



سازمان حفاظت محیط زیست



حفاظت رودخانه ها

ویژگیهای بیوفیزیکی، ارزش‌های زیستگاهی
و ضوابط بهره برداری

تألیف و ترجمه: هنریک مجنونیان
۱۳۷۸

شابک ۹۶۴-۹۲۱۸۳-۰-۰

حافظت رودخانه‌ها
(ویژگیهای بیوفیزیکی، ارزش‌های زیستگاهی
و ضوابط بهره‌برداری)

تألیف و ترجمه: هنریک مجنونیان

۱۳۷۷

سازمان حفاظت محیط زیست

تقدیم به:

همکار ارجمندان شادروان مهندس هوشنگ عباسی کارشناس ارزنده سازمان حفاظت محیط زیست که تلاش‌های وی برای حفظ رودخانه‌ها، تالابها و آبزیان کشور همیشه در خاطره‌ها باقی خواهد ماند.

هنریک مجتبونیان



سازمان حفاظت محیط زیست

●	نام کتاب	●	حافظت رودخانه‌ها (ویژگی‌های بیوفیزیکی، ارزش‌های زیستگاهی و ضوابط بهره‌برداری)
●	متترجم	●	هنریک مجتبونیان
●	به اهتمام	●	سازمان حفاظت محیط زیست
●	ناشر	●	انتشارات دایره سبز
●	کنترل و نظارت	●	فریبیرز شکرانی
●	ویراستار	●	عذرافاطمی
●	صفحه آرائی	●	محمد دانش پور
●	چاپ و صحافی	●	پژمان
●	طرح روی جلد	●	دایره سبز
●	تیراز	●	۳۰۰۰ جلد
●	قیمت	●	۴۴۰۰ ریال
●	مرکز پخش	●	۱- خانه فرهنگ و هنر گویا تهران، خیابان کریمخان زند، روبروی ایرانشهر پلاک ۱۲۹ کد پستی: ۱۵۸۵۶ تلفن: ۸۸۲۸۴۵۲
●		۲- انتشارات دایره سبز تهران، خیابان دکتر شریعتی، ایستگاه عوارضی، شماره ۴۱۷ طبقه دوم شماره ۶ کد پستی: ۱۶۱۲۹ تلفن: ۷۶۴۷۷۲	
			تجدیدچاپ و هرگونه برداشت موقول به اجازه از مؤلف است

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيمِ

پیشگفتار

رودخانه‌ها شاخص زیستگاههای لوتیک یا آبهای روان هستند که در مقابل آبهای ساکن یالنتیک نظیر دریاچه‌ها و آبگیرها قرار دارند. با وجود وابستگی‌هایی که هر دو محیط‌زیست آبی با یکدیگر دارند از نظر خصوصیات زیستگاهی و عملکرد بشدت از یکدیگر متمایزند. رودخانه‌ها نسبت به دریاچه‌ها کمتر توانسته‌اند ارزش‌های زیستگاهی خود را به اثبات رسانده و از نظر حفاظت جایگاه مطمئنی برای خود دست و پا کنند.

خصوصیات ویژه رودخانه‌ها نظیر ناآرامی، پویایی سرشاری و دامنه گسترده آنها که از کوهستانها تا دشت‌ها ادامه می‌یابد امکان حفاظت، کنترل، نظارت و تحديد حدود آنها را حتی در گستره قلمرو ملی بعنوان یک زیستگاه بسیار دشوار می‌سازد. رودخانه‌هایی که منشاء فرامرزی دارند از این نظر دارای مشکلاتی دو چندان می‌باشند. رودخانه‌ها شریانهای حیاتی هر کشور محسوب می‌شوند. به همین دلیل حفاظت و بهره‌برداری خردمندانه از آنها نیاز به دلیل و برهان زیادی ندارد. تغییر ویژگی‌های بیوفیزیکی و عملکرد رودخانه‌ها در طول مسیر گسترده خود از مبدأ تا مقصد از آنها زیستگاههایی متنوع، منحصر بفرد و پیچیده بوجود آورده است که تنها از طریق تبیین فاکتورهای اقلیمی، توپوگرافی و زمین‌شناسی محیط در بافتی گسترده‌تر از مسیر بستر آنها قابل توضیح هستند. رودخانه‌ها جدا از تغییرات طبیعی خود امروزه تحت تاثیر فعالیتهای مؤثر انسان در معرض دگرگونیهای ژرفی قرار دارند. تخریب پوشش گیاهی حوزه آبخیزها (آلودگی‌های بی کانون)، مهار رودخانه‌ها از طریق احداث سد، آلودگی‌های ناشی از تخلیه فاضلابها

و بهره‌برداری از شن و ماسه هر یک بشکلی در دگرگونی محیط‌زیست رودخانه‌ها مؤثرند. پیامدهای سوء این گونه فعالیتها می‌تواند برای انسان بسیارگران تمام شود، زیرا حیات اقتصادی و اجتماعی هر کشور به رودخانه‌ها وابسته است.

یکی از فعالیتهای مخربی که بر رودخانه‌ها تحمیل می‌شود بهره‌برداری بیرویه از شن و ماسه بستر آنها است. وابستگی فعالیتهای پردامنه ساختمانی و توسعه و عمران کشورها به شن و ماسه بستر رودخانه‌ها، آنها را بطور جدی در معرض تهدید بهره‌برداری بیرویه قرار داده است. متاسفانه فقدان اطلاعات و شناخت کافی از عواقب بهره‌برداری بیرویه از یکسو و عدم وجود دستورالعمل‌های روشن و ضوابط مشخص در این خصوص از سوی دیگر باعث شده است که تاکنون نسبت به این گونه بهره‌برداری‌ها حتی از بستر رودخانه‌های حفاظت شده با اغماض برخورد شود. بطوری که سازمانهای ذیربطری تاکنون بندرت بهره‌برداری از شن و ماسه را بعنوان فعالیتی مخرب مشمول ارزیابی پیامدهای زیست محیطی می‌کنند. رودخانه‌ها در سایه چنین غفلتی به همراه سایر عوامل تهیه کننده خود روز به روز صدمات بیشتری خورده و مطلوبیت زیستگاهی خود را از دست می‌دهند. این مجموعه صرفاً بخاطر آشنایی کلی دانشجویان با اکوسیستم رودخانه، ارزیابی پیامدهای سوء بهره‌برداری از شن و ماسه و ضوابط موجود درباره این گونه فعالیتها فراهم شده است. بدیهی است تا دستیابی به دستورالعمل‌هایی روشن و دقیق برای حفظ رودخانه‌های کشور در برابر بهره‌برداری بیرویه از شن و ماسه بستر آنها راه درازی باید پیموده شود و این مختصر پاسخگوی چنین نیاز اساسی نیست. اما مولف امیدوار است حداقل با «طرح اهمیت موضوع» بتواند نظر دستگاههای ذیربطری، مجریان و پژوهشگران را به اهمیت این فعالیت مخرب و ناشناخته جلب کند. این مجموعه نیز از سری کتابهای کمک درسی است که مولف برای دانشجویان آموزشکده محیط‌زیست فراهم کرده است و آنرا در همین چارچوب قابل ارزیابی مثبت می‌داند. امید است مورد استفاده همکاران بخش محیط طبیعی در سازمان حفاظت محیط‌زیست نیز قرار گیرد.

به این امید

هنریک مجنو نیان

فهرست مطالب

.....	پیشگفتار
۱	- مقدمه‌ای بر شناخت اکوسیستمهای رودخانه‌ای
۲	- اثرات فیزیکی و بیولوژیکی برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه
۳	- رهنمودهای زیست محیطی یونپ برای پروژه‌های بهره‌برداری شن و ماسه از سواحل رودخانه‌ها
۴	- سیاستهای ملی استخراج شن و ماسه رودخانه‌ها

مقدمه‌ای بر شناخت اکوسیستم‌های رودخانه‌ای

رودخانه‌ها به عنوان یکی از زیستگاه‌های مهم آبیزبان آبهای داخلی از اکوسیستم‌هایی هستند که کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. رودخانه‌ها بر حسب اینکه دارای آبهای جاری تند یا کند و آرام داشته باشند دارای ویژگی‌های زیستی متفاوتی هستند. به علاوه رودخانه‌ها جدا از تغییرات طبیعی خود دستخوش دگرگونی‌های زیادی قرار دارند. سدسازی، آلودگی‌های ناشی از تخلیه فاضلاب‌ها، بهره‌برداری از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها هر یک به نوعی در دگرگونی محیط زیست رودخانه‌ها مؤثرند. رودخانه‌ها با توجه به موقعیت، شرایط جغرافیائی و مرحله تکامل بستر از سرچشمه تا بستر دارای فون و فلور متفاوتی هستند. آشنائی با ویژگی‌های رودخانه‌ها از نظر ژئومورفولوژی و بیولوژیکی می‌تواند حداقل در ممانعت از بهره‌برداری‌های نادرست از آنها به ویژه شن و ماسه مؤثر واقع شود.

الف - شناخت رودخانه‌ها از نظر ژئومورفولوژیک

کلیات:

جريان رودخانه‌ها: رودخانه‌ها از سرچشمه تا به دریا بر سند اغلب مسیر طولانی طی می‌کند. مدت زمان رسیدن به دریا به سرعت رود بستگی دارد. در یک مسیر مستقیم

بالاترین سرعت در وسط رودخانه و نزدیک سطح آب یعنی جائی است که در آن نیروی اصطکاک کمتر باشد. اما وقتی رودخانه دور می‌زند بیشترین سرعت در سمت ساحل خارجی رودخانه است. سرعت آب از سطح آب به عمق آب به علت اصطکاک کاهش می‌یابد. قدرت فرسایش و حمل مواد در یک رودخانه مستقیماً به سرعت آن بستگی دارد. بنابراین هر گونه تغییر در سرعت آب می‌تواند در بار رسوبی رودخانه مؤثر باشد. عوامل مؤثر در سرعت رود و فرسایش عبارتند از: شبیب بستر، شکل، اندازه و نامهواری مسیر و میزان آبگذری یا دبی آب.

- شبیب بستر یا شبیب کانال رودخانه عبارتست از مقدار افت ارتفاع بستر رودخانه در فاصله معین. شبیب رودخانه‌ها با یکدیگر و در طول بستر هر رودخانه متغیر است. هر چقدر شبیب رودخانه بیشتر باشد سرعت جریان آب نیز بیشتر خواهد شد.

شکل مقطع عرضی مجرای رود میزان آبی را که با مجرأ در تماس است تعیین می‌کند و در نتیجه بر اصطکاک مؤثر است. پربازده‌ترین مجرأ آن است که دارای کمترین پیرامون در سطح مقطع باشد. کانال‌های نیم‌دایره‌ای کمترین اصطکاک را با بستر دارند. در نتیجه در شرایط یکسان آب در کانال‌های نیم‌دایره سرعت جریان می‌یابد.

- اندازه و نامهواری مجرای رود نیز در میزان اصطکاک مؤثر است. افزایش اندازه مجرأ سبب افزایش جریان می‌گردد. اثر نامهواری مجرأ نیز قابل توجه است. زیرا آب در کانال‌های صاف به صورت یکنواخت و آرام جریان پیدا می‌کند در حالی که در مسیرهای نامنظم تلاطم آب افزایش می‌یابد.

آبگذری یا دبی: آبگذری یا دبی آب (Discharge) یک رودخانه مقدار آبی است (مترمکعب در ثانیه) که در واحد زمان از نقطه مشخصی عبور می‌کند. میزان دبی آب رودخانه‌ها به دلیل تغییرات میزان بارندگی ثابت نیست. تغییر دبی نیز سبب تغییر سایر عوامل ذکر شده می‌گردد. برای افزایش دبی باید عرض و عمق مجرأ تغییر کند یا سرعت آب افزایش یابد یا ترکیبی از این دو عامل تغییر نماید. وقتی آب رودخانه افزایش پیدا می‌کند، عرض، عمق و سرعت آن نیز افزایش می‌یابد. رودخانه برای جابه جا کردن آب بیشتر مجرای خود را با عریض کردن و عمیق کردن (حفره و کنند بستر) افزایش می‌دهد. با افزایش اندازه مجرأ تماس آب با بستر کم شده، در نتیجه میزان اصطکاک آب یا بستر کاهش می‌یابد و در نهایت جریان آب تغییر کرده و آرام می‌شود.

نیمرخ بستر رودخانه: نیمرخ طولی رودخانه (longitudinal profile) از سرچشمه تا مصب یا دهانه رودخانه وضعیت شیب رودخانه را نشان می‌دهد. به طور کلی شیب بستر رودخانه از سرچشمه تا مصب به تدریج کاهش می‌یابد و می‌توان آن را به صورت منحنی صاف و مقعری به سمت بالا فرض کرد. دبی آب به سمت مصب افزایش می‌یابد (زیرا شاخه‌های فرعی بیشتری آب را به مجرای اصلی وارد می‌کنند). با افزایش دبی و حجم آب، عرض و عمق و سرعت آب نیز الزاماً تغییر می‌کنند.

سطح اساس (Base level): از عوامل مهم کنترل جریان رودخانه سطح اساس است. سطح اساس پائین‌ترین نقطه‌ای است که یک رودخانه می‌تواند تا آنجا بستر خود را فرسوده نماید. سطح دریا پائین‌ترین سطحی است که رودخانه‌ها می‌توانند تا آن حد زمین‌ها را فرسایش دهند. هر تغییری در سطح اساس سبب می‌شود تا رودخانه فعالیت‌های خود را بالا می‌برد. در بالا دست سد، شیب رودخانه کاهش می‌یابد و سبب کاهش سرعت و قدرت حمل آن می‌شود. در تیجه رودخانه با رسوبگذاری مواد و به سازندگی و بالا بردن مسیر خود ادامه می‌دهد. این فرآیند تا آنجا ادامه می‌یابد که شیب رودخانه برای حمل بار خود مناسب باشد. در این حالت نیمرخ بستر جدید در ترازی بالاتر از بستر قدیم قرار خواهد گرفت. اگر رودخانه‌ای نسبت به سطح اساس در ترازی بالاتر باشد انرژی آن زیادتر و بنابراین بستر خود را حفر می‌کند تا توازنی دوباره باسطح اساس جدید برقرار کند. تغییر وضعیت رودخانه جهت هماهنگ شدن با سطح اساس سبب تنظیم نیمرخ بستر و متعادل شدن آن می‌گردد. یک رودخانه متعادل دارای شبیه با ویژگی‌های معین در بستر خود هست که می‌تواند خود را حمل کند. رودخانه عمل فرسایش و رسوبگذاری را همیشه انجام نمی‌دهد. این فعالیت فقط مربوط به زمانی است که به تعادل نرسیده است. وقتی رودخانه به تعادل برسد یک سیستم خود تنظیم شده و مواد خود را فقط حمل می‌کند. هرگونه تغییر در خصوصیات رودخانه باعث می‌شود که رودخانه روندی را طی کند تا به نحوی اثر این تغییرات را خنثی کند. در مورد پائین افتادن سطح اساس، رودخانه تا زمانی که بستر خود را می‌کند به حالت تعادل نرسیده است. اما وقتی عمل کنند رودخانه تمام شود رودخانه متعادل می‌شود.

عمل رودخانه: رودخانه‌ها سه عمل فرسایش، حمل و رسوبگذاری را به طور همزمان

در مسیر خود انجام می دهند.

فرسايش: رودخانه ها با فرسایش بستر خود، برای تنظیم نیمرخ بستر، بار رسوبی خود را افزایش می دهند. میزان فرسایش به جنس بستر و عوامل مؤثر در سرعت رودخانه بستگی دارد.

حمل: رودخانه ها بار رسوبی خود را به سه طریق حمل می کنند: بار محلول، بار معلق و بار بستر

بار محلول Dissolved Load: در اثر انحلال سنگ های مسیر این بار به وجود می آید.

بار معلق Suspended Load: قسمت اعظم بار رودخانه ها به صورت معلق جابه جا می شود. ماسه، سیلت و رس از مواد تشکیل دهنده بار معلق به شمار می آیند.

بار بستر: مواد درشتی که رودخانه به صورت معلق نمی تواند حمل کند در کف رودخانه ها جا به جا شده و بار بستر (Bedload) را بوجود می آورد. بار بستر در حدود ۱۰ درصد کل بار رودخانه را تشکیل می دهد.

توانایی رودخانه ها در حمل بار با دو معیار بیان می شود:

۱ - قدرت جریان: حداکثر قطر ذره ای است که رودخانه قادر به حمل آن است. سرعت رودخانه تعیین کننده قدرت جریان آن است. اگر سرعت رودخانه دو برابر شود تأثیر نیروی آب چهار برابر می شود و اگر سه برابر شود نیروی آب ۹ برابر می گردد.

۲ - حداکثر بار رودخانه: بیانگر ظرفیت رودخانه است. ظرفیت یک رودخانه با میزان دبی آن رابطه مستقیم دارد هر قدر مقدار آب رودخانه بیشتر باشد ظرفیت آن برای نگهداری رسوب بیشتر می شود.

رسوبگذاری: وقتی سرعت رودخانه کم می شود قدرت جریان آن نیز کاهش می یابد. در نتیجه مقداری از بار معلق آن شروع به تهشیین می کند. موادی که بدین طریق تهشیین می شوند آبرفت نامیده می شوند. رودخانه ها وقتی وارد جریان آرامی نظیر دریاچه یا دریا می شوند سرعت خود را از دست داده و در نتیجه مواد رسوبی خود را تهشیین ساخته و دلتاها را به وجود می آورند. ذرات ریز نظیر سیلت و رس تا فاصله دوری از دهانه رودخانه حمل شده و به صورت لایه های افقی تهشیین می سازد. این لایه ها به قرار زیرند:

● **لایه رسوبی زیرین:** که اغلب از ذرات بسیار ریز تشکیل شده است (Bottomest beds)

- لایه رسوی پیشانی: که اغلب از رسویات دانه درشت تشکیل شده است (Foreset beds)
- لایه رسوی زیرین: که لایه افقی بسیار نازکی است، هنگام سیلاپ رسوی می‌کند (Topset beds)

به موازات رشد دلتاها شبی رودخانه کاهش یافته و باعث می‌شود که رودخانه تا رسیدن به سطح اساس راه کوتاه‌تری را طی کند. مجرای اصلی رودخانه در دلتا به مجاری فرعی زیاد تقسیم شده و پخشب رودخانه را به وجود می‌آورد. رودخانه‌ها به شکل دیگری نیز رسویات خود را ته‌نشین می‌سازند که مخروط افکنه نامیده می‌شود. مخروط افکنه زمانی تشکیل می‌شود که یک رودخانه با شبی تندی به دشت وسیع و مسطحی وارد شود. در این صورت رودخانه در دشت پهناوری جریان یافته و بار رسوی خود را ته‌نشین سی‌سازد. در پاره‌ای از اوقات که رودخانه‌ها در دره‌های عریضی باکف صاف جریان پیدا می‌کنند در طی زمان، دیواره‌ای در امتداد مجرای آب ایجاد می‌کنند که به خاکریز طبیعی (Natural levee) مرسوم است.

(برگرفته از: لوگن، ف، ک - تاریوک، ا، جی، ۱۹۸۲، مبانی زمین‌شناسی - ترجمه رسول اخروی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی - وزارت آموزش و پرورش)

اکوسیستم رودخانه‌ای و کارکرد آن

تعاریف:

- عمل هیدرولیکی: اثر مکانیکی آب جاری در یک کانال است.
- فرسایش شیمیائی (Corrosion): تخریب و انهدام تدریجی مواد در اثر انحلال شیمیائی است. مواد حل شده به صورت محلول شسته شده و انتقال پیدا می‌کنند. سنگ آهک یکی از موارد فرسایش شیمیائی نمونه است.
- سایش (Abrasion): فرسایش بستر رودخانه در اثر مواد معلق یا اصطکاک مواد در طول مسیر رودخانه است. موادی که به وسیله رودخانه حمل می‌شود در طول مسیر سایش پیدا کرده و خرد می‌شوند
- بار بستر رودخانه: بخشی از بار رودخانه است که در طول بستر به صورت لغزش،

غلتیدن و خوش جابه جا می‌شود. نقطه مقابل بار معلق است که $\frac{3}{4}$ کل بار رودخانه را تشکیل می‌دهد.

