن اختلال در آبراه‌های جریان کم احداث شوند،

ب – بهتر است خاکریزها با استفاده از مصالح شن و ماسه موجود در محل احداث شوند، و

ج – در همه مدت، باید از به‌دام افتادن ماهی‌ها اجتناب گردد.



شکل ۱۰-۴- محل‌های بالقوه خاکریزهای موقتی که پیرامون محل‌های با پتانسیل سیل‌گیری (هنگام عملیات در محل برداشت) احداث می‌شوند.

۱۰-۱-۵ پاکسازی پوشش گیاهی

در شرایطی که نتوان از مناطق با پوشش گیاهی اجتناب کرد، پاکسازی باید با توجه به مبانی زیر انجام گیرد:

الف- در صورت امکان در محل‌های حاوی پوشش گیاهی انبوه، پاکسازی باید در دوره‌هایی انجام شود که با دوره‌های تخم‌ریزی پرندگان تلاقی نداشته باشد. در اغلب موارد، فصل پاییز مناسب‌ترین زمان برای پاکسازی پوشش گیاهی خواهد بود.

ب - هنگامی که درختان کهنسال باید بریده شوند، بهتر است (پس از کسب مجوز از سازمان‌های ذیربط برای قطع) آنها را برای استفاده‌های خصوصی یا تجاری به‌کار گرفت. اگر چنین موارد استفاده‌ای مطرح نباشد، باید با الوارها به‌صورت زیر رفتار نمود:

- در خارج از سیلابدشت فعال انباشته شود،
- در بازسازی محل‌های مصالح همجوار استفاده شود، و
- به ناحیه تخلیه مشخص حمل گردند.

۱۰-۱-۶ پاکسازی پوشش‌های مواد آلی

سایر پوشش‌های گیاهی مواد آلی را می‌توان به‌صورت مکانیکی پاکسازی کرد و بهتر است جمع‌آوری شوند. مناسب است این مصالح برای استفاده احتمالی در هنگام خاتمه کار ذخیره گردند. در مناطق برداشت واقع در سیلابدشت‌های غیر فعال یا تراس‌ها، این مواد باید در زمان خاتمه کار در منطقه برداشت، روی سطح زمین پخش شوند. در محل‌هایی که فقط در سیلابدشت فعال واقع شده‌اند، می‌توان این مواد را براساس توصیه‌های زیر در محل انباشته (و نه پخش) کرد. وجود این مواد در منطقه مصالح (با یک روش قابل قبول)، باعث احیای سریع‌تر پوشش گیاهی و جانوران خواهد شد.

الف- اگر منطقه برداشت فقط در یک سیلابدشت غیر فعال یا تراس (در رودخانه‌ای با هر اندازه و شکل) واقع شده باشد، مواد باید موقتاً به یکی از شکل‌های زیر ذخیره شوند:

- به‌صورت توده‌ای در داخل یا در مرز منطقه برداشت مصالح، و
- در یک ناحیه ذخیره‌سازی موقت خارج از منطقه برداشت مصالح (مانند یک ناحیه معین تخلیه یا سیلابدشت غیر فعال بدون پوشش گیاهی).

ب- اگر منطقه برداشت فقط در یک سیلابدشت فعال واقع شده باشد، نخاله‌های گیاهی و مواد آلی اضافی باید بر اساس مشخصات رودخانه به شرح زیر تخلیه شوند:

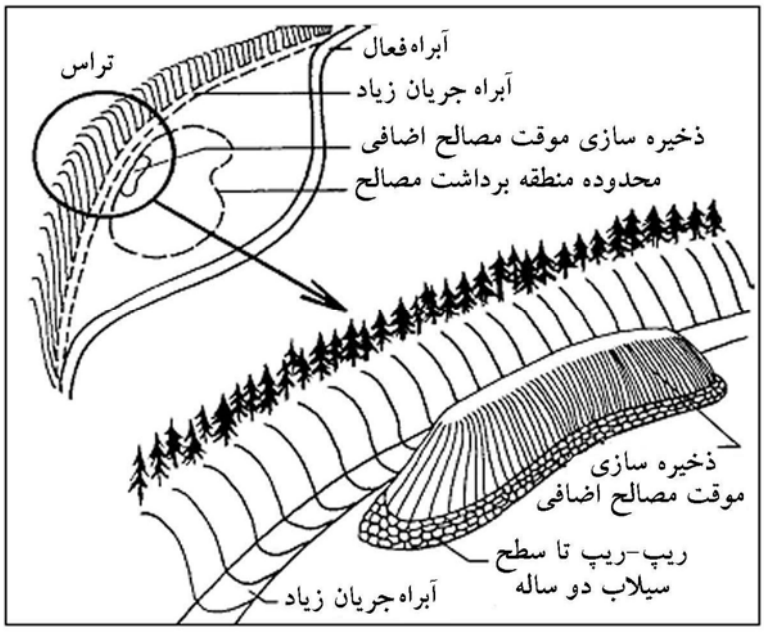
- اگر روی یک رودخانه شریانی واقع شده‌باشد، نباید این مواد در سیلابدشت فعال این رودخانه‌ها انباشته یا پخش‌شوند، و
- اگر روی رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی، دوشاخه‌ای یا مستقیم واقع شده باشد، با این مواد می‌توان به شکل زیر رفتار کرد:
- اگر فضای کافی دور از آبراه فعال وجود داشته باشد، این مواد در داخل منطقه برداشت به‌صورت توده‌ای ذخیره شوند. ذخیره‌سازی در محل باید در مکان‌هایی صورت گیرد که جابه‌جایی‌های مکرر را کاهش می‌دهد. در هنگام ذخیره‌سازی، می‌توان مواد را در کوچک‌ترین منطقه ممکن انباشته کرد تا توسعه اضافی منطقه برداشت برای جبران شن پوششی کاهش یابد. این مواد باید در محلی و به‌صورتی انباشته شوند که شکست شیب و فرسایش باعث به‌خطر افتادن نهرهای مجاور نشده یا آثار معکوس دیگری نداشته باشد. این توده‌ها[1] باید:
  - دور از آبراه‌های فعال واقع شده باشند،
  - طولانی و باریک باشد،
  - به‌صورت موازی با جریان، جهت داده شده باشند،
  - دارای تراز کافی و بیش از تراز سیلاب دو ساله باشند، و
  - در سمت آبراه فعال محافظت[2] شده باشند تا از فرسایش جلوگیری به‌عمل آید (شکل ۱۰-۵).

1- Piles
2- Armour

- اگر فضای کافی در محل حفاری و دور از آبراه‌های فعال وجود نداشته باشد، می‌توان این مواد را در مکان‌های زیر ذخیره نمود:
  - یک منطقه تخلیه مصوب،
  - یک منطقه با تراز بالا،
  - سایر مناطق برداشت مصالح، و
  - سیلابدشت‌های غیر فعال بدون پوشش گیاهی.

۱۰-۱-۷ *حوضچه‌های ته‌نشینی*

اگر در نظر است که مصالح در داخل منطقه برداشت مصالح شستشو شوند، استفاده از حوضچه‌های ته‌نشینی توصیه می‌گردد. حوضچه‌ها باید با خاکریزهایی که برای سیلاب ۱۰ ساله طراحی شده‌اند محافظت گردد. این حوضچه‌ها عموماً بهتر است تا حد امکان دور از آبراه فعال واقع گردند.



شکل ۱۰-۵- تصویر نمونه از ذخیره‌سازی موقت مصالح اضافی (نشان‌دهندهٔ شرایط مطلوب برای محل، شکل و محافظت)

۱۰-۲ راهنمایی‌های ویژه محل‌های برداشت سطحی

۱۰-۲-۱ *خاکریز*

مناطق برداشت مصالح فعال شده در طی فصل پر آبی، باید در مقابل جریان‌های مربوط به سیلاب‌های با دوره بازگشت حداقل ۲ ساله، توسط خاکریزهای طراحی شده به منظور مقاومت در مقابل چنین سیلاب‌هابی (بدون فرسایش) محافظت گردند. این خاکریزها نباید به مناطق حایل جریان کم تجاوز کنند. هدف از احداث این خاکریزها، کاهش احتمال عبور جریان از میان منطقه برداشت فعال و در نتیجه کاهش پتانسیل ایجاد غلظت بالای رسوبات ریز به داخل جریان است که قادر به حمل آنها به نواحی معمول تخلیه نیست.

۱۰-۲-۲ *پوشش شن درشت*

اگر یک منطقه برداشت بدون پوشش گیاهی، به‌وسیله شن‌های درشت یا قلوه‌سنگ‌هایی که مشخصات مصالح پروژه را تأمین نمی‌کنند تسلیح شده باشد، باید آنها را انباشت کرد، در خاکریزها استفاده نمود یا برای پخش کردن روی منطقه در هنگام خاتمه کار، در محل ذخیره کرد.

۱۰-۲-۳ *آبراه جانبی فعال*

اگر لازم است که منطقه برداشت مصالح در یک آبراه جانبی فعال در نظر گرفته شود، باید ابتدا آنرا در دو انتهای بالادست و پایین‌دست، با احداث خاکریز بست. خاکریزها باید تا ارتفاعی معادل حداقل تراز سیلاب پنج ساله که فقط در آبراه دیگر جاری باشد احداث گردند. وجوه خاکریزها به سمت آبراه فعال باید در مقابل فرسایش در طی چنین سیلاب‌هایی محافظت گردد. سیلاب‌های بزرگ‌تر از این، از روی خاکریزها سرریز کرده و در منطقه برداشت مصالح، جریان می‌یابند. در پی سیلاب‌های بزرگ، خاکریز پایین‌دست باید شکافته شود تا امکان فرار ماهیان فراهم آید.

۱۱- عملیات در منطقه برداشت شن و ماسه

۱-۱۱ راهنمایی‌های عمومی

۱۱-۱-۱ باید از تغییر مسیر هر آبراه فعالی اجتناب گردد.

۱۱-۱-۲ هر نوع عملیات برداشت مصالح باید به طریق تمیز و از نظر محیط زیستی قابل قبول انجام گیرد؛ به‌عنوان مثال:

الف- همه سوخت‌ها و مواد آلاینده باید خارج از سیلابدشت ذخیره شوند.

ب- به منظور کاهش سرریزی و تخلیه مواد روغنی و نفتی، از هر نوع سوخت گیری یا سرویس تجهیزات در سیلابدشت فعال اجتناب گردد.

ج- نگه‌داری و عملکرد تجهیزات سنگین مربوط به برداشت مصالح در محل‌های زیست گونه‌های آبزی باید محدود شود.

د- قبل از برداشت مصالح، بررسی پتانسیل کیفیت و آلودگی رسوب ناشی از برداشت مصالح باید صورت پذیرد. همچنین سنگدانه‌های برداشتی و مواد معلق نیز نباید مستقیماً داخل رودخانه یا محیط اطراف رها شوند. میزان کدورت آب باید گزارش شده و نباید از میزان مجاز برای حیات ماهی‌ها تجاوز نماید.

هـ- قبل از برداشت شن و ماسه باید بررسی کاملی از بستر به‌عمل آورد و از وجود آلودگی‌های نهشته‌های سمی در داخل یا نزدیک بستر رودخانه (جایی که عملیات برداشت شن و ماسه پیشنهاد شده، در بالا و پایین‌دست محل برداشت یا جایی که رسوبات بستر ممکن است در اثر عملیات برداشت تخریب شوند) اطمینان حاصل کرد. به‌علاوه، پشته‌های شن برداشت‌شده و رسوبات نباید مستقیماً شسته شده و هرز آبهای آنها به داخل رودخانه یا در نواحی حاشیه‌ای رودخانه‌ها رها شوند.

و- لازم است که سطح شفافیت آب، تحت نظارت پیوسته قرار گیرد. برای ماهیان مهاجر و طعمه‌های آنها باید حداکثر شفافیت مجاز در نظر گرفته شود و این معیار، همواره به مورد اجرا گذاشته شود.

۱۱-۱-۳ دسترسی به سیلابدشت‌ها و رفت و آمدها فقط مطابق آنچه در برنامه کاری مصوب معین گردیده، انجام شود.

- جاده‌های دسترسی نباید اثر نامناسبی بر وضعیت نواحی ساحلی داشته باشند.

۱۱-۱-۴ مناطق حایل نباید به‌هر طریقی که باعث نقص در عملکرد آنها شود، دست‌خورده شوند، به‌عنوان مثال:

الف - بافت پوشش گیاهی، عرض و سواحل مناطق حایل جریان سیلابی نباید تغییر یابند.

ب - تجهیزات سنگین نباید به‌صورت مکرر از روی مناطق حایل جریان کم عبور کنند تا باعث کاهش ارتفاع یا تغییر شکل آنها شوند.

ج- هنگام برداشت در مناطق سیلابدشتی، وجود یک نوار حایل به پهنای۷ متر بین نقطه برداشت و مسیر رودخانه لازم است. در صورتی که برای احداث جاده‌های دسترسی، این نوار تخریب شود، باید قسمت‌های تخریب شده به‌خوبی محافظت شوند.

د - نوارهای حایل در سیلابدشت که شکل و موقعیت اصلی مجراهای فعال را حفظ می‌کنند، باید بیش از دودهه نگه‌داری شوند.

د- نوارهای حایل در سیلابدشت که شکل و موقعیت اصلی مجراهای فعال را حفظ می‌کنند، باید بیش از دودهه نگه‌داری شوند.

۱۱-۱-۵ برنامه کاری مصوب باید اجرا شود. اگر به شرایط پیش‌بینی نشده‌ای در محل برخورد شود، پیمانکار باید:

الف- فوراً سازمان ذیربط را از شرایط به‌وجود آمده و انحراف کاری مورد انتظار مطلع نماید.

ب- تا هنگام دریافت پاسخ از سازمان مجوز دهنده، به طریقی که نزدیک به دستورالعمل‌های ارائه شده در این مجموعه باشد، کار را دنبال نماید.

۱۱-۱-۶ عملیات شستشوی مصالح در سیلابدشت، استفاده از حوضچه‌های ته‌نشینی و فعالیت‌های شستشو باید بر اساس توصیه‌های زیرانجام گیرد:

الف- در جایی که عملیات شستشوی شن و ماسه ضرورت داشته باشد، آب حاصل از شسشو باید بدون تخلیه هر گونه مواد زائد به سیلابدشت فعال، بازیافت شود.

ب- اگر حوضچه‌های ته‌نشینی مورد نیاز باشد، باید طوری طراحی گردند که زمان نگه‌داری کافی برای شرایط خاص محلی را فراهم نمایند. سازه خروجی باید در جای بلندی قرار گیرد تا از به‌دام افتادن ماهیان اجتناب شود.

ج- تمام عملیات جانبی برداشت از قبیل شستن شن و ماسه و ... باید خارج از نواحی ساحلی رودخانه انجام شود.

۱۱-۱-۷ تجهیزات معدنکاری شامل هر گونه ماشین‌آلات (کامیون‌ها، لودرها، بلدوزرها و ...) حق ورود به آب را ندارند.

۱۱-۱-۸ طی فعالیت‌های استخراج شن و ماسه، باید از برداشت یا دست‌خوردگی عوامل ایجاد کننده زبری در رودخانه اجتناب شود و مواردی که دست‌خورده شده‌اند باید جایگزین یا مرمت شوند.

۱۱-۱-۹ باید بر عملیات استخراج شن و ماسه برای جلوگیری از وارد آمدن خسارت به دیواره‌های رودخانه و محل‌های زیست موجود در نواحی ساحلی آن، مدیریت مناسبی اعمال شود. در این خصوص، رعایت موارد زیر توصیه می‌شود:

- باید از استخراج شن و ماسه در نواحی دارای پوشش گیاهی ساحلی اجتناب شود.
- حفره‌های ناشی از برداشت شن و ماسه در مجاورت سیلابدشت نباید بیشتر از تراز سطح سفرهٔ آب زیرزمینی حفاری شوند.
- دیواره‌های فرسایش‌یافته و زیرشویی شده دارای پوشش گیاهی، نباید تغییر کنند.

باید از انباشته کردن نخاله‌های حاصل از سرند مصالح، که بعضاً برای استفاده از بخش ریزدانه مواد بستر انجام می‌گیرد جلوگیری نمود، زیرا این عمل انحراف جریان و تغییر مسیر رودخانه را در پی دارد. علاوه بر این انباشت کردن ته مانده‌های الک شده، موجب کاهش ظرفیت آبگذاری رودخانه گردیده و افزایش خطر سیلاب‌ها را به‌دنبال دارد. بنابراین، باید مواد دانه‌درشت به‌جا مانده در بستر رودخانه، به‌صورت یکنواخت پخش شده، یا عمل سرند کردن مصالح در خارج از بستر و حریم رودخانه انجام گیرد.

- قطعات چوبی بزرگ در نواحی ساحلی باید دست‌نخورده باقی بمانند، در غیر این صورت پس از پایان عملیات استخراج جایگزین شوند.
- ذخیره کردن مصالح و نخاله‌های گیاهی نباید در نواحی ساحلی رودخانه انجام شود.

۱۰-۱-۱۱ برای کنترل ابعاد گودال‌های قرضه و نیز ثبت آثار ناشی از برداشت مصالح در بازه‌های بالادست و پایین‌دست (مانند اُفت تراز بستر و سطح آب یا تغییر مشخصه‌های هندسی رودخانه و موارد دیگر) نصب علامت‌های مناسب و از جمله نصب اشل در مقاطع و در فواصل معین که بر اساس دید کارشناسی تعیین می‌شود، ضروری می‌باشد. با استفاده از اطلاعات حاصل از این سامانه داده‌سنجی ضمن بررسی مستمر وضعیت رودخانه می‌توان در صورت بروز مشکلاتی مانند اُفت بیش از حد تراز آب یا آغاز ناپایداری و وقوع جابه‌جایی‌های عرضی و طولی یا مسایل زیست‌محیطی و غیره، تدابیر لازم را به موقع اتخاذ نمود [57].

۱۱-۲ راهنمایی‌های ویژه

راهنمایی‌های ویژه، به منظور عملیات در منطقه برداشت برای رودخانه‌های با ابعاد و مشخصات متفاوت و برای محل‌های مختلف نهشته‌های شن و ماسه در هر نوع و اندازه رودخانه تهیه گردیده است. منطقه برداشت پیشنهادی باید تطابق نزدیکی با جدول‌های ماتریسی (که در ادامه این فصل ارائه می‌شوند) داشته باشد تا توجه را به راهنمایی‌های ویژه قابل اعمال به محل‌های برداشت سطحی، چاله‌های حفاری شده و لایروبی شده معطوف کند. این بخش در چهار قسمت به شرح زیر تنظیم گردیده است.

۱۱-۲-۱ استفاده از ماتریس راهنما

برای هر یک از انواع رودخانه‌ها، یک ماتریس (جمعاً سه ماتریس) طراحی شده است. راهنمایی‌های ویژه یک نوع رودخانه با نوع دیگر یکسان نبوده، بنابراین استفاده کننده باید دقت نماید که برای رودخانه مورد نظر، ماتریس مناسب استفاده شود. انواع رودخانه‌های مطرح در سه ماتریس عبارتند از:

- رودخانه‌های شریانی (ماتریس ۱)،
- رودخانه‌های با آبراه دوشاخه (ماتریس ۲)، و
- رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی و مستقیم (ماتریس ۳).

رودخانه‌های شریانی: یک رودخانه شریانی معمولاً متشکل از ۲ (یا بیشتر) آبراه متصل به‌هم است که با توده‌های شنی بدون پوشش گیاهی یا جزایر با پوشش گیاهی از یکدیگر مجزا شده‌اند (شکل ۱۱-۱- الف). سیلابدشت آن معمولاً پهن بوده و به‌صورت پراکنده، پوششی گیاهی دارد و شامل تعداد زیادی آبراه‌های جریان بالا می‌باشد. تپه‌های جدا کننده آبراه‌ها معمولاً کوتاه و با سطح شنی بوده که به راحتی فرسایش می‌یابند.

رودخانه‌های با آبراه دوشاخه: این نوع رودخانه‌ها دارای تعداد زیادی جزایر پایدار هستند که جریان را به دو آبراه تقسیم می‌کنند (شکل ۱۱-۱- ب). معمولاً در یک بازه معین، بیش از دو آبراه وجود نداشته و بازه‌های دیگر دارای یک آبراه می‌باشند. سواحل آبراه معمولاً دارای پوشش گیاهی و پایدار هستند. سیلابدشت‌های این‌گونه رودخانه‌ها معمولاً در مقایسه با عرض آبراه، باریک هستند.

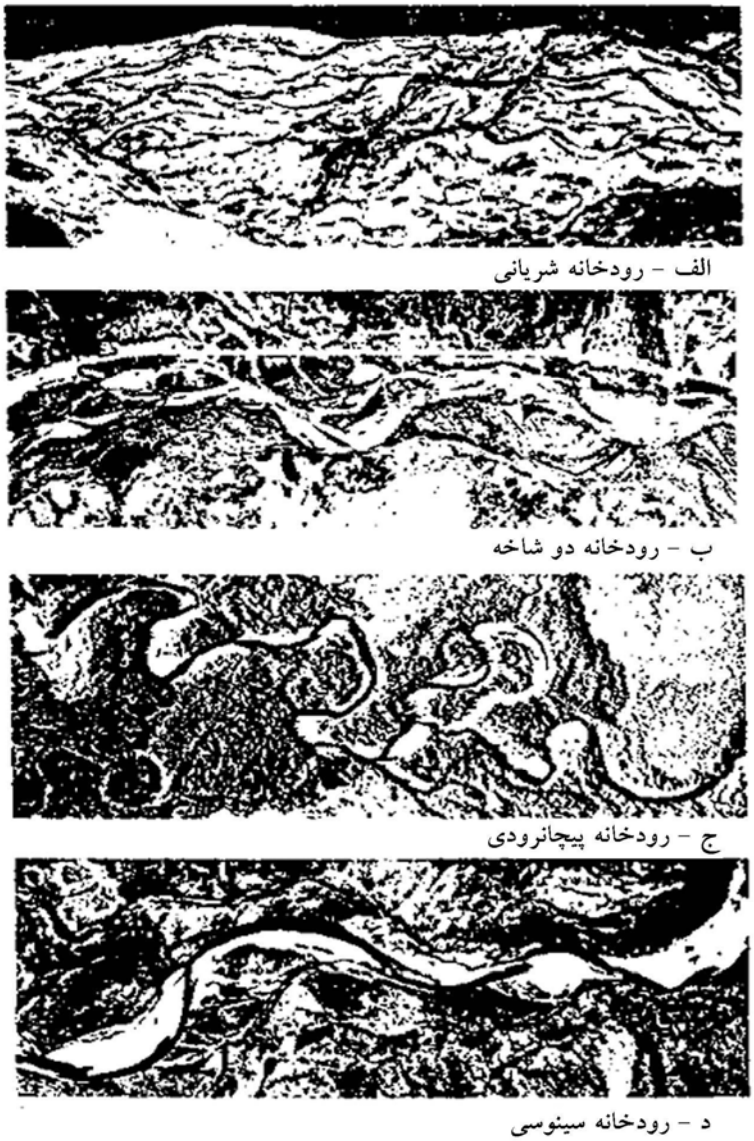
رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی و مستقیم: رودخانه‌های پیچانرودی و سینوسی (شکل‌های ۱۱-۱- ج و۱۱-۱- د) یک آبراه واحد دارند که داخل سیلابدشت به جلو و عقب انحنا پیدا می‌کند (رودخانه‌های مستقیم، کمتر انحناء پیدا خواهند کرد). تعداد کمی جزایر در این‌گونه رودخانه‌ها یافت می‌شوند. وجود توده‌های موضعی و توده‌های جانبی معمول می‌باشد (توده‌های موضعی بیشتر در رودخانه‌های پیچانرودی و توده‌های جانبی در رودخانه‌های مستقیم). سواحل خارجی یک خم در رودخانه معمولاً ناپایدار بوده و برعکس سواحل رودخانه‌های مستقیم نسبتاً پایدار هستند. سیلابدشت رودخانه‌های پیچانرودی و سینوسی معمولاً هم‌عرض کمربند[1] چم بوده و در نتیجه در رودخانه‌های سینوسی باریک‌تر از رودخانه‌های پیچانرودی می‌باشند. سیلابدشت رودخانه‌های مستقیم باریک هستند.

۱۱-۲-۱-۱ آماده‌سازی الگو

اطلاعات مورد نیاز: بعد از اینکه ماتریس مناسب مشخص شد، الگوی تشریح کننده برنامه کاری را می‌توان تهیه نمود. یک الگو[2] را می‌توان به یکی از دو طریق زیر تهیه کرد:

- استفاده از الگوی تکمیل نشده (ارائه شده در انتهای این فصل).
- قراردادن یک ورقه کاغذ سفید زیر توضیحات پارامترهای یکی از ماتریس‌ها و رسم خطوط روی ورقه سفید تا ستون‌های عناوین مرتبط شده و هر پارامتر در محل مناسب خودش معین گردد (الگوی نمونه در شکل ۱۱-۴-الف نشان داده شده است). برای تکمیل الگو اطلاعات زیر مورد نیاز است:
  - اندازه رودخانه‌ای که قرار است عملیات استخراج روی آن اجرا شود (کوچک، متوسط یا بزرگ)،
  - محل (یا محل‌های) برداشت(ها) نسبت به نوع سیلابدشت (فعال، غیر فعال یا تراس) (شکل ۱۱-۲)،
  - نوع آبراه در ارتباط با نهشته‌های مورد نظر شن و ماسه (فعال، جریان بالا و رها شده) (شکل ۱۱-۲)، و
  - نوع نهشته‌های شن و ماسه مورد نظر برای استخراج (شکل ۱۱-۳).

1- Belt
2- Template



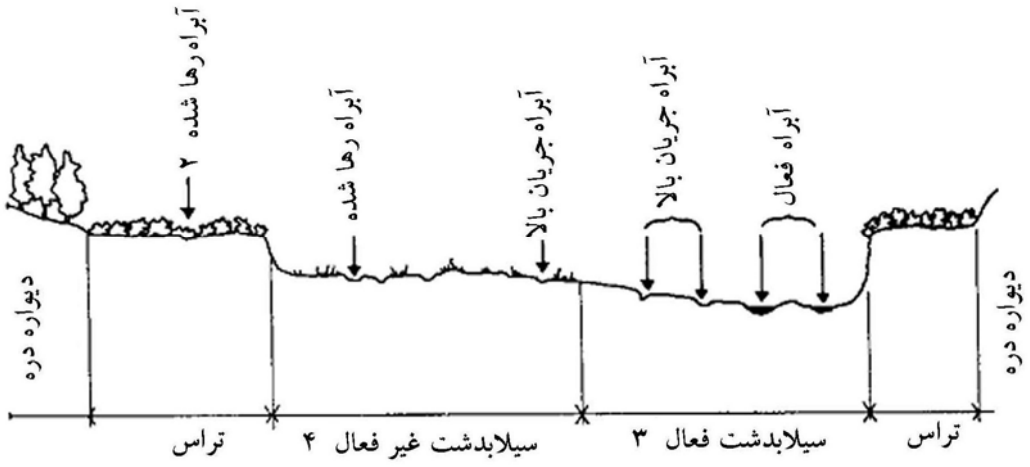
شکل ۱۱-۱- مثال‌هایی از انواع رودخانه‌ها (رودخانه‌های مستقیم شبیه رودخانه‌های سینوسی، ولی با نسبت سینوسی کم)

۱۱-۲-۱-۲ پر کردن یک الگو

برای ارزیابی هر الگوی منفرد، فقط یک اندازه رودخانه، محل برداشت و آبراه مربوط قابل استفاده است. هر تعدادی از انواع نهشته‌ها مادامی‌که مرتبط با همان نوع از سیلابدشت و آبراه مورد بررسی باشد، قابل استفاده است. برای پر کردن الگو به به‌ترتیب زیر اقدام شود:

- در محل‌های مربوط به هر پارامتر (مورد بررسی) علامت‌گذاری شود.
- پس از تکمیل الگو، آنرا با ماتریس متناسب مقایسه کنید (شکل ۱۱-۴- ب).

- ماتریس را دنبال کنید تا هنگامی که اندازه رودخانه، محل برداشت، آبراه مربوط و یک نوع از نهشته‌ها تطبیق یابند (شکل ۱۱-۴- ج). شماره توضیحات را ثبت کنید.
- اگر بیش از یک نوع نهشته علامت‌گذاری شده است، به پایین‌تر بروید تا یک انطباق دیگر یافت شود. سپس شماره توضیحات را یادداشت نمایید (شکل ۱۱-۴-د).
- بعد از اینکه همه انواع نهشته‌ها تطبیق یافتند، توضیحات راهنمای مربوط را مطالعه کنید تا قابلیت و چگونگی استخراج شن و ماسه مشخص گردد. سپس به راهنمای مشخص برداشت مراجعه شود.
- مراحل بالا را برای ترکیب‌های دیگری از انواع سیلابدشت و انواع آبراه تکرار کنید.