● سرعت رودخانه: سرعت جریان آب است که به شیب بستر، شکل کanal و حجم آب بستگی دارد.

● انرژی رودخانه: به شیب و حجم رودخانه بستگی دارد. انرژی رودخانه سبب فرسایش و حمل رسوبات می‌گردد. انرژی رودخانه به شیوه‌های زیرگرفته می‌شود:

● اصطکاک: در نتیجه اصطکاک آب رودخانه با بستر و کناره‌های رودخانه بخشی از انرژی رودخانه از دست می‌رود. مؤثرترین شکل کanal نیمه پیچان است. کمانهای پیچ رودخانه‌ها سبب افزایش اصطکاک شده و در اثر تلاطم بخشی از انرژی رودخانه را می‌گیرد

● حمل بار: بخشی از انرژی رودخانه صرف حمل مواد معلق نسبت به جابجایی مواد در طول بستر رودخانه به انرژی کمتری احتیاج دارد و به همین دلیل انرژی کمتری صرف می‌شود. زمانی که انرژی رودخانه برای حمل مواد کافی نباشد مواد خود را ته‌نشین می‌سازد. در دوره طغیان رودخانه میزان سرعت و بار رودخانه افزایش می‌یابد و انرژی رودخانه برای فرسایش بیشتر می‌شود.

بستر رودخانه نیز در از دست رفتن انرژی رودخانه مؤثر است. آب در بستری که یکنواخت نیست متلاطم شده و بخشی از انرژی در اثر تلاطم از دست می‌رود.

● شیب تعادل: شبیی است که جهت حمل مواد ضروری است. به عبارت دیگر شبیی است که به جریان آب سرعتی خواهد داد که پس از خنثی کردن نیروی اصطکاک فقط جهت حمل مواد محموله کافی خواهد بود.

● سطح اساس: عمل اصلی رودخانه کنند بستر خود و یکنواخت کردن آن و کاهش دادن اختلاف ارتفاع بین سرچشمه و مصب است. رودخانه از یک سطح معین پائین‌ترنمی رود و فاقد فرسایش تخریبی است. پائین‌تر از این سطح رودخانه قادر به کنند بستر خود نیست. این سطح مصب رودخانه یا سطح قاعده رودخانه یا سطح اساس نام دارد. بنابراین سطح اساس یا قاعده، سطحی است که از آن سطح به پائین رودخانه قادر به کنند بستر خود نیست. سطح اساس برای همه رودخانه‌ها یکسان نیست. اقیانوس‌ها، دریاهای آزاد (سطح قاعده ثابت) دریاچه‌های داخلی، کویرها و حوضه‌های داخلی

(سطح قاعده متغیر) می‌توانند سطح قاعده رودخانه را تشکیل دهند.

- نیمرخ بستر: اگر نقاط مختلف پستی و بلندی بستر یک رودخانه را از سرچشمه تا مصب به هم متصل کنیم منحنی به دست می‌آید که نیمرخ بستر می‌گویند. نیمرخ بستر شکل بستر و وضع فرسایش را نشان می‌دهد. با مطالعه نیمرخ بستر می‌توان طرز عمل رودخانه را مشخص کرد. عمل رودخانه در جهت منظم کردن بستر خود سبب تغییر نیمرخ شده و کشیدگی آن را در جهت افقی بیشتر می‌کند. تغییرات نیمرخ بستر تا رسیدن به خط تعادل ادامه می‌یابد.
- محموله رودخانه: محموله رودخانه یا به صورت مواد جامد است که پروفیل رودخانه‌ها در اثر فرسایش و جاگذاری آنها تغییر می‌کند یا به صورت معلق است که قدرت تخریبی رودخانه را افزایش می‌دهد. مواد ریزی که آب را کدر و گل آلود نشان می‌دهند مواد معلق رودخانه را تشکیل می‌دهند. کدری آب رودخانه از سطح آب به طرف عمق آب بیشتر شده و در اثر تلاطم نیز افزایش می‌یابد.

- بار حد: حداکثر موادی که جریان آب یک رودخانه قادر به حمل آن است بار حد می‌گویند. به عبارت دیگر مقدار موادی که یک رودخانه در یک ثانیه بدون رسوب‌گذاری حمل می‌کند بار حد می‌گویند.

- بست رودخانه: عبارتست از سطحی است که به وسیله آب جاری اشغال شده است. هر رودخانه به طور عمده یک بستر طغیانی بزرگ و یک بستر عادی یا ظاهری دارد

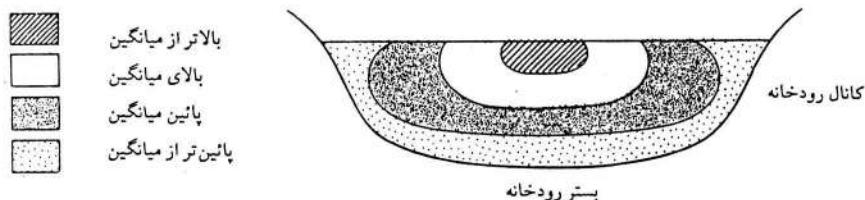
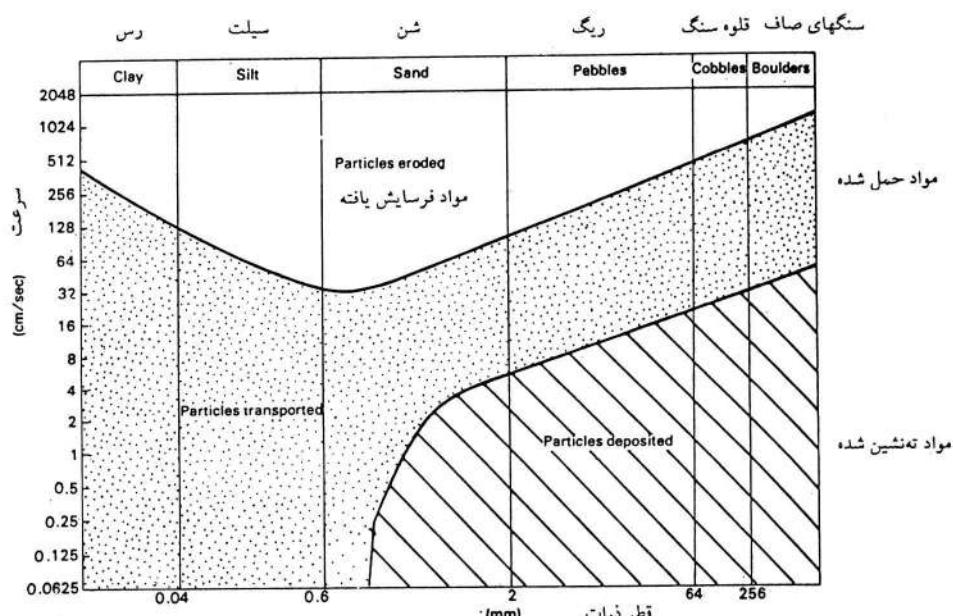
- عمل رودخانه: هر توده آب در حرکتی دارای نیروی است. این نیرو با حجم آب و سرعت بستگی دارد. سرعت آب هم به شبیب بستر و شکل کanal بستگی دارد. انرژی تولید شده به وسیله جریان آب را نیروی خام می‌گویند. نیروی خام رودخانه به اشکال متفاوتی کاهش می‌یابد. زیرا بخشی از آن صرف از بین بردن مقاومت ناشی از چسبندگی آب و ناهمواری‌های بستر و بالاخره حمل مواد یا بار رودخانه می‌شود و آنچه باقی می‌ماند نیروی خالص رودخانه را تشکیل می‌دهد. تا زمانی که نیروی خام بر نیروهای ذکر شده برتری دارد آب می‌تواند بستر خود را تخریب کند. به تدریج که مقدار بار رودخانه افزایش یافته و مسلح می‌گردد به همان نسبت نیز توان حفر رودخانه افزایش می‌یابد و مقدار انرژی بیشتری صرف خشی کردن نیروهای اصطکاک می‌گردد. این عمل تا زمانی که نیروی خام با نیرو حمل و اصطکاک برابر گردد ادامه پیدا می‌کند. یعنی زمانی

که نیروی خالص صفر شود و به عبارت دیگر شبب بستر رودخانه تعديل پیدا می‌کند جریان آب دیگر قادر به تخریب و کندن بستر خود نبوده و تنها قادر است بار خود را حمل کند. زمانی که نیروهای مقاوم (اصطکاک و حمل) از نیروی خام بیشتر باشد و رودخانه قادر به حمل مواد نگردد بار خود را در بستر تهنشین می‌سازد. باری که رودخانه حمل می‌کند به انرژی پتانسیل آن و مقدار مواد تخلیه شده بستگی دارد. میزان مواد تخلیه شده در رودخانه به درجه شبب و مقاومت سنگ‌های حوزه رودخانه، نوع پوشش گیاهی و ... بستگی دارد. بین سرعت آب بستر رودخانه و اندازه و ابعاد موادی که می‌توانند فرسایش، حمل و رسوب پیدا کنند روابطی وجود دارد که در شکل (۱) نشان داده شده‌اند. هر چه قدر اندازه ذرات بیشتر باشد برای جابجایی و حمل آنها آب به سرعت بیشتری نیاز دارد. زمانی که قدرت رودخانه کاهش می‌یابد و سرعت آب از حد معینی کمتر می‌شود مواد حمل شده تهنشین می‌شوند. سرعتی که در آن مواد تهنشین می‌شوند نسبت به اندازه و سنگینی مواد فرق می‌کند. سرعت آب برای تهنشینی برای مواد بزرگتر بیشتر از مواد ریز است. همانگونه که در شکل (۲) نشان داده شده‌اند سرعت آب برای تهنشینی مواد بزرگتر نسبت به مواد رسی و سیلت که در آب شناورند بیشتر است.

شکل بستر

پروفیل طولی رودخانه: مقطع طولی رودخانه یا گرافیک بستر آن را می‌توان به صورت یک منحنی تصور کرد که شبب رودخانه به طرف پائین دست رودخانه کم و به طرف سرچشمه زیاد است. البته این حالت به علت دینامیک رودخانه تغییر می‌یابد. رودخانه با حفر مداوم بستر خود آن را تغییر می‌دهد. تغییرات پروفیل رودخانه در اثر عمل حفر و کندن برای رسیدن به نیمرخ متعادل است. نیمرخ متعادل زمانی حاصل می‌شود که شبب بستر متعادل گردد. شبب متعادل شبیی است که برای حمل مواد ضروری است: زیرا به جریان آب سرعتی می‌دهد که فقط برای حمل مواد کافی است. در حالی که نه توان کندن دارد و نه می‌تواند رسوب‌گذاری کند. در این حالت نیروی خالص رودخانه به صفر رسیده است. وقتی بار رودخانه زیاد باشد در جهت ترسیب آنها رودخانه مواد خود را رهایی می‌کند تا از این طریق شبب خود را افزایش داده و قدرت کشش را بالا ببرد. زمانی که جریان رودخانه از قدرت

شکل (۱) روابط بین سرعت و اندازه ذرات



شکل (۲) توزیع سرعت جریان آب در کanal رودخانه

بیشتری برخوردار باشد بستر خود را می‌کند تا شیب آن را کاهش دهد. این تغییرات شیب در اثر کندن و ترسیب تا آنجا ادامه می‌یابد که رودخانه بستر خود را منظم نماید. البته این فرآیند بسیار پیچیده بوده و عوامل زیادی در آن مؤثرند. متغیرهایی که در تغییرات شیب و پروفیل طولی رودخانه مؤثرند عبارتند از:

۱- میزان دبی آب Discharge

۲- عرض بستر Cannal width

۳- عمق آب Water depth

۴- سرعت آب Water velocity

۵- میزان بار رسوب Sediment load

۶- اندازه مواد Lood particle size

۷- شیب کanal Gardient of chanal

۸- سختی بستر Roughness

اهمیت هر یک از متغیرهای فوق در پروفیل طولی بستر در تصویر (۳) نشان داده شده‌اند. تغییر در هر یک از این متغیرها باید از طریق تغییر سایر متغیرها جبران گشته و به تعادل برسد.

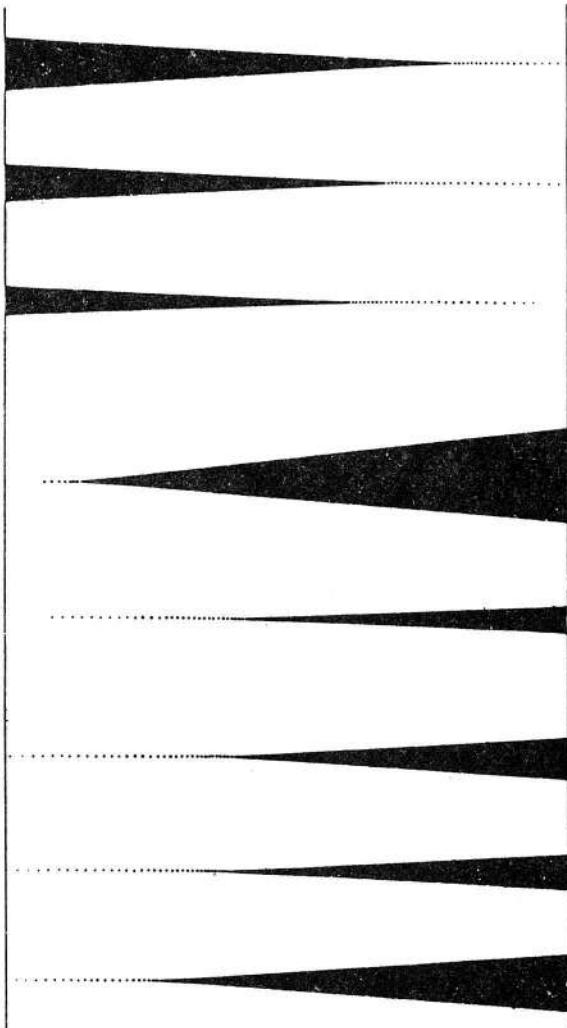
به طور کلی کمتر رودخانه‌ای وجود دارد که در تمام مسیر خود بستری منظم و مستقیم داشته باشد. رودخانه‌ها بسته به شکل ناهمواری و تشکیلات بستر و جریان آب مسیر خود را عوض کرده و پیچ و خم‌هایی به بستر خود می‌دهند. که به آنها پیچان رود یا مثاندر گفته می‌شود. پیچان رود یکی از اشکال مهم فرسایش رودخانه‌ای است. زمانی که نیروی خام بزرگتر از نیروی اصطکاک و حمل گردد، در این صورت نیروی خالص قدرت تخریبی داشته و در طول مسیر رودخانه به عمیق‌ترین نقطه بستر حداقل نیرو را وارد می‌کند. زمانی که نقطه اثر نیرو در یکی از دو کناره بستر که از تشکیلات حساسی نیز برخوردار است باشد بخشنی از بستر تخریب یافته و مواد حاصل از آن در بستر مقابل تنهش می‌شود و بدین ترتیب رودخانه مسیر مارپیچی به خود می‌گیرد. بدین ترتیب کناره‌ای که تخریب پیدا کرده و به تدریج گود می‌شود به صورت مقعر درآمده و دیواره آن شیب تندی پیدا می‌کند. در صورتی که کناره مقابل در نتیجه رسوب‌گذاری برآمده و محدب می‌گردد. پیچان رودها متعدد هستند. پیچان رود جلگه‌ای در دشت‌های آبرفتی و در مناطقی که شیب بستر کم و نیروی آب کاهش

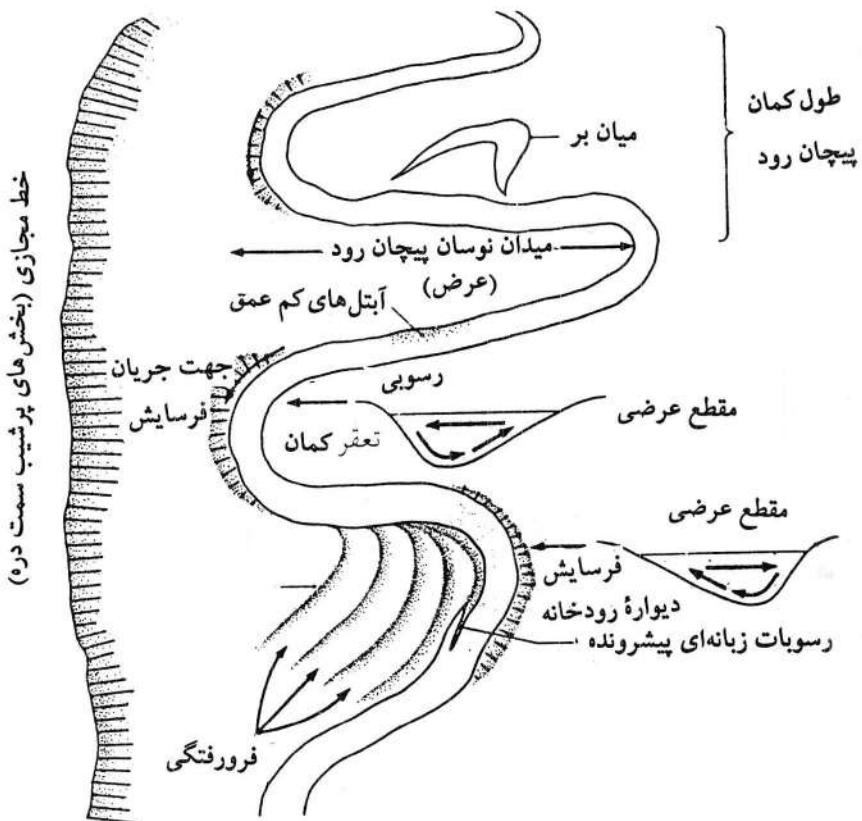
شکل (۳) تغییرات ویژگی های کانال رودخانه از سرچشمه تا دهنه

سطح اسامن

دستی
عرض کانال
بهنای آب
سرعت آب
میزان بار رسوب
شب
سختی بستر
کانال
رسوبات
اندازه ذرات

منبع





شکل (۴) مشخصات و ویژگیهای یک پیچان رود

یافته به وجود می‌آید. پیچان رودکوهستانی در مناطق مرتفع به وجود می‌آید و دارای پیچ و خم‌های بسیار عمیقی است. به هر حال برای تشکیل پیچان رود باید بین دبی آب، شیب بستر، نیروی خالص جریان و مقاومت سازنده‌ای بستر تعادلی برقرار باشد. هرگاه نیروی خالص کمتر از نیروی خام باشد پیچان رود تشکیل نخواهد شد زیرا رودخانه در این حالت فقط محموله خود را می‌تواند بر جای گذارد. در تصویر (۴) مشخصات یک پیچان رود ارائه شده است.

پروفیل عرضی: پروفیل عرضی رودخانه شامل شکل و بستر دره و بستر رودخانه است. عرض بستر رودخانه معمولاً از سرچشمه به طرف دهانه رودخانه افزایش می‌یابد. در پروفیل عرضی هر رودخانه چند بستر قابل تشخیص است. بستر بزرگ یا طغیانی که در اثر جریان‌های سیلابی ساخته می‌شود. این بستر پر از سنگ‌های سائیده شده، گرد و مواد درشت فراوان است. بستر عادی یا ظاهری که عموماً پیچ و خم دار است و در داخل بستر بزرگ قرار گرفته و در مجرای باریکی از آن آب جاری است. بستر ظاهری همیشه پر از آب نبوده و جریان آب در آن به شاخه‌های متعددی منشعب شده و نیمکت یا سکوهاشی شنی را به وجود می‌آورد که اغلب تغییر مکان می‌دهد. پهنه‌ای بستر نسبت به تغییرات شیب، دبی آب، جنس بستر تغییر می‌کند.