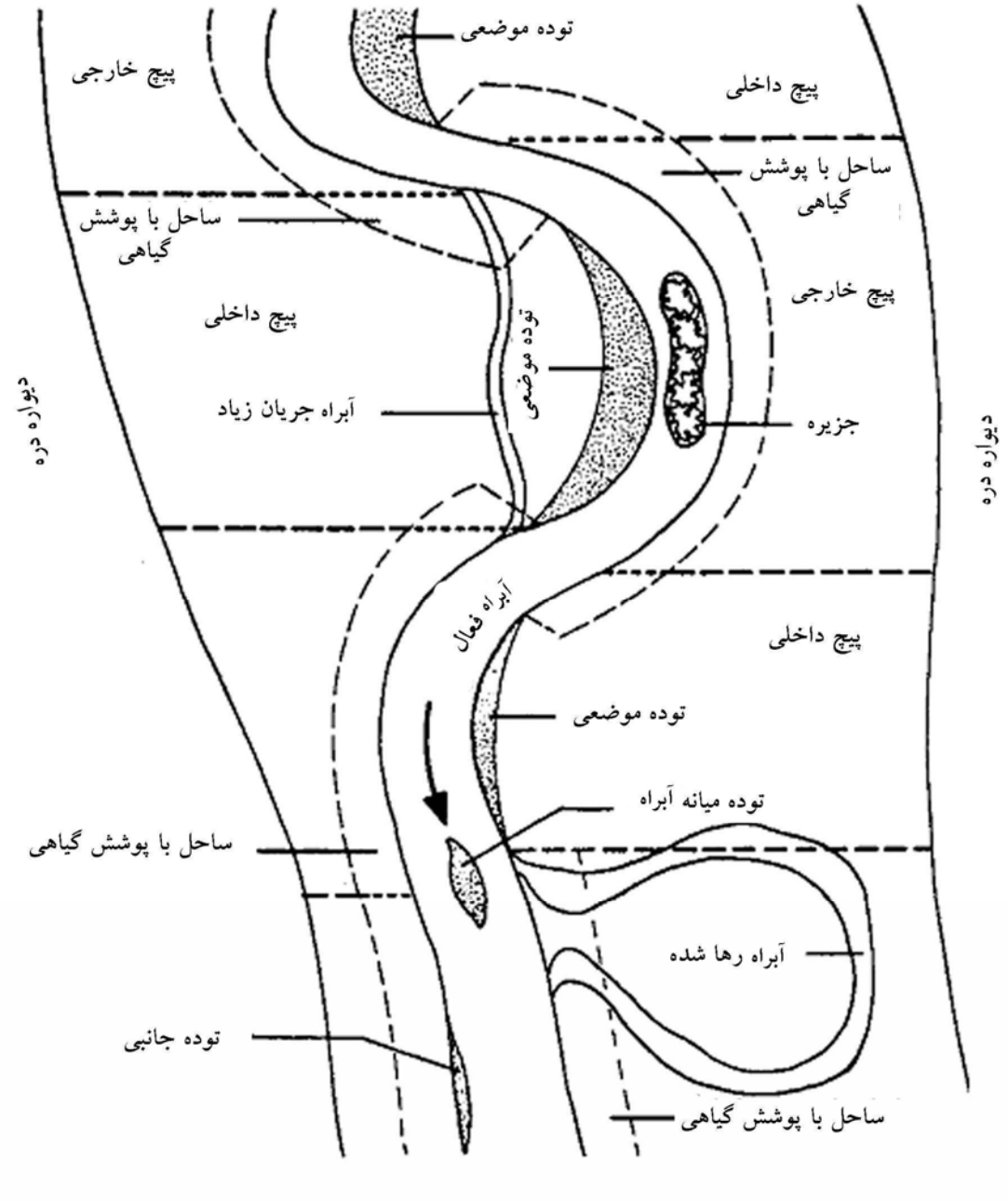
شکل ۱۱-۲- تقسیم‌بندی مناطق مختلف سیلابدشت[1]

۱- سیلابدشت: ناحیه نسبتا مسطح که عمدتا متشکل از نهشته‌های غیر متراکم رودخانه بوده و در مجاورت رودخانه قرار داشته و در معرض سیلاب‌ها قرار می‌گیرد. این ناحیه شامل یک سیلابدشت فعال بوده و گاهی اوقات سیلابدشت‌های غیر فعال یا تراس‌ها (یا هر دو) را نیز شامل می‌شود.

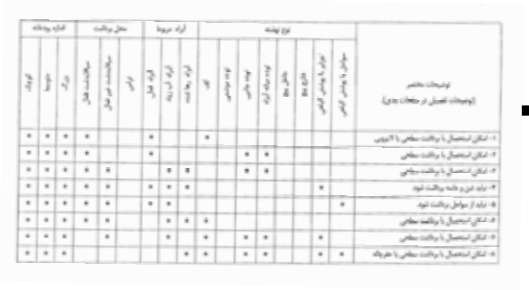
۲- آبراه رها شده (abandoned): آبراهی که قبلا فعال یا آبراه هنگام پر آبی بوده ولی در حال حاضر فقط در هنگام سیلاب‌های غیر معمول آب در آن جریان می‌یابد.

۳- سیلابدشت فعال: بخشی از سیلابدشت که غالبا سیل‌گیر است. این بخش از سیلابدشت شامل آبراه‌های دارای جریان، آبراه‌های هنگام پر آبی و پشته‌های رسوب مجاور می‌باشد. این ناحیه دارای پوشش گیاهی اندک یا فاقد آن می‌باشد.

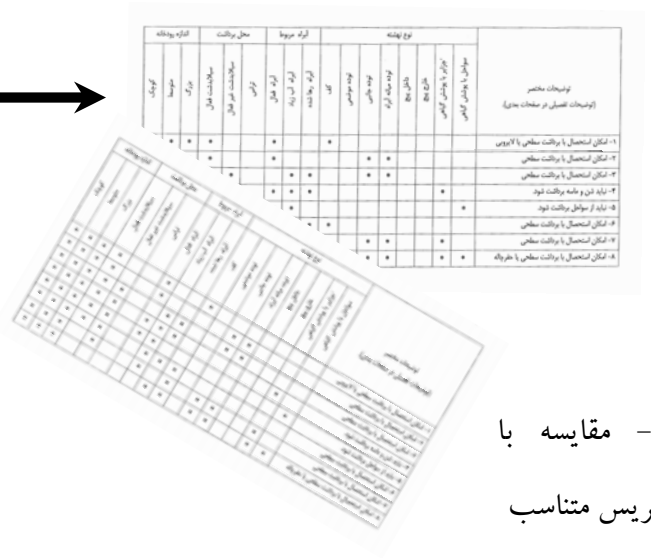
۴- سیلابدشت غیر فعال: بخشی از یک سیلابدشت که به ندرت سیل‌گیر است. این بخش می‌تواند شامل آبراه هنگام پر آبی و آبراه رها شده بوده و معمولا دارای پوشش گیاهی (کم تا خیلی زیاد) می‌باشد.



شکل ۱۱-۳- انواع رسوبگذاری

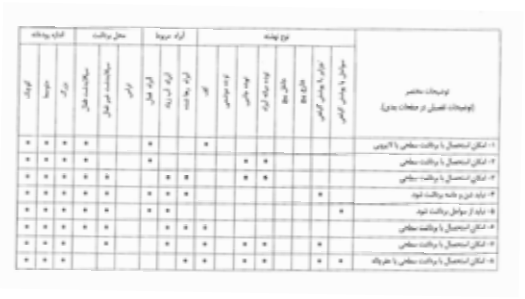


الف- آماده سازی فرم الگو



ب- مقایسه با ماتریس متناسب

ج- یافتن شماره توضیحات برای نوع نهشته مورد نظر



د- جستجو برای انطباق‌های بیشتر (اگر چندین نهشته بررسی شوند)

شکل ۱۱-۴- مثال در مورد چگونگی تطبیق فرم تکمیل شده برای تعیین در دسترس بودن مصالح

(جدولهای این شکل همان ماتریس ۱ در صفحه ۹۹ می‌باشد که در مقیاس کوچکتر نشان داده شده است)

ماتریس ۱- رودخانه‌های شریانی

توضیحات مختصر (توضیحات تفصیلی در صفحات بعدی).	نوع نهشته								آبراه مربوط			محل برداشت			اندازه رودخانه		
	سواحل با پوشش گیاهی	جزایر با پوشش گیاهی	خارج پیچ	داخل پیچ	توده میانه آبراه	توده جانبی	توده موضعی	کف	آبراه رها شده	آبراه آب زیاد	آبراه فعال	تراس	سیلابدشت غیر فعال	سیلابدشت فعال	بزرگ	متوسط	کوچک
۱- امکان استحصال با برداشت سطحی یا لایروبی								*			*			*	*	*	*
۲- امکان استحصال با برداشت سطحی					*	*					*			*	*	*	*
۳- امکان استحصال با برداشت سطحی					*	*			*	*			*	*	*	*	*
۴- نباید شن و ماسه برداشت شود.		*							*	*	*		*	*	*	*	*
۵- نباید از سواحل برداشت شود.	*									*	*		*	*	*	*	*
۶- امکان استحصال با برداشت سطحی								*	*	*			*	*	*	*	*
۷- امکان استحصال با برداشت سطحی		*			*	*		*		*			*		*	*	*
۸- امکان استحصال با برداشت سطحی یا حفرچاله	*	*			*	*		*	*						*	*	*

ماتریس ۲- رودخانه‌های با آبراه دو شاخه

توضیحات مختصر (توضیحات تفصیلی در صفحات بعدی).	نوع نهشته								آبراه مربوط			محل برداشت			اندازه رودخانه		
	سواحل با پوشش گیاهی	جزایر با پوشش گیاهی	خارج پیچ	داخل پیچ	توده میانه آبراه	توده جانبی	توده موضعی	کف	آبراه رها شده	آبراه آب زیاد	آبراه فعال	تراس	سیلابدشت غیر فعال	سیلابدشت فعال	بزرگ	متوسط	کوچک
۱- امکان استحصال با برداشت سطحی یا لایروبی								*			*			*	*	*	
۲- امکان استحصال با برداشت سطحی					*	*	*				*			*	*	*	
۳- امکان استحصال محدود با برداشت سطحی یا حفاری			*	*						*	*	*	*	*	*	*	
۴- نباید شن و ماسه برداشت شود.		*								*	*	*	*	*	*	*	*
۵- نباید از سواحل برداشت شود.	*									*	*	*	*	*	*	*	*
۶- امکان استحصال با برداشت سطحی					*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	
۷- نباید شن و ماسه برداشت شود.		*	*	*	*	*	*	*			*			*			*
۸- عموماً اجتناب شود. مصالح عمده وجود ندارد.			*	*	*	*	*	*		*		*	*	*			*
۹- امکان استحصال با برداشت سطحی یا حفاری	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*	*	*
۱۰- امکان استحصال با برداشت سطحی		*	*	*	*	*	*	*		*		*			*	*	

ماتریس ۳- رودخانه‌های پیچانرود، سینوسی و مستقیم

توضیحات مختصر (توضیحات تفصیلی در صفحات بعدی).	نوع نهشته								آبراه مربوط			محل برداشت			اندازه رودخانه		
	سواحل با پوشش گیاهی	جزایر با پوشش گیاهی	خارج پیچ	داخل پیچ	توده میانه آبراه	توده جانبی	توده موضعی	کف	آبراه رها شده	آبراه آب زیاد	آبراه فعال	تراس	سیلابدشت غیر فعال	سیلابدشت فعال	بزرگ	متوسط	کوچک
۱- امکان استحصال محدود با لایروبی								*			*			*	*	*	
۲- امکان استحصال با برداشت سطحی					*	*	*				*			*	*	*	
۳- امکان استحصال محدود			*	*						*	*	*	*	*	*	*	
۴- نباید شن و ماسه برداشت شود.		*								*	*	*	*	*	*	*	*
۵- نباید از سواحل برداشت شود.	*									*	*	*	*	*	*	*	*
۶- امکان استحصال با برداشت سطحی					*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	
۷- نباید شن و ماسه برداشت شود.			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*
۸- عموماً اجتناب شود. مصالح عمده وجود ندارد.	*		*	*	*	*	*	*	*				*				*
۹- امکان استحصال با برداشت سطحی یا حفاری	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*	*	*

شرح ماتریس رودخانه‌های شریانی

توضیح ۱: عموماً نباید کف یک آبراه فعال، دست‌خورده شود. اگر نهشته‌های کف، تنها منابع موجود هستند، برداشت شن و ماسه فقط باید تحت برنامه‌های کاری خیلی مشخص و محدود انجام گیرد.

- توصیه می‌شود که برداشت، به جای آبراه اصلی، از آبراه فرعی صورت گیرد. آن دسته از آبراه فرعی که تقریباً کمتر از یک سوم کل جریان را در هنگام عملیات برداشت عبور می‌دهند، انتخاب شوند. انتهای بالادست مسدود شده و استخراج، توسط عملیات برداشت سطحی صورت گیرد.
- اگر قرار است برداشت از آبراه اصلی صورت گیرد، لایروبی می‌تواند یک روش مناسب باشد.

توضیح ۲: شن و ماسه توسط برداشت سطحی نهشته‌های مصالح تا نزدیک جریان کم تابستانی (با تأمین مناطق حایل مناسب) یا بالاتر از تراز آب موجود در هنگام عملیات برداشت، قابل استحصال می‌باشد.

توضیح ۳: شن و ماسه توسط برداشت سطحی به‌صورتی که ترکیب آبراه به‌نحو عمده‌ای تغییر نیابد و احتمال بالایی برای انحراف آبراه از منطقه برداشت وجود نداشته باشد، قابل استحصال است.

توضیح ۴: در این رودخانه‌ها، جزایر با پوشش گیاهی، زیستگاه‌های منحصربفردی بوده که معمولاً باید از برنامه کاری حذف شوند. نهشته‌های نمایان باید قبل از نهشته‌های جزایر با پوشش گیاهی در نظر گرفته شوند. اگر نهشته‌های موجود در گزینه‌های قابل قبول کافی نبوده و جزایر با پوشش گیاهی در بازه مورد نظر فراوان هستند، می‌توان تا حدود ۱۰ الی ۲۰ درصد این زیستگاه‌ها را از تقریباً هر ۵ کیلومتر طول سیلابدشت برداشت کرد.

توضیح ۵: به‌علت تغییرات زیستی و هیدرولیکی، نباید سواحل با پوشش گیاهی آبراه‌های فعال و آبراه‌های با آب بالا را دست‌خورده کرد. این موارد باید از برنامه کاری حذف شوند.

توضیح ۶: شن و ماسه توسط برداشت سطحی در داخل آبراه قابل تأمین می‌باشد. ترکیب عمومی آبراه باید حفظ شود.

توضیح ۷: توصیه می‌شود که در این‌گونه رودخانه‌ها، نهشته‌های نمایان در سیلابدشت فعال به‌صورت سطحی برداشت شوند. اگر شن و ماسه کافی در نهشته‌های برتر موجود نباشد، می‌توان شن و ماسه را توسط برداشت سطحی از این‌گونه محل‌ها تأمین کرد، اما ترکیب عمومی آبراه باید حفظ شود.

توضیح ۸: توصیه می‌شود در این‌گونه رودخانه‌ها، نهشته‌های نمایان در سیلابدشت فعال به‌صورت سطحی برداشت شوند. اگر شن و ماسه کافی در نهشته‌های برتر موجود نباشد، می‌توان شن و ماسه را با روش‌های حفر چاله یا برداشت سطحی از این‌گونه محل‌ها تأمین کرد. معمولاً فقط در مواردی که بیش از ۵۰۰۰۰ متر مکعب مصالح مورد نیاز باشد، از روش حفر چاله استفاده خواهد شد.

شرح ماتریس رودخانه‌های دو شاخه

توضیح ۱: معمولاً نباید کف یک آبراه فعال، دست‌خورده شود. اگر نهشته‌های کف، تنها منابع موجود هستند، برداشت شن و ماسه با لایروبی باید فقط تحت برنامه‌های کاری مشخص و محدود انجام گیرد.

- توصیه می‌شود که به‌جای آبراه اصلی، برداشت از آبراه جانبی انجام گیرد. اگر در منطقه برداشت، آبراه جانبی وجود دارد که تقریباً کمتر از یک سوم کل جریان را در هنگام دوره برداشت مصالح عبور می‌دهد، می‌توان این آبراه را در انتهای بالادست مسدودکرده و استحصال مصالح توسط روش برداشت سطحی صورت گیرد.
- اگر آبراه‌هایی در این ابعاد موجود نبودند، می‌توان برداشت را توسط لایروبی از آبراه‌های جانبی یا اصلی انجام داد.

توضیح ۲: شن و ماسه توسط برداشت سطحی نهشته‌های مصالح تا نزدیک جریان کم تابستانی (با تأمین مناطق حایل مناسب) یا بالاتر از تراز آب موجود در هنگام عملیات برداشت، قابل استحصال می‌باشد.

توضیح ۳: امکان استحصال مصالح، منوط به تأمین مناطق حایل مناسب (برای محافظت در مقابل انحراف آبراه)، وجود دارد.

توضیح ۴: معمولاً در این رودخانه‌ها جزایر با پوشش گیاهی، زیستگاه‌های منحصربفردی بوده و اغلب تمامیت آبراه را کنترل می‌کنند. نهشته‌های نمایان باید قبل از نهشته‌های جزایر با پوشش گیاهی مد نظر قرار گیرند. اگر نهشته‌های موجود در گزینه‌های قابل قبول کافی نبوده و جزایر با پوشش گیاهی در بازه مورد نظر فراوان هستند، می‌توان تا حدود ۱۰ الی ۲۰ درصد این زیستگاه‌ها را از تقریباً هر ۵ کیلومتر طول سیلابدشت برداشت کرد.

توضیح ۵: به‌علت تغییرات زیستی و هیدرولیکی، نباید سواحل با پوشش گیاهی آبراه‌های فعال و آبراه‌های با آب بالا را دست‌خورده کرد. این موارد باید از برنامه کاری حذف شوند.

توضیح ۶: شن و ماسه با برداشت سطحی در آبراه با آب بالا قابل تأمین می‌باشد، اما باید احتیاط لازم برای اجتناب از انحراف آبراه صورت گیرد.

توضیح ۷: برداشت از داخل یا نزدیکی آبراه فعال رودخانه‌های کوچک دوشاخه توصیه نمی‌شود، زیرا در این محل‌ها، مقادیر عمده‌ای از مصالح قابل استحصال نمی‌باشد.

توضیح ۸: مقادیر عمده‌ای از مصالح در این نهشته‌ها وجود نداشته و باید از آنها اجتناب کرد. اگر فقط مقدار کمی (کمتر از ۱۰۰۰۰ متر مکعب) شن و ماسه مورد نیاز باشد، می‌توان این نهشته‌ها را برای برداشت سطحی، مد نظر قرار داد.

توضیح ۹: شن و ماسه توسط روش‌های حفر چاله یا برداشت سطحی قابل تأمین است. معمولاً این موارد باید برای برداشت مقادیر زیاد شن و ماسه که به مقدار کافی در نهشته‌های نمایان موجود نیستند، در نظر گرفته شوند. حفر چاله‌ها باید در مواردی که بیش از ۵۰۰۰۰ متر مکعب از مصالح مورد نیاز باشد، مد نظر قرار گیرد.

توضیح ۱۰: مقداری مصالح توسط برداشت سطحی قابل تأمین است، اما ترکیب عمومی آبراه باید حفظ شود.

شرح ماتریس رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی و مستقیم

توضیح ۱: معمولاً نباید کف یک آبراه فعال، دست‌خورده شود. اگر نهشته‌های کف، تنها منابع موجود هستند، برداشت شن و ماسه با لایروبی باید فقط تحت برنامه‌های کاری مشخص و محدود انجام گیرد.

توضیح ۲: شن و ماسه توسط برداشت سطحی نهشته‌های مصالح تا نزدیک جریان کم تابستانی (با تأمین مناطق حایل مناسب) یا بالاتر از تراز آب موجود در هنگام عملیات برداشت، قابل استحصال می‌باشد.

توضیح ۳: امکان استحصال مصالح منوط بر تأمین مناطق حایل مناسب (برای محافظت در مقابل انحراف آبراه) وجود دارد.

توضیح ۴: جزایر با پوشش گیاهی به‌ندرت در این رودخانه‌ها یافت شده و نباید دست‌خورده شوند. توصیه می‌شود که آنها از برنامه کاری حذف شوند.

توضیح ۵: به‌علت تغییرات زیستی و هیدرولیکی، نباید سواحل با پوشش گیاهی آبراه‌های فعال و آبراه‌های با آب بالا را دست‌خورده کرد. این موارد باید از برنامه کاری حذف شوند.

توضیح ۶: شن و ماسه با برداشت سطحی در آبراه با آب بالا قابل تأمین می‌باشد، اما باید احتیاط لازم برای اجتناب از انحراف آبراه صورت گیرد.

توضیح ۷: برداشت مصالح در آبراه‌های فعال یا آب بالای این رودخانه‌های کوچک توصیه نمی‌شود، زیرا مقدار عمده‌ای از مصالح در این محل‌ها قابل استحصال نمی‌باشد.

توضیح ۸: مقدار عمده‌ای از مصالح در این نهشته‌ها وجود نداشته و باید از آنها اجتناب کرد. اگر فقط مقدار کمی (کمتر از ۱۰۰۰۰ متر مکعب) شن و ماسه مورد نیاز باشد، می‌توان این نهشته‌ها را برای برداشت سطحی مد نظر قرار داد.

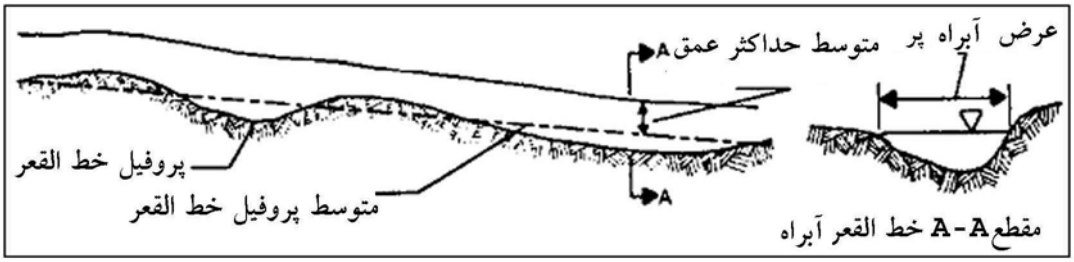
توضیح ۹: شن و ماسه توسط روش‌های حفر چاله یا برداشت سطحی قابل تأمین است. معمولاً این موارد باید برای برداشت مقادیر زیاد شن و ماسه که به مقدار کافی در نهشته‌های نمایان موجود نیستند، در نظر گرفته شوند. حفر چاله‌ها باید در مواردی که بیش از ۵۰۰۰۰ متر مکعب از مصالح مورد نیاز باشد، مد نظر قرار گیرد.

۱۱-۲-۲ دستورالعملهای ویژه

۱۱-۲-۲-۱ دستورالعملهای ویژه برای محل‌های برداشت سطحی

الف – توده‌های شنی مجاور آبراه‌های پر آبی و رها شده را می‌توان تا تراز معینی در لبه آبراه به‌صورت سطحی برداشت کرد. باید برداشت به شکلی انجام گیرد که به سمت آبراه، شیبدار باشد تا زهکشی مناسبی را تأمین نماید. برای محدود نگه‌داشتن جریان در هنگام دورهٔ جریان کم در داخل آبراه، یک مقدار متوسط برای عمق حداکثر در آبراه باید حفظ شود. متوسط عمق حداکثر در هر نقطه‌ای در طول آبراه، فاصله بین خط پروفیل متوسط خط‌القعر و تراز آبراه پر[1] در آن نقطه می‌باشد (شکل ۱۱–۵). مقادیر توصیه شده عمق حداکثر که باید درآبراه تأمین شود، برای سه طیف عرض آبراه پر در جدول ۱۱–۱ ارائه شده است. مقداری معادل نصف عمق توصیه شده را باید به‌عنوان عمق حداقل، که زیر آن احتمال وقوع تغییرات هیدرولیکی وجود دارد، در نظر گرفت.

1- Channel-full stage



شکل ۱۱-۵- نمایش متوسط حداکثر عمق و عرض آبراه پر

جدول ۱۱-۱- مقادیر مورد نیاز عمق حداکثر در آبراه

نوع رودخانه	عمق حداکثر پیشنهادی (متر)		
	عرض آبراه پر (متر)	آبراه پر آبی	آبراه رهاشده
رودخانه های شریانی	۵-۰	۰/۳	۰/۰۵
	۳۰-۵	۰/۵	۰/۱۵
	۳۰ و بیشتر	۰/۸	۰/۵
رودخانه‌های دوشاخه، پیچانرودی، سینوسی و مستقیم	۵-۰	۰/۴	۰/۱۵
	۳۰-۵	۰/۶	۰/۳
	۳۰ و بیشتر	۱	۰/۶

ب - توده‌های شنی مجاور آبراه‌های فعال را می‌توان تا یک تراز حداقل به صورت سطحی برداشت کرد. باید برداشت به شکلی انجام گیرد که به سمت آبراه، شیبدار باشد تا زهکشی مناسبی را تأمین کند. منظور از تأمین حداقل تراز، به حداقل رساندن تغییرات هیدرولیکی آبراه فعال در هنگام جریان‌های کم می‌باشد. ترازهای حداقل توصیه شده برای برداشت مصالح، توسط بالاترین مقدار سه تراز زیر کنترل می‌شود:

- تراز بالایی مناطق حایل جریان کم (رجوع شود به فصل آماده‌سازی منطقه برداشت).
- تراز مربوط به ۰/۱۵ متر بالای تراز متوسط سطح آبی که وقوع آن در هنگام عملیات برداشت مورد انتظار است.
- ترازی که متوسط عمق حداکثر معینی را در آبراه تأمین می‌کند (شکل ۱۱-۵). مقادیر توصیه شده عمق حداکثر که باید در آبراه تأمین شود، برای سه طیف عرض آبراه پر در جدول ۱۱-۲ ارائه شده است. مقداری معادل نصف عمق توصیه شده را باید به‌عنوان عمق حداقل که کمتر از آن احتمال تغییرات هیدرولیکی می‌رود، در نظر گرفت.

جدول ۱۱-۲- مقادیر مورد نیاز عمق حداکثر در آبراه

نوع رودخانه	عرض آبراه پر (متر)	عمق حداکثر پیشنهادی (متر)
رودخانه های شریانی	۵-۰	۰/۳
	۳۰-۵	۰/۵
	۳۰ و بیشتر	۱
رودخانه‌های دوشاخه، پیچانرودی، سینوسی و مستقیم	۵-۰	۰/۵
	۳۰-۵	۱
	۳۰ و بیشتر	۱/۳

ج – در برداشت سطحی از آبراه‌های پر آبی و رها شده باید مسیرآبراه دنبال شود. طراحی برداشت شن و ماسه به عوامل متعددی بستگی دارد که در زیر بیان شده‌اند:

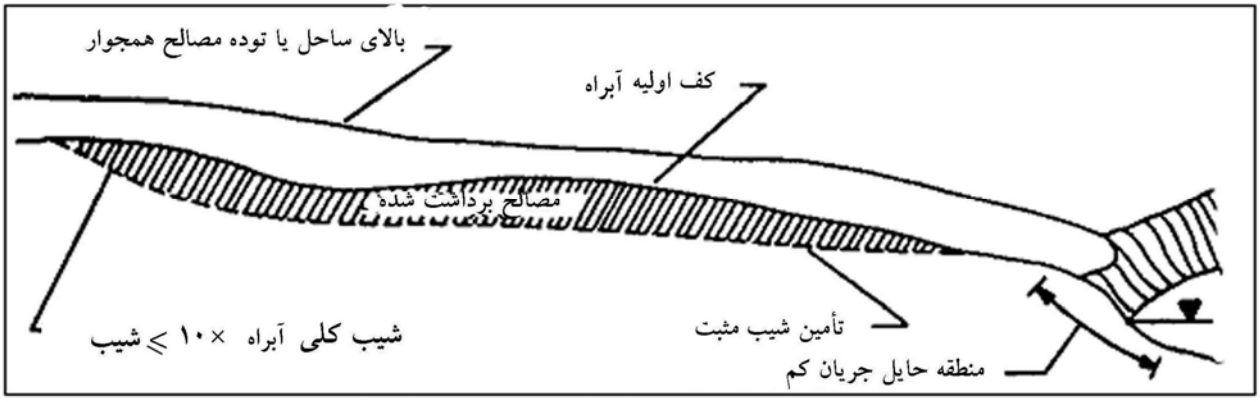
- شیب‌های جانبی باید برای شرایط جریان مورد انتظار در هنگام وقوع سیلابی با دوره بازگشت ۲ ساله پایدار باشند. این امر، پتانسیل جابه‌جایی سریع آبراه را کاهش می‌دهد.
- تا حد امکان، عرض بالای آبراه پر نباید افزایش یابد. اگر نیاز به برداشت مصالح اضافی که امکان تأمین آنها از آبراه‌های خشک دیگر یا توده‌های بدون پوشش گیاهی نیست، وجود داشته باشد، می‌توان آبراه در دست اقدام را تا عرض کمتر از عرض آبراه فعال (و ترجیحاً نصف عرض آبراه فعال، مخصوصاً در رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی و مستقیم) تعریض کرد.
- شیب طولی آبراه به سمت منطقه برداشت مصالح، نباید از ۱۰ برابر شیب متوسط آبراه تجاوز کند (شکل ۱۱-۶). این مورد، باعث به حداقل رساندن پتانسیل پایین‌افتادگی[1] شدید کف در بالادست می‌شود. انتهای پایین‌دست مقطع افزایش شیب، باید دارای فاصله کافی از نزدیک‌ترین آبراه فعال باشد تا پتانسیل انحراف آبراه را به حداقل برساند.
- شیب طولی آبراه به سمت خارج از منطقه برداشت مصالح در انتهای پایین‌دست، نباید معکوس باشد (افزایش رقوم کف در جهت پایین‌دست). شیب معکوس، باعث حوضچه‌سازی و پتانسیل به‌دام افتادن ماهیان می‌شود. تأمین یک شیب مثبت (کاهش رقوم کف در جهت پایین‌دست) برای امکان زهکشی آبراه در هنگام فروافتادن سیلاب، توصیه می‌شود. انتهای پایین‌دست محل دست‌خوردگی باید از نزدیک‌ترین آبراه فعال به میزان حداقل عرض منطقه حایل جریان کم برای آن آبراه، جدا شود (شکل ۱۱-۶).

1- Degradation

د – در برداشت سطحی در آبراه فعال جانبی که خاکریزی و تخلیه (از آب) شده است، باید مسیر آبراه را دنبال نموده و محدوده برداشت بین مناطق حایل جریان کم باقی بماند. طراحی برداشت شن و ماسه به سایر عوامل مربوط که در زیر آمده‌اند بستگی دارد:

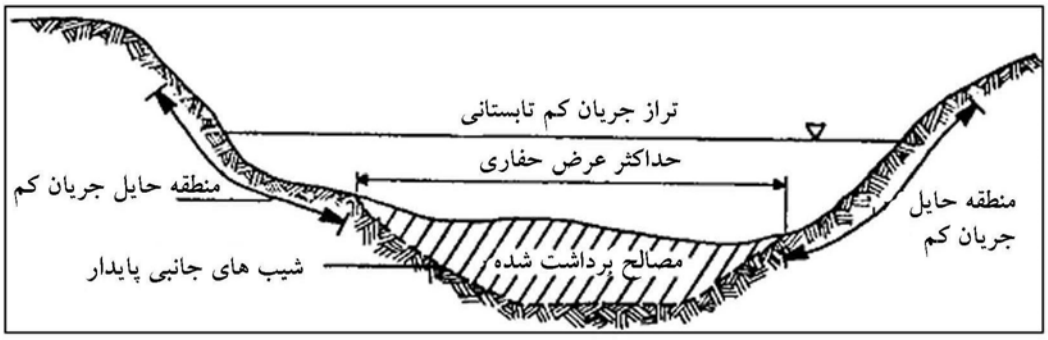
- شیب‌های جانبی باید برای شرایط جریان مورد انتظار در طی یک سیلاب با دوره بازگشت ۵ ساله پایدار باشد. این امر، پتانسیل تخریب شیب و خرابی‌های بعدی منطقه حایل جریان کم را به حداقل می‌رساند.
- عرض حفاری توسط حدود مناطق حایل جریان کم محدود می‌شود (شکل ۱۱-۷). عرض کف فقط توسط وسایل مورد استفاده محدود می‌گردد.
- شیب آبراه به سمت منطقه برداشت مصالح و به طرف خارج از آن، باید تحت کلیه شرایط جریان تا سیلاب ۵ ساله پایدار باشد. این موضوع، پتانسیل کف‌کنی را به حداقل می‌رساند.
- توالی حوضچه‌ها[1]– مناطق کم‌عمق[2] موجود باید در طی عملیات برداشت شن و ماسه حفظ گردد. اگر این مجموعه به‌هم بخورد، باید پس از عملیات، روند مشابهی اعاده شود.
- آبراه‌های فعالی که برای برداشت سطحی زمستانی برنامه‌ریزی شده‌اند، باید برای وجود آب جاری در منطقه برداشت و پایین‌دست آن مورد ارزیابی قرار گیرند. اگر آب وجود داشته باشد، نباید از منطقه برداشت نمود.

ه – برداشت مصالح از توده‌های شنی و کف آبراه‌های جریان بالا و رها شده، باید به‌ترتیب براساس راهنمایی‌های ارائه شده در فصل۱۱ انجام گیرد (اگر مقدار کافی شن و ماسه از فقط یکی از این منابع در دسترس نباشد).



شکل ۱۱-۶- شکل شماتیک پروفیل طولی آبراه جریان زیاد یا آبراه رها شده، که نشان‌دهنده شیب کف آبراه پیشنهادی حاصله از برداشت سطحی از کف آبراه می‌باشد.

1- Pools
2- Riffles



شکل ۱۱-۷- شکل شماتیک مقطع آبراه جانبی فعال برای تعیین محدودیت‌های حفاری

- اگر هنوز مقادیر کافی شن و ماسه وجود نداشته و آبراه‌ها فراوان نباشند، یا اگر آبراه‌های جریان بالا یا رها شده در دسترس نباشد، ممکن است به شکل‌دهی آبراه‌های معینی با توجه به راهنمایی‌های فصل ۱۱ نیاز باشد. آبراه‌های جریان بالای تشکیل شده در ضمن عملیات برداشت شن و ماسه، باید مسیری مشابه با آبراه‌های جریان بالای طبیعی یا آبراه(های) فعال رودخانه داشته باشند.

۱۱-۲-۲-۲ دستورالعملهای ویژه برای محل‌های حفر چاله

پروفیل و پلان منطقه کاری باید به منظور تأمین موارد زیر برداشت شود:

الف – حداقل مساحت ۲ هکتار.

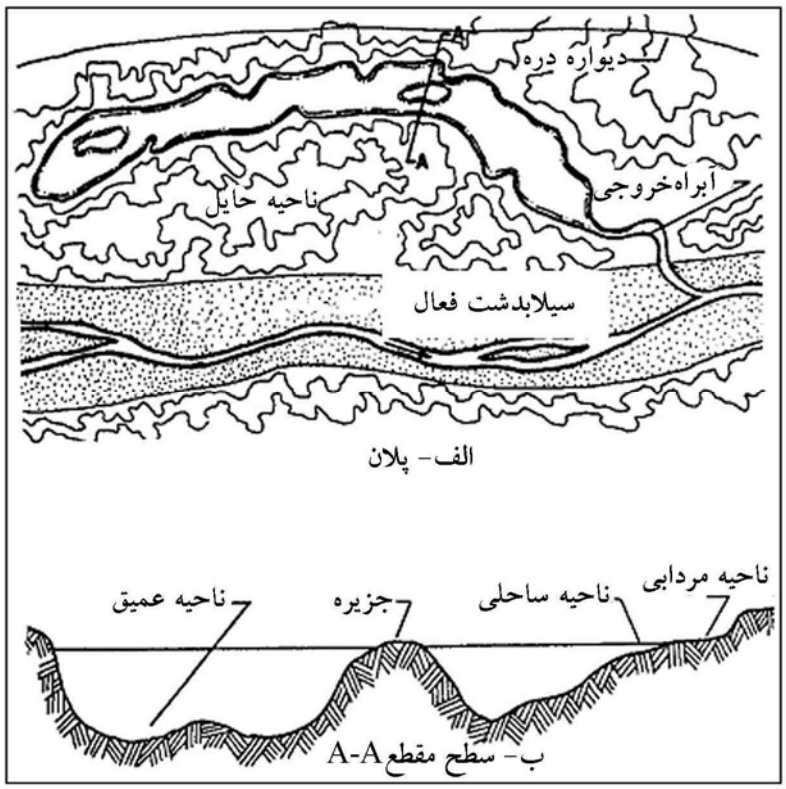
چاله‌های سیلاب گرفته کوچک‌تر از این اندازه، معمولاً به‌صورت زیاد توسط مرغان آبزی استفاده می‌شوند. اگر چاله‌ها به رودخانه متصل هستند، عمق متوسطی معادل ۲/۵ متر (یا بیشتر) باید برای حفظ بقای زمستانی ماهیان فراهم شود.

ب – ترجیحاً یک شکل نسبتاً طولانی و باریک که در جهت طولی در سیلابدشت قرار گرفته و با جزایر و شبه جزایر پلان نامنظمی را فراهم آورد (شکل‌های ۱۱-۸- الف و ۱۱-۸- ب)، زیرا:

- جزایر و شبه جزایر کم‌ارتفاع، خطوط ساحلی و زیستگاه‌های آبزیان متنوع‌تری را فراهم می‌آورد.
- اگر رودخانه به داخل چاله منحرف شود، مسیری برای دنبال کردن داشته و شکل یک آبراه را سریع‌تر توسعه می‌دهد.

ج – یک آبراه خروجی به‌عنوان مسیری با مقاومت پایین، برای مواقعی که چاله را سیلاب گرفته است (تا فرسایش زیستگاه‌های خاکی دست‌نخورده را کاهش دهد). در ضمن آبراه خروجی مسیری برای فرار ماهیانی که در هنگام جریان‌های بالا به‌دام افتاده‌اند را فراهم می‌آورد.

- آبراه‌های خروجی باید به اندازه کافی عمیق باشند تا عبور ماهیان در هنگام شرایط جریان کم را ممکن ساخته و تا حد امکان باریک باشند.
- همه آبراه‌های خروجی باید در انتهای پایین‌دست چاله واقع شوند تا از فرسایش (کف کنی) آبراه جریان و چاله جلوگیری شود.



شکل ۱۱-۸- مثالی از شکل و پروفیل عمقی مطلوب برای چاله مصالح در تراس سیلابدشت و متصل به آبراه فعال

- آبراه‌های خروجی باید به یک ناحیه غیر رسوبگذار یک آبراه فعال متصل بوده و به سمت پایین‌دست متمایل شوند.
- آبراه‌های خروجی نباید دارای مسیر مستقیم باشند.
- آبراه‌های خروجی باید در انتهای محل خاتمه کار در منطقه احداث شوند تا رسوبگذاری[1] رودخانه حداقل گردد.

د - تنوع عمق‌های جریان و شیب ساحل

- حداقل ۳۰ تا ۵۰ درصد خط ساحلی باید دارای شیب تدریجی باشد تا نواحی لازم برای گیاهان آبزی، تغذیه پرندگان ساحلی و مرغان آبزی را فراهم آورد (شکل ۱۱-۸- ب). شیب تدریجی این نواحی باید امکان تبدیل طبیعی توده پوشش گیاهی را فراهم آورده و جلگه‌های گلی یا پتانسیل برای توسعه زیستگاه‌های مردابی آینده را ایجاد نماید.
- خط ساحلی باقی‌مانده باید دارای شیب تیزتر باشد تا زیستگاه‌های مفیدتر برای سایر گروه‌ها مانند مرغابی، غاز و ماهیان بالغ را فراهم آورد.
- همان‌طور که در بالا گفته شد، در صورت وجود یک آبراه خروجی یا یک چاله غیر متصل پیش‌بینی شده برای ماهیان، باید یک عمق متوسط ۲/۵ متر یا بیشتر مرکب از نواحی ساحلی و نواحی عمیق فراهم گردد. به‌عنوان مثال، ۲۵٪ از

1- Siltation

مساحت شامل ناحیه ساحلی با عمق متوسط ۰/۵ متر و ۷۵٪ مساحت نواحی عمیق با عمق متوسط ۳/۲ متر، یک عمق متوسط کلی ۲/۵ متر را نتیجه می‌دهد.

- در یک چاله غیر متصل به آبراه فعال و غیر برنامه‌ریزی شده برای ماهیان، شکل و عمق مشابه مناسب است، اما نیازی به عمق متوسط ۲/۵ متر نمی‌باشد. این چاله‌ها باید با مناطق حایل کافی از سیلاب محافظت شوند تا امکان به‌دام افتادن ماهیان به حداقل برسد. در این حالت، هدف اصلی، ایجاد زیستگاه‌های پرندگان ساحلی و مرغان آبی است.
- اگر انتخاب بین برداشت مصالح از عمق کم روی یک سطح وسیع یا برداشت از ناحیه عمیق با سطح محدود مطرح باشد، انتخاب باید براساس افزایش عمق (مشروط بر رعایت سایر ضوابط)، قبل از افزایش سطح باشد. این امر، دست‌خوردگی نواحی کرانه‌ای را به حداقل رسانده و احتمال مرگ و میر زمستانی ماهیان را کاهش می‌دهد.

۱۱-۲-۲-۳ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های لایروبی

الف – آبراه‌های فعال در نظر گرفته شده برای لایروبی زمستانی، باید برای وجود آب جاری در محل برداشت و پایین‌دست آن مورد ارزیابی قرار گیرند. اگر آب یافت شود، نباید برداشت از منطقه انجام گیرد.

ب – عمق حفاری از یک آبراه فعال، باید به میزان تفاوت عرض جریان کم تابستانی آبراه و مناطق حایل جریان کم محدود شود. شیب‌های جانبی باید به گونه‌ای طراحی شوند که در هنگام جریان سیلاب ۵ ساله پایدار بمانند.

ج – طول حفاری در حوضچه‌های یک آبراه اصلی فعال نباید از طول حوضچه تجاوز کند. اگر قرار است برداشت از محل کم‌عمق انجام گیرد، طول حفاری نباید از طول متوسط حوضچه‌های واقع در ۵ کیلومتری بالادست و پایین‌دست منطقه برداشت تجاوز کند.

د – شیب‌های کف در انتهای بالادست و پایین‌دست حفاری‌های آبراه فعال، باید طوری طراحی شوند که در هنگام سیلاب ۵ ساله پایدار بمانند تا پتانسیل کف‌کنی به حداقل برسد.

اندازه رودخانه			محل برداشت			آبراه مربوط			نوع نهشته							
کوچک	متوسط	بزرگ	سیلابدشت فعال	سیلابدشت غیر فعال	تراس	آبراه فعال	آبراه آب زیاد	آبراه رها شده	کف	توده موضعی	توده جانبی	توده میانه آبراه	داخل پیچ	خارج پیچ	جزایر با پوشش گیاهی	سواحل با پوشش گیاهی

شکل ۱۱-۹- ماتریس خالی (الگو)

۱۲- خاتمه کار در منطقه برداشت

۱-۱۲ کلیات

بعد از خاتمه برداشت[1]، باید منطقه مصالح، احیاء (بازسازی) شده و تا حد ممکن به شرایط قبل از حفاری برگردانده شود. اصلاح، احیاء و ترمیم باید به‌عنوان بخش لاینفکی از مدیریت پروژه‌های استخراج شن و ماسه به‌شمار آید. اصلاح و بهبود باید توام و همزمان با فعالیت‌های استخراج شن و ماسه انجام گیرد. بر اساس قوانین و مقرارت سیاست زیست‌محیطی ملی امریکا[2]، اصلاح و بهبود[3]، موارد زیر را دربر می‌گیرد:

- اجتناب از پیامدها یا نابودی مستقیم و غیرمستقیم،
- به حداقل رساندن دامنه یا ابعاد اقدامات،
- ترمیم[4]، بازسازی[5] یا احیای[6] یکپارچگی و کارکرد،
- کاهش یا از بین بردن پیامدها به‌وسیله حفظ و نگه‌داری، و
- جبران به‌وسیله جابه‌جایی یا جایگزینی منبع یا محیط زیست.

بنابراین احیاء باید بخشی از اصلاح باشد و بر اساس تعاریف قبلی، هدف احیاء باید تجدید یکپارچگی جامعه حیاتی زیست بوم رودخانه‌ای باشد نه ترمیم اجزای صدمه‌دیده.

برای اطلاع از مفاهیم کلی احیای رودخانه، می‌توان به کارهای گور[7] مراجعه کرد [۱۵]. کاسکی[8] خاطر نشان می‌سازد که احیای زیستگاه رودخانه، همان‌طور که در مورد ماهیان مهاجر به‌کار گرفته شده است، بر اساس این فرض قرار دارد که زمانی که عوامل محدود کننده زیست‌محیطی تولید ماهی کاهش یابند تولید باید افزایش یابد [۱۵].

در گذشته، احیای زمین‌های تحت برداشت شن و ماسه اهمیت چندانی از نظر زیست‌محیطی نزد عموم نداشت، اما اکنون فواید این کار به‌طور وسیع و چشمگیری مد نظر می‌باشد. حتی انجام این کار از نظر اقتصادی نیز می‌تواند برای مجریان آن سود فراوان داشته باشد. چه بسا در موارد بسیاری، منفعت زیادی در پی احیای زمین، با توجه به استقبال عمومی، نصیب مجریان شده است.

زمین‌های تحت استخراج شن و ماسه پس از احیاء و بازسازی می‌توانند برای اهداف متفاوت و مختلفی مانند کشاورزی، جنگلداری، حیات وحش، پرورش ماهی، فضاهای عمومی و بالاخره مناطق مسکونی و ساختمانی مورد استفاده قرار گیرند. از طرف دیگر، اصلاح نکردن زمین‌های حفاری شده می‌تواند مشکلات عمده‌ای برای زندگی عمومی به‌وجود آورد که از آن‌جمله می‌توان به خطر ریزش دیوارهای قائم چاله‌های عمیق اشاره نمود.

1- Closure
2- NEPA
3- Mitigation
4- Repair
5- Rehabilitation
6- Restoration
7- Gore
8- Koski

همچنین فرسایش زمین و آلودگی‌های احتمالی در پایین‌دست آبراهه‌ها می‌توانند از دیگر مشکلات باشند. پدید آمدن چنین مشکلاتی در نزدیکی مناطق مسکونی، ممکن است سبب به‌وجود آمدن اختلالاتی در زندگی مردم شود که بهترین راه برای مقابله با این مشکلات، احیاء و بازسازی زمین‌های مورد نظر می‌باشد.

۱۲-۲ احیاء و بازسازی زمین

صنعت تولید شن و ماسه نیز مانند بسیاری از صنایع دیگر، مشکلات خاص خود را دارد. در گذشته، مناطق مورد استفاده در این صنعت بدون استفاده و کاربرد رها می‌شده، اما امروزه بشر خواستار احیاء و بازسازی زمین‌های مورد استفاده در عملیات برداشت شن و ماسه می‌باشد.

اقدامات بازسازی و پایدارسازی زمین شامل پایدارسازی شیب‌ها، بذرپاشی و گلکاری و کنترل فرسایش است که قبل از شروع عملیات باید مد نظر قرار گیرند.

۱۲-۲-۱ *توصیه‌های عمومی برای احیاء و اصلاح*

الف- کاربری نهایی

منظور از «کاربری نهایی» استفاده‌ای است که در پایان عملیات برداشت مصالح از منطقه برداشت می‌شود. برخی از حفره‌ها و گودال‌های برداشت مصالح را می‌توان با استفاده از مدیریت صحیح برای مقاصدی مانند استفاده حیات وحش یا افزایش فضای سبز به‌کار برد.

در چنین مواردی، کاربری نهایی از ابتدای عملیات مشخص و معین است. طرح برداشت، دربرگیرنده مدیریت پس از برداشت مصالح برای تحقق و دستیابی به کاربری نهایی و همچنین معین کننده شخص مسئول برای هدایت و رهبری عملیات آن می‌باشد.

البته برای بیشتر گودال‌ها و حفره‌های برداشت شن و ماسه کاربری نهایی خاصی در نظر گرفته نمی‌شود. هدف از احیاء و اصلاح برای این موارد، نگه‌داری محل در یک حالت ایمن، پایدار و غیرآلوده است که امکان استفاده ارزشمند آن در آینده وجود داشته باشد. اصلاح نهایی شامل عملیاتی مانند پایدارسازی شیب‌ها، چمن‌کاری و گلکاری مجدد محیط و پاکسازی منطقه می‌باشد. در این بخش، توصیه‌هایی برای فعالیت‌هایی مانند تمیزکاری، کندن، شیب‌بندی و ایجاد پوشش گیاهی در گودال‌هایی که کاربری نهایی خاصی برای آنها در نظر گرفته نشده ارائه می‌شود. یک طرح احیاء و اصلاح می‌تواند شامل این اقدامات باشد:

- حذف و از بین بردن گیاهان و پوشش منطقه،
- برداشت و انبار خاک‌های سطحی،
- مشخص کردن سینه کار در گودال و هدایت فعالیت‌ها به سمت آن تا زمان تخلیه،
- شیب‌بندی نهایی روی گودال و سایر شیب‌ها به مقدار ۳:۱،
- استفاده مجدد از خاک‌های سطحی،

- بذرپاشی و دانه‌پاشی برای جلوگیری از فرسایش سطح خاک، و
- فراهم آوردن امکان رویش طبیعی گیاهان و درختان منطقه.

ب- پاکسازی

برای شروع کار و ایجاد یک محل برداشت مصالح، معمولاً به از بین بردن پوشش گیاهی موجود در منطقه نیاز می‌باشد.

درختان، بوته‌ها و سایر اجسام به‌دست آمده از این پاکسازی، باید در محیط مناسبی که با عملیات برداشت تداخلی ایجاد نکنند به‌طور موقت ذخیره شوند. ممکن است حتی قسمتی از این مصالح که قابل استفاده نیستند، برای همیشه به‌وسیله راه‌هایی مانند سوزاندن از بین بروند.

همچنین می‌توان نخاله‌های چوبی را در ساختن بهتر حوضچه‌های ماهی یا ایجاد بوته‌زارهای انبوه برای به‌وجود آوردن دگرگونی و همچنین استفاده حیات وحش به‌کار گرفت. می‌توان از این بوته‌زارها به‌عنوان حدود دسترسی نیز استفاده کرد.

در مناطق جنگلی ممکن است در محل منبع مصالح، چوب‌های دارای ارزش تجاری روییده باشد. اگر برای ادامه کار، مجبور به برداشت این درختان هستیم، باید در برداشت و حفظ و نگه‌داری آنها مدیریت صحیح صورت گیرد.

ج- برداشت خاک‌های سطحی

کندن و برداشت مصالحی که روی شن و ماسه قرار گرفته‌اند، معمولاً پس از برداشت پوشش گیاهی از روی زمین صورت می‌پذیرد.

در بعضی موارد، منبع شن و ماسه ممکن است در سطح زمین قرار داشته باشد، اما در اغلب اوقات می‌توان سه لایه مجزا روی شن و ماسه تشخیص داد که عبارتند از: لایه سطحی، زیر لایه سطحی و خاک‌های متراکم (تحت بار زیاد). ضخامت و کیفیت این لایه‌ها در محل‌های مختلف ممکن است متغیر باشد. این مصالح باید در محلی ذخیره شوند که با عملیات برداشت در آینده تداخلی نداشته باشد.

لایه سطحی شامل خاک‌های تیره‌ای است که در سطح زمین قرار دارند. رنگ تیره این خاک به‌خاطر وجود مواد آلی تجزیه شده از باقی‌مانده گیاهان می‌باشد. مواد آلی موجود در خاک به‌عنوان یک منبع تغذیه برای پرورش و رشد گیاهان ضروری می‌باشند.

خاک زیر لایه سطحی، یک لایه قهوه‌ای رنگ است که زیر لایه سطحی قرار دارد و میزان مواد آلی موجود در آن کمتر می‌باشد. در خاک‌های ماسه‌ای، تشخیص این لایه‌ها از یکدیگر مشکل خواهد بود. در عمل، معمولاً خاک این لایه، همراه لایه سطحی یا لایه خاک متراکم، ذخیره و انباشت می‌شود.

لایه خاک متراکم شامل مصالح باقی‌مانده تا روی شن و ماسه می‌شود که به‌طور کلی حاوی مواد آلی نبوده و باید آنرا جدا از خاک‌های سطحی ذخیره کرد. از این مصالح می‌توان برای ساختن تپه‌ها و پوشاندن آنها با خاک‌های سطحی و پوشش گیاهی استفاده کرد که برای کنترل دسترسی به محل و همچنین چشم‌انداز مناسب، مطلوب می‌باشد.

ذخیره خاک‌های سطحی در عملیات احیاء و اصلاح منطقه، نقش مهمی دارد. برداشت این لایه باید با دقت کافی صورت گیرد. نخاله‌ها و همچنین سنگریزه‌های درشت نباید با این خاک‌ها مخلوط شوند. اگر ذخیره این خاک‌ها برای مدت طولانی صورت می‌گیرد، سطح آنها را می‌توان بذرپاشی کرد تا از فرسایش و همچنین از بین رفتن کیفیت خاک جلوگیری شود.

د- شیب‌بندی

- منطقه برداشت باید بلافاصله پس از خاتمه عملیات، شیب‌بندی و ترازبندی شود. در مواردی که منطقه برداشت متشکل از دو قسمت (یا بیشتر) باشد، باید هر یک از آنها پس از خاتمه، شیب‌بندی و ترازبندی شوند. هر نوع بذر پاشی و کودپاشی باید در بهار یا تابستان انجام شود.
- منطقه کاری باید طوری شکل داده شده و ترازبندی شود، که ایجاد حوضچه را به حداقل رسانده و با ریخت و توپوگرافی اطراف آمیخته شود.
- همه شیب‌های خاک‌برداری[1] که در هنگام برداشت شن و ماسه یا احداث جاده‌های دسترسی به‌وجود آمده‌اند، باید پایدار شوند تا از فرسایش‌های ناشی از باد یا سیلاب جلوگیری شود.

زمین ناهموار و دارای شیب تند در گودال برداشت ماسه، می‌تواند مواردی مانند افزایش فرسایش و جلوگیری از ایجاد پوشش گیاهی را مطرح نماید. به‌طورکلی، شیب نهایی در گودال‌های برداشت ماسه نباید از مقدار ۱: ۲/۵ بیشتر باشد (۲/۵ واحد افقی در برابر ۱ واحد عمودی). شیب ۱ : ۲/۵ میزان حدی برای کارکرد ماشین‌آلات سنگین است. شیب‌های هموارتر ۳:۱ تا ۱۰:۱ نیز برای درختکاری و سایر کارهای کشاورزی توصیه شده‌اند.

هـ- اصلاح موقتی زمین

زمانی که قصد توقف عملیات برداشت مصالح برای مدتی بیش از ۶ ماه وجود دارد، اصلاح موقت زمین برای کاهش پتانسیل فرسایش و ایجاد وضعیت پایدار ضروری است. اصلاح موقت زمین شامل عملیاتی مانند شیب‌بندی مناسب و گیاه‌کاری، خصوصاً در مناطق تحت فرسایش می‌باشد.

نصب و به‌کارگیری تابلوها و همچنین دروازه‌های دسترسی برای کنترل منطقه برداشت، تا قبل از شروع مجدد عملیات برداشت نیز، می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

و- سایر موارد

- جاده‌های دسترسی، آبگذرها و پل‌ها باید برچیده شده (مگر آنکه به‌شکل دیگری تصویب شده باشد)، و

منطقه به‌حال اول برگردانده شود. خاکریزهای[2] احداث شده در سواحل شکافته شده نیز باید برداشته شده و سواحل (در صورت صدمه دیدن) پایدار شوند تا فرسایش‌های بعدی حداقل گردند.

- همه آشغال‌های مصنوعی باید از محل دور شوند.