(برگرفته از: Clifford lines & Lourie Bowell (1991). Alevel Geography, Bpp
Letts Educational Ltd.

- ژان - لو هیدرولوژی آبهای سطحی، ترجمه مجید زاهدی، انتشارات نیما ۱۳۷۰
- احمدی - حسن، ژئومورفولوژی کاربردی، دانشگاه تهران، (۱۳۷۰)

ب - شناخت بیولوژیکی رودخانه‌ها

پوشش گیاهی رودخانه‌ها

پوشش گیاهی رودخانه‌ها در مناطق مختلف اقلیمی از سرچشمه تا مصب متفاوت است. پوشش گیاهی رودخانه‌ها را به قرار زیر می‌توان تقسیم‌بندی کرد:

- ۱ - گیاهان حاشیه‌ای (Marginal Plants)

۲- گیاهان بن در آب (Emergent Plants)

۳- گیاهان شناور (Floating Plants)

۴- گیاهان غوطه ور (Submerge Plants)

۱- گیاهان حاشیه‌ای: این نوع پوشش با فاصله کمی از کanal رودخانه قرار داشته و تا دیواره آن پیش می‌رود. این گیاهان در حفظ دیواره کanal، کترل سیلان و جلوگیری از فرسایش اراضی مجاور رودخانه‌ها به هنگام سیلان مؤثرند. در مناطق مختلف گیاهان حاشیه‌ای متفاوتی می‌توان دید. بید، گز، توسکاگونه‌های شاخص این نوع گیاهان هستند.

۲- گیاهان بن در آب: ریشه این گیاهان و بخش‌های از ساقه آنها در خاک قرار داشته و اندام‌های تولید مثلی آنها بالاتر از سطح آب قرار دارد. این گیاهان از نظر آبزیان حائز اهمیت بوده و در حفظ شکل رودخانه از نظر عرض و مسیر بستر نقش مهمی دارند. گیاهان بن در آب در مقابل جریانات تند سیلانی به ثبات دیواره رودخانه‌ها مساعدت کرده و با کاهش سرعت آب از فرسایش رودخانه جلوگیری می‌کنند. انواع زیر از جمله گیاهان بن در آب رودخانه‌ها به شمار می‌روند.

Polygonum, Ranunculus, Rorippa, Hippuris, Lythrum, Sium, Cicuta, Mentha, Veronica, Bidens, Equisetum, typha, sparganium, Alisma - plantago - aquatica, Sagittaria, Butomus, Phalaris, Schoenoplectus Eleocharis, Carex, Acorus, Juncus.

۳- گیاهان شناور: این گیاهان ریشه در خاک داشته و برگ‌های آنها در سطح آب شناور است. این گیاهان در بخش‌های آرام و راکد رودخانه رویش دارند و بیشتر گیاهان تالابی را شامل می‌شوند. گونه‌های Hydrocharis , potamogeton natans, Lemna در این مورد نمونه‌وارند.

۴- گیاهان غوطه ور: این گیاهان اهمیت زیادی برای آبزیان داشته و با استفاده از دی‌اکسید کربن آب، ضمن فرآیند فتوستز اکسیژن تولید کرده و در اختیار آبزیان قرار می‌دهند. جلبک‌هاو پلانکتون‌های گیاهی در تولید اکسیژن و پاکسازی محیط آب نقش بیشتری دارند. از گیاهان غوطه ور می‌توان از Ceratophyllum, poteamogeton crispus, potamogeton lucens, chara

نقش پوشش گیاهی در حیات رودخانه‌ها:

گیاهان آبزی اعم از ماکرو یا میکرو با داشتن ترکیبات آلی و معدنی به عنوان یکی از اجزاء زنجیره غذایی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای به شمار آمده و در این میان جلبک‌های میکرو از اهمیت بیشتری برخوردارند. گیاهان در حیات رودخانه نقش‌های متفاوت و متنوعی دارند.

برخی از اثرات پوشش گیاهی را می‌توان به قرار زیر جمع‌بندی کرد:

۱- گیاهان آبزی نقش مهمی در زنجیره غذائی اکوسیستم آبی دارند. گیاهان میکروسکوپی بیش از گیاهان ماکرو در تولید اولیه اکوسیستم‌های آبی مؤثرند. پلانکتون‌های گیاهی و مخصوصاً جلبک‌ها اهمیت زیادتری دارند. گیاهان غوطه‌ور نسبت به گیاهان حاشیه‌ای و شناور از نظر اهمیت در زنجیره غذایی برتری دارند. گیاهان آبزی با جذب مواد مغذی آب و رشد خود مورد نیاز سایر زیستمندان اکوسیستم نظیر پروتوزواها، روتیفرها، سخت‌پستان، حشرات، کرم‌ها، نرم‌تنان و ماهیان را فراهم می‌کنند. بیوماس گیاهان در رودخانه‌های مختلف بسته و اقلیم به نوع گونه‌های گیاهی متفاوت است. در جدول (۱) بیوماس گیاهان غوطه‌ور دو رودخانه در منطقه معتدل و نیمه حاره‌ای نشان داده شده‌اند.

۲- ماکروفیهای ریشه‌دار قادرند که مواد غذائی به ویژه فسفر را از رسوبات تهشیین شده منابع آب جذب نمایند و در تعادل اکوسیستم‌های آبی مؤثر واقع شوند. عدم حضور این گونه گیاهان به سود اکوسیستم‌های رودخانه‌ای نیست. تجزیه و بازیابی گیاهان حاشیه‌ای در رودخانه‌ها بسیار کندر از سایر ماکروفیت‌ها است. گیاهان آبزی از نظر جذب عناصر غذائی متفاوت عمل می‌کنند. ماکروفیت‌های گیاهی با جذب و رهاسازی مواد غذایی زمینه رشد سایر زیستمندان را فراهم می‌کنند. در رودخانه‌ای با بستر قلوه سنگی در انگلستان تعداد بی‌مهرگان در واحد سطح 10^3 m^2 - ۶ برابر شده است. علاوه بر بی‌مهرگان

جلبک‌های چسبیده به بستر خصوصاً دیاتومه‌ها نیز فراوانی قابل توجهی داشته‌اند.

۳- گیاهان آبزی به عنوان یک منبع تولید اکسیژن در محیط‌های آبی نقش مؤثری در حیات رودخانه‌ها ایفا می‌کنند. این گیاهان با قرار دادن اکسیژن محلول در اختیار آبزیان بقاء آنها را تضمین می‌کنند.

تولید اکسیژن توسط گیاهان آبزی به صورت مستقیم مورد مصرف اکثر آبزیان به ویژه ماهیان و میکروارگانیسم‌های هوازی قرار می‌گیرد. برخی از گیاهان نیز از ذخیره اکسیژنی

جدول (۱) تخمین بیوماس و تولید گیاهان آبزی

وضعیت اقلیم	اجتماع گیاهی	گونه های غالب	وزن خشک بیوماس Kgr/m ²	متوسط تولید سالیانه	
				تن در هکتار در سال	مواد آبی وزن خشک
معتدل	گیاهان غوطه ور رودخانه	Berula erecta Ranunculus Penicillatus	۰/۵	۸/۵	۶/۳
نیمه حاره	*	Sagittaria eatonii (Epiphytes) Lorata	۰/۸۱	۲۷	۲۱

اندامهای خود لارو برخی از حشرات را تغذیه می‌کنند. لارو حشره Ponacia اکسیژن مورد نیاز خود را از مجرای پر از هوای موجود در ریشه گیاهانی نظری زبق آبی به دست می‌آورد. تولید اکسیژن توسط گیاهان آبزی طی فرآیند فتوستتر صورت می‌گیرد. گیاهان آبزی غوطه ور به ویژه جلبک‌ها در تولید اکسیژن بسیار فعال بوده و به طور تقریب جلبک‌ها به ازاء یک کیلوگرم وزن خود ۱/۶ کیلوگرم اکسیژن تولید می‌کنند.

۴- گیاهان آبزی در شرایط شیمیائی آب تغییراتی به وجود می‌آورند. وجود برخی از گیاهان از جمله جلبک‌ها باعث تغییر در میزان پ. هاش و اکسیژن محلول آب می‌شوند. فتوستتر روزانه پ. هاش آب را افزایش داده و تنفس شبانه آنها اکسیژن محلول را کاهش داده و بر عکس گاز کربنیک را افزایش می‌دهد و در نهایت پ. هاش آب تقلیل می‌یابد. این تغییرات باعث جابجایی گونه‌های جانوری در شب و روز در سیستم رودخانه‌ای می‌گردد.

۵- گیاهان با اندامهای خود سرعت جریان آب را کاهش داده و در رسوب‌گذاری مواد معلق دخالت می‌کنند. این کارکرد از یکسوکدری آب را کاهش داده و محیط را برای برخی از گونه‌ها مساعدتر می‌کند و از سوی دیگر تهذیب شدن مواد معلق در کف بستر محیط را برای برخی از گونه‌ها دشوار می‌کند. کاهش سرعت آب توسط گیاهان و جلوگیری از حرکات امواج در گیاهان مختلف فرق می‌کند. گیاهان حاشیه‌ای یا گیاهان بن در آب بیش از سایر گیاهان در ترسیب مواد معلق مؤثرند. وجود گیاهان در حاشیه رودخانه‌ها شکل بستر

جدول (۲) توزیع عمومی گیاهان نهرها و رودخانه‌ها در ارتباط با سرعت جریان آب

سرعت m/s جریان	نوع اجتماع	فرمهای غالب
$V < 0.2-1$	جلبکهای چسبیده به بستر	جلبکهای Caloneis, Navicula, Epiphytic, Epipelic از جمله: Nitzchia, Eunotia, Tabellaria, synedra, Oscillatoria, Oedogonium, Bulbochaeet
$V > 1$	جلبکهای چسبیده به بستر	جلبکهای Epilithic از جمله Achnanthes Meridion, Diatoma Ceratoneis
$V = 0.2-1$	ماکروفیتها	نهاندانگان از جمله: Elodea, Callitricha, Potamogeton, Chara جلبک‌های ماکرو از جمله: Hippuris, Sium
$V = 0.5-2$	ماکروفیتها	معدودی از نهاندانگان از جمله: Ranunculus, Abium, Sbarganium, Hildenbrandia, Fontinalis, Oenanthe, Cladophora ماکروفیتها بی چون:
$V = 0.5-1$	فیتوپلاتنکتون	دیاتومهای تک سلولی کوچک، جلبکهای سبز - آبی
$V > 1$	فیتوپلاتنکتون	از جمله: Chrysomonads, Volvocales

آنها را در برابر اثرات امواج تضمین می‌کند. گیاهان حاشیه‌ای در صورت ورود ترکیبات ازت و فسفر گسترش یافته و اثرات نامطلوبی بر جای می‌گذارند. میزان رسوب‌گذاری توسط گیاهان بستگی به وضعیت رودخانه‌ها دارد. در رودخانه‌های پر تلاطم گسترش گیاهان حاشیه‌ای کمتر بوده و میزان رسوب‌گذاری نیز بسیار کم است. در رودخانه‌های آرام گسترش گیاهان و رسوب‌گذاری زمینهٔ مساعدتری دارد. در جدول (۲) ارتباط اجتماعات گیاهی ماکرو با سرعت جریان، جنس بستر و نوع رسوبات تهشیں شده ارائه شده است.

۶- گیاهان آبری تنوع زیستگاهی محیط‌های آبی را افزایش می‌دهند. گیاهان آبری پناهگاه و محل زیست طیف گستردهٔ جانوران آبری هستند. ماکروفیتها محیط مناسبی برای

تخمریزی و پرورش ماهیان به وجود می آورند. برخی از حشرات و ماهیان از ماکروفیت‌های غوطه‌ور برای آشیانه‌سازی استفاده می‌کنند. ماکروفیت‌های حاشیه‌ای با گستره قابل توجه خود محیط مناسبی برای آشیانه‌سازی بسیاری از پرنده‌گان کوچک فراهم می‌کنند. ماهیان علفخوار از گیاهان آبزی غوطه‌وری نظری Ceratophyllum, Elodea استفاده می‌کنند. ماکروفیت‌ها یک منبع غذائی مستقیم برای حیات وحش به ویژه پرنده‌گان به شمار می‌روند. توزیع عمومی گیاهان رودخانه‌ها در ارتباط با سرعت جریان آب از سرچشمه به طرف مصب تغییر کرده و روی فون آنها نیز تاثیر می‌گذارد در جدول (۲) فرم‌های غالب اجتماعات گیاهی بر حسب سرعت آب ارائه شده‌اند. میزان اکسیژن خروجی گیاهان غوطه‌ور در بستر آبهای جاری و سریع بیشتر از آبهای راکد است و شرایط زیستگاهی را برای برخی از گونه‌ها تغییر می‌دهد. به همین دلیل آبهای جاری و پرتلاطم با گیاهان غوطه‌ور برای قزل‌آلا مناسب هستند. در حالی که آبهای آرام با اکسیژن کمتر برای گونه‌ای نظری واراکورینوس مناسب است.

۷- گیاهان آبزی در رفع آلودگی‌های آب رودخانه‌ها نیز مؤثر بوده و تا حدی می‌توانند آن را تصفیه کنند. گیاهان آبزی در جذب برخی از عناصر سنگین و زیان‌آور مؤثر بوده و در پاکسازی آن سهیم هستند. گونه‌هایی نظری انواع زیر از جذب عناصر ذکر شده نمونه‌وارند: Phragmites, Scirpus, Lemna, Spirodela, Elodea, Callitriches, Egeria, Ceratophyllum, Fontinalis, Schoenoplectus

گیاهان شناور در آب به دلیل ایجاد شرایط زیست مناسب برای زئوپلانکتون‌ها نظری دافنیا که از باکتری‌ها تغذیه می‌کند طی فرآیند بیولوژیک آلودگی ناشی از باکتری‌های راکاهش می‌دهند. به علاوه با ترسیب مواد معلق کدری آب را کاهش داده و آلودگی فیزیکی آب را تقلیل می‌دهند. گیاهان آبزی بالفزایش و تولید اکسیژن محلول در آب (از طریق فرآیند فتوستز) محیط آبی را برای تجزیه بیولوژیکی و شکسته شدن مواد آلاینده آب مساعدتر می‌کنند (برگرفته از خاتمه سید هادی، حیات گیاهی اکوسیستم آبهای شیرین - رودخانه - سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۷۰)

حیات جانوری رودخانه در نظام اکولوژیک آن

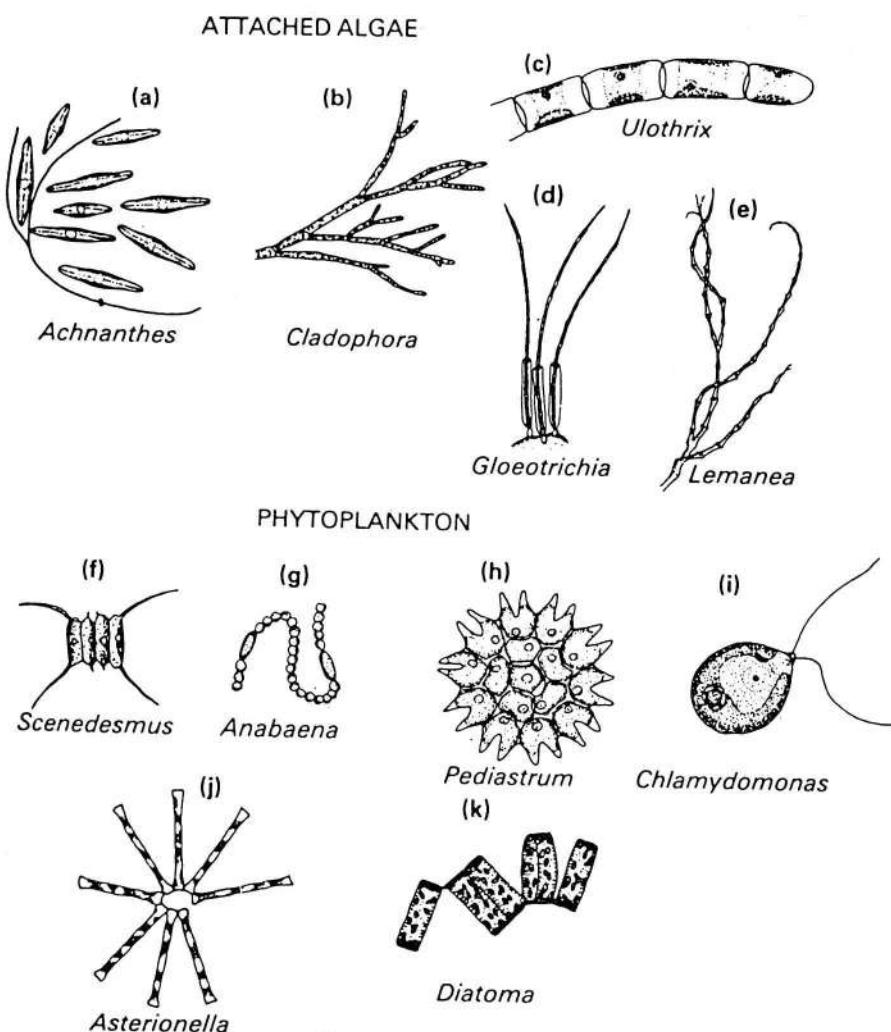
رودخانه‌ها بسته به اینکه دارای جریان تند یا کند باشند یا در چه طول و عرض

جغرافیایی قرار گرفته باشند و به تبع آن در چه ارتفاعی قرار داشته باشند یا حتی بسته به تغییرات فیزیکوشیمیائی آب جوامع زیستی متفاوتی دارند. رودخانه‌ها به عنوان یک اکوسیستم آب روان (Lotic) در مقابل آبهای ساکن (Lentic) قرار دارند. اگر اکولوژی را به عنوان وسیله‌ای برای تجزیه و تحلیل توزیع و فراوانی گونه‌ها و اجزاء تشکیل دهنده یک اکوسیستم در نظر بگیریم می‌توان اکولوژی انتشار گونه‌ها را مطالعه و بررسی گونه‌ها براساس مقیاس جغرافیایی با مقایسه کیفیت رودخانه‌ها (که تحت تأثیر فاکتورهای مختلف زمین‌شناسی، توپوگرافی، اقلیمی قرار دارند) تعریف کرد. هر گونه از نظر پراکندگی در سطح جهان و در مقیاس محلی دارای الگوی پراکنش محدودی است. به همین دلیل در همه‌جا و در هر زیستگاهی ممکن نیست همه گونه‌ها یافت شوند. هدف اصلی اکولوژی در واقع تعیین فاکتورهای مؤثر در انتشار گونه‌ها است. محدودیت انتشار گونه‌ها تابع عوامل متعددی است. برخی از گونه‌ها به دلیل نیروهای بازدارنده انتشار در طی دوران‌های گذشته محدود شده‌اند و از رسیدن به برخی از مناطق بازمانده‌اند. عوامل حیاتی (اثرات طبیعت زیستی) نظر گونه‌های رقابت کننده وجود صیادان، منابع غذائی نیز در انتشار یک گونه مؤثرند. عوامل غیر زنده (عوامل فیزیکوشیمیائی) نیز نقش بسیار مؤثری دارند و از دیرباز معلوم شده که وجود یک جامعه در یک محل ناشی از تجمع گونه‌هایی است که تحت شرایط چیره عوامل غیر زنده توانسته‌اند خود را سازگار نمایند. هر گونه نسبت به هر فاکتور غیرزنده زیست محیطی مؤثر در حیات، دامنه تحمل پذیری ویژه‌ای دارد که می‌تواند در آن محدوده بقاء خود را حفظ نماید و تولید مثل کند. به عنوان مثال زمانی که دما یا سرعت آب در دو غایت خود باشند یک گونه نمی‌تواند در آن توسعه پیدا کند. با توجه به موارد فوق می‌توان گفت که هر رودخانه‌ای از نظر جامعه زیستی ویژگیهای خاص خود را داشته و کاملاً این ویژگیها قابل تعمیم نیستند. حیات جانوری هر رودخانه‌ای در ارتباط با حیات گیاهی آن قرار دارد. در بخش پوشش گیاهی نوع و تأثیرات آن در حیات رودخانه مورد بحث قرار گرفت. در اینجا تلاش می‌شود که جامعه زیستی رودخانه با تأکید بر گیاهان و جانوران ریز آن یکجا در نظام اکولوژیک مورد بررسی قرار گیرد.