1- Cut slope
2- Fill ramps

- آب‌های سطحی تمیز حوضچه‌های ته‌نشینی به‌وسیله پمپاژ یا پایین آوردن خاکریز تخلیه شوند. در مورد لای می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

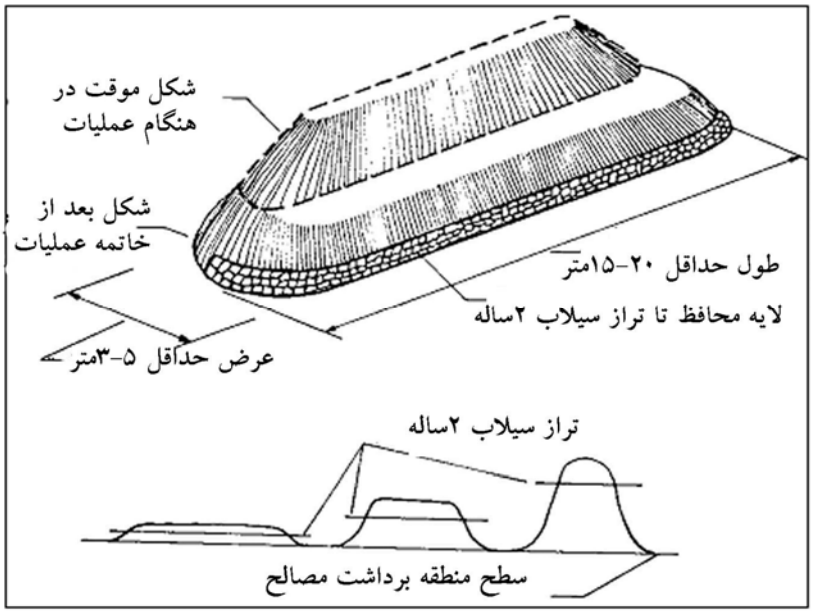
- آنها را در محل سیلابدشت‌های غیر فعال یا تراس رها کرد. سازه‌های حفاظتی را باید تا تراز مربوط به تراز لای باقی‌مانده (نگه‌داشته شده) پایین آورد.
- آنها را همراه با سایر آشغال‌های اضافی[1] یا لاشه‌های گیاهی[2] پخش یا انباشته کرد.
- آنها را برای تخلیه، از محل‌های سیلابدشت‌های فعال به محل‌های معین‌شده منتقل نمود.

- به‌طور کلی، در محل‌هایی که قبلاً در آنجا پوشش گیاهی ایجاد شده و شامل نواحی سیلاب نگرفته بعد از عملیات در منطقه برداشت هستند، احیاء باید بازسازی طبیعی پوشش گیاهی و بازیافت منطقه برداشت را تسهیل کند. هنگامی که مواد زائد حیوانی و زوائد گیاهی و آشغال‌ها وجود داشته باشند، تجدید طبیعی پوشش گیاهی بر بذر پاشی مصنوعی و کود پاشی ترجیح داده می‌شود. محل نهایی مواد زائد حیوانی و زوائد گیاهی و آشغال‌ها باید با توجه به راهنمایی‌های زیر تعیین شود.

الف – سیلابدشت‌های فعال

- در رودخانه‌های شریانی، بعید است که مواد زائد حیوانی و گیاهی و آشغال وجود داشته باشد. اما در صورت موجود بودن، نباید آنها را در داخل سیلابدشت فعال انباشته کرد.
- در رودخانه‌های پیچانرودی، سینوسی، دوشاخه و مستقیم، می‌توان این مواد را در سیلابدشت فعال انباشته کرد. طراحی و محل این توده‌ها باید شامل موارد زیر باشد (شکل ۱۲–۱):
- باید آنها را دور از آبراه‌های فعال و در نواحی که در معرض حداقل فرسایش هیدرولیکی باشند، قرار داد.
- باید طولانی و باریک باشند (در حدود ۱۵–۲۰ متر طول و ۳–۵ متر عرض).
- موازی جریان، جهت‌دهی شده باشند.
- تراز بالای آنها در حدود ۱ متر بالاتر از سیلاب با دوره بازگشت ۲ ساله باشد.
- برای جلوگیری از فرسایش، طرف فعال آنها تسلیح شود.
- مشروط بر فراهم شدن شرایط بالا، به‌صورتی انباشته گردند که مساحت حداکثر شود.
- اگر مواد کافی موجود باشد، مطلوب آن است که چندین توده که در منطقه برداشت توزیع شده ایجاد گردند. اگر برای فراهم شدن شرایط گفته شده، مواد کافی موجود نباشد، نباید آنرا داخل سیلابدشت فعال انباشته کرد. اگر فضای کافی در داخل ناحیه برداشت و دور از آبراه فعال وجود نداشته باشد، این مواد را می‌توان یا در احیای منطقه برداشت مصالح همجوار مورد استفاده قرار داد یا در نواحی مرتفع مجاز تخلیه نمود.
- نباید در سیلابدشت‌های فعال، بذرپاشی مصنوعی یا کودپاشی انجام گیرد.

1- Overburden
2- Vegetative slash



شکل ۱۲-۱- شکل نمونه از مشخصات مطلوب برای حالت دائمی توده‌های مصالح اضافی (نسبت به سیلاب ۲ ساله)

ب – سیلابدشت‌های غیر فعال یا تراس‌ها

در این مناطق، از کلیه انواع رودخانه‌ها، این مواد را می‌توان یا انباشته نمود یا روی سطح زمین پخش کرد (با توجه به توضیحات زیر):

- در مناطق برداشت تشکیل شده از فقط سیلابدشت‌های غیر فعال که به‌صورت سالانه در معرض سیلاب قرار می‌گیرند، بهتر است به‌جای پخش کردن مواد، آنها را انباشته نمود تا انتقال به پایین‌دست کاهش یابد. در صورت انباشته کردن، باید راهنمایی‌های گفته شده در بالا رعایت گردند.
- در مناطق برداشت شامل تراس‌ها و سیلابدشت‌های غیر فعال که به‌صورت سالانه در معرض سیلاب قرار ندارند، باید این مواد را در سراسر این نواحی از محل برداشت پخش کرد. به‌طورکلی، باید این مواد را با ضخامت حدود ۱۰ سانتی‌متر و در حداکثر سطح ممکن پخش کرد.
- اگر این مواد برای استفاده در احیای منطقه تراس‌ها و سیلابدشت‌های غیر فعال مناسب نباشد، می‌توان از بذر پاشی مصنوعی و کودپاشی استفاده کرد.

۱۲-۲-۲ راهنمایی‌های ویژه

۱۲-۲-۲-۱ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های برداشت سطحی

- پخش شن درشت یا سنگدانه روی سطح زمین برای سپرگذاری و ایجاد ناحیه حایل.
- در صورت انحراف جریان، تصحیح و هدایت سریع آن به مسیر طبیعی.
- در محل‌های برداشت آبراه جانبی که برای شرایط خشک خاکریز احداث شده است، خاکریز پایین‌دست برداشته شود و ارتفاع خاکریز بالادست متناسب با سیلاب ۲۵ ساله ایجاد گردد. این امر، از شستشوی مقادیر عمده مصالح از منطقه برداشت به رودخانه در شرایط جریان کم جلوگیری می‌کند.

۱۲-۲-۲-۲ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های برداشت سطحی از طریق حفر گودال

- اقدام در مورد خاک‌های انباشت سطحی و همچنین گیاه‌کاری شده باید دارای مشخصات زیر باشد:
  - می‌توان آنها را هم به‌صورت انباشته و هم پخش‌شده در مناطقی که سیلاب ندارد و همچنین در جزایر و خطوط ساحلی آرایش داد.
  - اگر مصالح به اندازه کافی موجود باشد، می‌توان از آنها برای ایجاد پوشش و همچنین تغذیه گیاهی استفاده کرد.
  - برای تسلیح مجدد[1] و سریع‌تر سطح، شن‌های درشت یا قلوه‌سنگ‌ها (در صورت موجود بودن) روی سطح ناحیه برداشت توزیع شوند.
- خطوط ساحلی شیبدار و خطوط تراز و همچنین توده‌های انباشته در مناطق غیر سیلابی را می‌توان برای ایجاد شکل متناسب و آمیخته با ویژگی‌های محیط اطراف به‌کاربرد.
- خاک‌های اضافی برداشت‌شده را می‌توان برای شکل دادن جزایر یا تغییر عمق آب موجود در گودال‌ها به‌کاربرد.
- برای دسترسی آسان به حفره‌ها و گودال‌ها، عملیات باید طبق طرح مشخص شده، صورت گیرد.
- آبراه خروجی، در صورتی که در نقشه عملیات در نظر گرفته شده باشد، باید در فاز نهایی کار اجرا شود.
- اگر مناطق حایل جریان کم دست‌خورده شده باشند، باید آنها را به ارتفاع و مشخصات طبیعی خود برگرداند.

۱۲-۲-۲-۳ راهنمایی‌های ویژه برای محل‌های برداشت مصالح با روش لایروبی

اگر مناطق حایل جریان کم دست‌خورده شده باشند، باید آنها را به مشخصات و ارتفاع طبیعی خود برگرداند.

۱۲-۲-۲-۴ سامانه‌های رودخانه‌ای

- رودخانه‌های خشک موقتی، معمولاً دارای شیب ملایم هستند. گیاه‌کاری یکی از روش‌های مؤثر کنترل در آنهاست. پایدارسازی خاکریزها باید به‌وسیله گونه‌های گیاهی مناسب و مطابق با شرایط محیط صورت پذیرد.

1- Rearmouring

- رودخانه‌های شریانی قابلیت مناسبی برای اجرای طرح‌های اصلاح و بازسازی دارند، زیرا دارای خصوصیت دینامیک بوده و جابه‌جایی آبراه در سیلابدشت متناوباً صورت می‌پذیرد.

۱۲-۲-۳ طرح اصلاح پیشنهادی

طرح اصلاح پیشنهادی برای یک پروژه برداشت مصالح، توصیف کننده چگونگی استفاده نهایی از محل برداشت است. این استفاده نهایی از محیط می‌تواند تنوع زیادی داشته و از پایدارسازی شیب‌ها گرفته تا فراهم آوردن محل زندگی حیات وحش یا گسترش محل سکونت را شامل شود. به‌طور کلی، فعالیت‌های صورت گرفته در عملیات برداشت مصالح مانند تمیزکاری محل، هرزه‌برداری، خاکبرداری، انباشت سازی و ساخت و ساز آرایش مصالح را می‌توان در راستای اصلاح و بازسازی زمین به‌شمار آورد. طرح پیشنهادی برای اصلاح باید تمام جزییات را شامل شود. برای پروژه‌های کوتاه‌مدت که به بازسازی و اصلاح در آینده نزدیک نیاز دارند، جزییاتی مانند ترکیبات بذرها، میزان حاصلخیزی و همچنین میزان برگ و کاه برای پوشاندن ریشه درختان تازه نشانده شده باید در طرح جامع برداشت مشخص شوند. همچنین برای نمایش میزان پیشرفت عملیات چمن کاری مجدد محیط باید جدولی تهیه گردد.

برای پروژه‌های طولانی‌مدت، پیش‌بینی فعالیت‌های مورد نیاز در روند احیاء و اصلاح زمین در زمانی که عملیات برداشت برای چندین سال طول می‌کشد، مشکل خواهد بود. در چنین مواردی، طرح برداشت باید شامل بحث کلی و عمومی در مورد روند احیاء و اصلاح باشد. جزییات این طرح را می‌توان در زمان نزدیک به انجام آن، همراه با به‌روز کردن برداشت ارائه داد.

بحث و بررسی در مورد فعالیت‌هایی از روند احیاء و اصلاح که در زمان برداشت مصالح صورت می‌گیرند نیز باید بخشی از طرح برداشت باشد.

۱۲-۲-۴ احیاء و اصلاح تدریجی

هدف از احیاء و اصلاح تدریجی، بازسازی منطقه بلافاصله پس از برداشت مصالح و ترک محل می‌باشد. احیاء و اصلاح تدریجی، در تمام طول عمر پروژه برداشت در حال اجرا بوده و با پایان هر مرحله از پروژه برداشت، بخشی از کار آن نیز پایان می‌پذیرد. این عملیات، دربرگیرنده یک روند کاری است که در نهایت شیب‌بندی مناسب زمین، استفاده مناسب از خاک‌های سطحی ذخیره شده و ایجاد پوشش گیاهی مناسب در پایان هر قسمت از عملیات را شامل می‌شود. احیاء و اصلاح تدریجی، از تجهیزات و ماشین‌آلات مستقر در محل سود برده و باعث کاهش هزینه انباشت و مرتب سازی مواد و مصالح اضافی و غیر مصرفی می‌شود. احیاء و اصلاح تدریجی برای تمام پروژه‌های برداشت انعطاف‌پذیر نبوده و توصیه نمی‌شود، بلکه این روند بیشتر برای مناطق برداشت بزرگ و با اجرای طولانی‌مدت به‌کار برده خواهد شد.

ضمائم

ضمیمه الف : طراحی مناطق حایل سیلابی

الف-۱ کلیات

باید مناطق حایل سیلابی را برای جلوگیری از انحراف آبراه فعال به منطقه برداشت مصالح، طراحی کرد. عمر طراحی از ۵ سال برای برخی محل‌های برداشت سطحی تا احتمالاً ۵۰ سال یا بیشتر برای محل‌های حفاری تغییر می‌کند. روند طراحی پیشنهادی، در نظر گرفتن فعالیت جانبی رودخانه مورد نظر بر اساس پلان آبراه و تاریخچه الگوی مهاجرت آن می‌باشد. اندازه رودخانه، ترکیب مصالح منطقه حایل و پوشش گیاهی نیز از عوامل مؤثر بر پایداری منطقه حایل هستند که باید در نظر گرفته شوند. هیدرولوژی رودخانه باید برای بررسی فرکانس سیل‌گیری منطقه حایل مد نظر باشد. هر یک از موارد بالا در بخش‌های زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.[57]

الف-۲ عرض منطقه حایل

الف-۲-۱ جابه‌جایی بستر آبراهه اصلی

در این بخش، روند عمومی تخمین میزان مهاجرت آبراه به‌صورت خلاصه ارائه می‌شود. به‌علت پیچیدگی‌های روند فرسایش ساحلی، برآورد کمّی مهاجرت جانبی معمولاً شامل استفاده از اطلاعات تاریخی است که بر اساس اطلاع از پلان آبراه و سایر مواردی که در زیر اشاره می‌گردد، روی نقشه پیاده می‌شوند. بهتر است که عکس‌های هوایی بازه مورد مطالعه رودخانه (معمولاً ۲ برابر عرض سیلابدشت در بالادست و پایین‌دست منطقه مورد مطالعه) تهیه شود. مطلوب است که پوشش عکس‌های هوایی طولانی‌مدت باشد (حداقل ۲۰ سال)، تا امکان بررسی تغییرات درازمدت را فراهم آورد. عکس‌ها را می‌توان برای تهیه اسلاید باز تولید کرد یا از آنها در شکل چاپ شده (مطابق توضیحات زیر) استفاده نمود.

تا حد امکان، عکس‌ها با مقیاس یکسان بزرگ شوند. سه مشخصه قابل شناسایی (یا بیشتر) روی هر عکس انتخاب شوند. یک کاغذ شفاف روی یکی از عکس‌ها قرار داده شده و مشخصه‌های انتخابی روی آن علامتگذاری شوند. کاغذ شفاف، روی عکس‌های دیگر قرار گرفته و مشخصه‌ها با این علامت‌ها تطبیق داده شوند تا از یکسان بودن مقیاس اطمینان به‌دست آید. اگر مقیاس‌ها یکسان بودند، می‌توان سواحل رودخانه را روی همان کاغذ شفاف ترسیم کرد (شکل الف-۱). در این‌صورت می‌توان جابه‌جایی جانبی را مستقیماً از روی کاغذ شفاف اندازه‌گیری کرد. اگر مقیاس‌ها یکسان نبودند، باید مراحل زیر انجام شوند:

دو مشخصه قابل شناسایی روی هر عکس انتخاب شده و به منظور تشکیل یک خط مبنا به‌هم وصل گردند (شکل الف-۲). این مشخصه‌ها بهتر است نزدیک دو طرف مقابل به‌هم در عکس قرار گیرند.

خط مبنا به ۱۰ قسمت (یا بیشتر) تقسیم شده و از نقاط انتهای هر قسمت یک خط بر خط مبنا عمود گردیده و تا ناحیه مورد نظر برای بررسی جابه‌جایی جانبی ادامه یابد. یکی از این خطوط تقسیم شده و از محل تقسیم خطوطی بر آن عمود شود تا یک شبکه شکل گیرد (شکل الف-۳).

شبکه مشابهی با مقیاس اختیاری روی یک ورقه کاغذ ترسیم گردد. محل ساحل رودخانه در نقاط مختلف هر شبکه از هر عکس به نقطه متناظر در شبکه رسم شده روی کاغذ منتقل شود (شکل الف-۴). به منظور تشخیص بهتر در انتقال اطلاعات، می‌توان ردیف‌ها و ستون‌های شبکه‌ها را شماره‌گذاری کرد.

نقاط حاصله روی کاغذ، به منظور ارائه موقعیت ساحل رودخانه (آن‌گونه که در عکس‌ها ظاهر شده‌اند)، به‌هم متصل گردند (شکل الف- ۵). هر چه شبکه ترسیمی روی عکس‌ها ریزتر باشد، خطوط ساحلی به‌شکل دقیق‌تری حاصل می‌شوند. می‌توان جابه‌جایی جانبی را مستقیماً از این شکل اندازه‌گیری نمود.

دقت این روش برای تخمین عمر مورد انتظار ناحیه حایل، یا به‌طور معکوس، تخمین عرض مورد نیاز منطقه حایل برای تأمین انتظارات طراحی شده در طول عمر آن، کافی می‌باشد. دقت جابه‌جایی متوسط سالانه برای دوره طولانی‌تر بین تاریخ عکس‌ها، بیشتر است. دقت، به عواملی مانند: مقیاس اولیه عکس‌ها، مقیاس بزرگنمایی، درجه اعوجاج مقیاس عکس‌ها، تعداد و قابل اطمینان بودن مشخصه‌های مورد استفاده به‌عنوان نقاط نشانه و میزان دقت در تطبیق دادن بستگی دارد.

الف-۲-۲ مشخصات آبراه

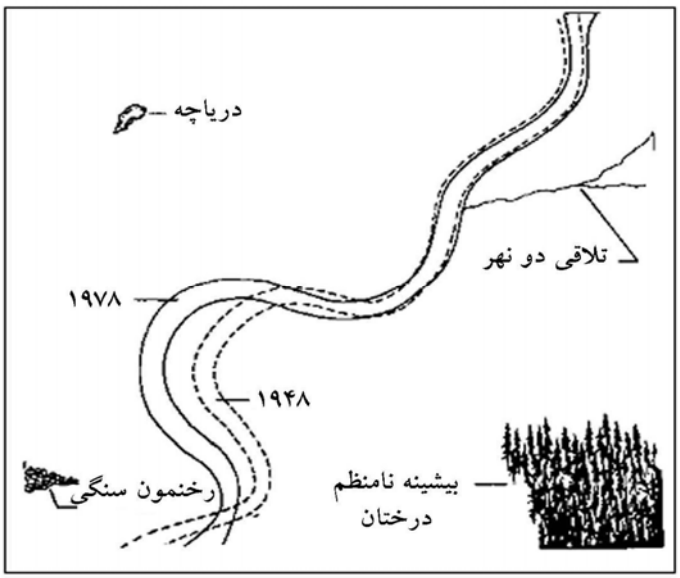
مشخصات آبراه، یکی از عوامی مهم در تعیین پتانسیل تطویل اطلاعات قبلی به آینده می‌باشد. هر یک از انواع آبراه به‌صورت جداگانه در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد. تأثیرات ارتفاع منطقه حایل در بخش جداگانه‌ای مورد بحث قرار خواهد گرفت.

رودخانه‌های شریانی : آبراه‌های رودخانه شریانی، اغلب داخل سیلابدشت فعال، دارای فعالیت‌های شدید عرضی هستند. هنگامی که یک آبراه اصلی فعال در کنار یک ساحل دارای پوشش گیاهی جریان می‌یابد، امکان فرسایش ساحلی عمده وجود دارد. اگر آبراه اصلی، در کل دوره‌ای که طی آن نرخ مهاجرت تاریخی تخمین زده شده، در کنار ساحل جریان داشته است، می‌توان آن نرخ جابه‌جایی را به آینده تعمیم داد. در غیر این صورت، باید محل‌های مختلفی برای تخمین فرسایش در سیلابدشت انتخاب شوند. باید هر تغییری در مسیر آبراه، در نظر گرفته شود (با افزایش نرخ فرسایش در اثر افزایش زاویه آبراه با ساحل). باید در نتایج، یک ضریب اطمینان اعمال شود که مقدار آن به میزان اطمینان به تخمین‌ها بستگی دارد.

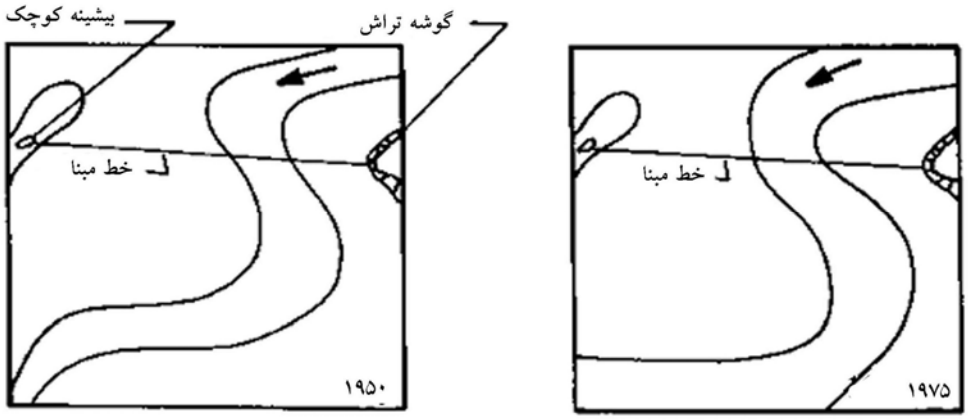
به‌عنوان یک مثال فرضی، طول ساحل مشخص شده با A در شکل الف-۶ در نظر گرفته شود. خط چین نشان‌دهنده موقعیت آبراه در سال ۱۹۵۰ و خط پر، نشان‌دهنده موقعیت آبراه در سال ۱۹۷۵ می‌باشد. فرض کنید که جابه‌جایی جانبی ساحل A به میزان ۱۰۰ متر اندازه‌گیری شده باشد (یا ۴ متر در هر سال). فرض کنید که مطلوب است تأمین منطقه حایلی با عمر ۸ سال که یک منطقه برداشت سطحی شن و ماسه را در سیلابدشت فعال محافظت کند. در این صورت، با تعمیم نتایج گذشته برای پیش‌بینی‌های آینده، مقدار ۳۲ متر (۸×۴) به‌دست می‌آید.

- در مقایسه با آبراه ۱۹۷۵، مسیر آبراه ۱۹۵۰ با زاویه بیشتری نسبت به ساحل قرار گرفته بوده است. بنابراین احتمال دارد که نرخ فرسایش برای مسیر ۱۹۵۰ بیشتر از نرخ متوسط (۴ متر در هر سال) و نرخ فرسایش برای مسیر ۱۹۷۵ کمتر از نرخ متوسط باشد. بنابراین می‌توان ۳۲ متر را کمی کاهش داد (مثلاً به ۲۸ متر). اگر عکس‌های بین سال‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۷۵ موجود باشند،

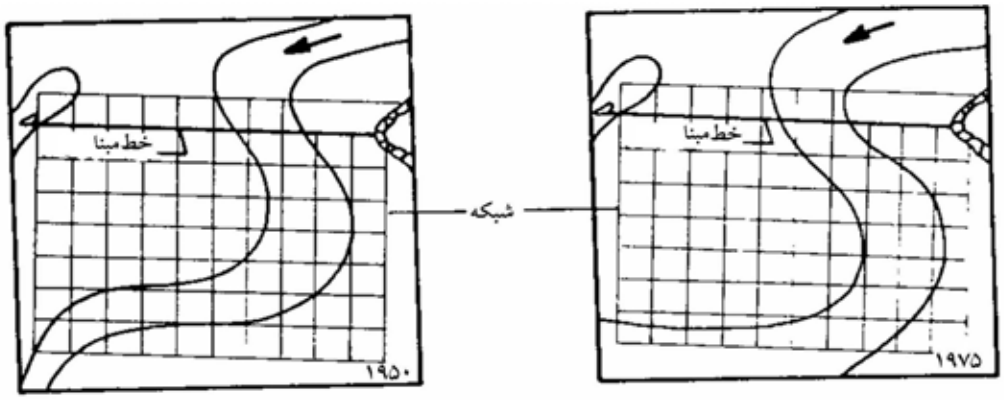
می‌توان این مقدار را با تخمین نرخ فرسایش برای دوره زمانی اخیر، اثبات یا تصحیح کرد. اگر فعالیت سال به سال آبراه های فعال نسبتاً کم باشد، می‌توان فرض کرد که پتانسیل تغییرات عمده در مسیر پایین بوده و یک مقدار نسبتاً کوچک ضریب اطمینان به‌کار برده شود. در این حالت، ضریب اطمینان ۱/۵ به ۲۸ متر اعمال خواهد شد که در نتیجه، عرض منطقه حایل ۴۲ متر به‌دست می‌آید.