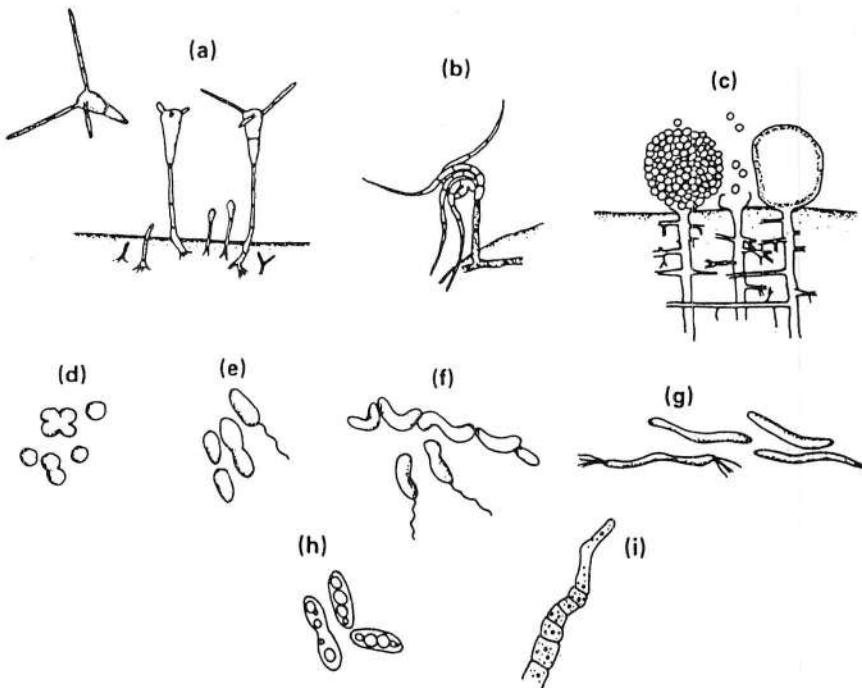
- گیاهان:

پوشش گیاهی آبهای شیرین روان (رودخانه‌ها) را عموماً ماکروفیتهاي مختلف از گیاهان

گلدار تشکیل می دهند. گیاهان ماکرومنت آبزی عموماً وابسته به خانواده گیاهان خشکی زی می باشند که از طریق مکانیسمهای با شرایط آبی خود را سازگار کرده اند. برخی از گیاهان آبزی برگهای شناور دارند و از یکسو با آتمسفر در تماس هستند. بعضی نظری خزه ها و هپاتیک ها و گلشنگها خود را به صخره سنگها می چسبانند. بعضی مانند *Lemna* بدون هرگونه تکیه گاهی در آب شناورند. جلبک ها از گیاهان مهم آبهای روان به شمار می روند که در تولید اولیه آنها نیز سهم مؤثری دارند. جلبکهای آبهای روان یا بصورت *Epilitic* هستند که در این صورت به سنگها می چسبند یا بصورت *Epiphitic* هستند که در این صورت با ماکروفیتها دیده می شوند یا در گل و لای بسر می برند که در این صورت به آنها *Epipelitic* اطلاق می شود. جلبکهای چسبنده عموماً به صورت میکروسکوپی هستند ولی در میان آنها جلبک های رشته ای نظری کلادوفورا نیز دیده می شود. جلبک ها به صورت فیتوپلانکتون نیز دیده می شوند. فیتوپلانکتونها اشکال میکروسکوپی و شناوری از جلبک ها هستند که در آبهای آزاد و دریاچه ای بخش عمدہ ای از تولید گیاهی را فراهم می کنند. بدیهی است در تندرآبهای بالادست رودخانه امکان شکل گیری اجتماعات این نوع جلبک های آزاد و شناور وجود ندارد. در این بخشها که سرعت جریان آب زیاد است جلبک ها از نوع چسبنده هستند. بر عکس در پائین دست رودخانه که سرعت جریان آب کاهش می یابد زمینه برای شکل گیری جلبک های فیتوپلانکتونی و دیاتome ها مساعدتر شده و در تولید گیاهی این بخش از رودخانه این نوع جلبک ها نقش عمدہ پیدا می کنند. در شکل (۵) نمونه هایی از گیاهان آبزی نشان داده شده اند. جنسهای *Asterionella*، *Diatoma* از یادتومه ها هستند و *Ulothrix* از جلبک های رشته ای، جنسهای *Gloetrichia*، *Anabaena* از جلبک های سبز - آبی، *Lemanea* از جلبک های قرمز، جنسهای *Pediastrum*، *Scenedesmus* و *Chlamydomanas* از جلبک های سبز می باشند. قارچها و باکتریها از دیگر میکروارگانیسمهای مهم رودخانه ها به شمار می روند که به عنوان عوامل تجزیه کننده در زنجیره غذایی رودخانه ها نقش مهمی دارند. انشعابات اسپرهای قارچها سبب می شود که حتی در آبهای متلاطم نیز بتوازنده به سر برند. گونه های زیر *Gyoeflyella Speciosa* و *Clavariopsis aquatica* از قارچهایی هستند که اسپرهای منشعب دارند. آکتینومیستها و باکتریها گروه دیگری از میکروارگانیسمهای آبزی را تشکیل می دهند که در شکل (۶) نشان داده شده اند.



شکل (۵) نمونه‌هایی از جلبک‌های چسبنده و فیتوپلانکتونها در یک رودخانه
 a : دیاتومه c , j , a : جلبک‌های رشته‌ای سبز
 b : جلبک قرمز e : جلبک های سبز آبی
 f , h , i : جلبک‌های سبز



شکل (۶) میکروارگانیسمهای یک رودخانه (قارچ‌ها و باکتریها)

- | | | | |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| f - باکتری | Vibrio | a - اسپر قارچ | Clavariopsis aquatica |
| g - باکتری | Spirillum | b - اسپر قارچ | Gyoerffyella speciosa |
| h - باکتری | Chromatium | c - آکینومیست | Actioplane |
| i - باکتری | Beggiatoa | d - باکتری | Micrococcus |
| | | e - باکتری | Pseudomonas |

- حیات جانوری

زیستمندان آبری رودخانه‌ها را بر حسب قرارگاه آنها می‌توان در چند طبقه تقسیم بندی کرد. برخی از گونه‌های جانوری نزدیک به سطح آب قرار دارند مانند *Gerris sp.* که این طبقه نستون (Neuston) نامیده می‌شود، معمولاً زیستمندان نستون اغلب در آبهای راکد و بدون تلاطم دیده می‌شوند. بعضی از گونه‌ها در میانه آب زندگی می‌کنند و شناگران بسیار قابلی هستند این طبقه بنام نکتون (Nekton) خوانده می‌شود. بسیاری از گونه‌ها نیز قادر توان حرکتی هستند و همیشه کم و بیش دستخوش جریان آب می‌باشند این طبقه را

زوپلانکتون (Zooplankton) می‌گویند. زوپلانکتونها نیز همانند فیتوپلانکتونها (Phytoplankton) در پائین دست رودخانه اغلب دیده می‌شوند. زیرا قادر مکانیسمهای لازم برای بقاء در تندرآبهای بالا دست رودخانه می‌باشند. از جمله معمولی‌ترین زوپلانکتونهای رودخانه‌ها می‌توان از روتیفرها (Rotifera) و سخت‌پوستان کوچک (Cladocera , Copepoda) را نام برد. در بیوماس بی‌مهرگان رودخانه زوپلانکتونها سهم زیادی ندارند. بخش عمده‌گونه‌های بی‌مهرگان رودخانه در بستر آن قرار دارند و بتنوز (Benthos) نامیده می‌شوند. حشرات بیشترین سهم را از نظر تعداد در بی‌مهرگان رودخانه دارا هستند. بقیه گروهها در رودخانه از اهمیت کمتری برخوردارند. اسفنجها کرم‌های پهن، کرم‌های کم تار (Oligochaete)، نرم‌تنان دوکفه‌ای از آن جمله‌اند.

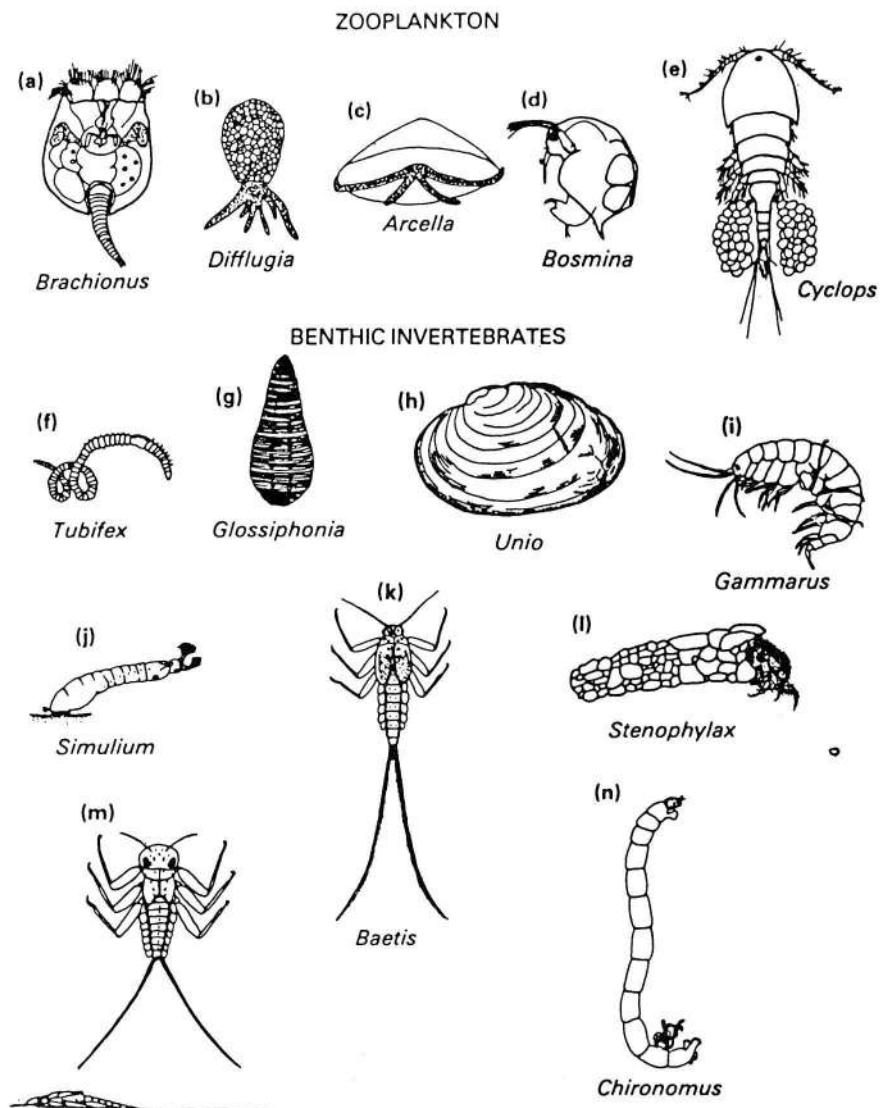
فون بی‌مهرگان رودخانه در شکل (۷) نشان داده شده‌اند. ماهیان از مهم‌ترین گونه‌های رودخانه‌ها به شمار می‌روند. الگوی انتشار ماهیان با میزان اکسیژن محلول در آب بی‌ارتباط نیست. بدیهی است مقدار اکسیژن محلول در آب نیز تابعی از دما و به تبع آن ارتفاع می‌باشد. از این رو گونه‌هایی که در بالا دست رودخانه قرار دارند به اکسیژن زیاد و دمای پایین نیاز دارند در حالی که گونه‌های پائین دست رودخانه نیاز اکسیژنی کمتری داشته و گرما دوست‌تر هستند. به عنوان مثال نیاز اکسیژنی گونه‌های *Phoxinus* ، *Salmo* *salar* ، *Thymalus thymalus* ، *phoxinus* شده است. در حالی که گونه‌های زیر در پائین دست رودخانه برای بقاء خود به 4mll^{-1} دارند. در جدول (۳) رابطه دامنه دما برای سه طبقه از ماهیان *Rutilus rutilus*، *Gymnocephalus Cernua*، *Exos Lucuis* اکسیژن نیاز دارند: که در مناطق عمیق با گونه‌های نظیر *Abramis brama*, *Tinca tinca*, *Cyprinus carpio* حداقل تلاطم جریان آب زندگی می‌کنند نیاز اکسیژنی به مراتب کمتری دارند و قادرند حتی با 5mll^{-1} اکسیژن نیز زندگی کنند. در مناطق معتدله ارائه شده است.

تمام ارگانیسمهای زنده اعم از گیاهی یا جانوری نسبت به هر فاکتور محدود کننده محیطی یک دامنه برداری مشخصی دارند. گونه‌هایی که نسبت به عوامل محیطی اعم از دمایانور یا غذا دامنه برداری محدود و باریکی دارند بنام *Stenoecious* نامیده می‌شوند. گونه‌های بالا دست رودخانه استنوترمال هستند و دامنه حرارتی کمی را تحمل می‌کنند. گونه‌هایی که نسبت به فاکتورهای مختلفی دامنه برداری بیشتری دارند بنام *Euryoecious*

جدول (۳)

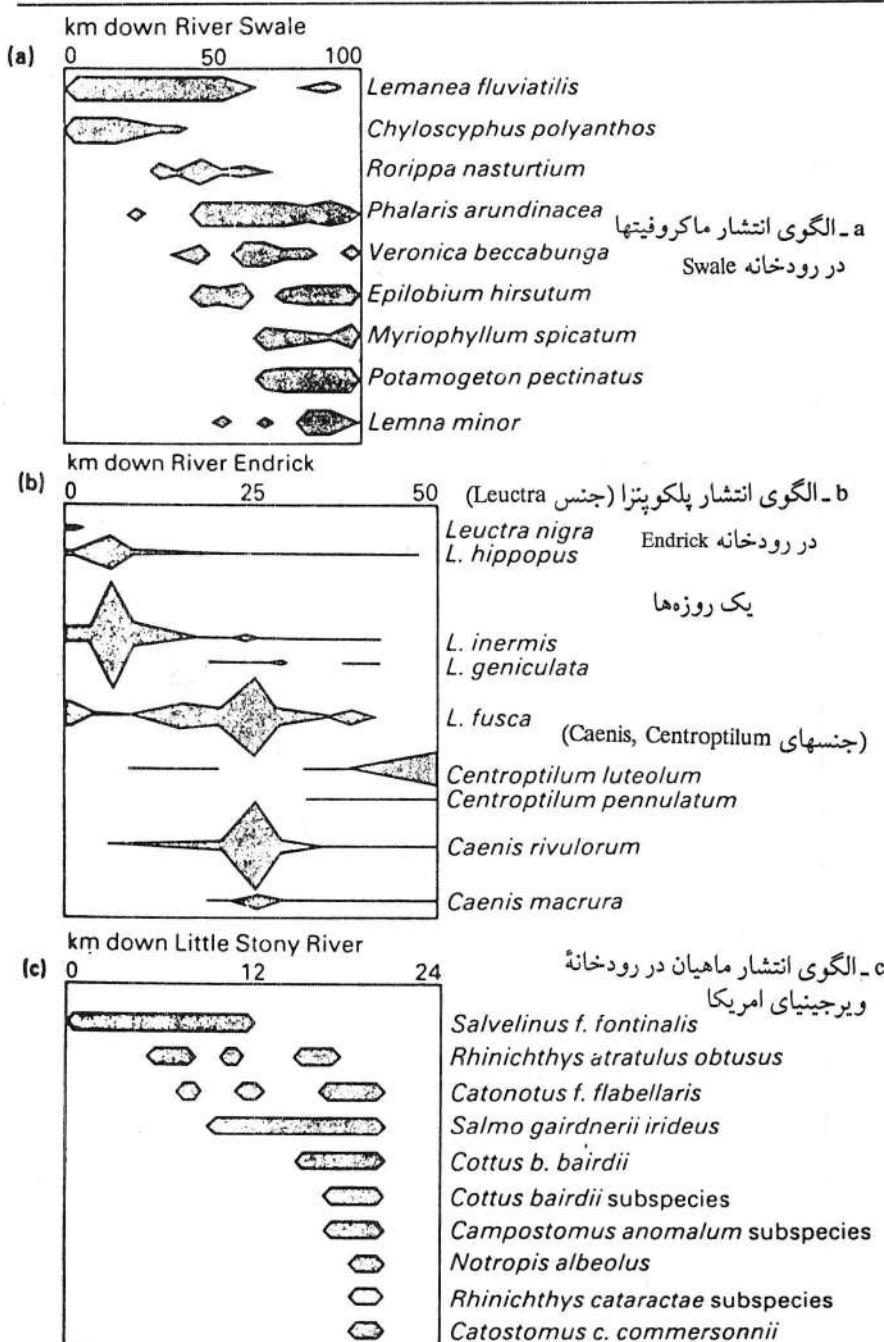
نوع ماهیان	حد بالا (مرگ آور)	حد متوسط برای رشد	دماهی متعارف برای تخم‌ریزی
ماهیان استنترتم آبهای سرد <i>Salmo trutta,</i> <i>Thymalus thymalus</i>	$t < 28$	۷ - ۱۷	< 10
ماهیان طبقه میانه <i>Perca fluviatilio</i> <i>Exos lucius</i>	$t = 28 - 34$	۱۴ - ۲۳	> 10
ماهیان اوری ترم آبهای گرم <i>Cyprinuo carpio</i> <i>Tinca tinca</i>	> 34	۲۰ - ۲۸	< 10

نامیده می‌شوند. گونه‌های پائین دست رودخانه اوری ترمال هستند و دامنه حرارتی بیشتری را می‌توانند تحمل کنند. سیستم اکولوژیک رودخانه و شرایط متفاوت زونهای مختلف آن از نظر عوامل غیرزنده به گونه‌ای است که زیستمندان از طریق مکانیسمهایی با آن سازگاری باید پیداکنند. در اغلب رودخانه در طول آن از بالا به پائین بعضی از فاکتورهای غیرحياتی مشخص کم و بیش تغییرات منظمی را نشان می‌دهند. این تغییرات با توجه به سرشت گونه‌ها از نظر برداری در برابر این فاکتورها روی الگوی انتشار آنها تأثیر می‌گذارد. بدیهی است هیچ یک از این الگوها بی‌عیب و نقص نیستند با این حال با توجه به تأثیر این عوامل سکانسها متشابهی را می‌توان در انتشار گونه‌ها در طول رودخانه مشاهده کرد. در شکل (۸) نمونه‌هایی از انتشار ماکرووفیتها، بی‌مهرگان و ماهیان در سه رودخانه نشان داده شده‌اند. به طور کلی فاکتورهای زیست محیطی اعم از زنده یا غیرزنده باعث می‌شوند که گونه‌های خاصی با توجه به شرایط هر زون رودخانه بتوانند زندگی کنند و از طریق خصوصیات و مکانیسمهای سازگاری بقاء خود را حفظ نمایند. به عنوان مثال اگرچه میانگین سرعت آب در جهت پائین دست رودخانه افزایش می‌یابد با این حال فشار جریان آب روی اجتماع



شکل (۷) نمونه‌هایی از فون بی‌مهرگان رودخانه

- a - روتیفر، b, c - پروتوzoa، d - کلادوسر، e - گپه‌پود، f - کرم کم تار، g - زالو h - نرم تن دوکفه‌ای، i - آمفی‌پود (گاماروس)، j - سیمولیوم، k - لارویک روزه ۱ - لارواستنوفیلاکس، m - اپروروس، h - لاروشیر نومید (دویالان)



شکل (۸) نمونه‌هایی از الگوهای انتشار زیستمندان رودخانه

بنیتیک بالا دست رودخانه تأثیر بسزائی دارد. در این بخش عمق آب کم، متلاطم و فشار آب روی بستر رودخانه زیاد است. بدیهی است در چنین شرایطی تنها ارگانیسمهای می‌توانند باقی بمانند که بتوانند در برابر فشار آب و کنده شدن مقاوم باشند. در تندآبهای بالا دست رودخانه از جلبک‌ها تنها آن دسته که می‌توانند به موانع مختلف بچسبند می‌توانند بقاء خود را تضمین کنند. به عنوان مثال جلبک چسبنده *Chamaesiphon Fuscus* یا جلبک‌های رشته‌ای غیر منشعب نظیر *Ulothrix zonata*، خزه‌ها و هپاتیکها قابل ذکرند. این گونه‌ها نسبت به مدفون شدن زیر بارشن یا لای بسیار حساس هستند، به همین دلیل طبیعی است که در بسترها بی‌ثبات قادر به تشکیل اجتماع نیستند. هریک از گونه‌ها به طریقی این سازگاری را نشان می‌دهد. آلاه در آبهای با جریان ملایم و بسترها سنگی رشد می‌کند و چون مقاومت کمی در برابر جریانهای آبی تند دارد معمولاً در حفاظ موانع بقاء خود را تضمین می‌کند. *Myriophyllum spicatum* نیز شرایط مشابهی دارد. بر عکس *Sparganium erectum* برای مقاومت در برابر تندآبهای و برای جبران صدمات وارد از خصلت سریع الرشد بودن خود استفاده می‌کند. بی‌مهرگان نیز هریک به نحوی و بسیار متغیر این مکانیسمهای سازگاری را پیدا کرده‌اند. استفاده از قلاب، چسب، تغییر طول و عرض بدن، پناه گرفتن از جمله شیوه‌هایی است که بقاء گونه‌ها را در برابر جریان آب حفظ می‌کند. گونه‌های جانوری معمولاً با سرعت مشخصی از جریان آب خوگرفته و سازگاری یافته‌اند. بطوری که با تغییر سرعت آب و تغییر زون یک گونه ناپدید شده و گونه دیگری که سازگاری بیشتری دارد جایگزین آن می‌شود. این موضوع در مورد ماکرووفیتها هم صادق است. به عنوان مثال *Apium nodiflorum myriophyllum spicatum* در آبهای آرام، خزه‌ها در آبهای تند و *Lemna minor* در آبهای بسیار کند دیده می‌شوند. طبیعت بستر نیز نقش بسیار مهمی روی انتشار بی‌مهرگان دارد. به عنوان مثال گونه‌هایی که در بین سنگها و شکافها سازگاری یافته‌اند بدیهی است تنها جایی که می‌توانند دیده شوند که دارای بستر سنگی باشد. برخی دیگر از بی‌مهرگان نظیر حفارها بر عکس به بسترها نرم و متشكل از مواد ریز خوگرفته‌اند و بدیهی است در این نوع بسترها بی‌ثبات نمی‌توان انتظار داشت که لارو حشراتی از جنس *Simulium* یافت شود. بر عکس برای نیمف‌های یک روزه ^{های} نظیر *Ephemera simulans* که قادر به حفاری هستند این بستر کاملاً مناسب است. این مسئله در مورد انتشار گیاهی نیز صادق است. مثلاً *Elodea*، *Potamogeton pectinatus*

Canadensis اغلب در بسترهای سیلتی پراکنده‌اند. همبستگی زندگی جانوری با اجتماعات گیاهی در رودخانه‌ها نیز عامل مهم دیگری است که در انتشار بی‌مهرگان کاملاً مؤثر است. انتشار بسیاری از بی‌مهرگان به ماکروفیتها نیز مرتبط است. زیرا بسیاری از آنها روی گیاهان زندگی می‌کنند. لارو Eucricolopus bevipalpis از دوبالان (Chironomidae) تنها از برگهای Potamogeton natans استفاده می‌کند. برخی از بی‌مهرگان اگرچه با ماکروفیتها زندگی می‌کنند ولی از بافت‌های آن استفاده نمی‌کنند. بعضی در سطح گیاهان ماکروفیت زندگی و رشد می‌کنند در حالی که از جلبک‌های اپی فیت استفاده می‌کنند. بعضی از بی‌مهرگان، گیاهان را برای فیلتر مواد غذائی مورد استفاده قرار می‌دهند. گیاهان برای ماهیان نیز حائز اهمیت زیادی هستند که قبلاً ذکر آن رفت. از دیگر عوامل مؤثر در انتشار ماهیان بستر رودخانه است. با تغییر بستر رودخانه نوع گونه‌های ماهی نیز تغییر می‌کند. ارجحیت بستر برای ماهیان خود در ارتباط با سایر عوامل مؤثر در بقاء ماهیان می‌باشد. حتی عاملی مثل ارتفاع نیز در انتشار گونه‌های ماهیان مؤثر است. به عنوان مثال در لهستان گونه‌های Erpobdella monostriata و Trochela Bykowski در ارتفاعات پائین تر گونه‌های Trochela subviridis و Erpobdella octoculata در ارتفاعات پائین تر گونه‌های جایگزین گونه‌های فوق می‌شوند. همه این موارد نتیجه تحمل پذیری گونه‌ها نسبت به دامنه مشخصی از فاکتورهای غیر حیاتی است. در این میان دما که در اثر افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد نقش مؤثرتری دارد. با افزایش دما میزان قابلیت حل شدن اکسیژن در آب کاهش می‌یابد. به همین دلیل غلظت اکسیژن در پائین دست رودخانه کمتر است. به علاوه آب در پائین دست رودخانه از تلاطم کمتری برخوردار بوده و اکسیژن محلول در آب در اثر تنفس زیستمندان و مخصوصاً در فرایند تجزیه مواد بشدت کاهش می‌یابد. غلظت اکسیژن در روز به طور کلی بخاطر فتوستز افزایش می‌یابد و در شب کاهش می‌یابد. در پائین دست رودخانه میزان اکسیژن در شب بشدت افت پیدا می‌کند. این مسئله تاحدی در تغییر مکان نسبی گونه‌ها در طول رودخانه نیز مؤثر است.

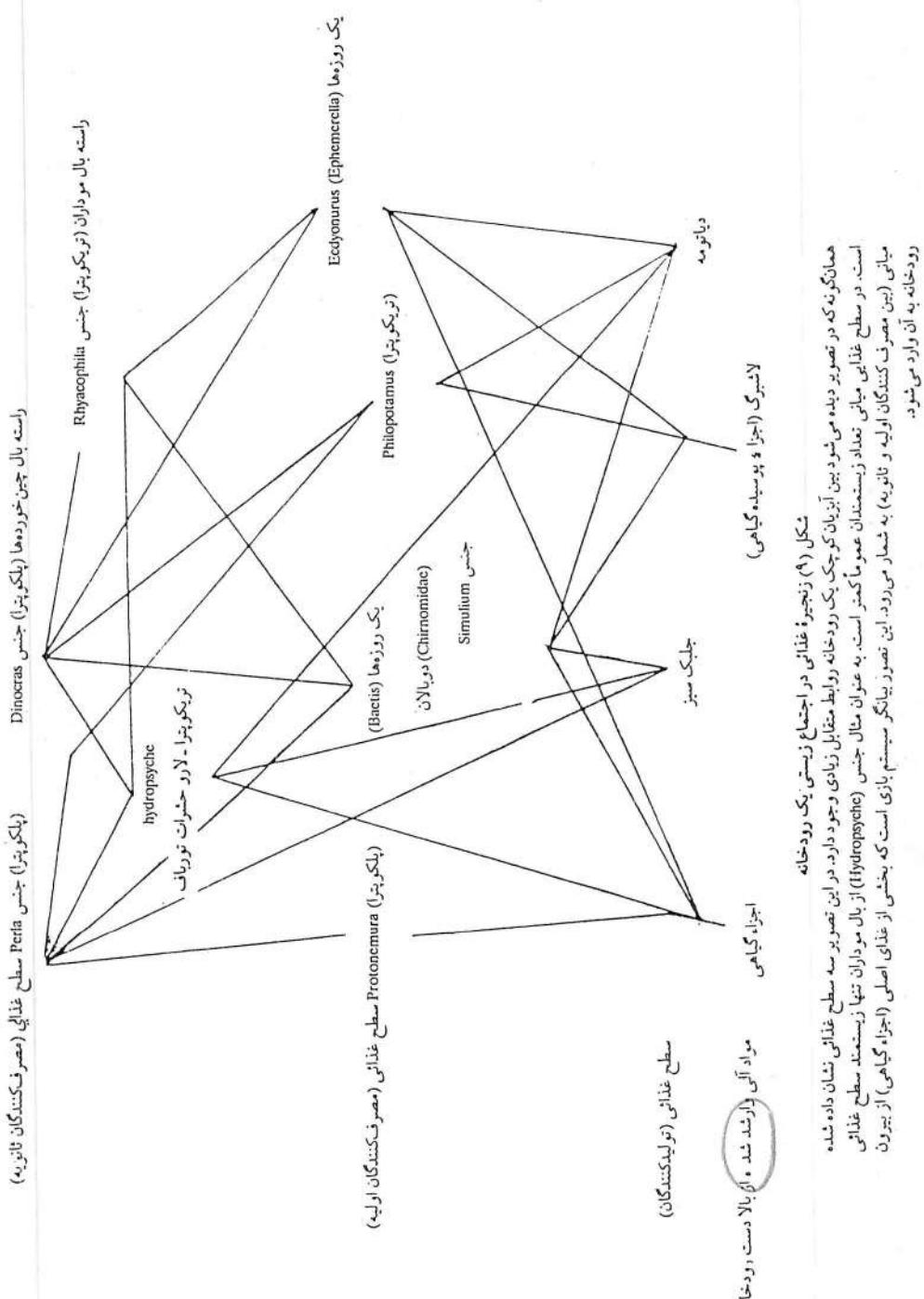
زنگیره غذائی رودخانه: با توجه به عوامل مؤثر ذکر شده در انتشار گونه‌ها و تعدد این عوامل زنده و غیرزنده می‌توان بسادگی به پیچیدگی اکوسیستم‌های آبهای روان پی‌برد. به علاوه تغییر در هر یک از عوامل فوق می‌تواند سایر شرایط را نیز تحت تأثیر قرار داده و در پراکنده‌گی و فراوانی گونه‌ها مؤثر واقع شود. از این رو تعمیم خصوصیات زیستی یک

رودخانه حتی به رودخانه‌های مشابه نیز عملاً امکان‌پذیر نیست. تنها می‌توان اصول کلی و قانونمندیهای اکولوژیک رودخانه‌ها را توضیح داد. همان‌گونه که شرح آن گذشت رودخانه‌ها نیز مثل همه اکوسیستم‌های زمینی از روابط اکولوژیک مشابهی برخوردارند. زنجیره غذائی یک اجتماع زیستی در رودخانه از نظر سطوح غذائی این همانندی را بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان نخستین و ثانویه در بین اجزاء ریز آن در شکل (۹) نشان می‌دهد. همه عوامل حیاتی و غیر حیاتی یک رودخانه برای خود نقشی دارند. صخره سنگی که در مسیر جریان رودخانه واقع شده از یکسو نیروی جریان آب را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر پناهگاهی برای آبزیان بوجود می‌آورد. حشرات مراحل اولیه تکامل زیستی خود را به صورت لارو و شفیره (نیمف) برای مدتی طولانی در آب سپری می‌کنند و به عنوان مصرف‌کنندگان نخستین رودخانه از تولیدات گیاهی آن نظر جلبک‌ها، دیاتومه‌ها، خزه‌ها، اجزاء پوسیده برگها استفاده می‌کنند ولی زمانی که به بلوغ رسیده و به پرواز درمی‌آیند، طعمه مصرف‌کنندگان ثانویه می‌شوند. حشرات نابالغ در مناطق پرتلاطم رودخانه که از مواد غذایی و اکسیژن زیادی برخوردار است محیط مناسبی برای رشد می‌یابند. درحالی که در بخش‌های آرام که عمق آب بیشتر و اکسیژن کمتر است زندگی با گونه‌های دیگری رخ نشان می‌دهد. سوسکهای چرخان (Coleoptera) دوکفه‌ای‌ها، حلوونها، قایقرهای آبی، سن‌های آبی (Hemiptera)، خرچنگها، گونه‌های حفار از آن جمله‌اند. گیاهانی که در زنجیره دسته اول (یک روزه‌ها، لارو حشرات دوبالان، بال موداران، بال چین خورده‌ها) دخالت داشته‌اند در زنجیره دسته دوم حضور ندارند و گیاهان دیگری و از جمله ماکروفیتها آشنایی نظیر سراتوفیلوم، عدسک آبی نقش تولیدکنندگان را بر عهده دارند. چنانچه بخواهیم سیر انرژی را در یک زنجیره از اجتماع زیستی رودخانه ترسیم کنیم بدیهی است گروه‌بندی تاگسونومیک زیستمندان در این مورد نمی‌تواند مفید واقع شود. گرچه زنجیره شکل (۹) به اندازه کافی روابط اکولوژیک بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان را روشن می‌کند مع‌هذا از نظر گروه‌بندی نقش و کارکرد آنها این روابط می‌توانند به قرار زیر نیز توضیح داده شوند.

- گروه تولیدکنندگان (Autotrophs): ماکروفیتها، جلبکها (میکروفیت‌ها) و پلانکتونها

- گروه تجزیه‌کنندگان: میکروارگانیسم‌ها به ویژه قارچها و باکتریها

- مصرف‌کنندگان: شامل مهره‌داران و بی‌مهرگان آبزی



صرف کنندگان از نظر کارکرد در چهار طبقهٔ متمایز از هم تفکیک می‌شوند:

- چراگران (Grazers): شامل علفخوارانی که از جلبک‌های چسبندهٔ تغذیه می‌کنند.
- خردکننده‌ها (Shredders): جانورانی که از ذرات درشت گیاهی استفاده می‌کنند.
- جمع‌کننده‌ها (Collectors): جانورانی که از ذرات ریز گیاهی بستر یا داخل رودخانه استفاده می‌کنند.

● طعمه‌خواران (Predators): شامل همهٔ جانوران طعمه‌خوار می‌باشد.

در شکل (۱۰) روابط مقابل این چهار گروه و سه طبقهٔ از مواد آلی زیر:

- مواد آلی قابل حل در آب (DOM): اندازهٔ ذرات کمتر از $45 / 000$ میلی‌متر
- مواد آلی ریز (FPOM): اندازهٔ ذرات کمتر از ۱ میلی‌متر
- مواد آلی درشت (CPOM): اندازهٔ ذرات بزرگتر از ۱ میلی‌متر

نشان داده شده‌اند:

مواد آلی بدو طبقهٔ زیر قابل تقسیم هستند.

- مواد بومی یا مواد آلی که در داخل خود رودخانه وجود دارند و منشاء بیرونی ندارند (Autochthonus)

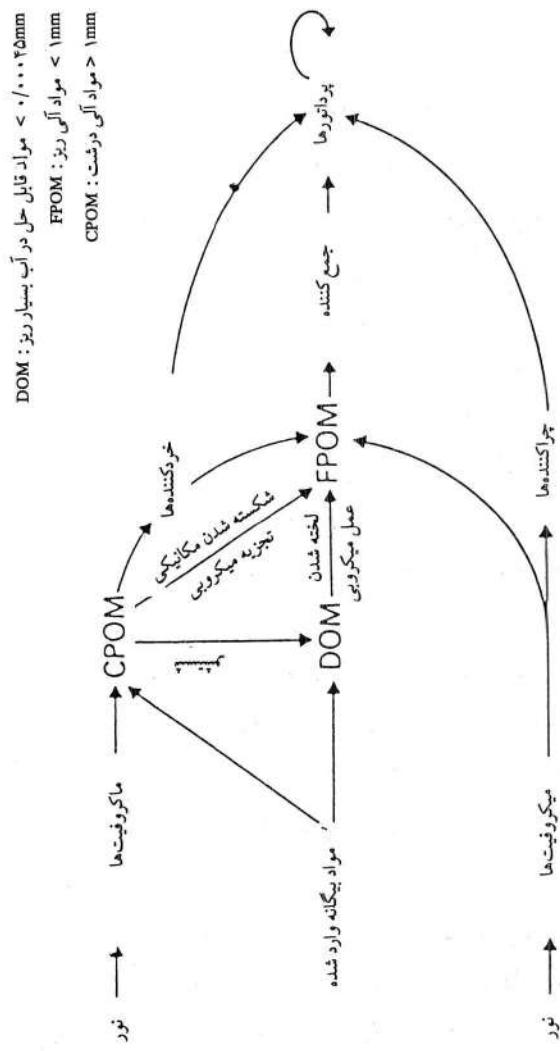
● مواد بیگانه یا مواد آلی که از بیرون وارد رودخانه می‌شوند (Allochthonous)

در شکل (۱۰) مواد آلی بیگانه وقتی وارد رودخانه می‌شوند (چه از بالادرست رودخانه یا از محیط پیرامون رودخانه) دارای دو جز اصلی هستند: مواد آلی قابل حل و مواد آلی درشت (مثل برگ و میوه گیاهان) تولیدات گیاهی بومی عمدتاً از ماکروفیت‌ها بوده و بیشتر به صورت مواد آلی درشت می‌باشد. میکروفیت‌های آبزی ممکن است به وسیلهٔ علفخواران چراکننده مستقیماً مورد استفاده قرار گیرند (مثل *Ancylus spp.* یا *larvae* of *Brachyptera spp.*) یا

همراه با سایر مواد آلی ریز به وسیلهٔ جمع‌کننده‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

بخشی از مواد آلی درشت (ماکروفیت‌ها) از راه شستشو بسرعت به مواد آلی قابل حل تبدیل می‌شوند. با قیماندهٔ این مواد طی سه فرایند (فرایند شکسته شدن مکانیکی و سایش - فرایند تجزیه تدریجی به وسیلهٔ میکروارگانیسمها - فرایند شکسته شدن به وسیلهٔ بی‌مهرگان خردکننده) به مواد آلی ریز تبدیل می‌شوند. مواد آلی قابل حل دویاره از دو طریق (فرایند فیزیکی لخته شدن یا آسیمیلاسیون میکروبی) به مواد آلی ریز تبدیل می‌شوند. مواد آلی ریز به دست آمده غذای مناسبی برای جمع‌کننده‌ها به شمار می‌روند و مورد تغذیه این دسته

مکل (۱۰) یک مدل کی و ساده شده از مسیر انرژی در اجتناب زننی اکوسیستم رودخانه



از جانوران قرار می‌گیرند. در رأس ساختار غذایی پردازورها قرار دارند که چراکتندگان، خردکنندگان و جمع‌کنندگان را مورد تغذیه قرار می‌دهند. در شکل (۱۰) جهت سهولت درک سیر انرژی از بسیاری از روابط موجود صرف نظر شده است.

زون‌بندی رودخانه‌ها

بر حسب اینکه چه فاکتورهایی مدنظر قرار گیرند پژوهشگران زون‌بندی متفاوتی ارائه کرده‌اند. در اغلب مطالعات بیولوژیک، رودخانه‌ها در مقاطع طولی مورد بررسی قرار می‌گیرند و تغییرات فیزیکی شیمیائی یا بیولوژیکی آنها در طول رودخانه محور عمدۀ مطالعات قرار می‌گیرد. با تغییر شرایط در طول رودخانه، جوامع ماهیان نیز در طول آن تغییر می‌کنند. برخی از گونه‌ها جایگزین گونه‌های دیگر می‌شوند و محیط برای برخی از گونه‌ها آنقدر نامساعد می‌گردد که در برخی از زونها به کلی ناپدید می‌شوند. به همین دلیل در هر زون صحبت از گونه‌های چیره است. در مورد علت این جایگزینی قبلّ به قدر کافی بحث شده است. در زون‌بندی رودخانه‌ها پاره‌ای از مسائل مشترک وجود دارند که می‌توان به قرار زیر ذکر نمود:

- مرزبندی بین زونها به طور دقیق امکان‌پذیر نیست. در حقیقت زونها تا حدی هم پوشانی دارند.