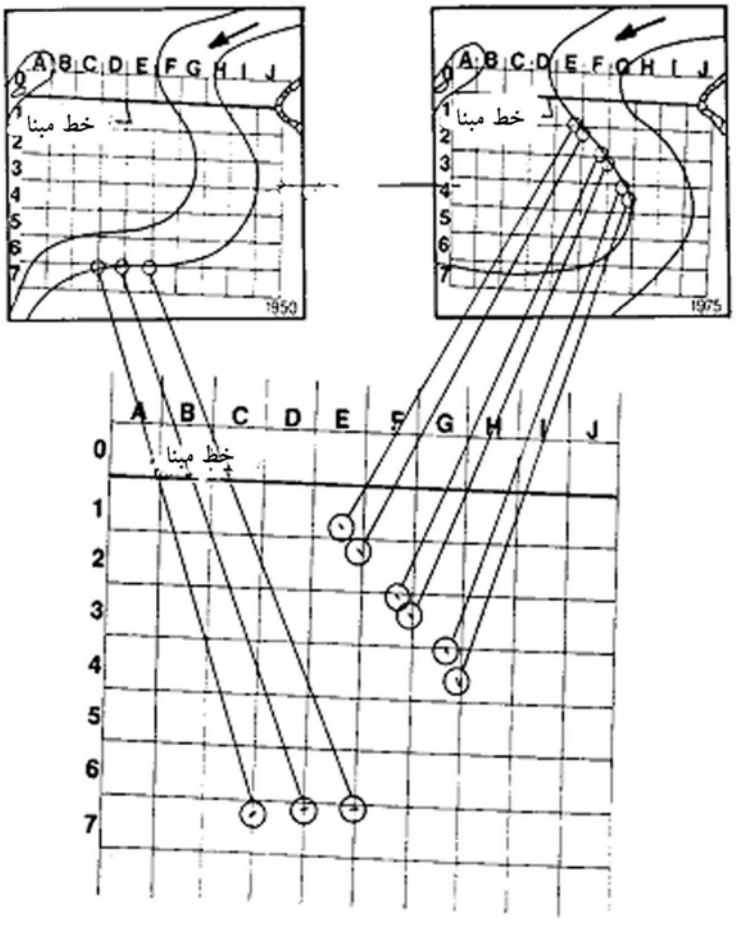
شکل الف-۱- نمایشی از کاغذ شفاف (شامل مشخصه‌های توپوگرافیک مورد استفاده به‌عنوان نقاط تطبیق و خطوط ساحلی استخراجی از عکس‌های سال‌های ۱۹۴۸ و ۱۹۷۸)



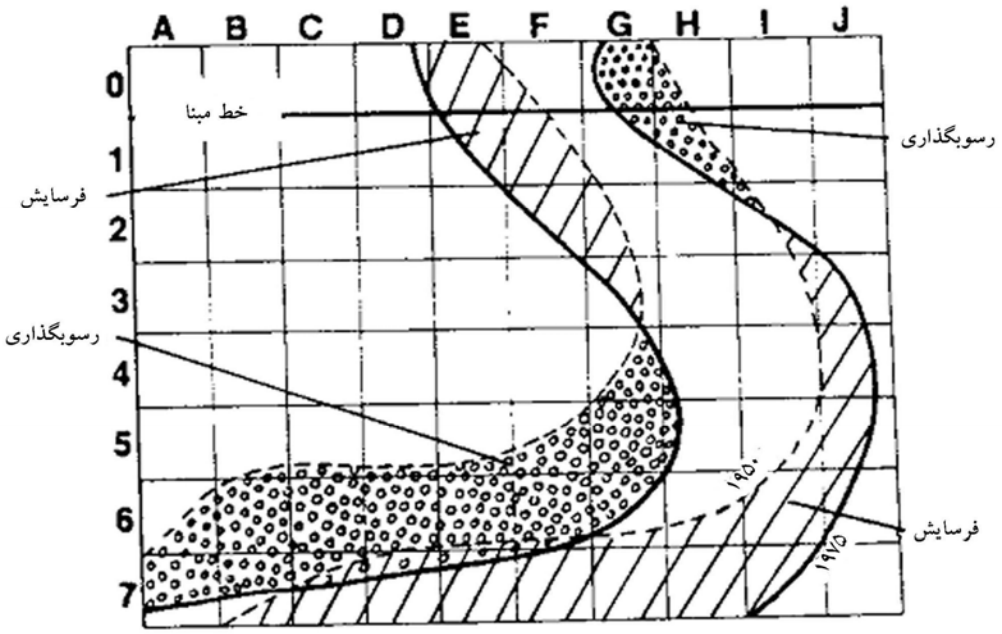
شکل الف-۲- انتخاب مشخصه‌های مورد استفاده به‌عنوان نقاط انتهایی خط مبنا برای بخشی از بازه مورد مطالعه



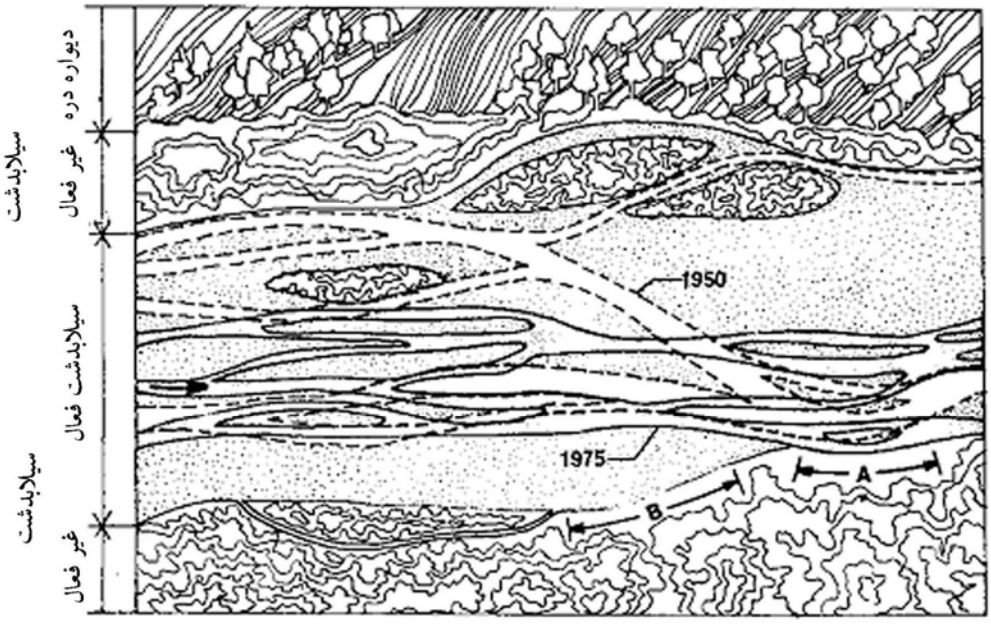
شکل الف-۳- شکل شماتیک توسعه شبکه روی هر عکس



شکل الف-۴- چگونگی انتقال خطوط ساحلی از عکس‌ها به شبکه روی کاغذ



شکل الف-۵- نمودار تکمیل شده، نشان‌دهنده خطوط ساحلی و نواحی فرسایش‌یافته و رسوبگذاری شده



شکل الف-۶- رودخانه شریانی با محل‌های آبراه در سال‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۷۵

- اگر مشخص است که آبراه فعال دارای تغییرات عمده سالانه است، نباید کاهش به‌علت تغییر در مسیر (زاویه نسبت به ساحل) اعمال شده و ضریب اطمینان بزرگ‌تر از ۲ استفاده شود. در این حالت، عرض ۶۴ متر (۳۲×۲) برای منطقه حایل به‌دست می‌آید.

ممکن است که در رودخانه شریانی، شرایطی وجود داشته باشد که طول ساحل مشخص کننده منطقه حایل مجاور یک آبراه فعال نباشد (به‌عنوان مثال، ناحیه B در شکل الف–۶). در این حالت، نرخ جابه‌جایی منطقه A را می‌توان برای منطقه B با اعمال تصحیحاتی به‌کار برد. با فرض عمر مطلوب ۸ ساله، با عرض اولیه ۳۲ متر شروع می‌کنیم. احتمالاً بتوان این عرض را با توجه به میزان فعالیت‌های سالانه آبراه فعال در جهت جانبی کاهش داد. در صورتی که میزان فعالیت‌ها کم باشد، می‌توان آنرا تا ۲۴ متر کاهش داد. اما اگر آبراه تغییر مکان دهد، احتمالاً با زاویه نسبتاً بزرگ‌تری به ساحل برخورد کرده و باعث افزایش پتانسیل فرسایش می‌شود. در نتیجه، به‌جای کاهش عرض به ۲۴ متر باید آنرا به ۳۶ متر افزایش داد. در آبراه های نسبتاً پایدار، ضریب اطمینان می‌تواند در حدود ۱/۵ در نظر گرفته شود، که در نتیجه منطقه حایلی با عرض ۵۴ متر به‌دست می‌آید.

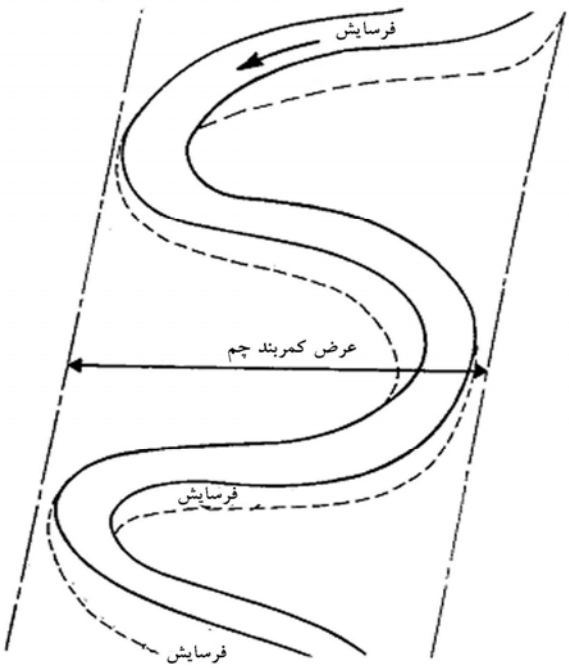
رودخانه‌های دوشاخه: رودخانه‌های با آبراه دوشاخه عموماً در جهت عرضی پایدارتر از آبراه‌های رودخانه‌های شریانی هستند، بنابراین تعمیم نتایج تاریخی نرخ فرسایش این نوع رودخانه‌ها به آینده قابل اطمینان‌تر می‌باشد. مسیر آبراه، نسبت به ساحل منطقه حایل حایز اهمیت است (نرخ فرسایش بیشتر برای آبراه‌های با زاویه بزرگ‌تر نسبت به ساحل). ضریب اطمینان برای این نوع رودخانه‌ها کوچک می‌باشد (حدود ۱/۲) و با افزایش فعالیت‌های آبراه و نیز با کاهش اطمینان به تخمین عرض منطقه حایل افزایش می‌یابد.

پیچانرودها:پیچانرودها معمولاً می‌توانند جابه‌جایی‌های جانبی متفاوتی داشته باشند، اما محل و جهت جابه‌جایی به میزان مناسبی قابل پیش‌بینی است. نرخ فرسایش تاریخی این‌گونه رودخانه‌ها با اطمینان بیشتری (نسبت به دو نوع قبلی) قابل توسعه به آینده می‌باشد. مسیر آبراه نسبت به یک ساحل فرسایشی تمایل به ثابت ماندن دارد. در این‌گونه رودخانه‌ها، ضریب اطمینان برای اعمال به عرض منطقه حایل می‌تواند تا حدود ۱/۲ (برای یک بانک اطلاعاتی خوب) پایین باشد. با افزایش عدم اطمینان در تخمین نرخ فرسایش، باید این ضریب افزایش یابد.

الگوی یک پیچانرود و نواحی فرسایشی مورد انتظار در شکل الف–۷ نشان داده شده است. برخی از پیچانرودها ممکن است تا حدودی از این الگو فاصله داشته باشند، ولی قواعد کلی مشابه است. پیچانرودها تمایل عمومی به جابه‌جایی در جهت پایین‌دست دارند (با فرسایش ساحل شسته شده در سمت خارجی یک قوس از نقطه‌ای تقریباً در میانه قوس تا عموماً ابتدای بخش خارجی قوس بعدی در پایین‌دست). پیشرفت تدریجی قوس به پایین‌دست، معمولاً در ناحیه‌ای به نام کمربند پیچانرود (که نزدیک بخش خارجی پیچ است) باقی میماند. معمولاً عرض کمربند برای پیچانرودهای با الگوی منظم ثابت می‌باشد. عرض کمربند پیچانرودهای با الگوی نامنظم، ضرورتاً ثابت باقی نمی‌ماند، اما فرسایش قوس خارجی آنها مشابه است. اختلاف بین الگوهای پیچانرودهای منظم و نامنظم و نواحی فرسایشی مورد انتظار در هر یک، در شکل الف–۸ نشان داده شده است. با توجه به محل نواحی فرسایشی نمونه، مشخص است که عرض منطقه حایل در سمت قوس‌های خارجی پیچانرودها و سمت بالادست نواحی داخلی پیچ‌ها بیشتر است.

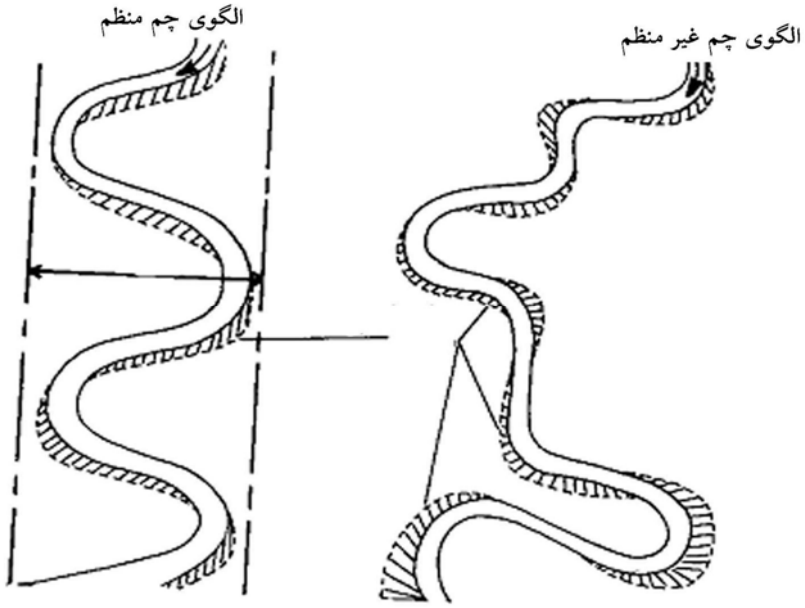
به‌عنوان مثال، رودخانه فرضی نشان داده شده در شکل الف-۹ با یک الگوی پیچانرود منظم در نظر گرفته می‌شود. یک منطقه برداشت مصالح در پیچ داخلی یک رودخانه کوچک پیشنهاد شده که برای آن طراحی منطقه حایلی با عمر ۲۵ سال مورد نظر می‌باشد.

به‌علت تفاوت در نرخ فرسایش مورد انتظار، منطقه حایل احاطه کننده محل برداشت مصالح به دو ناحیه A و B تفکیک می‌شود. نرخ فرسایش (تاریخی) ناحیه A در فاصله سال‌های ۱۹۴۸ تا ۱۹۷۸ به میزان ۹۰ متر (نرخ متوسط سالانه ۳ متر) برآورد گردیده است. در همین مدت ۲۷۰ متر رسوبگذاری در ناحیه B صورت گرفته است. با شروع از ناحیه B، باید ساحل مقابل آن برای بررسی هرگونه خصوصیت غیرمعمول، مانند سنگ کف نزدیک سطح که باعث توقف فرسایش این ساحل گردیده است، مورد بررسی قرار گیرد. اگر چنین خصوصیت غیر معمولی وجود داشته باشد، باید عرض منطقه حایل بیش از عرض حداقل استاندارد برای انتهای پایین‌دست منطقه برداشت در نظر گرفته شود. فرض شود که در این مثال، چنین خصوصیت غیر معمولی وجود ندارد. بنابراین یک عرض حداقل استاندارد، با افزایشی به میزان ۲۵٪ به‌علت افزایش عمر طراحی (۲۵ سال به‌جای ۲۰ سال) استفاده می‌شود، که مقدار آن برای ناحیه B، ۱۹ متر خواهد شد. برای برای ناحیه A، جابه‌جایی ۳ متر در سال در طی ۲۵ سال به عرض ۷۵ متر برای ناحیه حایل منتهی می‌شود. انتظار نمی‌رود هیچ‌گونه تغییری در نرخ متوسط فرسایش (ناشی از عواملی مانند توسعه میانبری[1] در بالادست) صورت پذیرد و همچنین با توجه به آنکه دوره تاریخی طولانی‌تر از عمر طراحی است، می‌توان نسبت به پیش‌بینی به‌عمل آمده اطمینان داشت. در نتیجه می‌توان ضریب اطمینان ۱/۲ را به‌کار برد که نتیجه آن، عرض ۹۰ متر است.



شکل الف-۷- نواحی فرسایشی محتمل در هنگام مهاجرت یک پیچانرود به پایین‌دست

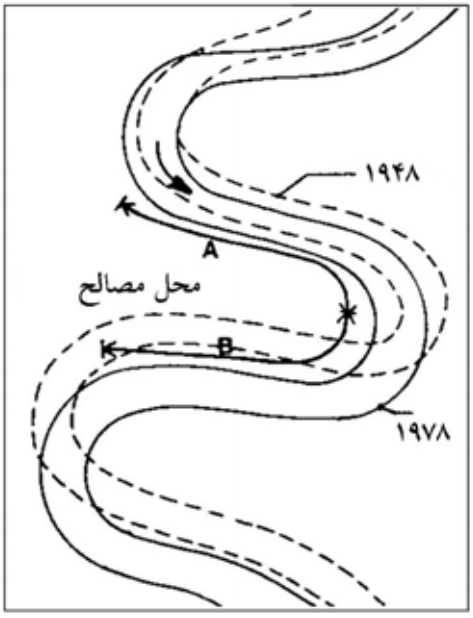
1- Cutoff



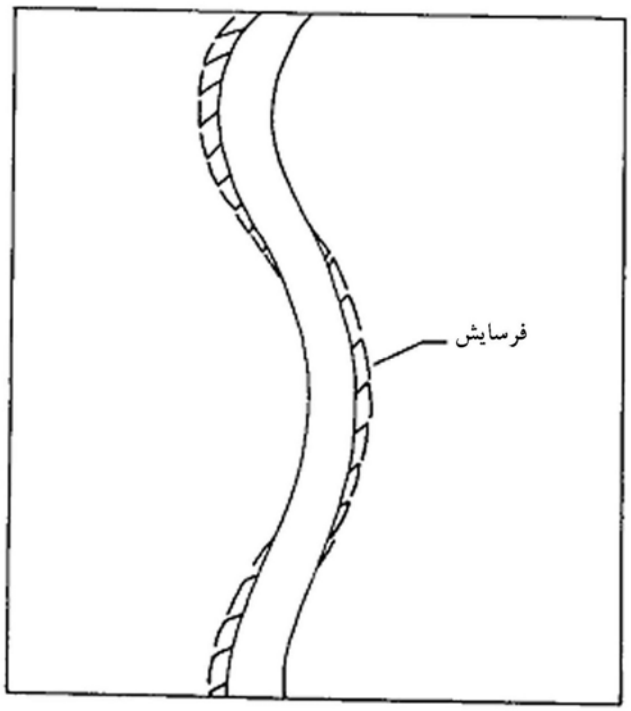
شکل الف- ۸- الگوهای پیچانرودهای منظم و غیر منظم و نواحی فرسایشی آنها

رودخانه‌های سینوسی: رفتار این نوع رودخانه‌ها با تفاوت‌های اندکی مشابه رفتار پیچانرودها است. نرخ فرسایش، اغلب کمتر از پیچانرودها بوده و ناحیه فرسایشی ممکن است به بالادست‌تر در سمت خارجی رودخانه سینوسی توسعه یابد (شکل الف- ۱۰). برای تخمین ابعاد نواحی حایل، می‌توان از روش مشابهی استفاده کرد. ضریب اطمینان ۱/۲ برای این نوع رودخانه‌های نسبتاً پایدار، مناسب می‌باشد.

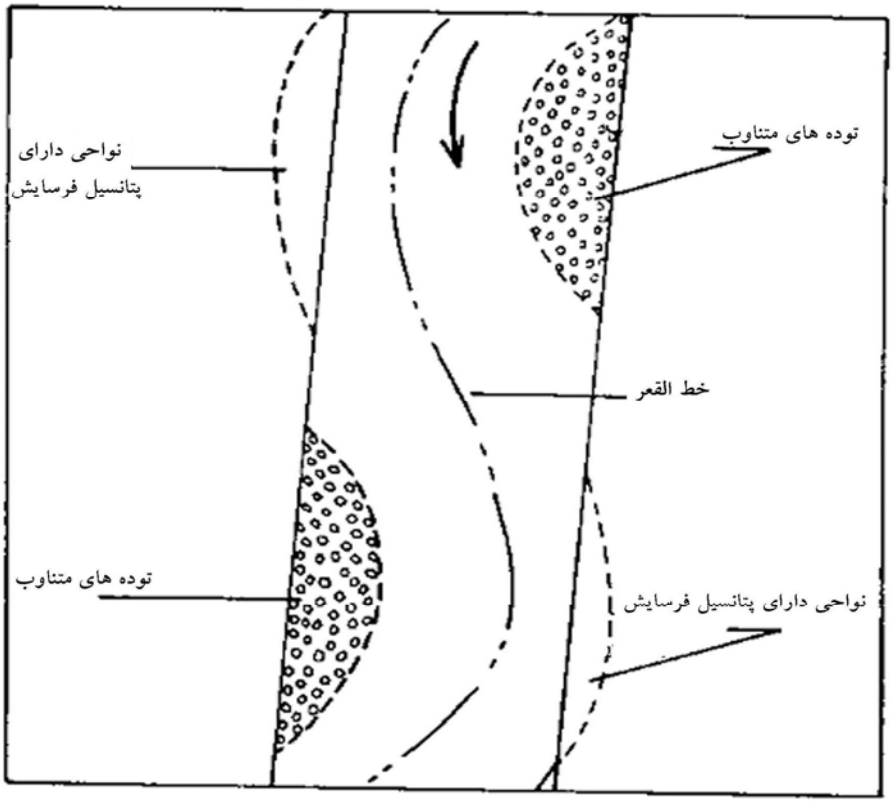
رودخانه‌های مستقیم: پتانسیل فرسایش این نوع رودخانه‌ها، به رودخانه‌های سینوسی شباهت دارد. رودخانه‌های مستقیم، معمولاً یک الگوی سینوسی در خطاالقعر خود دارند که پیچ‌های داخلی توسط توده‌های متناوب یا توده‌های جانبی آبراه شکل می‌گیرند. بنابراین فرسایش نسبتاً کم ساحلی در رودخانه‌های مستقیم در جهت مخالف و کمی پایین‌دست این توده‌های شنی رخ می‌دهد (شکل الف – ۱۱). ضریب اطمینان کوچک (حدود ۱) برای این‌گونه رودخانه‌ها قابل اعمال می‌باشد. البته قبل از محاسبه مشخصات منطقه حایل، باید به‌علت مستقیم بودن مسیر آبراه توجه کرد. به‌عنوان مثال، اگر بازه مستقیم، حاصل از میان‌بری یک پیچانرود است، یک منطقه حایل بزرگ‌تر نسبت به بازه مستقیم ناشی از فرسایش‌ناپذیری سواحل مورد نیاز است.



شکل الف-۹- شکل شماتیک رودخانه‌ای با الگوی پیچانرودی منظم و محل پیشنهادی برای برداشت مصالح



شکل الف- ۱۰- شکل عمومی نواحی فرسایشی در یک رودخانه سینوسی



شکل الف- ۱۱- نواحی دارای پتانسیل فرسایش در یک آبراه مستقیم

الف-۲-۳ سایر عوامل مؤثر بر عرض منطقه حایل

اندازه رودخانه: به‌طور کلی، نرخ فرسایش با افزایش اندازه رودخانه، افزایش می‌یابد. این افزایش، عمدتاً به‌علت بده بیشتر رودخانه‌های بزرگ می‌باشد. این افزایش، به‌علت کف عریض دره (که با مقادیر بیشتری از رسوبات آبرفتی با اندازه‌های کوچک پوشانده شده) نیز می‌باشد. تعیین میزان افزایش نرخ فرسایش با اندازه رودخانه مشکل است. اگر اطلاعات تاریخی از مهاجرت جانبی در دسترس باشد، نباید اندازه رودخانه به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد.

ترکیب خاک: ترکیب خاک ساحل و منطقه برداشت مصالح در نرخ فرسایش حایز اهمیت است. ماسه‌های ریز معمولاً به راحتی فرسایش می‌یابند. مصالح گوشه‌دار بزرگ‌تر (مانند ماسه‌های درشت، شن و قلوه‌سنگ) در سرعت‌های بالاتر فرسایش می‌یابند. با سواحل فرسایش‌یافته قائم، معمولاً مصالح با قطر بزرگ در پای ساحل جمع می‌شوند. این تجمع، بدان علت است که مصالح ریز که مصالح درشت را در محل نگه‌داری می‌کردند، شسته شده ولی مصالح درشت امکان جابه‌جایی نیافته‌اند. مصالح ریزتر از ماسه‌های ریز (سیلت و رس) معمولاً به‌علت وجود چسبندگی بین ذرات، در مقابل فرسایش مقاوم‌تر هستند.

اگر مصالح منطقه حایل به‌طورکلی یکنواخت باشد، نباید نرخ‌های فرسایش حاصل از بررسی‌های پیشین را به‌علت آثار دانه‌بندی خاک اصلاح کرد. اگر مناطقی با مصالح عمدتاً ریزتر یا درشت‌تر وجود دارد، باید نرخ‌های فرسایش حاصل از بررسی‌های پیشین را اصلاح نمود (بر اساس نکات گفته شده در بالا).

پوشش گیاهی : گیاهان با ریشه‌های عمیق، در مقابل فرسایش ایجاد مقاومت می‌کنند. پوشش سطحی متراکم روی منطقه حایل، باعث افزایش زبری منطقه حایل و در نتیجه کاهش سرعت جریان روی منطقه حایل می‌شود. در نتیجه پتانسیل فرسایش سطحی منطقه حایل و توسعه آبراه از درون منطقه حایل کاهش می‌یابد. این علت عمده، برای دست‌نخورده کردن منطقه حایل می‌باشد.

الف-۳ ارتفاع منطقه حایل

ارتفاع و عرض منطقه حایل تا حدودی به یکدیگر وابسته هستند. اگر منطقه حایل به اندازه کافی مرتفع باشد که همه سیلاب (به‌جز بزرگ‌ترین سیلاب) را دور از منطقه برداشت مصالح نگه دارد، در طراحی منطقه حایل فقط فرسایش ساحلی باید مد نظر قرار گیرد. این امر، می‌تواند شامل خیلی از مناطق برداشت مصالح واقع در تراس‌ها شود. اگر منطقه حایل کوتاه بوده و به دفعات توسط جریان‌های بزرگ، سیلاب آن را فرا گیرد، فرسایش سطح منطقه حایل، فرسایش وجه بالادست به سمت منطقه برداشت مصالح و آب‌شستگی داخل محل برداشت باید در طراحی در نظر گرفته شوند. ارتفاع مناطق حایل طبیعی توسط تراز طبیعی معین می‌شود. گزینه‌های طراحی شامل تعریض منطقه حایل به منظور جبران کمبود ارتفاع، افزایش ارتفاع به‌وسیله افزودن یک خاکریز در سمت رودخانه یا احداث یک سازه منطقه حایل جداگانه می‌باشد. این گزینه‌ها به‌طور جداگانه در زیر تشریح می‌شوند. به منظور برآورد فرکانس سیل‌گیری، باید آنالیزهای هیدرولوژیک و هیدرولیکی انجام گیرند.

- آنالیز هیدرولیکی، برای تعیین اینکه کدام بده باعث شروع سرریزی از منطقه حایل می‌شود، مورد نیاز است. برای این آنالیز مقاطع عرضی رودخانه، که تا تراز بالای منطقه حایل در هر دو ساحل امتداد یافته باشند، مورد نیاز می‌باشند. ترجیح داده می‌شود که ۵ مقطع (یا بیشتر) از بازه رودخانه مجاور منطقه حایل، در دسترس باشد. از معادله مانینگ یا برنامه محاسبه تراز آب، می‌توان برای محاسبه بده مربوط به ترازی که باعث سرریزی می‌شود استفاده کرد.
- آنالیز فرکانس سیلاب، تخمینی از دوره بازگشت یا احتمال وقوع بده که سرریزی را باعث می‌شود به‌دست می‌دهد. پس از مشخص شدن بده و فرکانس وقوع آن، به دانستن احتمال وقوع آن سیلاب در طول عمر (طراحی) برای منطقه حایل نیاز می‌باشد. جدول (الف –۱) احتمال وقوع سیلابی با دوره بازگشت مشخص در طی عمر منطقه حایل را مشخص می‌کند. با معین شدن احتمال وقوع در طول عمر منطقه حایل، می‌توان پیامدها را برآورد کرد. اگر احتمال کم است، می‌توان عرض منطقه حایل را فقط بر اساس جابه‌جایی جانبی طراحی نمود. اگر احتمال وقوع بالا باشد، یکی از چندین گزینه طراحی زیر پیشنهاد می‌شود.

- اگر منطقه حایل دارای پوشش گیاهی متراکم بوده و وقوع جریان در منطقه برداشت مصالح مجاز باشد، برای جلوگیری از فرسایش به سمت بالا، لبه بالادست محل برداشت مصالح را با لایه سنگ‌چین پوشانده یا عرض منطقه حایل را به منظور جبران اتلاف‌های فرسایشی افزایش داد (شکل الف–۱۲–الف).
- اگر منطقه حایل دارای پوشش گیاهی متراکم بوده و وقوع جریان در منطقه برداشت مصالح مجاز نباشد، خاکریزی در پیرامون محل برداشت مصالح که برای سیلابی با احتمال وقوع کم طراحی شده‌باشد، احداث شود (شکل الف–۱۲– ب).