هر چقدر به سمت پائین دست رودخانه نزدیک شویم برخی از زونها ممکن است اصلاً وجود نداشته باشند یا ممکن است در مسیری که به سمت مصب رودخانه متوجه می‌شود حالت وارونه‌ای نیز مشاهد شود. به عنوان مثال اگر به دلایلی مخزن یا دریاچه‌ای در پائین دست رودخانه شکل بگیرد ممکن است به علت دمای پائین زون مشابه کوهستانی پدید آید.

- بین شیب رودخانه و زونهای آن رابطه معکوسی وجود دارد. در حقیقت با افزایش عرض رودخانه شیب کاهش می‌یابد. در رویکرد بالن از زون‌بندی (Balon 1959) اصطلاحات ژئومورفولوژیک جای اسامی ماهیان را گرفته‌اند. بالن معتقد بود مفهوم و توصیف اصطلاحات ژئومورفولوژیک گویاتر از اسامی ماهیان زون‌بندی را مشخص می‌کنند. به علاوه چون این اصطلاحات کاربرد وسیع‌تری دارند نسبت به اسامی ماهیان که الزاماً در همه جا ممکن است یافت نشوند برای زون‌بندی شایستگی بیشتری دارند. به عنوان

مثال در جنوب اروپا ماهیان سیم (Bream) و گری لینگ وجود ندارد. امروزه تلاش می‌شود که در نام‌گذاری زون‌ها به جای اسمی گونه‌های غالب و چیره ماهیان از گیلد (Reproductive Fish guilds) استفاده شود. گیلد به مجموعه‌ای گفته می‌شود که با هم در یک مکان زندگی می‌کنند. در این جا منظور ماهیانی از گونه‌های مختلف است که به تولید مثل و تخم‌ریزی می‌پردازند و برای این منظور مکان ویژه‌ای را اختیار می‌کنند. به هر حال زون‌بندی رودخانه‌ها و نام‌گذاری آنها بی‌عیب و نقص نیست و روند طبقه‌بندی آنها هنوز پایان نرسیده است و ممکن است باز هم تغییر کند. در جدول (۴) طبقه‌بندی پروفیل رودخانه به طور مقایسه‌ای در طول یک سده نشان داده شده است. این جدول به طور ضمنی گویای روند جایگزینی اصطلاحات ژئومورفولوژیک به جای اسمی ماهیان نیز می‌باشد.

در جدول (۵) براساس یافته‌های مختلف پژوهشگران اروپائی برای رودخانه‌های این کشورها زون‌بندی ارائه شده است. این زون‌بندی براساس شبیب، میزان آب‌گذری، جنس بستر، دما و میزان اکسیژن تنظیم شده است و رودخانه به چهار بخش کوهستانی، نیمه کوهستانی، دشت و جلگه تقسیم شده است. هر زون زیستگاه ویژه‌گروهی از ماهیان را تشکیل می‌دهد. همان گونه که دیده می‌شود زون کوهستانی که دارای شبیب تند، بستر سنگی، دمای پائین و میزان اکسیژن بالا است. زون قزل‌آلآ (Trout Zone) را تشکیل می‌دهد. به تدریج که شبیب بستر کاهش یافته و بستر از مواد ریزتری تشکیل می‌شود و دما افزایش یافته و از میزان اکسیژن کاسته می‌شود به ترتیب زونهای گری لینگ (بخش پائین دست کوهپایه) سس ماهی (دشت یا جلگه) و ماهیان سیم، گربه‌ماهی و کفشک (مصب) از یکدیگر متمایز می‌شوند. آنچه در این زون‌بندی رخ نشان می‌دهد این است که وزن توده زنده ماهی (Ichthyomass) به طور متوسط (کیلوگرم در هکتار) از زون کوهستانی به سمت مصب افزایش می‌یابد. همان‌گونه که در جدول دیده می‌شود متوسط وزن توده زنده ماهی در زون قزل‌آلآ (*Salmo trutta*) برابر با ۱۲۶ کیلوگرم در هکتار است که در بخش فوقانی منطقه نیمه کوهستانی به ۴۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد. در بخش پائین دست این منطقه یعنی زون گری لینگ (*Thymallus thymallus*) وزن توده زنده ماهی به ۵۶۰ کیلو در هکتار افزایش می‌یابد. وبالاخره در بخش جلگه‌ای یعنی زون سس ماهی (*Barbus sp.*) این رقم به ۶۶۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد. این مقدار در بخش مصب یعنی زون ماهی سیم

جدول (۴) طبقه‌بندی پروفیل رودخانه به طور مقایسه‌ای براساس زون‌بندی پژوهشگران

زون						نام پژوهشگر
	Wels Zone	Barbel Zone	Trout Zone	زون قزلآلای	زون	
Flounder Region	Bream Region	Barbel Region	Grayling Region	Trout Region	—	Fric (۱۸۷۲)
منطقه کشفکی ماهی	منطقه ماهی سیم	منطقه ماهی سیم	منطقه گریلینگ	منطقه قزلآلای	—	Borne (۱۸۷۸)
—	Bream	Barbel	Grayling Zone	Trout Zone	—	Huet (۱۹۴۹)
—	زون ماهی سیم	زون ماهی سیم	زون گریلینگ	زون قزلآلای	—	—
—	Lowland Zone	Barbel Zone	Mountain Zone		زون کوهستانی	Balon (۱۹۵۹)
Estuary Zone	Lowland Zone	Submountain Zone		Mountam Zone	زون کوهستانی	Hofćik & Hensel (۱۹۷۲)
زون مصب	زون جلگه‌ای	زون نیمه کوهستانی		زون کوهستانی	—	—

مصب	دشت (جلگه)	نیمه کوهستانی		کوهستان	زون‌های رودخانه
		بخش پائین	بخش فوقانی		
					قطعه دره
کمتر از ۲	کمتر از ۲	۰/۵ - ۱۵	۱ - ۲۰	۴ - ۱۳۰	شیب (%)
			<img alt="Cross-section diagram of a valley floor with a wavy base and a steep upper slope."/		

(Abramis spp.) گربه ماهی (Solea sp.) و ماهی کفشک (Silurus glanis) مسلمًا افزایش خواهد یافت ولی به علت مشکلات نمونه برداری وزن توده زنده بخش جلگه‌ای برای این قسمت تعیین داده شده است.

ارزش زیستگاهی رودخانه‌ها:

رودخانه‌ها بر طیف گسترده‌ای از حشرات آبزی، ماهیان، پرنده‌گان آبزی یا پرنده‌گان کنار آب چر و پستانداران زیستگاه ویژه‌ای به شمار می‌رود. روابط اکولوژیک بین همه آنها طوری است که بقاء همیگر را تضمین می‌کنند. هریک از زیستمندان رودخانه تمام یا بخشی از دوره زیستی خود را در آن می‌گذرانند. برخی نیز به طور غیرمستقیم به آن وابسته هستند. حشرات نابالغ از یک روزه‌ها تا زمان بلوغ در آب زندگی می‌کنند و تخم خود را در آب می‌گذارند و پس از رشد و تبدیل شدن به حشره کامل از دنیای زیر آب خارج می‌شوند و به عنوان غذای ماهیان در سطحی دیگر وارد زنجیره غذائی رودخانه می‌شوند. برخی نیز مثل ماهیان تمام دوران زندگی خود را در داخل آب می‌گذرانند. بعضی پرنده‌گان نیز از نظر تغذیه به طور ضمنی به رودخانه‌ها وابسته‌اند. حواصیل خاکستری، ماهی خورک، زردپره، اگرت، یلوه، دم جنبانک ابلق و خاکستری، انواع سبکها از آن جمله‌اند. ولی گونه زیرآبروک وابستگی مستقیمی به آبهای تندر کوهستانی دارد. این پرنده برای استفاده از لارو حشرات درون آب حتی در زیر آب هم شنا می‌کند. پستانداران آبزی شناگر نظیر Mustela، Mink، Lutra، مارهای آبی، لاک پشتها از مهره‌داران آبزی رودخانه‌ها به شمار می‌روند. بسیاری از بی‌مهرگان نظیر خرچنگها، حلزونها، لارو حشرات از راسته دو بالان یا پشه‌ها (Diptera) نظیر جنس Simulium، Rhyacophila، Trichoptera که لارو خود را در داخل محفظه یا تورهای بافته شده قرار می‌دهند، یا با قلاب چسب به سنگها چسبیده و مرحله شفیرگی را طی می‌کنند مثل جنس Ephemeroptera (Ephemeroptera)، پوره حشرات راسته یک روزه‌ها (Odonata) نظیر جنس Isonychia لارو راسته سنjacockها (Plecoptera) که در پناهگاههای سنگ‌های رودخانه‌های کوهستانی دیده می‌شوند، پوره زیر راسته آسیابانک (Anisoptera) پوره زیر راسته نیم سخت بالان یا سننهای آبی خانواده Gerridae، قایقران آبی یا نوعی سن آبی از خانواده Corixidae پوره زیر راسته سنjacockها (Zygoptera)، لارو زیر راسته نماتوسرا یا

انواع پشه‌ها به ویژه خانواده Tripulidae سوسکهای آبزی از قاب بالان (Coleoptera) از جمله جانوران ریز رودخانه‌ها به شمار می‌روند. ماهیانی نظیر قزل‌آل، سس ماهی، کفشک، سیم و گربه ماهی از ماهیان شاخص رودخانه‌ها به شمار می‌روند، مصب بسیاری از رودخانه‌ها محل تخم‌ریزی و پروشگاه ماهیان مهم تجاری دریاهای آزاد محسوب می‌شوند. متاسفانه ارزش‌های زیستگاهی رودخانه‌ها در مقایسه با سایر زیستگاه‌ها کمتر از آنچه لازم است شناخته شده است. به دلیل طولانی بودن مسیر رودخانه‌ها از سرچشمه تا سطح مبداء امکان حفاظت مستقل آنها تحت یکی از عناوین رسمی عملأ وجود ندارد. به علاوه بسیاری از رودخانه‌ها دارای حوزه‌های آبخیز وسیعی هستند که بدون حفاظت آنها امکان حفظ سلامتی رودخانه‌ها عملأ وجود ندارد. در حالی که اکثر این حوزه‌ها فرسایش یافته هستند و هر ساله هزاران تن خاک را به داخل رودخانه‌ها ریخته و شرایط زیستی آنها را دگرگون می‌کنند. رودخانه‌ها از دیرباز تحت تأثیر فعالیتهای مؤثر انسانی قرار داشته‌اند و امروزه این تأثیر ژرفش بیشتری پیدا کرده است. زندگی و شکل‌گیری جوامع انسانی از دیرباز با رودخانه‌ها پیوند خورده است. نخستین کانونهای تمرکز انسانی در کنار رودخانه‌ها به وجود آمدند. نخستین راههای دسترسی اجتماعات انسانی رودخانه‌ها بودند. امروزه در حريم رودخانه‌ها شهرهای بزرگی به وجود آمده‌اند. گاهی یک رودخانه از میان چند شهر صنعتی گذر می‌کند. رودخانه‌ها محل دفع زباله، فاضلاب و پس آبهای صنعتی کشاورزی و شهری شده‌اند. توان خود پالائی رودخانه‌ها به شدت کاهش یافته و دیگر قادر نیستند همانند گذشته مواد زائد ریخته شده را تجزیه و هضم کنند و اکسیژن محلول در آنها بسیار کاسته شده است. برخی از ماهیان در اثر شدت آلودگی (آلودگی حاصل از پساب کارخانجات، معادن، مواد روغنی، نفتی) به کلی ناپدید شده‌اند. روند جایگزینی گونه‌هایی که دامنه تحمل پذیری بیشتری دارند به جای گونه‌های حساس در بسیاری از رودخانه‌ها، گونه‌های بومی آنها را از بین برده است. آلودگی حرارتی ناشی از استفاده آب رودخانه‌ها به عنوان خنک کننده در کارخانجات و رها کردن آبهای گرم به داخل آنها میزان اکسیژن بسیاری از رودخانه‌ها را کاهش داده و زمینه را به سود گسترش آبزیان گرمابی افزایش داده است. احداث سدها جدا از تغییراتی که در سطح مبنای رودخانه‌ها می‌دهند در روند مهاجرت و تخم‌ریزی برخی از ماهیان بومی اختلال بوجود می‌آورند. شکل‌گیری کانونهای توریستی در حاشیه رودخانه‌ها و استفاده از آنها برای دفع مازاد از دیگر آلودگی‌های قابل ذکر هستند.

استفاده از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها (به عنوان معادن طبقه ۱) برای مصارف ساختمانی با توجه به آنچه در مورد بیولوژی و اکولوژی رودخانه به اختصار گفته شد اغلب به بهای دگرگونی مورفوژئیکی و نابودی شرایط زیستگاهی (فیزیوشیمیائی) رودخانه‌ها و مرگ و میر گسترده همه طیف آبریان، تمام می‌شود. برای حفظ شرایط زیستگاهی رودخانه‌ها توجه به موارد زیر ضروری است:

- جلوگیری از کاربری اراضی برای استفاده‌های زیانآور در حريم رودخانه‌ها

- حفظ کناره رودخانه‌ها و رویشهای ثبت‌کننده دیواره‌ها

- تهیه ضوابط و مقررات استاندارد برای بهره‌برداری از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها

- جلوگیری از بهره‌برداری شن و ماسه در مقاطع حساس و زیستگاههای حساس آبی

- جلوگیری از دفن مواد زائد و سموم شیمیائی در مناطقی که احتمال دارد شیرابه مواد زائد به رودخانه‌ها وارد شود یا در اثر بارندگی سموم شیمیائی شسته شده و به داخل آن راه می‌یابند.

- اعمال مقررات جدی در رعایت استانداردهای مواد خروجی کارخانجات و تصفیه آنها برای رهاسازی در رودخانه‌ها

- جلوگیری از رهاسازی گونه‌های غیربومی در رودخانه‌ها برای حفظ گونه‌های آندمیک آنها

- انجام ارزیابی پامدهای زیست محیطی هرگونه فعالیتی که احتمال می‌رود بر رودخانه‌ها تأثیر بگذارد. انجام این ارزیابی در مورد برخی از فعالیتها نظری سدها ضرورت بیشتری پیدا می‌کند.

- رودخانه‌ها اکوسیستمهای مجزا و ایزوله نبوده و با محیط پیرامون خود یگانه هستند. رودخانه‌ها در بستر حوضه‌ای قرار دارند که تمام آب آنرا جذب می‌کنند. به همین دلیل آبها از طریق آبراهه‌ها مواد را شسته و به داخل رودخانه وارد می‌کنند. این مواد اعم از مواد آلی محلول یا درشت مهمترین منابع انرژی برای میکروارگانیسمهای رودخانه‌ها به شمار می‌روند. چنانچه رودخانه‌ها از خاک حاصل از فرسایش آبی حوضه آبخیزها انباشته گردد شرایط زیستی آنها به شدت دگرگون می‌شود (افزایش کدری، گل و لای، کاهش اکسیژن، آسیب‌رسانی به آبزیان به ویژه ماهیان). به همین دلیل برای حفظ محیط زیست رودخانه‌ها لازم است پوشش گیاهی حوضه‌های آبخیز به نحو مطلوبی حفظ گردد.

منابع مورد استفاده:

Alfred Leutscher (1973)

The Ecology of water life Franklin watts. Limited, London

Colin.R.townsend (1980)

The Ecology of streams and Rivers Studies in Biology, No, 122

Edward Arnold (Publishers) Limited, London

Girish Chopra & R.C. Gupta (1987)

Fundamentals of Ecology and Behaviour.

R.Chand & Co. Publishers, New Dehli

لارنس، پرنیگل ۱۹۷۸، آشنایی با رودخانه - مترجم داود عجمی - سازمان حفاظت محیط زیست.

جوانشیر - کریم ۱۳۶۱، مبانی اکولوژی، درسنامه دوره لیسانس دانشکده منابع طبیعی کرج.

کیابی - بهرام ۱۳۷۲، اکولوژی آبهای روان (زون‌بندی رودخانه‌ها)، درسنامه دانشکده منابع طبیعی گرگان.

اثرات فیزیکی و بیولوژیکی برداشت شن و ماسه از

بستر رودخانه‌ها

از: ریویر، ب - سگویر، جی

خلاصه:

برداشت رسوبات آبرفتی از بستر رودخانه‌ها موجب تغییرات مورفودینامیکی می‌شود. این تغییرات محدود به محل استخراج و برداشت نیست بلکه کیلومترها بالاتر و پایین‌تر از آن ظاهر می‌شود: کاهش یا ناپایداری لایه زیرین بستر، داخل شدن ذرات ریز در محیط آبی که همراه با بروز فرسایش اضافی است از جمله این تغییرات هستند.

بروز تغییرات در محیط‌زیست سبب دگرگونی ترکیب و تعادل جمعیت زیستمندان آبزی شده و در نتیجه باروری و کارکردهای اکوسیستم را تغییر می‌دهد. بهره‌برداری از شن و ماسه مثل تخلیه هر پسابی نوعی آلودگی به شمار می‌رود. مضمون این مقاله اثرات فیزیکی و بیولوژیکی این نوع فعالیت مخرب را بر محیط‌زیست رودخانه نشان داده و راههای کاهش اثرات منفی آن را ارائه می‌کند.

مقدمه:

بهره‌برداری بی‌رویه از مواد رسوبی بستر رودخانه‌ها سطح اثرات زیانبار آلودگی‌های مکانیکی را افزایش می‌دهد. این آلودگی به تغییرات فاکتورهای مورفودینامیکی معینی وابسته است. اثرات بیولوژیکی بهره‌برداری از شن و ماسه اغلب کمتر از حد واقعی خود برآورد شده است. زیرا پیامدهای اختلالات حاصل از برداشت شن و ماسه تنها به فاکتورهای شیمیایی محدود شده است. در حالی که به اندازهٔ صدمات حاصل از تخلیه برخی از پساب‌ها و مرگ و میر توده‌ای و فرآگیر جمعیت ماهیان چشمگیر نیست. به هر صورت برخی از پژوهشگران نظیر اسپورلس (۱۹۴۱) تاکونیات (۱۹۸۰) نشان داده‌اند که تنوع و عدم تجانس لایه‌های زیرین بستر، عمق و سرعت جریان آب، به اندازهٔ کیفیت آب، در کمیت و کیفیت جمعیت آبزیان مؤثرند. به عبارت دیگر کیفیت آب، کیفیت زیستگاه و طبیعت جمعیت ماهیان با یکدیگر ارتباطی تنگانگ دارند و هر یک از این عناصر با عنصر دیگر ارتباط متقابل داشته و در توان محیط‌زیست رودخانه نقش تعیین‌کننده دارند.

اختلال در تعادل بیولوژیکی رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه از بستر آن دارای دو اثر بنیادی است.

- تغییر در الگوی جریان طبیعی آب، در نتیجهٔ تغییر و دگرگونی در مقطع طولی و عرضی رودخانه به دلیل عمیق‌سازی بستر و تشديد فرسایش.
- افزایش بار محیط زیست با مواد رسوبی معلق در نتیجهٔ تخلیه آب مورد استفاده در شستشوی شن و ماسه و همین طور عملیات بهره‌برداری از شن و ماسه.

طبیعت و گستره اهمیت بهره‌برداری از شن و ماسه

در فرانسه بهره‌برداری از مواد رسوبی بستر رودخانه‌ها یکی از معضلاتی است که عملاً در گستره وسیعی دیده می‌شود و متأسفانه رویارویی با آن بسیار دشوار و به ندرت موفقیت آمیز بوده است. بررسیها نشان می‌دهند که از سال ۱۹۶۹ تا سال ۱۹۷۸ تنها از رودخانه آلپیر ۶۵ منطقه برداشت گزارش شده است. در کُرس حجم مواد رسوبی برداشت شده از بستر رودخانه‌ها در فاصله بین سالهای ۱۹۶۳ تا ۱۹۷۳ یعنی در یک دهه از ۶۴۰ هزار تن به $\frac{2}{4}$ میلیون تن افزایش یافته است.