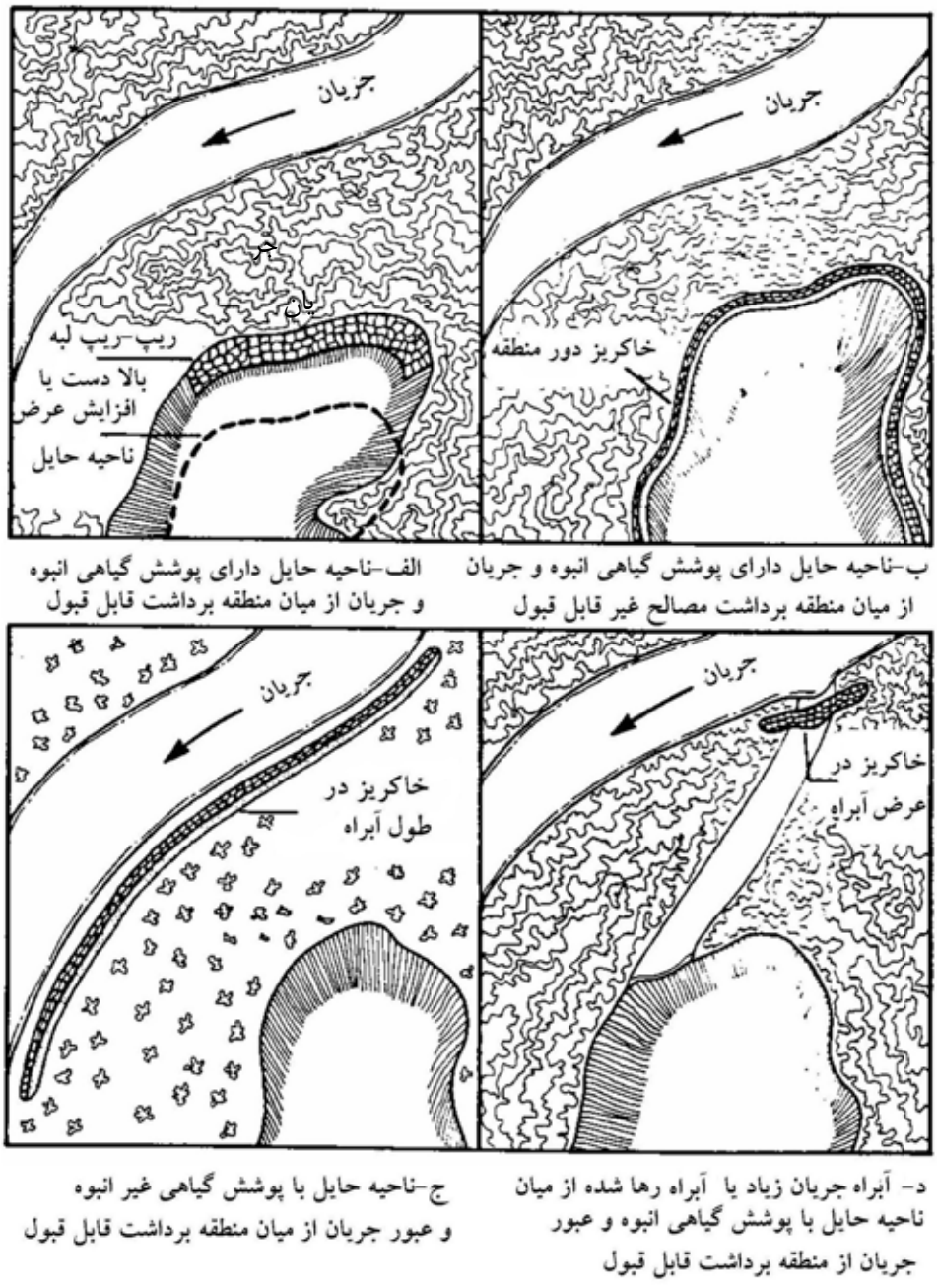
- اگر منطقه حایل دارای پوشش غیر متراکم باشد، یک خاکریز طولی برای منطقه حایل (در سمت رودخانه) که برای سیلابی با احتمال وقوع کم طراحی شده باشد، احداث شود (شکل الف-۱۲-ج).
- اگر منطقه حایل شامل یک آبراه جریان بالا یا رها شده باشد، یک خاکریز طولی برای منطقه حایل (در سمت رودخانه) برای دور نگه‌داشتن جریان از آبراه احداث شود. خاکریز باید برای سیلابی با احتمال وقوع پایین طراحی شود (شکل الف-۱۲- د).

جدول الف -۱- احتمال وقوع سیلاب

سیلاب		عمر طراحی شده منطقه حایل							
دوره بازگشت (سال)	احتمال بیشتر شدن (٪)	سال							
		۲	۵	۸	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۱/۲۵	۸۰	۹۶	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+
۲	۵۰	۷۵	۹۷	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+	۹۹+
۵	۲۰	۳۶	۶۷	۸۳	۸۹	۹۹	۹۹+	۹۹+	۹۹+
۱۰	۱۰	۱۹	۴۱	۵۷	۶۵	۸۸	۹۳	۹۹	۹۹+
۲۵	۴	۸	۱۸	۲۸	۳۴	۵۶	۶۴	۸۷	۹۸
۵۰	۲	۴	۱۰	۱۵	۱۸	۳۳	۴۰	۶۴	۸۷
۱۰۰	۱	۲	۵	۸	۱۰	۱۸	۲۲	۳۹	۶۳

به‌عنوان مثالی از طراحی ارتفاع منطقه حایل، محل برداشت مصالح در شکل الف-۱۳ در نظر گرفته شود. با استفاده از روش فرسایش تاریخی تخمین زده شده است. همان‌گونه که نشان داده شده، مقاطع عرضی، برداشت شده‌اند (دو مقطع عرضی دیگر نیز در پایین‌دست برداشت شده‌اند). آنالیز پروفیل سطح آب نشان داده که بده‌های ۱۰۳ و ۸۹ متر مکعب بر ثانیه، باعث سرریزی سیلاب منطقه حایل، به‌ترتیب در مقاطع ۳ و ۷ می‌شوند. آنالیز فرکانس سیلاب نشان داده که این بده‌ها دارای دور ه‌های بازگشت به‌ترتیب، ۳۵ و ۲۵ سال می‌باشند.

عمر طراحی منطقه حایل ۲۵ سال می‌باشد. بنابراین، با استفاده از جدول الف-۱ مشخص می‌شود که در طول ۲۵ سال، احتمال وقوع جریان در انتهای پایین‌دست منطقه برداشت در مقطع ۷ به میزان ۶۴٪ وجود دارد. این احتمال وقوع قابل قبول است، زیرا با توجه به فراآب، پتانسیل فرسایشی جریان نسبتاً پایین می‌باشد. در مقطع ۳، احتمال ۵۰ تا ۶۰ درصد برای سیل‌گیری منطقه حایل بالادست وجود دارد که غیرقابل قبول می‌باشد، اما چون احتمال نسبتاً کمی برای ورود جریان عمده به گودال (از سمت بالادست) وجود دارد، می‌توان ایجاد ریپ- رپ را در ساحل بالادست گودال پیشنهاد نمود.



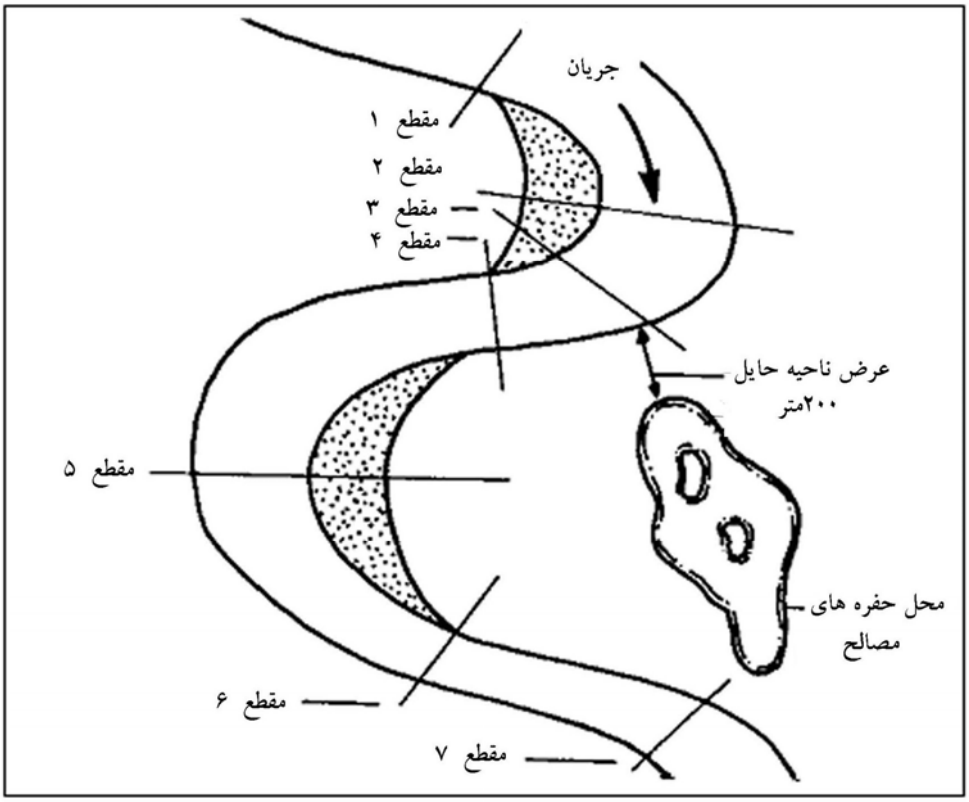
الف-ناحیه حایل دارای پوشش گیاهی انبوه و جریان از میان منطقه برداشت قابل قبول

ب-ناحیه حایل دارای پوشش گیاهی انبوه و جریان از میان منطقه برداشت مصالح غیر قابل قبول

ج-ناحیه حایل با پوشش گیاهی غیر انبوه و عبور جریان از میان منطقه برداشت قابل قبول

د- آبراه جریان زیاد یا آبراه رها شده از میان ناحیه حایل با پوشش گیاهی انبوه و عبور جریان از منطقه برداشت قابل قبول

شکل الف- ۱۲- گزینه‌های پیشنهادی در مواردی که احتمال عبور جریان از درون منطقه برداشت زیاد باشد



شکل الف -۱۳- مثالی از طراحی ارتفاع ناحیه حایل

ضمیمه ب: بازدید محلی (اطلاعات، روش‌ها و تجهیزات)

ب-۱ بازدید محلی متقاضی در مرحله طراحی منطقه برداشت

توصیه می‌شود که متقاضی به‌عنوان بخشی از روند طراحی منطقه برداشت، در فصل آبی، از محل پیشنهادی (یا گزینه‌های مختلف محل‌های برداشت) به منظور کسب اطلاعات زیر بازدید به‌عمل آورد:

- اطلاعات فنی به منظور صحت‌بخشی به برداشت از عکس‌های هوایی،
- اطلاعات عمومی زیست‌محیطی منطقه برداشت در مورد وجود نواحی یا گونه‌های با اهمیت ویژه که ممکن است مستقیماً در معرض تأثیرات برداشت مصالح قرار گیرند،
- اطلاعات هیدرولیکی ویژه منطقه برداشت که مرتبط با طراحی منطقه برداشت و بررسی سازمان‌های ذیربط می‌باشند (مانند: بده، تراز و مقاطع عرضی)، و
- عکس‌های زمینی از مشخصات فیزیکی و زیستی محل که در توسعه برنامه کاری و ارائه مدارک به سازمان‌های مربوط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب-۲ عملیات میدانی

ب-۲-۱ قابلیت استحصال مصالح

روش‌های مختلفی برای ارزیابی مصالح موجود در یک محل وجود دارد که شامل گمانه‌زنی، چاله‌های آزمایشی و اندازه‌گیری مقاومت ویژه می‌باشد.

ب-۲-۲ ارزیابی زیستی

کل منطقه برداشت باید پیمایش شود (که در ضمن آن، عکس‌های زمینی نیز برداشت می‌شود) تا کیفیت کلی زیستگاه‌های آبزیان و سایر حیوانات (با جزییات کافی) برای تصمیم‌سازی‌های ۱ تا ۴ مذکور در فصل ۶ مورد ارزیابی قرار گیرد. مطلوب است که این پیمایش، به‌صورت مشترک توسط متقاضی و سازمان ذیربط انجام پذیرد.

ب-۳ اطلاعات هیدرولیکی

ب-۳-۱ مقاطع عرضی

باید نسبت به نقشه‌برداری مقاطع عرضی آبراه رودخانه و سیلابدشت به منظور تهیه اطلاعات لازم ورودی برای آنالیز هیدرولیکی و تعیین رقومی که می‌توان تا آن سطح حفاری انجام داد، اقدام نمود. تعداد، محل و طول مقاطع عرضی باید بر اساس ضوابط زیر مشخص گردند (شکل ب-۱):

- به‌طور کلی، حداقل ۵ مقطع عرضی باید برداشت شود، که ۳ مقطع (یا بیشتر) برای تشریح منطقه برداشت و ۱ مقطع (یا بیشتر) در بالادست و پایین‌دست منطقه برداشت مورد نیاز است.
- مقاطع عرضی در منطقه برداشت باید در مرزهای بالادست و پایین‌دست و همچنین ۱ مقطع (یا بیشتر) در مابین، به منظور مشخص کردن وسعت منطقه برداشت، واقع شوند.
- مقاطع عرضی، علاوه بر محل‌های ضروری برای مشخص کردن منطقه برداشت، باید در محل تغییرات عمده در عرض سیلابدشت نیز برداشت شوند.
- مقاطع عرضی بالادست و پایین‌دست باید حداقل به میزان ۲ برابر عرض بالای آبراه از محدوده‌های بالادست و پایین منطقه برداشت مصالح و مناطق حایل مربوط فاصله داشته باشند.
- طول مقاطع عرضی باید شامل کل عرض سیلابدشت فعال بوده و در هر دو طرف تا رقومی معادل حداقل بلندترین نقطه در منطقه برداشت مصالح یا منطقه حایل (هر کدام که بزرگ‌تر باشد) ادامه یابد.
- مقاطع عرضی باید عمود بر جهت جریان در هنگام وقوع سیلاب قرار گیرند.
- جهت و فاصله بین مقاطع عرضی نیز باید برداشت شود.

ب-۳-۲ نقاط نشانه (بنچ‌مارک) موقت

نقاط نشانه موقت باید در یک انتهای هر مقطع عرضی و نیز یک مورد در نزدیکی آبراه فعال در جایی که اندازه‌گیری بده انجام می‌گیرد، واقع شوند (شکل ب-۱). رقوم این نقاط نشانه باید به یک رقوم نشانه (اغلب رقوم اختیاری در مقطع عرضی بالادست) متصل شوند.

ب-۳-۳ تراز و بده

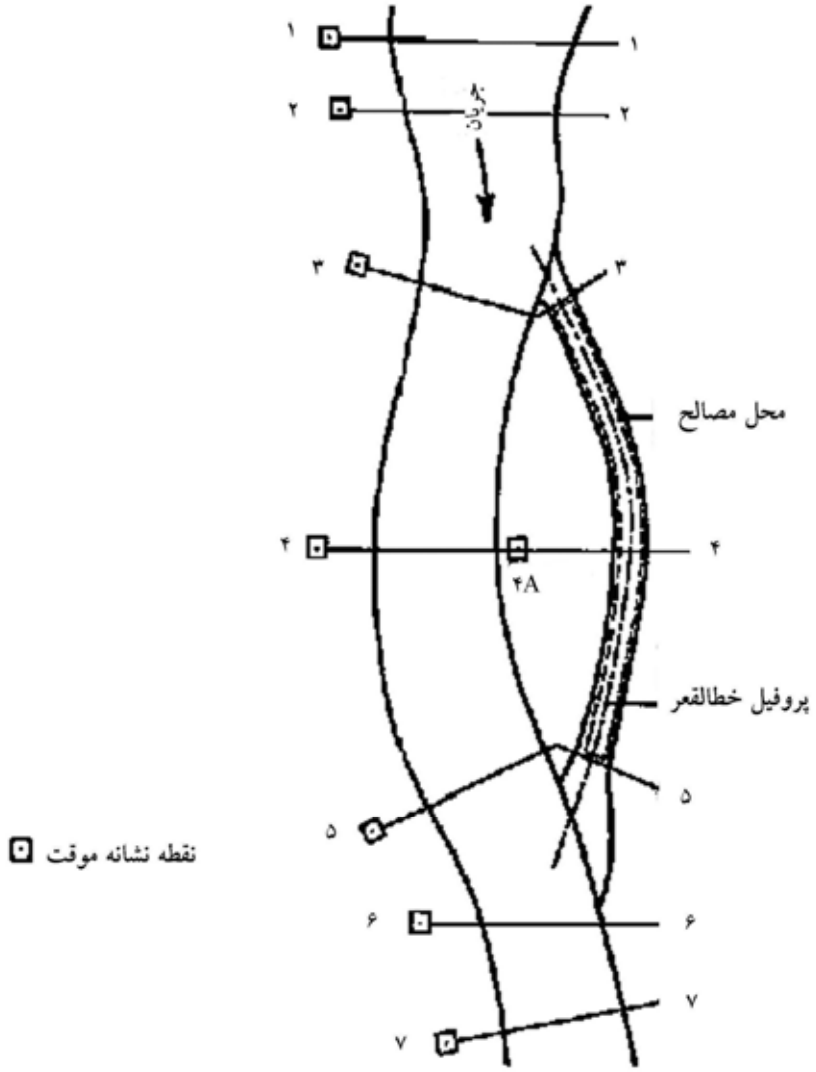
تراز آب باید در هنگام اندازه‌گیری بده ثبت شود. اندازه‌گیری بده نباید در هنگام تغییرات سریع بده ا نجام گیرد. اندازه‌گیری بده باید در سطح مقطعی که در بازه نسبتاً یکنواخت واقع شده، انجام گیرد (یعنی در بازه‌ای که شیب سطح آب و شیب کف یکسان بوده و عمق، مساحت، سرعت و بده دارای تغییرات عمده‌ای در طول بازه نباشند). اندازه‌گیری بده با سنجش عمق و سرعت در عمق‌های معین در ۲۵ تا ۳۰ ایستگاه در عرض آبراه انجام می‌گیرد. اندازه‌گیری سرعت باید در عمق‌های توصیه شده زیر (زیر سطح آب، نسبت به عمق کل d) انجام پذیرد:

- ۰/۲d، ۰/۶d و ۰/۸d دارای اولویت اول هستند.
- ۰/۲d و ۰/۸d دارای اولویت دوم هستند.
- ۰/۶d فقط در شرایطی توصیه می‌شود که عمق کل از ۰/۷۵ متر کمتر باشد.

اگر بده سریعاً تغییر کرده و لازم باشد که اندازه‌گیری در این زمان انجام گیرد، بهتر است برای تسریع در اندازه‌گیری، روش ۰/۶d به‌کار گرفته شود.

ب-۳-۴ توزیع اندازه ذرات بستر

توزیع اندازه لایه سطحی ذرات بستر برای برآورد زبری هیدرولیکی آبراه و سیلابدشت مورد نیاز است. این اطلاعات را می‌توان با آنالیز عکس‌ها توسط روش شبکه[1] – شماره به‌دست آورد [60]. عکس‌ها باید به‌صورت قائم و به طرف پایین، از حداقل یک متر مربع از لایه سطحی دست‌نخورده گرفته شوند. بهتر است یک مقیاس نیز در عکس‌ها گنجانده شود.



شکل ب-۱- نقشه شماتیک، نشان‌دهنده شماره و موقعیت مقاطع عرضی، نقاط نشانه موقت و پروفیل خطالقعر در یک منطقه برداشت مصالح فرضی

1 - Grid – by – number

ب-۳-۵ پروفیل خط‌القعر

در مناطقی که محل برداشت، روی یک پشته شن مجاور آبراه یا در خود آبراه پیشنهاد شده است (شکل ب-۱)، باید یک پروفیل از خط‌القعر برداشت شود. این اطلاعات برای تعیین حداکثر عمقی که تا آن می‌توان نسبت به برداشت مصالح اقدام نمود، مورد نیاز است. پروفیل‌ها باید حداقل تا ۵ برابر عرض آبراه از انتهای محل برداشت مصالح ادامه یابند.

ب-۴ عکسبرداری

باید برای نشان دادن مشخصات اصلی زیستگاه‌ها (مانند حوضچه‌ها، جزایر، پشته‌های شنی، نواحی فرا آب و سواحل فرسایش یافته یا زیرشویی شده) در بازه مورد مطالعه عکس گرفته شود. در صورت امکان، عکس‌ها باید از یک نقطه مرتفع (مانند سواحل بلند) برداشته شوند. برداشت مجموعه‌ای از عکس‌ها که کل بازه رودخانه را پوشش می‌دهد، ترجیح دارد. برای هر عکس، بهتر است اطلاعاتی شامل تاریخ، زمان، محل، جهت عکس و مشخصه‌های عمده عکسبرداری شده ثبت شوند. اگر بازدید، به دنبال بازدید صحرایی قبلی انجام می‌شود، عکس‌هایی مشابه عکس‌های مرحله قبل گرفته شده و همچنین عکس‌هایی که نشان‌دهنده مشخصه‌های جدید باشند، برداشت شوند.

ب-۵ تحقیق محلی سازمان مسئول

توصیه می‌شود که بازدید صحرایی اولیه سازمان مسئول، به منظور بررسی درستی اطلاعات ارائه شده توسط متقاضی و نیز جمع‌آوری اطلاعات اضافی زیست‌محیطی در منطقه برداشت برای شناسایی زیستگاه‌های عمده انجام پذیرد. با این اطلاعات، می‌توان طرح کاری تقریبی به منظور به حداقل رساندن تأثیرات زیست‌محیطی را پیشنهاد کرد. بررسی محلی باید کیفیت کلی زیستگاه‌ها را مورد ارزیابی قرارداده و شامل مشاهده پارامترهای خاص هر منطقه برداشت، از جمله موارد زیر باشد:

- مشخصه‌های کلی رودخانه،
- عرض بالای آبراه (اندازه رودخانه)،
- تراز و بده،
- سرعت متوسط،
- پوشش سواحل و بستر، و
- نسبت حوضچه‌ها و نواحی کم‌عمق.

تجهیزات مطلوب برای چنین بازدیدی، شامل موارد زیر است:

- وسایلی برای اندازه‌گیری عمق آب و عرض سطح،
- وسیله اندازه‌گیری سرعت آب،
- برگه‌های اطلاعات (دفتر بازدید صحرایی) برای ثبت مشاهدات صحرایی،
- دوربین ۳۵ میلی‌متری با فیلم رنگی، و
- دوربین (دو چشمی).

باید در طی بازدید اولیه، یک نقشه ساده از منطقه برداشت (ترجیحاً با استفاده از کپی عکس هوایی ارائه شده به‌همراه برنامه کاری) آماده گردد. این نقشه، باید موقعیت و مشخصه‌های زیستگاه‌های موجودات آبی و خاکی نسبت به مرزهای منطقه کاری و نیز محل مشخصه‌های خاص مانند حوضچه‌های ته‌نشینی، نقاط دسترسی و ... را مشخص کند.

بازدیدهای بعدی توسط سازمان مسئول (در هنگام برداشت مصالح و در انتهای عملیات) باید شامل بررسی همان پارامترها بوده و تغییرات به‌وجود آمده در محیط زیست را ثبت کند.

ب-۶ روش‌های صحرایی

مشاهدات: شمارش و ثبت انواع ماهیان و وحوشی که در هر نوع زیستگاه مشاهده می‌شود.

سرعت جریان: می‌توان سرعت جریان را با گذاشتن یک شیء با وزن مخصوص قدری کمتر از آب در سطح آب رودخانه و اندازه‌گیری زمان مورد نیاز برای طی مسافت بین دو نقطه با فاصله معین به‌دست آورد.

پوشش سواحل و بستر: پوشش سواحل و بستر را می‌توان به‌صورت درصدی از پوشش کل و درصدی از هر نوع بیان کرد. انواع مهم عبارتند از:

- سواحل : ساحل زیرشویی شده، ساحل با پوشش گیاهی تاق‌نما و پوشش گیاهی ساحلی نزدیک سطح (مستغرق و بیرون‌زده)،
- داخل بستر: تخته سنگ‌ها، تنه‌های درخت، آشغال‌های بزرگ و سایر موانع سرعت‌گیر، و
- عمق: عمق آبی که به‌صورت پوشش عمل می‌کند، مانند حوضچه‌های عمیق.

ضمیمه ج : طراحی چاله‌ها

ج-۱ کلیات

دو نوع طرح اساسی برای برداشت شن و ماسه با حفاری چاله وجود دارد: چاله‌های غیر متصل و چاله‌های متصل به آبراه فعال. یک حفره غیر متصل که به‌طور مناسب طراحی شده باشد می‌تواند زیستگاه‌های پرنده‌های ساحلی و مرغان آبی را ایجاد نماید، و اگر چاله به آبراه فعال متصل باشد، زیستگاه ماهی را نیز فراهم می‌آورد. آبراه خروجی یک چاله متصل، امکان خروج ماهیان به‌دام افتاده در داخل حفره را در هر زمان امکان‌پذیر می‌سازد. اگر چاله غیر متصل باشد، باید آنرا در مقابل سیلاب ۲۰ ساله محافظت نمود.

ج-۲ شکل و عمق

شکل مطلوب یک حفره شن و ماسه که در یک سیلابدشت غیر فعال یا تراس حفر می‌شود، طولانی و باریک به شکل یک آبراه با تنوع در عمق می‌باشد (شکل ج-۱). اگر حفره به رودخانه متصل بوده یا قرار است (ممکن است) ماهیان در حفره نگه‌داری شوند، عمق متوسط باید از ۲/۵ متر بیشتر باشد تا امکان ادامه حیات ماهیان در طول زمستان فراهم گردد. برای حفره‌ای با مشخصات نشان داده شده در شکل ج-۱، در زیر دو مثال از تنوع عمق که عمق متوسط ۲/۵ متر را فراهم می‌آورد، ارائه شده است.

الف - برای عمق متوسط حداقل با سطح ناحیه ساحلی حداقل

متوسط عمق (متر)	۰/۵	۱/۵	۲/۵	۳/۵	۴/۵
درصد سطح حفره	۲۵	۱۰	۱۰	۵۰	۵

حداکثر عمق : ۵ متر

عمق متوسط: ۲/۵ متر

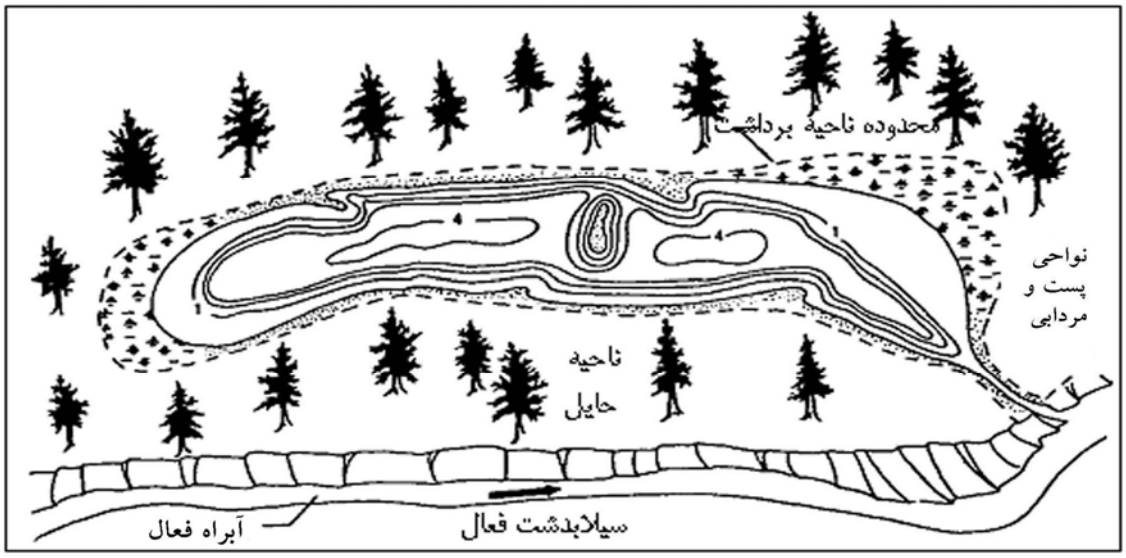
ب - برای عمق متوسط حداقل با سطح ناحیه ساحلی حداکثر

متوسط عمق (متر)	۰/۵	۱/۵	۲/۵	۳/۵	۴/۵	۵/۵
درصد سطح حفره	۳۵	۱۰	۱۰	۱۵	۲۵	۵

حداکثر عمق : ۶ متر

عمق متوسط: ۲/۵ متر

حفره با مساحت ناحیه ساحلی بزرگ ، معمولاً امکان باروری بیشتر را فراهم آورده و برای مرغان آبی، پرندگان ساحلی و ماهیان ترجیح داده می‌شود. در هر دو مثال بالا، افزایش عمق متوسط باعث کاهش احتمال مرگ و میر زمستانی ماهیان می‌شود. اگر شن و ماسه بیشتری مورد نیاز باشد، افزایش عمق بر افزایش سطح دست‌خوردگی ترجیح دارد.



شکل ج-۱- مشخصات عمومی مطلوب برای یک حفره شن و ماسه متصل به آبراه فعال

ج-۳ روش محاسبه عمق متوسط حفره

برای به‌دست آوردن تخمینی از عمق متوسط یک چاله، روند زیر می‌تواند استفاده شود:

- خطوط تراز ۱ متری (یا سایر واحدهای اندازه‌گیری) برای حفره مشخص شوند.
- مساحت محصور در هر فاصله تراز و درصد آن از کل مساحت محاسبه شود.
- تراز نقطه میانی هر فاصله تراز، در درصد مساحت مربوط ضرب شود.
- عمق متوسط = مجموع کلیه حاصل‌ضرب‌های بند بالا.

جدول زیر شامل مثالی از محاسبه عمق متوسط حفره نشان داده شده در شکل ج-۱ است.