پژوهشگران زیادی در مورد بهره‌برداری‌های سنگین از میان دست و پایین دست اکثر رودخانه‌های فرانسه گزارش داده‌اند. این فعالیت‌ها که یکی از علل عدمه تخریب اکوسیستم‌های رودخانه‌ای است اگر چه تاکنون دست کم گرفته شده است ولی تهدیدی بسیار جدی برای تعادل بیولوژیکی این نوع محیط زیست‌ها به شمار می‌رود؛ به طوری که ممکن است به سرعت سبب نابودی و تخریب غیرقابل ترمیم بسیاری از منابع ماهیان و همین طور اکوسیستم‌های ویژه و تپیک کشور گردد.

اثرات بهره‌برداری شن و ماسه از محیط زیست آبی

الف - اثرات حفر عمیق بستر رودخانه‌ها

برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها موجب تغییرات مورفودینامیکی می‌شود. دامنه این تغییرات به محل برداشت محدود نگشته بلکه کیلومترها بالاتر از آن در بالا دست و پایین دست (سراب و پایاب) رودخانه رخ نشان می‌دهد. میزان مواد برداشت شده در محل استخراج معمولاً بسیار زیادتر از مقداری است که رودخانه قادر به رسوبگذاری و ترمیم ذخیره شن و ماسه بستر خود می‌باشد. از این رو کاهش در ذخیره و موجودی شن و ماسه در اثر بهره‌برداری بی‌رویه منجر به پایین افتادن بستر رودخانه و خط داغ آب می‌شود. خط داغ آب با افزایش نسبت بین حجم استخراج شن و ماسه و رسوبگذاری افزایش پیدا می‌کند و به عبارت دیگر بیشتر پایین تر می‌افتد. در بیشتر موارد محل برداشت شن و ماسه در اثر حفاری و گودبرداری با گذشت زمان بزرگتر

می‌شود و در نتیجه مسیر آب بیش از حد بزرگتر می‌شود. در شاخه‌های پایین دست رودخانه گارد، مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که حجم رسوب‌گذاری سالیانه ۲۰۰۰ هزار متر مکعب است. در حالی که میزان برداشت سالیانه مترازو از یک میلیون تن است. کوئیات (۱۹۸۰) ابعاد حفاری‌ها را در رودخانه آلیر، یک کیلومتر در ۳ تا ۴ متر عمق و در رودخانه دابی ۲ کیلومتر در ۶ متر عمق گزارش کرده است.

در محل برداشت و حفاری‌ها آهسته شدن جریان آب همراه با تجدیدپذیری کم سبب می‌شود که میزان رسوبات ذرات معدنی ریز و مواد آلی افزایش یابد. در رودخانه دابس بر اساس گزارش لارینر (۱۹۸۰) غلظت اکسیژن محلول نزدیک به کف رودخانه در اثر بهره‌برداری از شن و ماسه کاهش نشان می‌دهد. (۱۴/۶ میلی‌گرم در لیتر در سطح آب در مقایسه با کف بستر ۲/۷ میلی‌گرم در لیتر). به علاوه رسوبات غنی از آمونیاک نیز تقلیل پیدا می‌کنند. برخی از پژوهشگران نظری آلومبرت (۱۹۸۱) نیز پیامد حفاری‌ها را روی دمای آب رودخانه بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که دمای آب پایین دست رودخانه‌ها افزایش یافته و این بخش‌های خطر افزایش حرارتی روبرو گشته‌اند.

بروز شرایط نامساعد فیزیکی^۱ شیمیایی و مورفو‌دینامیکی همراه با تغییرات بلاوقفه بستر رودخانه‌ها که هنوز تحت تاثیر برداشت و حفاری قرار دارند منجر به کاهش فون و فلور (به طور مشخص بی‌مهرگان نظری شیرونومیدها والیگوشاتها یا کرمهای کم‌تار) و ماهیان می‌شود. وجود حفاری‌ها سبب نابودی یا ناپایداری زیستگاه‌های اصلی شده و ثبات آنها را از بین می‌برد. تغییر در چگونگی جریان رودخانه منجر به برهم خوردن نظم آب‌تل‌ها، ناهمواریها و تپه ماهورهای کف بستر رودخانه که یکی از مناسبترین محیط‌های زیستی آبیان است می‌گردد. تغییر در مقطع طولی رودخانه در پایان هر حفاری نتیجه فرسایش^۲ است (فرساش قهرائی در بالا دست رودخانه و فرسایش پیش‌رونه در پایین دست رودخانه) که خود به دلیل برهم خوردن تعادل بین ظرفیت حمل رودخانه و رسوب‌گذاری واقعی آن بروز می‌کند. بنابراین نقش اساسی رسوب‌گذاری رودخانه در دینامیک فیزیکی رودخانه مشخص می‌شود.

پایین افتادن داغ آب در محل برداشت شن و ماسه باعث افزایش شیب و بنابراین افزایش متوسط سرعت جریان آب در بالا دست رودخانه شده و به همین دلیل ظرفیت حمل آب

بیشتر می‌شود. متعاقباً فرسایش افزایش یافته منجر به عمیق‌تر شدن، گستگی و ناپایداری بستر و کناره‌های رودخانه می‌شود. این پدیده اگر چه بدوً در بالا دست رودخانه چشمگیر‌تر از محل برداشت است ولی امکان دارد اثراتش حتی شاخه‌های فرعی رانیز تحت تاثیر قرار دهد. در رودخانه دابی پایین افتادن داغ آب در اثر بهره‌برداری شن و ماسه از ۱ تا 3 متر به وسیله پژوهشگران مختلف گزارش شده است.

با کمک مدل‌های ریاضی نشان داده شده است که وسعت مناطقی که تحت فرسایش قهرایی قرار می‌گیرند با طول منطقه حفر شده (L) همبستگی دارد. لارینر نشان داده است که در فاصله $0/25$ و $0/30$ طول منطقه حفر شده ظرفیت حمل رودخانه 50 درصد و در فاصله بین $1/5$ و 2 برابر طول منطقه حفر 10 درصد افزایش می‌یابد.

در پایاب رودخانه و پایین دست محل حفاری، رودخانه به شیب طبیعی خود باز می‌گردد و عدم تعادل بین ظرفیت حمل و میزان رسوبگذاری واقعی دوباره بروز می‌کند و در نتیجه بخشی از رسوبات در محل حفاری‌های برداشت شده به دام افتاده یا تلبهار می‌شوند. تعادل دوباره این دو فاکتور منجر به از سرگیری فرسایش می‌شود. فرسایش در جایی که ظرفیت حمل اولیه بالا است بیشتر است. این فرسایش پیش‌رونده دوباره منجر به عمیق‌شدن، ناپایداری و گستگی بستر رودخانه می‌شود.

در مرحله‌نهایی و در مواردی که برداشت شن و ماسه پشت‌سرهم انجام می‌گیرد، رودخانه به صورت رشته‌ای از حفره‌ها در می‌آید که با دیواره‌های کوتاه، ناپایدار و پر شیب از هم جدا می‌شوند.

اثرات رسوبات معلق

استخراج شن و ماسه منجر به تولید مقدار زیادی ذرات ریز و معلق در رودخانه می‌شود. این مسئله دو علت دارد:

۱- عمل لایروبی: ذرات معلق یا به طور مستقیم وارد رودخانه می‌شوند که نتیجه برداشت شن و ماسه در مسیر آب است یا به طور غیر مستقیم در رودخانه تخلیه می‌شوند. مانند زمانی که دیواره‌حفره‌های جدا از هم از بین می‌رود و حفره‌ها یکی می‌شوند

۲- پساب حاصل از شستشوی شن و ماسه باعث ریزش مواد معلق به داخل رودخانه می‌شود. هنگام استخراج و شستشوی شن و ماسه حتی اگر تمام اقدامات پیشگیرنده انجام شود باز هم مقادیری از مواد ریز در رسوبات استخراج شده باقی می‌ماند که در صورت تخلیه به داخل رودخانه آن را آلوده می‌کند. استخراج و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه به هر حال همیشه سبب افزایش قابل توجهی در رسوبات معلق رودخانه می‌گردد. بهره‌برداری از بستر رودخانه آلیر نشان داده است که برداشت شن و ماسه که ۵ تا ۲۵ درصد آن دارای ذراتی کوچکتر از ۲۰۰ میکرومتر است می‌تواند باعث تخلیه ۲۰۰ کیلوگرم ذرات رسوبی به ازای هر تن مواد برداشت شده به رودخانه شود. در عمل در کارهای استخراج شن و ماسه در مقیاس معمولی حدود ۰/۵ تا ۴۰ تن در روز ذرات معلق به رودخانه تخلیه می‌شود.

دینامیک تخلیه ذرات معلق رسوبی به محیط زیست را می‌توان به صورت نمودار (۱) نشان داد. این نمودار با توضیح و تعریف دو منطقه به دست می‌آید.

۱- زون اختلاط و ته نشینی:

آبی که مملو از ذرات رسوبی است بتدریج تمام عرض رودخانه را فرامی‌گیرد. این پخش شدن بستگی به میزان جریان و تلاطم آن دارد. تراکم مواد معلق رسوبی بعد از مخلوط شدن بسیار بیشتر از آن چیزی است که در بالا دست رودخانه وجود دارد. این تراکم در پایین دست رودخانه به علت رقیق شدن و رسوب مقدار قابل ملاحظه‌ای از ذرات در طول رودخانه و از جمله در نواحی که جریان آب بالا است کاهش می‌یابد. علاوه بر سرعت جریان و تلاطم آب، فاصله و شدت رسوب به تخلیه مواد از رودخانه و شاخه‌های فرعی (غلظت مواد رسوبی معلق در محل تلاقی رودخانه و شاخه‌های فرعی آن) و همین‌طور اندازه مواد زائد پخش شده بستگی دارد.

۲- زون کدر:

کوچکترین ذرات (کمتر از ۱۰ میکرومتر) تحت تاثیر پدیده رسوبگذاری قرار نمی‌گیرند. این ذرات به صورت معلق می‌مانند و حضور آنها (حتی اگر غلظت ذرات رسوبی معلق نسبتاً کم باشد) باعث ماندگاری کدری آب می‌شود. این کدری می‌تواند تا کیلومترها گسترش یابد. بنابراین ذرات

معلق می‌توانند دو اثر عمده روی محیط زیست بر جای گذارند.

- پرکردن شکاف‌های طبیعی موجود در لایه زیرین بستر و همین‌طور محل رویش‌های گیاهی که برای برخی از گونه‌های بی‌مهرگان و ماهیان بسیار حیاتی است. در بدترین شرایط رسوب‌گذاری ذرات معلق منجر به تهشیینی لای در کف بستر شده و کاملاً لایه زیرین بستر (لایه اولیه) را لای اندود کرده و می‌پوشاند.
- کاهش نفوذ نور در آب به ویژه اشعه آبی که بیشترین فایده‌مندی را برای فتوستنتز دارد.

اثرات بیولوژیک بهره‌برداری از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها

اگر چه اجزاء مختلف اکوسیستم رودخانه‌ها با یکدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند، با این حال اثرات بیولوژیک برداشت شن و ماسه درباره سه گروه از زیستمندان رودخانه‌ای یعنی گیاهان، بی‌مهرگان بتیک و ماهیان توضیح داده می‌شود. بهره‌برداری از شن و ماسه بالقوه دارای پیامدهای خاص خود نظیر ناپایداری بستر رودخانه و ایجاد حفره‌ها می‌باشد. با این حال باردار بودن بیش از حد رودخانه‌ها از مواد رسوبی معلق ممکن است در اثر برداشت شن و ماسه نباشد. تخلیه مواد جامد ریز صنعتی و فعالیتهای کشاورزی در حوزه آبخیز نیز می‌تواند بار رسوبی رودخانه‌ها را افزایش دهد. بخشی از آلودگی‌های بی‌کانون که توسط رواناب‌ها انتشار پیدا می‌کند و از جمله پیامدهای کاربری‌های نادرست اراضی در حوزه‌های آبخیز می‌تواند در افزایش سطح بار رودخانه‌ها از نظر مواد معلق موثر باشد.

پیامدهای برداشت شن و ماسه بر گیاهان آبزی

کدری آب و ته نشست لای و لجن در طبقات زیرین و ناپایداری بستر رودخانه‌ها سبب می‌شود که جمعیت گیاهان آبزی نظیر جلبک‌ها و ماکروفیت‌ها کاهش یابد و در نتیجه روی تراکم و متابولیسم زیستمندان اثر بگذارد. مطالعات انجام گرفته روی اجتماعات دیاتومه‌های اپی فیت رودخانه‌ها نشان می‌دهد که میزان جذب انرژی نوری با تراکم مواد رسوبی معلق در آب متناسب است. مشاهدات انجام گرفته نشان می‌دهد که جذب انرژی نوری بین سطح آب و عمق ۴۰

سانسی متری زمانی که بار مواد رسوبی معلق رودخانه ۱۵ میلی‌گرم در لیتر باشد ۵۰ تا ۶۰ درصد است، در حالی که با افزایش بار مواد رسوبی معلق رودخانه به ۵۰ میلی‌گرم در لیتر میزان جذب به ۶۰ تا ۸۰ درصد می‌رسد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که کدری رودخانه سبب کاهش تراکم جمعیت دیاتومه‌ها می‌گردد. میزان کاهش ۵۴ تا ۹۴ درصد متغیر است که بسته به فصل و مسافت محل تخلیه تغییر می‌کند. به علاوه در مقایسه با سرآب رودخانه میزان کلروفیل ۵۰ تا ۷۰ درصد و تولید اولیه ۷۵ تا ۸۵ درصد در پایاب رودخانه کاهش نشان می‌دهد. وجود عوامل رسوبی معلق سبب ته نشینی لای و لجن روی گیاهان شده و تبادل گازی را محدود کرده و فعالیت‌های فیتوستیک کاهش می‌یابد و در بلند مدت خفگی بوجود می‌آورد.

در سال ۱۹۷۶ پیامدهای ناپایداری بستر رودخانه دالس و اثرات جابجایی ناهمواریهای کف بستر در ناحیه فرسایش قهقهای و در مرحله حمل رسوب ذرات سیلت شنی مورد بررسی قرار گرفت. پیامدهای پدیده‌های فوق سبب از بین رفتن یا محدود شدن اجتماعات ماکرووفیت‌هایی نظیر انواع زیر گردید:

Myriophyllum Spicatum, Nuphar Luteum, Ceratophyllum Demersum.

به طور کلی می‌توان گفت توسعه گیاهان آبری که تولید اولیه رودخانه را تشکیل داده و بقاء سطوح بالای زنجیره غذایی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای را تضمین می‌کنند و ضمناً از عوامل تشکیل دهنده زیستگاههای آنها می‌باشند در اثر افزایش بار رسوبی مواد معلق رودخانه‌ها محدود گشته یا حتی در اثر فعالیت‌های بی‌رویه بهره‌برداری از شن و ماسه متوقف می‌گردد.

اثرات بهره‌برداری از شن و ماسه روی بی‌مهره‌گان بنتیک رودخانه‌ها

اثرات مواد رسوبی و معدنی با منشاء مختلف روی اجتماعات بی‌مهره‌گان بنتیک رودخانه‌ها در تعدادی از مطالعات انجام گرفته نتایج مشابهی داشته است. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی کلی این مطالعات نشان می‌دهد که تراکم و بیوماس این اجتماعات کاهش قابل توجهی (تا ۹۰ درصد یا بیشتر) داشته و تاکیلومترها از رودخانه این اثرات محسوس هستند. واگنر (۱۹۵۹) و زیبل (۱۹۶۰) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که اثرات مواد رسوبی معلق حاصل از برداشت شن و ماسه (۲۲ تا ۱۳ میلی‌گرم در لیتر) تراکم حشرات آبری پایین دست رودخانه را ۸۵ درصد کاهش می‌دهد.

برخی دیگر از پژوهشگران کاهش تراکم این اجتماعات را در بررسی‌های خود در پایاب رودخانه ۹۰ درصد ذکر کرده‌اند. این کاهش حتی در فاصله ۱۰ کیلومتری از محل شستشوی شن و ماسه ۷۵ درصد گزارش شده است.

مطالعات اخیر کلاؤل و دیگر پژوهشگران (۱۹۷۸) نشان می‌دهد که کاهش خالص تراکم کلی و بیomas این اجتماعات در پایاب رودخانه از محل برداشت شن و ماسه به ترتیب بین (۱۳ - ۷۵ درصد) و (۱۰ - ۸۱ درصد) بوده است. دمون و رویور (۱۹۸۱) نیز نشان داده‌اند که بیomas بی‌مهرگان بنتیک رودخانه در پایین دست رودخانه دراثر بهره‌برداری از شن و ماسه و تاثیر مواد معدنی معلق ۶۲ تا ۹۶ درصد کاهش می‌یابد. شکل (۲) این کاهش را نشان می‌دهد. تاثیر بار رسوی بی‌مواد معلق رودخانه روی زیستگاه‌ها در طول حاشیه آن که ته نشسته‌های مواد ریز زیاد بوده بسیار چشمگیر است. آمار و ارقام ذکر شده به عنوان ملاک‌های کمی گرچه بسیار مهم هستند ولی تنها بخشی از اثرات برداشت شن و ماسه را نشان می‌دهند. بررسی‌های انجام گرفته روی گروه‌های مشخصی از بی‌مهرگان نشان می‌دهد که برداشت شن و ماسه باعث می‌شود که برخی از آنها رو به کمیابی گذارند، در حالی که برخی از اشکال زیستمندان رودخانه به نظر می‌رسد در اثر وجود مواد معدنی ریز در لایه‌های زیرین بستر افزایش پیدا کنند. گروه‌هایی که در اثر بهره‌برداری از شن و ماسه کاهش یافته و کمیابی نشان می‌دهند عبارتند از:

Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Planaria, mulluscs

گروه‌هایی که در لایه‌های زیرین رو به افزایش می‌گذارند عبارتند از:

Chironomids, Oligochaetes, Turbificids

تغییرات بیوستوتیک رودخانه‌ها در اثر بهره‌برداری از شن و ماسه در شکل (۳) و جدول (۱) نشان داده شده است و ضمناً جمعیت بی‌مهرگان در بالادست و پایین دست رودخانه که محل برداشت شن و ماسه است مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول (۱) ترکیب بنتوزها در آبهای جاری (تندآبزیان) در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری در طول رودخانه دالس و تاثیر برداشت شن و ماسه روی آنها (برگرفته از CTGREF ۱۹۷۶)

بنتوزها	در صد		(no./m ²) تراکم	
	پایین دست رودخانه	بالا دست رودخانه	از محل برداشت	از محل برداشت
Plecoptera	1.1	1.0	150	178
Trichoptera	16.4	34	3630	400
Ephemeroptera	60.3	36.1	10250	3348
Coleoptera	1.2	1.1	115	160
Diptera	12.7	21.1	2345	4253
Hirudinea	1.3	0.1	190	15
Oligochaeta	3.5	32.5	505	5263
Hydrachnidae	1.1	0.2	288	12
Gammarus	0.6	4.5	63	110
Asllua	1.8		298	0
کل			17834	13739

تاثیر بار رسوبی معلق رودخانه محدود به موارد فوق نیست. مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که فون شکاف‌ها و درزهای بستر رودخانه که بخش لاینفک اکوسیستم رودخانه‌ای را تشکیل می‌دهد شدیداً تحت تاثیر قرار گرفته و لای و لجن رسوب یافته با پرکردن این درزهای فون این بخش‌های را به یکدیگر می‌چسباند.