الف- فواصل تراز (متر)	ب- مساحت سطح		نقطه میانی فاصله تراز (متر)	ج- حاصل‌ضرب نقطه میانی و درصد سطح (متر)
	هکتار یا سایر واحدها	درصد		
۱- ۰	۱/۲۸	۳۳	۰/۵	۰/۱۷
۲- ۱	۰/۶۴	۱۷	۱/۵	۰/۲۶
۳- ۲	۰/۵۲	۱۴	۲/۵	۰/۳۵
۴- ۳	۱/.۸	۲۸	۳/۵	۰/۹۸
۵- ۴	۰/۳	۸	۴/۵	۰/۳۶
حاصل جمع	۳/۸۲	۱۰۰		عمق متوسط = ۲/۱۲

ضمیمه د: تخمین نرخ جابه‌جایی بار بستر در رودخانه

د-۱ کلیات

تخمین نرخ افزایش یا کاهش رقوم بستر در رودخانه در محدوده عملیات برداشت برای برداشت کنندگان و همچنین ناظرین اجرای قوانین، از اهمیت زیادی برخوردار است. تقریباً در همه موارد، بستر رودخانه باید دارای افزایش رقوم بوده تا بتوان در منطقه عملیات، برداشت را به‌خوبی انجام داد.

رسوب در رودخانه از دو بخش بار بستر و بار معلق تشکیل شده است. یک روش اندازه‌گیری بار بستر، اندازه‌گیری باری است که به یک روزنه با مساحت ۳ اینچ مربع که در بستر آبراه قرار دارد وارد می‌شود [61]. ذرات درشت‌تر نیز به‌عنوان بار بستر در نظر گرفته می‌شوند. تمام ذرات رسوب که بالاتر از این نقطه در حرکت هستند، به‌عنوان بار معلق در نظر گرفته خواهند شد. البته باید توجه نمود که موارد زیر اندازه‌گیری بار بستر را مشکل می‌کند:

- در اکثر رودخانه‌های موقت و دائمی، تمام بار بستر در یک دوره یکساله در پی وقوع چندین رواناب عظیم که در چندین روز از سال اتفاق می‌افتد تشکیل می‌شود.
- یک رویداد که ممکن است در طول ده سال یک بار اتفاق بیفتد، ممکن است در مدت ۲۴ ساعت میزان رسوبی را جابه‌جا کند که در مدت زمان چندین سال گذشته جابه‌جا نشده باشد.
- با افزایش میزان رسوب و بار بستر جریان، وزن مخصوص جریان بیشتر شده، و برداشتن و حمل ذرات بزرگ آسان می‌گردد و اثر آن به‌صورت تابع نمایی روی ظرفیت حمل و جابه‌جایی رودخانه، ظاهر می‌شود.
- پارامترهای زیادی بار بستر رودخانه را تغییر می‌دهند مانند تغییر در کاربری اراضی زیر حوضه‌ها، تغییرات میزان آبیاری، گسترش و توسعه سیلابدشت‌ها، پیدایش محل‌های انباشت و ذخیره و افزایش ظرفیت مخازن سدها.
- ابزار و وسایل اندازه‌گیری گران بوده و برای یک دوره چندین ساله باید به کار گرفته شوند تا از داده‌های به‌دست آمده، نتایج قابل قبولی به‌دست آید.

د-۲ روش شماره یک – نمونه‌گیری مستقیم

یک روش استاندارد نمونه‌گیری، استفاده از نمونه‌گیر بار بستر هلی– اسمیت[1] است. این ابزار، در هنگام رویداد یک سیلاب در نقاط مختلف مقطع عرضی آبراه قرار می‌گیرد. نمونه‌گیر، بار بستر رودخانه را برای یک مدت زمان از پیش تعیین‌شده در هر نقطه جمع‌آوری می‌کند. میزان بده نیز در زمان نمونه‌گیری اندازه گرفته می‌شود. بعد از چندین رویداد اندازه گرفته شده، یک منحنی لگاریتمی بر اساس رابطه بین نرخ بده و حجم بار بستر اندازه گرفته شده ترسیم می‌شود. از این رابطه، به‌طور تئوریک می‌توان بار بستر را برای بده‌های مختلف پیش‌بینی نمود.

اطلاعات باید در فصول مختلف سال جمع‌آوری شده و رویدادهای بزرگ، به‌دلیل دارا بودن حجم زیاد بار بستر نباید از دست داده شوند.

1- Helly- Smith

برای پیش‌بینی بار بستر متوسط سالانه، جریان‌های میانگین روزانه در طول سال باید محاسبه شوند. این داده‌ها باید حداقل برای مدت زمان ۱۰ سال موجود باشند.

این روش، هزینه‌های زیاد نمونه‌گیری را به‌همراه داشته و باید با استفاده از تبدیل داده‌ها، رابطه‌ای برای تخمین بار بستر به‌دست آورده شود که در صورت عدم وقوع سیلاب‌های بزرگ در دوره نمونه‌گیری، از دقت لازم برخوردار نیست.

د-۳ روش شماره دو- فرمول‌های انتقال بار بستر

تاکنون چندین فرمول مختلف برای برآورد میزان انتقال بار بستر بسط داده شده که برای استفاده هر یک از آنها، باید به شرایط و محدودیت‌های کاربرد این فرمول‌ها توجه داشت. استفاده از این فرمول‌ها در رودخانه‌های مختلف و خصوصاً رودخانه‌های شیبدار با مصالح بستر درشت‌دانه، با عدم دقت کافی مواجه است.

روابطی که بیانگر رابطه بین بده جریان و جابه‌جایی بار بستر هستند، شبیه رابطه به‌دست آمده از روش نمونه‌گیری هلی-اسمیت شرح داده شده در روش ۱ می‌باشند.

روابط انتقال بار بستر، برای تخمین تقریبی جابه‌جایی سالانه در یک نقطه مشخص از رودخانه استفاده می‌شوند. بیشتر این روابط، برای آبراه‌های آبرفتی با بستر ماسه‌ای و بر اساس فرضیات زیر طراحی شده‌اند [5]:

- بده برای مدت زیادی ثابت باقی می‌ماند،
- تغییرات عمق و سرعت در پایین‌دست ناچیز است، و
- مقدار رسوب ریزدانه ناشی از مصالح مختلف بستر نامحدود می‌باشد.

این شرایط در بسیاری از آبراه‌های رودخانه‌های کوهستانی صادق نیستند. همچنین هیدرولیک آبراه‌های دارای شیب تندتر و مصالح درشت‌دانه شنی، نسبت به آبراه‌های دارای بستر ماسه‌ای پیچیده‌تر هستند. با این وجود، این روابط روشی ساده برای اندازه‌گیری نرخ انتقال بار بستر را به ما نشان می‌دهند. استفاده از روابط انتقال رسوب، مستلزم محاسبه پارامترهای زیر می‌باشند:

- توزیع دانه‌بندی مصالح کف رودخانه،
- ترسیم و اندازه‌گیری مقطع عرضی دقیق در منطقه مورد نظر،
- شیب متوسط طولی سطح آب، و
- رابطه بین عمق رودخانه و بده (معادله مانینگ).

فهرستی از معادلات بار بستر با اندازه میانگین ذرات و دانه‌بندی مصالح در جدول د-۱ نشان داده شده است.

جدول د-۲ نشان‌دهنده چگونگی عملکرد معادلات مختلف در هنگام آزمایش روی رودخانه‌های واقعی در محدوده‌های طراحی می‌باشد. اطلاعات این جدول، شامل انواع مختلف رودخانه‌ها از بستر شنی تا ماسه‌ای می‌باشد. در جدول، مشاهده می‌شود که تعداد کمی از معادلات بار بستر روی رودخانه‌ها آزمایش شده‌اند و بیشتر معادلات، برای بار کل بوده‌اند.

با مقایسه نتایج، مشاهده می‌شود که معادله بگنولد[1] (۱۹۸۰) برای رودخانه‌های دارای بستر شنی متوسط مناسب است. برای رودخانه‌های شریانی و رودخانه‌های کوچک با بستر ماسه‌ای، معادله میر- پیتر- مولر[2] مناسب می‌باشد. در رودخانه‌های دارای بستر ماسه‌ای متوسط، معادله رتنر[3] و ماسه‌ای درشت‌دانه معادله بگنولد (۱۹۵۶) عملکرد بهتری دارند، هر چند که در مورد آخر نتایج آزمایش‌های به‌دست آمده چندان امیدوار کننده نبودند. توصیه می‌شود که از بیش از یک معادله استفاده شود و نتایج برای رسیدن به دقت بیشتر، با یکدیگر مقایسه گردند.

د-۴ روش شماره سه - اندازه‌گیری بار بستر از طریق بار معلق

در بسیاری از مناطق، اطلاعات کافی در مورد بار بستر رودخانه‌ها در دسترس نمی‌باشد، در حالی که امکان گردآوری و فراهم آوردن اطلاعات زیادی در مورد میزان بار معلق در مناطق مختلف فراهم می‌باشد. روشی تقریبی (به شرح زیر) برای اندازه‌گیری بار بستر به‌طور مستقیم از روی بار معلق وجود دارد[61]:

- در رودخانه‌های مناطق کوهستانی، میزان بار بستر به‌طور معمول ۱۶٪-۸٪ بار معلق است،
- برای رودخانه‌های دارای شیب متوسط، میزان بار بستر به‌طور نرمال ۱۰٪-۴٪ بار معلق است، و
- در رودخانه‌های دارای شیب ملایم در زمین‌های هموار، این نسبت برابر ۶٪-۲٪ است.

تفسیر داده‌های بار معلق برای پیش‌بینی بار بستر، باید با دقت کافی همراه باشد. اگر داده‌های روزانه بار معلق در جریان‌های روزانه در دسترس است، برآورد اندازه بار بستر سالانه رودخانه به‌طور مستقیم انجام شدنی است.

این روش، از سادگی زیادی برخوردار بوده و در بسیاری از موارد، نتایجی قابل قبول و مشابه نتایج تحقیقات پر هزینه و وقت‌گیر به‌دست می‌دهد.

د-۵ روش شماره چهار- اندازه‌گیری بار بستر از طریق جابه‌جایی جناحین یا فرسایش خاکریزها

در بسیاری از رودخانه‌های سینوسی یا پیچانرودی، می‌توان میزان بار انتقالی بستر را از طریق بررسی متناوب عکس‌های هوایی و اندازه‌گیری میزان جابه‌جایی جناحین به‌دست آورد (شکل د-۱).

1 - Bagnold
2 - Meyer – Peter/Mueller
3 - Rottner

جدول د- ۱- معادلات انتقال رسوب[63]

نام	کد	D_{50} میلی‌متر	دانه بندی	داده		مرجع
				Ch**	Fl*	
Bagnold 1956	B56					Bagnold 1956
Bagnold 1980	B80	۱/۱	یکنواخت		x	Bagnold 1980***
Diplas	Di	۵۴	مخلوط		x	Diplas1987
Du Boys/ Straub	Du	۰/۱-۴	یکنواخت		x	
bedload،Einstein	Eb	۰/۳-۲۹	یکنواخت		x	Brown 1950،Vanoni 1975
Einstein/ Brown	EB	۰/۳-۲۹	یکنواخت		x	Einatein 1950،Vanoni 1975
Engelund/ Predsoe	EF					Nakato 1990***
Kalinske	Ka					Kalinske 1947،Graf 1971
Meyer-Peter	MP	۳-۲۹	یکنواخت		x	Vanoni 1975
Meyer – Peter/Muller	MM	۰/۴-۲۹	مخلوط		x	Vanoni 1975
Parker 1982	P82	۵۴	مخلوط		x	Parker ،Gomez and Church 1989 et al.1982
bedload،Rijn	Rb	۰/۲-۲	مخلوط		x	Rijn 1984a
Rottner	Ro				x	Rottner 1959
Schoklitsch 1934	S3	۰/۳-۵	مخلوط		x	Graf 1971،Vanoni 1975
Schoklitsch1943	S4	ماسه	مخلوط	x	x	Graf ،Gomez and Church 1989 1971
Shields	Sh	۱/۶-۲/۵	یکنواخت		x	Graf 1971،Vanoni 1975
Toffaleti	To	ماسه	مخلوط	x	x	Toffaleti 1969،Vanoni 1975
Yalin 1963	Ya	۰/۳-۲۹	مخلوط		x	Gomez and Church 1989
Yang 1984	Y84	۲-۷	یکنواخت		x	Yang 1984

* فلوم، ** آبراه، *** اصلاح نسخه قبلی معادله

حجم مصالح جابه‌جا شده با محاسبه تعداد مربع‌هایی از شبکه که در حوضه مشخص جابه‌جا شده‌اند، به‌دست می‌آید. ارتفاع متوسط که به سطح خاکریزها اختصاص داده می‌شود، از طریق مشاهدات محلی در رودخانه به‌دست می‌آید. نتیجه این روش، یک برآورد کلی غیر دقیق از انتقال بار بستر است.

استفاده از این روش در رودخانه‌هایی که دارای افزایش زیاد رقوم بستر هستند و انتقال بار بستر در این رودخانه‌ها معمولاً در یک فاصله کوتاه نسبت به سایر رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد، مفید است.

د-۶ روش شماره پنج- اندازه‌گیری بار بستر از روی رسوبگذاری در مخازن

در یک‌سری از رودخانه‌هایی که فاقد اطلاعات کافی هستند، می‌توان انتقال بار بستر را از طریق اندازه‌گیری رسوبگذاری در مخازن در طول زمان به‌دست آورد. در این روش، برای حصول نتیجه قابل اطمینان، باید برای در نظر گرفتن مناطق زهکشی شده، زمین‌شناسی منطقه، کاربری اراضی و وجود مخازن دیگر در رودخانه دقت کافی به‌عمل آید.

مصالح ته‌نشین شده در رودخانه‌ها، شامل بار بستر و قسمتی از بار معلق می‌باشند که برای به‌دست آوردن بار بستر باید بار معلق را از آن تفریق نمود. این کار از طریق مشخص شدن بار معلق کل از روی داده‌های در دسترس و سپس مشخص شدن میزانی از بار معلق که از مخزن جابه‌جا می‌شود صورت می‌گیرد.

د-۷ خلاصه

برای رسیدن به دقت کافی و قابل استناد در اندازه‌گیری نرخ جابه‌جایی بار بستر، بهتر است که برآوردها از طریق چندین روش انجام شده و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه گردند، زیرا میزان خطا در هر یک از این روش‌ها قابل ملاحظه است. همچنین میزان تأثیر فعالیت‌های خاص روی منابع طبیعی یا سازه‌های ساخت بشر، درجه اهمیت و دقت برآورد میزان انتقال بار بستر را مشخص می‌کند.

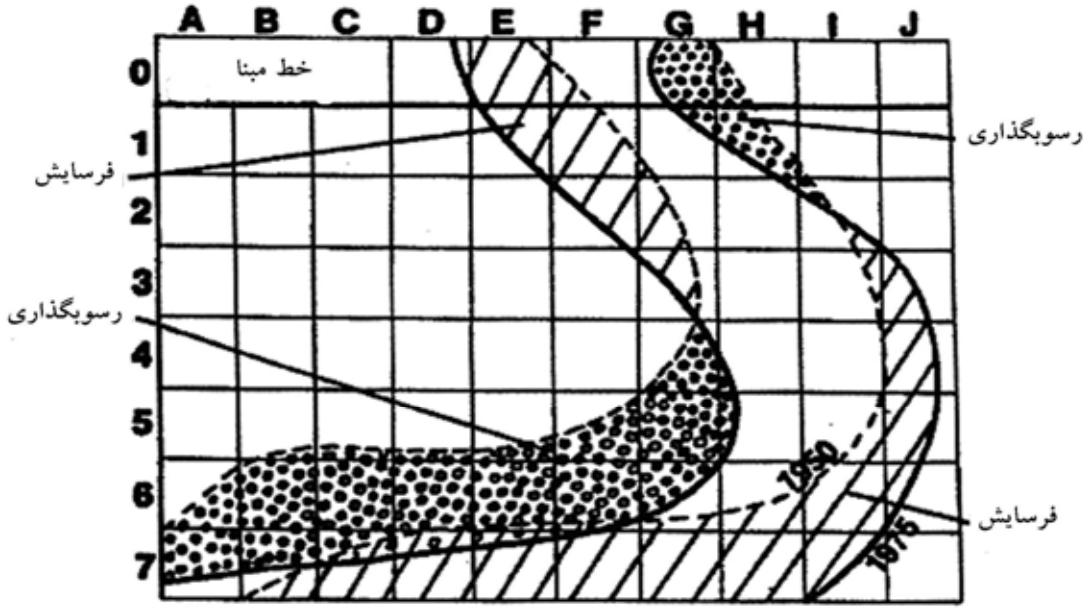
به‌عنوان نمونه، اگر یک پروژه در مساحت ۲ هکتار برای برداشت ماسه در زمین‌های خشک، که دارای شبکه زهکشی زیرزمینی یا محیط زیست جانداران در نزدیکی محل برداشت است، طراحی شود و نگرانی از میزان تأثیر عملیات روی اموال مالکین محیط وجود داشته باشد، انجام تحقیقات محاسبه نرخ انتقال بار بستر به همان میزان دقت و اهمیت محاسبه آن در یک

جدول د-۲- معادلات انتقال رسوب بالقوه مفید برای انواع آبراه ها[63]

ردیف	محقق/ مورد تحقیق	نوع معادله	نسبت کیفیت	رودخانه‌ها	آزمایش‌های مستقل به کل	رتبه
۱	متوسط با بستر شنی Bagnold 1980	b	۰/۲۰	۴	۲/۶	B
۲	شریانی با بستر شنی Meyer-Peter/ Muller	b	۰/۰۰	۳	۳/۳	A
۳	کوچک با بستر ماسه‌ای Ackers/White	t	۰/۱۱	۶	۶/۹	B
۴	Laursen	t	۰/۲۴	۳	۳/۵	B
۵	Shen/ Hung 1972	t	۰/۲۰	۲	۲/۲	C
۶	Yang 1973	t	۰/۲۰	۲	۱/۱	E
۷	Toffaleti(کل)	t	۰/۴۰	۳	۳/۳	E
۸	Meyer-Peter/Muller	b	۰/۴۲	۴	۱۰/۱۰	E
۹	Schokiitsch 1934	b	۰/۴۵	۳	۵/۵	E
۱۰	متوسط با بستر ماسه‌ای Shen / Hung 1972	t	۰	۳	۳/۵	A
۱۱	Einstein (اصلاح شده)	t	۰	۳	۳/۴	A
۱۲	Ackers/ White	t	۰/۰۵	۳	۵/۷	A
۱۳	Maddock	t	۰/۰۶	۳	۳/۶	A
۱۴	Blench	t	۰/۰۷	۳	۵/۵	A
۱۵	Yang 1973	t	۰/۰۷	۳	۲/۵	B
۱۶	Rottner	b	۰/۰۰	۲	۳/۳	C
۱۷	Einstein (کل)	t	۰/۴۰	۲	۵/۵	D
۱۸	Colby 1964	t	۰/۱۳	۵	۵/۶	D
۱۹	Toffaleti (کل)	t	۰/۲۲	۴	۶/۹	D
۲۰	Bishop	t	۰/۲۲	۴	۲/۶	D
۲۱	Kalinske	b	۰/۴۶	۲	۵/۵	D
۲۲	Bagnold 1966	t	۰/۱۴	۶	۲/۶	E
۲۳	Schokiitsch 1934	b	۰/۲۲	۳	۵/۵	E
۲۴	Einstein (بار کف)	b	۰/۳۳	۳	۶/۶	E
۲۵	بزرگ با بستر ماسه‌ای Toffaleti (کل)	t	۰/۰۸	۶	۵/۱۰	A
۲۶	Einstein(اصلاح شده)	t	۰	۵	۶/۶	A
۲۷	Colby 1964	t	۰/۲۰	۲	۳/۴	C
۲۸	Ackers/ White	t	۰/۲۴	۵	۲/۶	D
۲۹	Bagnold 1956	b	۰/۳۸	۳	۳/۳	E

نوع معادله: t برای بار کل، b برای بار بستر . نسبت کیفیت: درصد آزمایش‌های خارج از ضریب ۲

رودخانه‌ها: تعداد رودخانه‌های مورد آزمایش (در گروه رودخانه). آزمایش‌های مستقل به کل: تعداد مقایسه‌ها توسط استفاده کننده‌های مستقل برای نوع رودخانه به تعداد کل مقایسه‌ها. رتبه: مرتب شده از A (بالا) تا E (پایین)



شکل د-۱- شکل شماتیک، نشان‌دهنده خطوط ساحلی و نواحی فرسایشی و رسوبگذاری که با توجه به آنها نرخ فرسایش قابل اندازه‌گیری می‌باشد

پروژه که در نزدیکی یک منطقه پر جمعیت یا منطقه دارای ورودی‌های شبکه زهکشی، چشمه‌ها و سازه‌های ساخت بشر مانند پل‌ها و جاده‌های در حال اجرا است، ضرورت ندارد.

ضمیمه‌ه: سازه‌های حفاظت کننده منطقه برداشت مصالح

ه-۱ معرفی

در صورت عدم ممنوعیت برداشت، باید مطالعات کامل برای بررسی و انتخاب سازه‌های کنترل کننده مانند پایدارسازی خاکریزها، گیاه‌کاری مجدد منطقه، احداث مناطق حایل، آرایش منظم و طراحی شده حفره‌های برداشت در سیلابدشت، سازه‌های کنترل‌کننده پدیده شستشوی بالادست و همچنین پاکیزه‌سازی آب بازگشتی به رودخانه صورت گیرد.

چنانچه طبق پیش‌بینی‌های انجام شده، میزان گودافتادگی بستر و تبعات آن فراتر از حد مجاز بوده و بروز ناهنجاری‌ها و تهدید سلامت سازه‌ها را در پی داشته باشد، باید برنامه بهره‌برداری متوقف گردد یا برای مقابله با آثار سوء برداشت، تمهیدات لازم انجام گیرد. این‌گونه تمهیدات، می‌تواند به‌صورت احداث سرریز برای افزایش تراز بستر یا احداث سازه‌های طولی برای پایدارسازی کناره‌ها و سایر اقدامات مهندسی مناسب باشد که با نظر کارشناسان انجام می‌گیرد.

روش‌های مختلفی برای کاهش عوارض برداشت بیش از حد در رودخانه وجود دارند که در این بخش، تعدادی از این روش‌ها معرفی می‌شوند.

واترز[1] پیشنهاد کرد که در حفره‌های برداشت‌شده در پایین‌تر از رقوم آب زیرزمینی، اقدامات زهکشی و دوباره پرسازی و گیاه‌کاری انجام شود [64]. همچنین برای جلوگیری از آب‌شستگی بالادست می‌توان از سازه‌های تورسنگی استفاده نمود که البته این، باید آخرین روش ممکنه باشد زیرا این سازه‌ها روند حرکت و جابه‌جایی ماهی‌ها را با مشکل مواجه می‌کنند.

سازه‌های کنترل رودخانه و روش‌های محافظت خاکریز را می‌توان در زمان عملیات استخراج شن، یا هنگام خاتمه کار در منطقه برداشت مصالح مورد استفاده قرار داد. هدف از کاربرد آنها، محافظت منطقه برداشت از ورود جریان در هنگام کار یا بعد از خاتمه کار و همچنین کاهش پتانسیل رسوبگذاری در پایین‌دست می‌باشد. همچنین سازه‌های کنترلی رودخانه را برای جلوگیری از فرسایش بیش از حد خاکریزحایل نیز می‌توان به‌کار برد. اما به‌طور کلی، سازه‌های کنترلی رودخانه و محافظ خاکریزها را در صورتی که استفاده از آنها ضرورت نداشته باشد نباید به‌کار برد، زیرا این سازه‌ها رفتار طبیعی رودخانه را تحت تأثیر قرار داده و عموماً باعث آب‌شستگی یا فرسایش خاک می‌شوند. از دیگر کارکردهای این سازه‌ها، استفاده از آنها به‌جای خاکریزها یا مناطق ریپ– رپ همجوار آنهاست.

سنگ‌چینی، بخش عمده سازه‌های محافظ خاکریزها را تشکیل می‌دهد. سازه‌های کنترلی رودخانه در پروژه‌های استخراج شن و ماسه، عمدتاً شامل خاکریزها می‌شوند. انواع دیگر این سازه‌ها شامل سازه‌های تأخیری، خاکریزهای هدایتی، آبشکن‌ها و اسکله‌ها است.

برداشت کنندگان باید سازه‌های کنترل و احیای منابع را نگه‌داری و محافظت کرده و تا پایان عملیات، مناطق برداشت را گیاه‌کاری نمایند. برای پایدارسازی بلندمدت مناطق، باید در محل، سازه‌های دائمی احداث شوند.

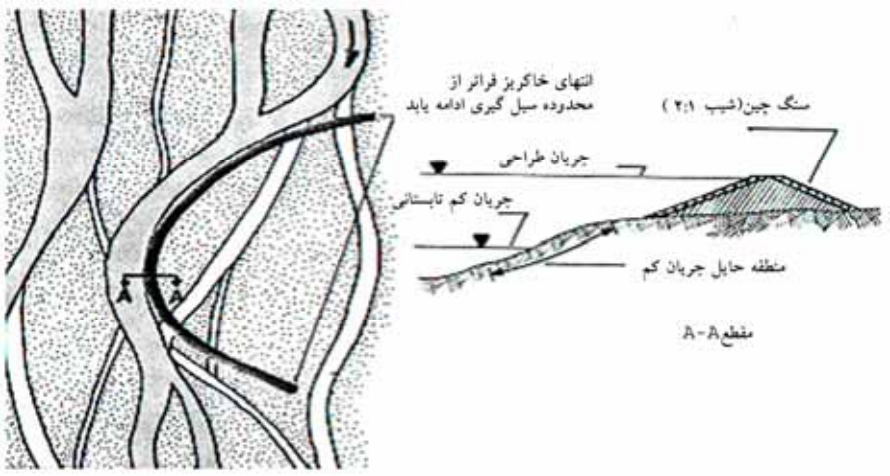
1- Waters

هـ-۲ خاکریزها

خاکریز طولی (دایک‌ها)، خاکریزهای طولانی هستند که برای کنترل سرریز جریان به داخل منطقه برداشت مصالح به‌کار می‌روند. خاکریزها ممکن است در امتداد طولی آبراه یک رودخانه فعال یا در مسیر جریان یک آبراه سیلابی ساخته شوند. همچنین ممکن است آنها را برای بستن یک طرف رودخانه، در حالتی‌که برداشت از کف بستر صورت گیرد، به‌کار برد. در چنین مواردی، خاکریزها باید نفوذناپذیر بوده، ارتفاع آنها برای جلوگیری از سرریزی به اندازه کافی باشد و در برابر فرسایش مقاومت کنند. چنین خاکریزهای نفوذناپذیری، از سنگ، خاک یا هر دو ساخته می‌شوند.

طراحی خاکریزها باید شامل موارد زیر باشد (شکل هـ-۱):

- شیب کناره‌ها باید پایدار و پوشیده با ریپ- رپ بوده تا در مقابل سیلاب مقاوم باشند (عموماً شیب ۲:۱ توصیه می‌شود)،
- عرض تاج خاکریز با توجه به ماشین‌آلاتی که در ساخت خاکریز استفاده می‌شوند کنترل خواهند شد،
- انتهای خاکریزها باید در محل مناسب و به‌صورتی طراحی شود که از جریان آب حول آن جلوگیری شود،
- سطح خاکریز باید در رقوم تراز آب جریان طرح قرار گیرد. این رقوم با استفاده از آنالیز هیدرولیکی (حرکت به‌سوی بالادست) به‌دست می‌آید، و
- خاکریزها باید عقب‌تر از محدوده مناطق حایل جریان‌های کم احداث شوند.



شکل هـ-۱- جزییات خاکریز

هـ-۲-۱ محافظت خاکریزها

روش‌های محافظت خاکریزها، به منظور کنترل فرسایش در هنگام و پس از عملیات برداشت مصالح اجرا می‌شوند. این روش‌ها شامل مسلح‌سازی خاکریزها، ایجاد پوشش‌های رونده، پایدارسازی به‌وسیله پوشش گیاهی، سبدهای تورسنگیو اسکله‌سازی است. به‌دلیل فراهم بودن سنگ‌های با دوام در اکثر مناطق برداشت، استفاده از روش‌های تسلیح خاکریزها، تورسنگی و

اسکله‌سازی در محیط، مقرون به صرفه‌تر هستند. سنگ‌چین، لایه‌ای از مصالح مقاوم در برابر فرسایش است که روی خاکریز قرار گرفته و از فرسایش و شستشوی آن جلوگیری می‌کند.

در محدوده نزدیک و مجاور منطقه استخراج، استفاده از طرح‌های گیاه‌کاری برای پایدارسازی بلندمدت خاکریزها نیز باید مورد استفاده قرار گیرد. عملیات حفاظت ممکن است در زمان اجرای عملیات برداشت، یا در زمان طرح، اصلاح و بازسازی یا همزمان در هر دو اجرا شود.

هـ-۲-۲ تسلیح خاکریز

این روش در مناطقی که امکان جابه‌جایی رودخانه خصوصاً در ساحل بیرونی خم‌ها وجود دارد اجرا می‌گردد. حفاظت جناحین، یکی از انواع پایدارسازی آبراه است و باید در مواقع لزوم اجرا گردد. طبیعی است که نتایج این تثبیت، باعث پیدایش آب‌شستگی و فرسایش در نقاط دیگر رودخانه خواهد شد. عدم طراحی مناسب یا عدم اجرای دقیق یا استفاده از مصالح کوچک‌تر از اندازه‌های تعیین‌شده، باعث حفاظت و نگه‌داری موقت خاکریزها می‌شود. برداشت‌کنندگان، برای تسلیح جداره‌ها می‌توانند از ریپ- رپ، ترکیبی از ریپ- رپ و پوشش گیاهی، سیمان خاک یا تورسنگی استفاده نمایند.

هـ-۲-۳ ریپ- رپ

مرسوم‌ترین شکل سنگ‌چینی، ریپ- رپ می‌باشد که لایه‌ای از سنگریزه و صخره بوده و ممکن است متراکم شده و با دست ریخته شود، و یا همراه با آن، دوغاب‌ریزی نیز صورت پذیرد. سنگ‌ریزی متراکم، بیشتر مرسوم است، در حالی‌که در صورت فراهم نبودن مصالح مناسب، ریپ- رپ همراه با دوغاب نیز کاربرد دارد. در صورت فراهم نبودن مصالح در اندازه مناسب و به اندازه کافی، می‌توان ازتورسنگی نیز استفاده کرد. فاکتورهای مهم در طراحی ریپ- رپ عبارتند از:

شکل، اندازه و درجه‌بندی سنگ،

تراکم و مقاومت سنگ،

سرعت و عمق جریان در نزدیکی سنگ،

تندی شیب محافظت شونده توسط ریپ- رپ،

ضخامت لایه ریپ- رپ،

طراحی لایه فیلتر، و

نگه‌داری پنجه و پاشنه سازه.

هـ-۳ سازه‌های کنترل و حفاظت شیب

عمق برداشت در حفره استخراج باید همواره تحت کنترل باشد که میزان آن، به خصوصیات هیدرولوژی منطقه برداشت و پتانسیل عوارض ناشی از برداشت در بالادست و پایین‌دست حفره بستگی دارد. محدوده سازه‌های ریزشی و سرریزهای سنگی می‌تواند بعد از اتمام عملیات برداشت، به‌عنوان آبگیر و زیستگاه ماهی‌ها استفاده شود. مهم‌ترین ویژگی طرح اصلاح و بازسازی،

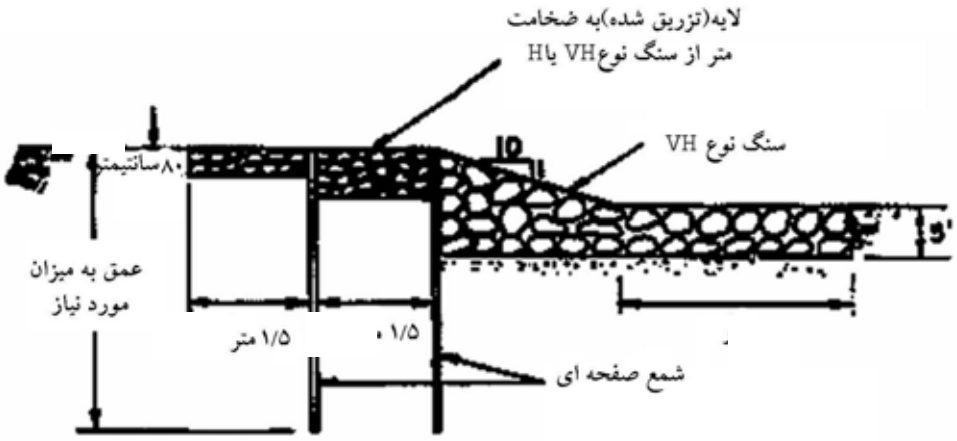
پایدارسازی خاکریزهای دست‌خورده و برقراری پوشش پایدار روی آنها است. برای پرورش و ایجاد پوشش‌های مناسب، امروزه روش‌ها و فرآورده‌های تجاری مناسبی در دسترس است.

این نوع سازه‌ها، باید در انتهای بالادست حفره برداشت اجرا گردند که انواعی از آنها، در ادامه معرفی می‌شوند:

هـ-۳-۱ سازه‌های ریزشی و سرریزها

انواع مختلفی از این سازه‌ها برای جلوگیری از شستشوی بالادست و پایین‌دست منطقه عملیات برداشت اجرا می‌شوند. رقوم تمام شده در این روش، نباید از رقوم آبراه قبل از برداشت پایین‌تر باشد. شکل هـ-۲ نشان‌دهنده جزییات اجرایی این سازه‌هاست. این سازه‌ها در دو ردیف و با فاصله ۵ فوت اجرا می‌شوند. دیواره‌های جناحین باید در عرض سیلابدشت رودخانه اجرا شوند. این سازه‌ها باید به کف آبراه نیز متصل باشند تا از امکان زیرشستگی و فرسایش جلوگیری شود.

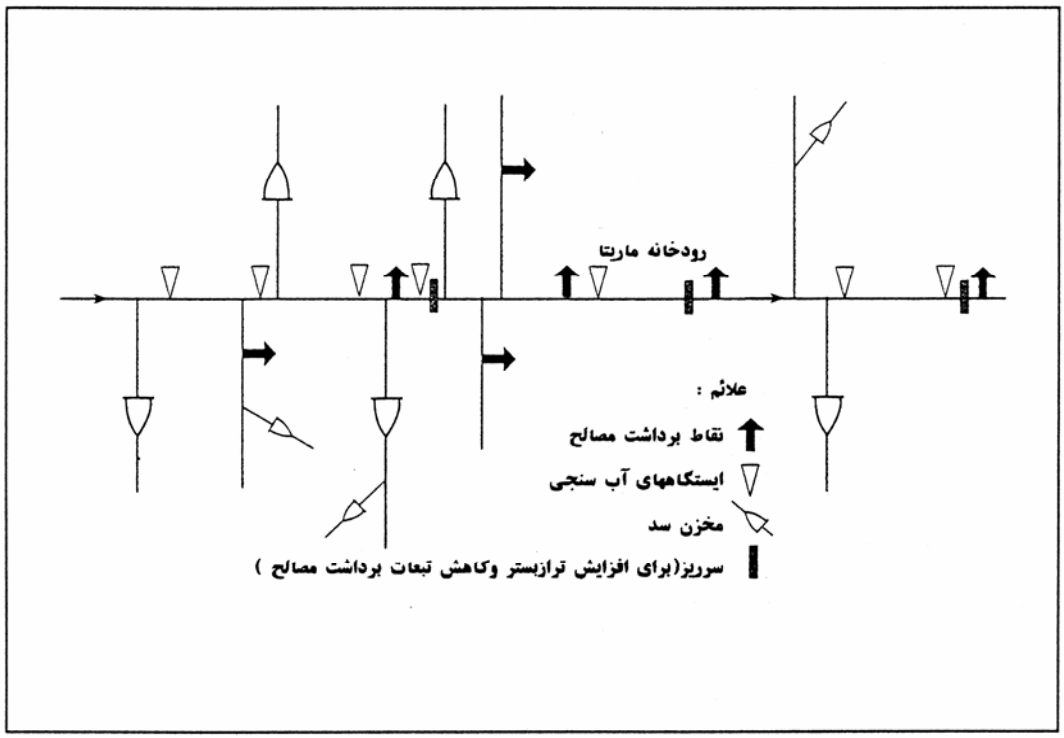
به‌عنوان نمونه، در شکل هـ-۳ موقعیت سه فقره سرریز احداث شده برای جلوگیری از اُفت بیش از حد تراز بستر و سطح آب در نتیجه برداشت مصالح روی رودخانه ماریتا نشان داده شده است [۱].



شکل هـ-۲- سازه نمونه برای کنترل فرسایش پیش‌رونده

هـ-۳-۲ پایدارسازی با استفاده از پوشش گیاهی

کاشت گیاهان، معمولاً به منظور حفاظت جداره‌های رودخانه از فرسایش و با چندین روش مختلف صورت می‌گیرد. این روش‌ها اغلب در ترکیب با سایر روش‌های پایدارسازی مانند تسلیح جداره‌ها یا ساحل‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل هـ-۳- موقعیت نقاط برداشت مصالح رودخانه‌ای و سرریزهای تثبیت بستر روی رودخانه ماریتا [۵۹]

هـ-۳-۳ ساحل سازی (اسکله‌ها)

این سازه‌ها از انواع خاکریزها که برای حفاظت جداره‌ها استفاده می‌شوند تشکیل می‌گردند. محدوده اجرای این سازه‌ها از پنجه جداره آبراه با شیب ۴:۱ (H:V) تا فاصله کمتر از یک سوم عرض رودخانه است که مقدار بهینه آن ۴/۵ تا ۸ متر می‌باشد. راستای کارگذاری این سازه‌ها یا باید عمود بر خط مرکزی رودخانه باشد یا با فاصله ۴۵ درجه به سمت پایین‌دست قرار گیرد. فاصله میان کارگذاری آنها به گونه‌ای است که نسبت طول خط مرکزی در نواحی اجرا نشده به طول سازه‌های اجرا شده باید کمتر یا برابر ۳ باشد. بنابراین اگر طول آن از پنجه جداره برابر ۸ متر باشد، فاصله میان آنها باید کمتر یا برابر ۲۵ متر در نظر گرفته شود. پنجه اسکله‌ها باید حداقل در عمق ۱/۵ متری اجرا شود و دیواره‌های جناحین حداقل دارای طول ۸ متر باشند. این سازه‌ها باید از نوع ریپ- رپ احداث گردند. هسته آنها ممکن است از مخلوط بتن ساخته شود. جداره‌های فاصله بین آنها باید پوشش گیاهی داشته باشند.

هـ-۳-۴ پایدارسازی از طریق برم (سکو)

در زمان سیلاب، امکان شکست سرریزهایی که روی سکوها احداث می‌شوند کاهش می‌یابد. این سرریزها باید روی سکوهای محافظ حفره در هنگام برداشت در آبراه‌های شاخه‌ای یا در طول سکوهای جدا کننده رودخانه و حفره‌های سیلابدشت نصب شوند. رقوم تمام شده سرریز باید ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح سیلاب ۲۴ ساعته ۲ ساله باشد. شیب جداره‌ها باید ۱۰:۱ (H:V)

بوده و آبراه باید برای جریان سیلاب ۲۴ ساعته و دوره تناوب ۲۵ ساله پایدار و با دوام باشد. در صورتی که حفره برداشت، در سیلابدشت مجاور رودخانه واقع شده باشد، عرض سکو جدا کننده رودخانه و حفره باید حداقل ۳۰ متر باشد و جداره‌های بین رودخانه و حفره باید تقویت شوند.. شکل هـ-۴ نشان‌دهنده پلان کلی یک رودخانه و سازه‌های حفاظتی احداث شده می‌باشد.

هـ-۴ نگه‌دارنده‌های دائمی

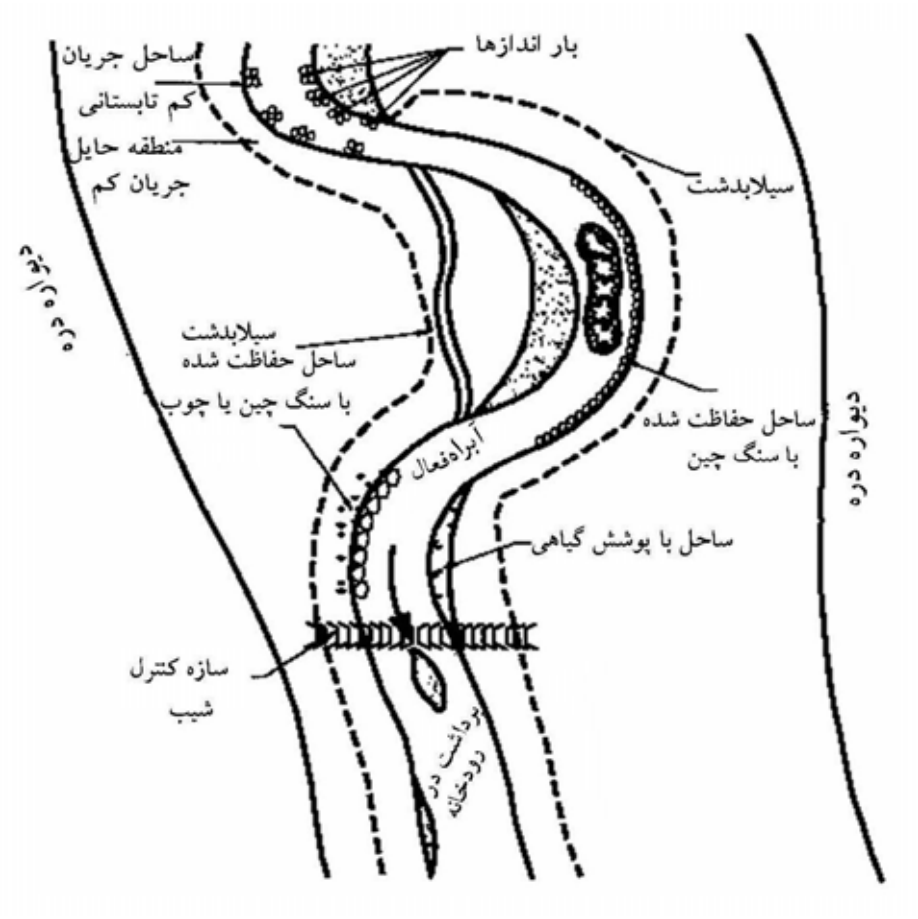
ممکن است از حفره برداشت رسوب، به‌عنوان محل ذخیره آب برای مصارف محلی استفاده شود. همچنین می‌توان از آب آن، به‌عنوان منبع تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی استفاده نمود. استفاده از این محل‌ها به‌عنوان محیط زیست گونه‌های آبی نیز بسیار مرسوم است.

طراحی این نگه‌دارنده‌ها باید در نظرگیرنده جنبه‌های کاربری آنها باشد. مثلاً اگر مشخصه‌های یک منبع ذخیره آب متفاوت با نیازهای یک زیستگاه گونه‌های آبی باشد، در طراحی آنها باید قابلیت پذیرش تغییرات سطح آب دیده شود. کیفیت آب باید با منظور طراحی متناسب بوده و نباید تغییرات آن به گونه‌ای باشد که برای مصارف پایین‌دست مشکل به‌وجود آید.

طراحی خاکریزها و سرریزها باید دربرگیرنده اندازه ذرات، ریسک شکست و اقدامات حقوقی مقتضی باشد. مشورت با مراجع صلاحیتدار، برای اطمینان در پایداری سازه‌ها و همچنین کسب مجوزهای لازم توصیه می‌شود.

برای ایجاد دریاچه‌های مناسب برای حیات ماهی‌ها و سایر جانداران، باید خطوط ساحلی مشخصی دربرگیرنده شبه‌جزیره‌ها یا جزیره‌های رودخانه‌ای باشد که ایجاد شرایط مناسب برای لانه‌سازی و حیات جانداران مستلزم پاکیزگی و دوری از ترافیک است. ارتفاع این جزایر باید ۰/۳ تا ۱/۳ متر بالاتر از رقوم حداکثر آب بوده و در صورت امکان ۶۰ متر با محدوده خط ارتفاع حداکثر آب فاصله داشته باشد. همچنین ایجاد استخرها و حوضچه‌های آبگیر با رقوم‌های متفاوت در کف، باعث پیدایش تنوع در محیط زیست می‌شود. در یک حوضچه آبگیر با یک جریان آرام، حداقل ۲۵ درصد مساحت کل حوضچه باید دارای عمق ۴ متر بوده تا امکان حیات گونه‌های آبی در زمستان فراهم باشد. اگر جریان با قدرت کافی در حوضچه وجود داشته باشد، ارتفاع ۲/۵ متر برای این امر مناسب است. شیب جداره‌ها باید به نسبت ۵:۱ (H:V) یا کمتر بوده تا دسترسی آسان باشد. کندلف، شیب ۷ درصد را برای حفره‌های برداشت و فاصله آنها تاحوضچه‌ها را حداقل ۲۰ متر عنوان می‌کند [62].

مناطقی که در معرض جریان آب قرار دارند، مانند سرریزها، خروجی و ورودی آبراه‌ها، خطوط ساحلی در معرض باد و خاکریزها و سازه‌های محافظ، باید به‌وسیله پوشش گیاهی مناسب پایدار شوند. مقاطع دارای شیب تیز باید با ریپ- رپ پوشانده شوند.



شکل هـ-۴- استفاده از سازه‌های محافظ

منابع و مراجع

الف- متن اصلی

۱- احمدی، حسن و ملتشاهی، رؤیا، " برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه"، اولین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۶۹.

۲- احمری، حبیب،" بررسی اثر برداشت مصالح بر شکل بستر و رژیم رودخانه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۵.

۳- افسوس، محمود و مصباحی، جمشید، " نگرشی بر شن و ماسه رودخانه‌ای، آثار برداشت و توصیه‌های فنی"، دفتر مهندسی رودخانه وزارت نیرو، ۱۳۷۳.

۴- افشاری گرجی، حسن، " هیدرولیک پل‌ها "، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۳.

۵- امینی، عطا، "هیدرولیک رودخانه‌های کوهستانی"، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۸.

۶- اقبالزاده، افشین، "مروری بر ضوابط برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها"، سمینار کار شناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.

۷- بزرگی، بابک، " بررسی مطالعات و تحقیقات پروفسور چانگ"، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۷۶.

۸- بهادری، فیروز، " اصول و مبانی برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها"، دفتر مهندسی رودخانه و سواحل، ۱۳۷۹.

۹- بهادری، فیروز،" بررسی نسبت بار بستر به بار معلق در رودخانه‌ها و تأثیر آن در پیش‌بینی عمر مفید مخازن سدها"، سمینار ملی فرسایش و رسوب، ص ۱۷۸-۱۶۱.

۱۰- پور مختار، محمد جعفر، " مدیریت برداشت شن و ماسه از رودخانه"، پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۷۷.

۱۱- سبزیوند، رضا، "بررسی اثرات برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها (مطالعه موردی رودخانه میناب)"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۷۸.

۱۲- شفاعی بجستان، محمود، " هیدرولیک رسوب"، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۷۳.

۱۳- شویدی، رامین، " اثرات برداشت مصالح ساختمانی بر نیمرخ طولی رودخانه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۸.

۱۴- فرهاد زاده، علی، "بررسی جابه‌جایی حفره ناشی از برداشت شن و ماسه در بستر یک آبراه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.

۱۵- مجنونیان، هنریک، "حفاظت رودخانه‌ها، ویژگی‌های بیوفیزیکی، ارزش‌های زیستگاهی و ضوابط بهره‌برداری"، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۸.

۱۶- معماری، حسین، "زمین‌شناسی مهندسی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.

۱۷- وزارت نیرو، معاونت امور آب، "بررسی بهره‌برداری از تأسیسات منابع آب سازمان آب منطقه‌ای مازندران"، گزارش گروه نظارت بر بهره‌برداری، گزارش شماره ۸، بهمن ماه ۱۳۷۴.

18- Arizona Dept. of Transportation، "Effects of In-Stream Mining on Channel Stability"، 1989.

19- Bauer A. M.، "Manipulating Mining Operations to Create Wildlife Habitats: a Pre-Mining Planning Process"، pp. 41-43، In: W. D. Svedarsky and R. D. Crawford (editors)، Wildlife values of gravel pits، University of Minnesota Agricultural Experiment Station، St. Paul، 1982.

20- Bryant، M. D.، "Pulsed Monitoring for Watershed and Stream Restoration"، Fisheries، 20: 6-13، 1995.

21- Chang، H. H.، "Modeling Fluvial Processes in Streams with Gravel Mining"، pp 977-988، In: C. R. Thorne، J. C. Bathurst، and R. D. Hey (editors)، Sediment transport in gravel-bed rivers. John Wiley، New York.، 1987.

22- Chang، H.، "Mathematical Modeling of Fluvial Sand Delivery"، Journal of Waterway، Port، Coastal and Ocean Engineering، Vol.115، No. 3، pp. 311-326، 1989.

23- Collins، B.، and T. Dunne، "Gravel Transport، Gravel Harvesting، and Channel-bed Degradation in Rivers Draining the Southern Olympic Mountains، Washington، USA"، Environmental Geology and Water Science 13: 213-224، 1989.

24- Collins، B.، and T. Dunne، "Fluvial Geomorphology and River-gravel Mining: a Guide for Planners، Case Studies Included"، California Department of Conservation، Division of Mines and Geology، Special Publication 98، Sacramento، 1990.

25- Colorado Dept. of Natural Resources، "In-Stream Aggregate Extraction and Reclamation Guidance Documents"، 1998.

26- Cotton، G.، and V. Ottozawa-Chatupron، "Longitudinal Channel Response due to In-Stream Mining"، Proc. Specialty Conf. Hyd. Engineering، ASCE، New York، N.Y، PP.957-962، 1990.

27- CRA، "In-Stream Gravel Mining"، Compiled by Butch Clark from information provided by the Colorado Mined Land Reclamation Board، 1998.

28- Day، T. J. and H. R. Hudson، " River Management: the Recent New Zealand Experience"، pp. 555–579 in Mosley، M.P. (Ed.): Gravel-bed rivers V. New Zealand Hydrological Society، Wellington، 2001.

29- Follman، E. H.، "Interdisciplinary Overview of Gravel Removal"، In: Woodward-Clyde Consultants، (ed)، Gravel removal studies in Arctic and sub-Arctic floodplain in Alaska، Technical Report; pp. 331-384. U.S. Fish Wild Serv.، 1980.

30- Fredsoe J.، “Natural Backfilling of Pipeline Trenches “، J. Pet. Tech.، pp 1223-1230، Oct.1979.

31- Gill، M. ”،Hydrodynamics of Mining Pits in Erodible Bed under Steady Flow”، Journal of Hydraulic Engineering، ASCE، Vol. 120، No.11 PP. 1337-1348، 1994.

32- High Court of Kerala، India، " Major Observations Made in the Report Submitted by the Centre for Earth Science Studies (CESS)، 2000.

33- Joyce، M.R.، L.A. Rundquist and L.L Moulton. Gravel Removal Guidelines for Arctic and Subarctic Floodplains. U.S. Department of the Interior. Washington، D.C. 1980.

a. Kondolf، G.M. and W.V. Matthew، "Management of Coarse Sediment on Regulated Rivers"، University of California، Berkeley، Center for Environmental Design، 1993.

34- Kondolf، G. M.، and M. L. Swanson، "Channel Adjustments to Reservoir Construction and In-stream Gravel Mining"، Stony Creek، California. Environmental Geology and Water Science 21: 256-269، 1993.

35- Kondolf، G.M.، "The reclamation Concept in Regulation of Gravel Mining in California"، J. Environ. Plann. Manage. 36: 395-406، 1993.

36- Kondolf، G.M.، "Geomorphic and Environmental Effects of In-stream Gravel Mining"، Landscape Urban Plann. 28: 225-243، 1994a.

37- Kondolf، G.M.، "Environmental Planning in Regulation and Management of In-stream Gravel Mining in California"، Landscape Urban Plann. 29: 185-404، 1994b.

38- Kondolf، G. M.، and M. Larson، "Historical Channel Analysis and its Application to Riparian and Aquatic Habitat Restoration"، Aquatic Conservation 5:109-126، 1995.

39- Kondolf. G.، ”Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels”، Environmental Management، Vol. 21، No. 4، PP. 533-551، 1997.

40- Kondolf، G. M.، "Environmental Effects of Aggregate Extraction from River Channels and Floodplains"، pp. 113-129، In: P. T. Bobrowsky، (Editor)، Aggregate resources: a global perspective. A. A. Balkema، Brookfield، Vermont، 1998.

41- Koski، K. V.، "Restoring Stream Habitats Affected by Logging Activities"، In: Thayer، G.W.، (Ed.)، Restoring the nation's marine environment; pp. 343-404. Maryland Sea Grant College، College Park، MD. 716 p.، 1992.

42- Laws of Malaysia، Act 525، Mineral Development، ACT 1994.

43- Lee، H.Y، and M.H. Song، ”Migration of Backward-Facing Step”، Journal of Hydraulic Engineering، ASCE، Vol. 120، No. 6، pp. 693-705، 1994.

44- Lee، H.Y.، D.T. Fu، and M.H. Song، “Migration of Rectangular Mining Pit Composed of Uniform Sediments”، Journal of Hydraulic Engineering، ASCE، Vol. 119، No. 1، pp. 64-80، 1995.

45- Lee، H-Y.، and Sh.-Ch. Chen، “Migration of Rectangular Mining Pit Composed of Non-uniform Sediments”، Journal of the Chinese Engineers، Vol. 19، No. 2، PP. 255-264.، 1996.

46- Leliavsky، S. “An Introduction to Fluvial Hydraulics”، Dover Publication، Inc.، New York، 1966.

47- Meador، M. R.، and A. O. Layher، "In-stream Sand and Gravel Mining"، Environmental Issues and Regulatory Process in the United States، Fisheries، 23(11): 6-13، 1998.

48- Murphy، M.L.، "Forestry Impacts on Freshwater Habitat of Anadromous Salmonids in the Pacific Northwest and Alaska - Requirements for Protection and Restoration"، NOAA Coastal Ocean Program، Decision Analysis Series No.7. 156 p.، 1995.

49- Oregon Water Resources Research Institute، "Gravel Disturbance Impacts of Salmon Habitat and Stream Health"، A report for the Oregon Division of State Lands. Vol. 1: Summary Report. 52 p. Vol. 2: Technical background report. 225 p.، 1995.

50- Raynov، S. et. al.، "River Response to Hydraulic Structures"، Unesco، Paris.، 1986.

51- Roell، M.J.، “Sand and Gravel Mining in Missouri Stream Systems: Aquatic Resources Effects and Management Alternatives”، Missouri Department of Conservation، Conservation Research Center، June 1999.

52- U.S. Army Corps of Engineers، "Regulatory Plan for Commercial Dredging Activities on the Kansas River"، 2002.

53- Van Rijn L.C، “Sedimentation of Dredged Channels by Currents and Waves”، J. Waterway، Port، Coastal and Ocean. Eng.، Vol. 112، No. 5، 1986، pp. 541-559.

54- Waters، T. F.، "Sediment in Streams: Sources، Biological Effects، and Control"، American Fisheries Society Monograph 7، 1995.

55- Water and Rivers Commission (Australia)، "Policy and Guidelines for Construction and Silica Sand Mining in Public Drinking"، 1999.

56- WCC (Woodward-Clyde Consultants). "Gravel Removal Guidelines Manual for Arctic and Sub-arctic Floodplains"، U.S. Fish and Wildlife Service، Report FWS/OBS-80/09، Washington، D.C.، 1980.

57- Yang، C. T.، “Sediment Transport”، McGraw Hill، N.Y.، 1996.

ب- ضمائم

۱- بهادری، فیروز، " اصول و مبانی برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها"، دفتر مهندسی رودخانه و سواحل، ۱۳۷۹

2- Adams J.، "Gravel Size Analysis from Photographs"، J. Hyd. Engineering، ASCE، V. 105، No. 10، pp. 1247-1255، 1979.

3- Colorado Dept. of Natural Resources، "In-Stream Aggregate Extraction and Reclamation Guidance Documents"، 1998.

4- Kondolf، G. M. "Environmental Effects of Aggregate Extraction from River Channels and Floodplains"، Pages 113-129، In: P. T. Bobrowsky، (editor). Aggregate resources: a global perspective. A. A. Balkema، Brookfield، Vermont، 1998.

5- Reid von L.M.، and T. Dunne، "Rapid Evaluation of Sediment Budgets"، Catena Verlag، 1996.

6- Waters، T. F.، "Sediment in Streams: Sources، Biological Effects، and Control"، American Fisheries Society Monograph 7، 1995.

Guideline on Sand and Gravel Mining from Rivers

این نشریه
با عنوان " راهنمای برداشت مصالح رودخانه‌ای " با هدف ضابطه‌مند کردن برداشت شن و ماسه از رودخانه تهیه شده است. این راهنما برای جهت‌دهی روند شناسایی، برنامه‌ریزی، انجام عملیات و خاتمه‌کار در محل برداشت مصالح طراحی شده است. و برای کلیه سازمان‌های دولتی در ارتباط با صدور مجوز ، نظارت برداشت و نیز پیمانکاران در زمینه برداشت مصالح رودخانه‌ای کاربرد دارد.

معاونت امور اداری ، مالی و منابع انسانی
مرکز مدارک علمی ، موزه و انتشارات
ISBN: 964-425-731-6