رسوب مواد ریز در سطح لایه‌های زیرین بستر باعث تخریب زیستگاه می‌گردد. هاینس (۱۹۷۱) در بررسی‌های خود به این نتیجه می‌رسد که پوشیده شدن سنگ‌های بستر بواسیله مواد رسوبی ریز دانه باعث انود شدن زیستمندان رودخانه‌ای (Rheophilous) شده و مکانیسم‌های

استقرار این گونه‌ها را بی‌اثر می‌کند زیرا این مکانیسم‌ها بر پایه وجود سطوح سخت و زبر شکل گرفته و زیستمندان رودخانه‌ای دارای ابزاری شده‌اند که بتوانند در روی این سطوح سخت استقرار یابند. توسعه بی‌مهرگان که مواد غذایی را فیلتر می‌کنند در شرایطی که مواد رسوبی ریزدانه مواد غذایی معلق را ترسیب می‌کنند امکان پذیر نیست.

اثرات ناپایداری بستر رودخانه

فرسایش باعث کاهش جمعیت بی‌مهرگان بنتیک می‌گردد. زیرا فرسایش سبب بی‌ثباتی و ناپایداری لایه‌های زیرین بستر رودخانه شده و زیستگاه این بی‌مهرگان را به تخریب می‌کشاند. به نظر دکامپس بیشترین اهمیت پایداری بستر یک رودخانه در شکل دادن حیات در آب‌های جاری است. کلاول (۱۹۸۰) در بررسی‌های خود نشان داده است که بیوماس بی‌مهرگان بنتیک در جایی یافت می‌شود که تحت تاثیر بار رسوبی مواد معلق قرار ندارند. بیوماس نواحی که تحت تاثیر فرسایش قهقهایی قرار دارند در مقایسه با نواحی کنترل ۴۰ درصد کمتر است. به طور کلی می‌توان گفت برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه سبب کاهش جمعیت‌های بی‌مهرگان بنتیک می‌گردد. پیامدهای برداشت شن و ماسه در تغییرات کمی زیستمندان متوقف نمی‌شود. به دنبال کاهش تعداد و بیوماس بی‌مهرگان بنتیک در اثر تداوم رسوب مواد معلق معدنی در لایه‌های زیرین بستر، تعادل کیفی رودخانه به هم خورده و شرایط زیستی تنها برای گونه‌های اوری تروپیک قابل تحمل می‌گردد که دامنه نیازهای اکولوژیکی گستره‌های دارند. در چنین شرایطی تمام گونه‌های استنتروپوپیک که دامنه اکولوژیکی محدودی دارند ناپدید گشته و گونه‌های اوری تروپیک که مقاومت زیادی نسبت به آلوگیک‌ها دارند جای آنها را می‌گیرند.

اثرات برداشت شن و ماسه روی جمعیت ماهیان

الف - اثرات مستقیم بار رسوبی معلق روی ماهیان

اثرات مخرب تراکم سنگین رسوبات مواد معلق روی ماهیان از طریق سایش و مسدود شدن آبشش‌های آنها بروز می‌کند. در صورتی که تراکم مواد معلق در آب بالا باشد سبب اختلال در

سیستم تنفسی ماهیان شده و مرگ و میر قابل توجهی بر جای می‌گذارد. هربرت در بررسی‌های خود نشان داده است چنانچه ماهی قزل‌آلای (Salmo trutta) به طور مداوم در معرض آبی قرار گیرد که مواد معلق رسوبی آن ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد بافت پوششی لایه ثانویه آبیشش‌ها کلفت شده و به لایه بعدی می‌چسبد. والن و الیس و دیگر پژوهشگران نیز نشان داده‌اند که مسدود شدن آبیشش‌ها در گونه‌های مختلف ماهیان نسبت به تغییر تراکم مواد معلق از ۳۰۰ تا ۲۰۰ هزار میلی‌گرم در لیتر متفاوت است. کامپل در بررسی‌های خود نشان داده است که قزل‌آلای رنگین کمان (Salmo gairdneri) زمانی که به مدت ۲۰ روز در برابر بار مواد معلقی با تراکم ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گیرد ۵۷ درصد مرگ و میر خواهد داشت.

مواد رسوبی معلق جدا از اختلالات تنفسی که در ماهیان به وجود می‌آورند می‌توانند در بافت‌های آنهازخمه‌ایی به وجود آوردنده که خود زمینه‌ای برای نفوذ عوامل بیماریزا بوده و میزان مرگ و میر آنها را بطور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

ب - اثرات غیر مستقیم مواد معلق بر ماهیان

آمار و ارقامی که طی بررسی‌های انجام گرفته ارائه شد نشان دهنده این واقعیت است که مواد معلق رسوبی تنها زمانی می‌توانند به طور مستقیم روی ماهیان تاثیر بگذارند که تراکم آنها بالا باشد. کوردون و کلی (۱۹۶۱) نشان داده‌اند که اثرات غیر مستقیم بر زیستگاه‌ها که علت اصلی بروز تغییرات در اجتماعات ماهیان است شناخته شده‌تر از اثرات مستقیم مواد معلق بر ماهیان هستند.

الف - برداشت بار رسوبی مواد معلق بر تولید مثل

برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها با چرخه زندگی بسیاری از مهمترین گونه‌های ماهیان برخورده‌پیدا کرده و مهاجرت آنها را مختلط می‌کند. عمیق‌سازی بستر رودخانه‌ها با ایجاد پستی بلندی و افزایش سطح ساختارها در رودخانه و بسترها بیی که لایه زیرین آنها رسی یا صخره‌ای است موانع جدی برای مهاجرت ماهیان فراهم می‌شود. در مورد برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها شکل‌گیری برآمدگی‌های مصنوعی نیز موانع دیگری به وجود می‌آورد که مهاجرت ماهیان را دشوارتر می‌نماید. عدم دسترسی ماهی قزل‌آلای آتلانتیک (Salmo salar) به بسترها

تخم‌ریزی خود در اثر به وجود آمدن پاره‌ای از این برآمدگی‌ها در این مورد نمونه‌وار است. در اثر بهره‌برداری از شن و ماسه و ایجاد تپه‌ماهور در بستر رودخانه آلییر سبب گردیده که این ماهی عملانتواند به مناطق تخم‌ریزی خود برسد.

بهره‌برداری از شن و ماسه و عمیق‌سازی رودخانه‌ها سبب افت داغ آب می‌گردد. نتیجه پایین افتادن سطح آب سبب جدا افتادن برخی از مجاری اصلی آب از نواحی جانبی (دره‌های کور - چمن‌زارهای خیس) شده و برای بعضی از گونه‌های خاص آبهای ساکن، زیستگاه یا برای توزاد این دسته از ماهیان منطقه پرورشی به وجود می‌آورد. رسوب گل و لای به وسیله مواد معلق بر لایه‌های زیرین بستر روی تولید مثل و تخم‌ریزی بسیاری از مهمترین گونه‌های ماهیان تاثیری زیانبار بر جای می‌گذارد. زیرا مناطق تخم‌ریزی باید شرایط غیر حیاتی متنوع و مورد نیاز گونه‌ها را باهم فراهم نمایند. این مناطق برای ماهیان مختلف بسترها متفاوتی باید فراهم کنند. برای ماهیان خانواده سالمونیده و برخی از گونه‌های سیبرینیده مناطق سنگریزه‌ای همراه با لایه‌های زیرین هوادار و برای ماهیان آبهای ساکن بسترها پوشیده از گیاهان آبزی مناسب هستند. استوارت (۱۹۵۳ و ۵۴) مناطق تخم‌ریزی قزل‌آلای قهوه‌ای را اراضی مشتمل بر سواحل شنی و سنگریزه‌ای می‌داند که به وسیله یک جریان آب پایین رونده عمودی بر سطح لایه‌های زیرین قطع شده باشد. بررسوبی مواد ریز گستره تنه‌شینی این موارد را افزایش داده و در نتیجه باعث کاهش فیزیکی مناطق مناسب برای تولید مثل ماهیان می‌گردد. استوارت و سیدنر (۱۹۵۳ و ۵۹) نشان داده‌اند که گونه‌های تخم‌ریزی کننده ماهیان سالمونیده مناطقی را که لایه‌های زیرین آنها به وسیله مواد رسوبی ریز پوشیده شده باشد ترک کرده و از تخم‌ریزی پرهیز می‌کنند. به علاوه ماهیان ماده هیچ وقت بسترها یی را که از بار رسوبات مواد ریز پوشیده شده و سفت گردیده باشد برای لانه‌سازی و تخم‌ریزی انتخاب نکرده و زحمتی برای حفر آنها به خود نمی‌دهند یا حتی به هنگام کنند بستر وقتی با مواد رسوبی ریز برخورده‌اند حفاری را متوقف کرده و آن را رها می‌کنند.

رسوبات مواد معلق در چرخش آب بین لایه‌های زیرین و محیط پیرامونی تخم‌ها اختلال به وجود می‌آورند و تبادل گازی بین زیستمندان و محیط زیست پیرامونی را غیر ممکن می‌سازند. به

همین دلیل قرار گرفتن تخم‌ها در معرض این نوع رسوبات در دوره رشد آن‌ها اختلال به وجود می‌آورد. زیرا کاهش نرخ متابولیک باعث افزایش دوره تفریخ شده و در نتیجه، رویارویی تخم‌ها با مواد رسوبی ریز و معلق طولانی تر می‌شود. در بسیاری از موارد بار رسوبی مواد معلق سبب افزایش مرگ و میر ماهیان می‌گردد. کلاول نیز گزارش کرده است که در رودخانه آلیر رویارویی تخم‌ماهیان قزل‌آلای قهقهه‌ای با مواد رسوبی معلق (تراکم ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به مدت ۲۰ روز، در مقایسه با شاخص‌های کنترل مرگ و میر تخم‌هارا به ۷۵ درصد افزایش داده است.

ب - اثرات مواد رسوبی معلق بر تغذیه و زیستگاه ماهیان

بار رسوبی مواد معلق مانع در برابر تغذیه ماهیان بشمار می‌رود و از تغذیه ماهیان کم و بیش جلوگیری می‌کند. میزان اختلال در تغذیه ماهیان به نوع گونه‌ها و تراکم مواد معلق بستگی دارد.

با چمن، کوردون و کلی (۱۹۶۱-۱۹۵۸) نشان داده‌اند که قزل‌آلای کلارک (*Salmo clarkii*) در آبهایی که تراکم مواد معلق آنها ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر باشد از تغذیه دست کشیده است.

هاینس نیز مشکلات ماهیان را از نظر تغذیه در آب‌های حاوی مواد معلق گزارش کرده است. با توجه به وجود مواد غذایی، کمیابی کلی بتوزه‌ها و کاهش گروه‌های مختلف بی‌مهرگان که از ارجحیت غذایی بیشتری برای ماهیان برخوردارند می‌توان به علل کاهش تراکم جمعیت ماهیان پی‌برد. پیامد تاثیر مواد معلق بر گونه‌های مختلف ماهیان به ارجحیت مواد غذایی، قابلیت سازگاری آنها به رژیم‌های مختلف غذایی و روش‌های تغذیه آن‌ها بستگی دارد.

زیستگاه گونه‌های مختلف ماهیان مثل همه زیستمندان آبزی بخش‌هایی از رودخانه‌ها است که در آن‌ها تلفیقی از فاکتورهای مختلف وجود دارد. سرعت جریان آب، گستره لایه‌های زیرین بستر و عمق آب از جمله فاکتورهای مهم برای شرایط زیستی به شمار می‌روند. به علاوه نوع و ابعاد زیستگاه‌ها با توجه به سن و اندازه ماهیان نیز فرق می‌کند. تغییر این فاکتورها در اثر برداشت

شن و ماسه سبب تغییر شرایط زیستگاهی و محدود شدن نیازهای اکولوژیکی ماهیان گشته و جمعیت آنها را نهایتاً کاهش می‌دهد. از میان این تغییرات، برای بچه ماهی‌ها تغییر زیستگاه‌های بسیار کوچک نزدیک لایه‌های زیرین بستر بیش از همه حائز اهمیت است. در تمام رودخانه‌هایی که برداشت شن و ماسه بار رسوی سنجینی به وجود آورده به طور کلی کمتر می‌توان بچه ماهی دید. اثرات تلفیقی تغییرات زیستگاه و سطوح غذایی نیز در اجتماعات ماهیان اختلال به وجود می‌آورد. درجه اختلال به میزان دگرگونی محیط زیست و طبیعت جمعیت ماهیان بستگی دارد. این اختلال بدؤاً به صورت کمی رخ نشان داده و سپس به صورت کیفی آشکار می‌شود.

در مورداشرات کمی این تغییرات می‌توان به بررسی‌های کلاول و دیگر پژوهشگران (۱۹۷۹) اشاره کرد. در بررسی‌های این پژوهشگران روی رودخانه لور تعداد ماهیان و بیوماس پایین دست رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه به ترتیب ۲۸ درصد و ۱۷ درصد کاهش نشان می‌دهد. در بررسی دیگری (CTGRF ۱۹۷۹) که نمودار آن در تصویر (۴) نشان داده شده است کاهش بیوماس ماهیان سیپرینیده آبهای جاری در پایین دست رودخانه و فاصله آنها از محل برداشت شن و ماسه برآورده است و با بیوماس ماهیان بالا دست رودخانه مورد مقایسه قرار گرفته است. ماهیان مورد بررسی به ترتیب کاهش به قرار زیرند:

Barbus barbus, *Leuciscus cephalus*, *L. souffia*, *Salmo truta*, *Gabio gabio*,

Phoxinus phoxinus, *Nemacheilus barbatulus*.

صرفنظر از ناپدید شدن برخی از گونه‌ها در اثر تغییرات کیفی، برداشت شن و ماسه سبب می‌شود گونه‌هایی که نیازهای زیستگاهی و غذایی خاصی دارند به شدت کاهش یابند. تراوتمن نشان داده است که رسوبات مواد معلق سبب تخریب زیستگاه گونه‌هایی می‌شود که در بسترهاي سنگریزهای و خردنسنگ و ریگ زندگی می‌کنند. به نظر لانگلیوس اثرات تخریبی مواد رسوی ابتدا روی گونه‌هایی ظاهر می‌شود که از نظر تولید مثل نیازهای ویژه‌ای دارند و این گونه‌ها زودتر از بقیه ناپدید می‌شوند. اثرات مرحله‌ای برداشت شن و ماسه را برحیله و موجودی ماهیان می‌توان در سه مرحله زیر نشان داد که در نمودار (۵) نیز ارائه

شده است.

۱- کاهش قهقرایی گونه‌های آبهای جاری به ویژه سالمونیده همراه با افزایش و توسعه گونه‌های آبهای ساکن.

۲- کاهش قهقرایی گونه‌های آبهای ساکنی که دارای نیازهای اکولوژیکی خاصی هستند.

۳- کاهش قهقرایی کلی گونه‌ها که در نتیجه این روند در پایان آلودگی حاصل از مواد رسوبی و تداوم آن تنها گونه‌های اوری تروپیک و مقاوم به آلودگی و گونه‌هایی که قادرند در آبهای عمیق زندگی کنند باقی می‌مانند.

به طور خلاصه ماهیان به عنوان بالاترین واحد اکوسیستم آبی به شدت تحت تاثیر برداشت شن و ماسه قرار دارند. ماهیان ضمن تاثیرپذیری از اختلالات پدیدآمده در سطوح پایین غذایی از آنجا که مهمترین کارکردهای آنها تحت الشعاع رسوبات مواد معلق، ناپایداری بستر یا نابودی زیستگاهها قرار دارند منعکس کننده این اختلالات نیز هستند.

راههای کاهش پیامدهای برداشت شن و ماسه

هر نوع تلاشی که برای کاهش یا حذف پیامدهای برداشت شن و ماسه انجام گیرد باید در جهت دستیابی به تعادل طبیعی باشد. از این رو ضروری است که نه تنها نقش بیولوژیکی رسوبات در اکوسیستم بلکه منشاء رسوبات و دینامیک فضا - زمان نیز مورد توجه قرار گیرد.

آبرفت‌های شن و ماسه طی میلیون‌ها سال منبعی را به وجود می‌آورند که تجدید حیات آنها خیلی کند صورت می‌گیرد. به همین دلیل برداشت آنها باید با احتیاط صورت گیرد. ذخایر شن و ماسه‌ای که طی زمان تشکیل شده‌اند در صورت ادامه بهره‌برداری بسی رویه در مقیاسی که در دهه‌های گذشته صورت گرفته به طور کلی از بین خواهد رفت. به هر صورت مسئله تنها روی کمیت این ذخایر و میزان برداشت نیست. برداشت شن و ماسه پیامدهای کیفی زیادی در بردارد که در سرنوشت اکوسیستم‌های رودخانه‌ای نقش تعیین کننده دارند. صدماتی که برداشت شن و ماسه به محیط زیست رودخانه‌ها وارد می‌کند به موقعیت، روش و نحوه فعالیتهای مربوط به برداشت از بستر رودخانه‌ها بستگی دارد.

با توجه به سرشت متنوع و گاهی غیرقابل جبران اختلالاتی که طی برداشت شن و ماسه به

رودخانه‌ها وارد می‌شود لازم است موارد زیر به طور جدی مورد توجه قرار گیرند.

۱- بهره‌برداری از شن و ماسه رودخانه‌ها باید به کلی ممنوع گردد.

۲- باید به هر ترتیبی هست تدابیر عملی جهت بازیافت آب مورد نیاز برای شستشوی مواد برداشت شده از بستر رودخانه اتخاذ شود.

با توجه به اینکه موارد فوق مطلقاً ضرورت‌های بیولوژیکی به شمار می‌روند و دستیابی به اهداف فوق تنها می‌تواند به تدریج عملی گردد، لازم است تا رسیدن به موارد فوق راه حل‌های میانه و عملی‌تری منطبق با هر مورد خاص ارائه شود و اجرای آن‌ها تضمین گردد. این راه حل‌ها می‌توانند به قرار زیر باشند:

۱- 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 و مجرای آبریز.

۲- اتخاذ تدابیر موثر برای رفت و آمد ماهیان و جلوگیری از بروز هرگونه موانع ساختمانی در رودخانه که ممکن است سدی در برابر مهاجرت آنها به وجود آورد یا ممکن است آنها را مختل نماید.

۳- ممنوعیت برداشت شن و ماسه در تمامی نواحی که از نظر بیولوژیک حساس هستند. به ویژه در موارد زیر:

الف - رودخانه‌هایی که عمدتاً به دلیل وجود سد، حمل مواد رسوبی در آنها وجود ندارد یا بسیار کم است.

ب - رودخانه‌هایی که مورد استفاده ماهیان مهاجر قرار دارد. به ویژه به بسترها و مناطق تخریزی این نوع ماهیان باید توجه خاصی نمود.

ج - رودخانه‌هایی که به دلیل وجود گونه‌های خاصی حائز اهمیت هستند.

د - رودخانه‌هایی که از نظر قانونی تحت حفاظت هستند مانند رودخانه‌های حفاظت شده.

۴- محدود کردن مجوزهای برداشت شن و ماسه در یک دوره معین و مجبور کردن بهره‌برداران به احیاء محیط زیست رودخانه بعد از خاتمه فعالیت‌های بهره‌برداری.

۵- در مورد متقاضیان جدید برداشت شن و ماسه، باید پیامدهای برداشت مورد ارزیابی قرار گرفته و نتیجه آن قبل از صدور مجوز مشخص گردد.

۶- شناسایی کانون‌ها و منابع تولید دیگری برای برداشت شن و ماسه نظیر توده‌های سنگی به ویژه زمانی که برداشت از آبرفت‌های شن و ماسه زیاد ضروری نباشد.

محدودیت برداشت مواد آبرفتی در دشت‌های سیلابی ممکن است به عنوان یک گزینه مطرح باشد اگر چه این مسئله دارای مسائل اکولوژیکی معینی است به ویژه از نظر ارتباط مجاری آب و آبهای زیرزمینی و همین طور اصلاحات و آینده محیط زیست‌های آبی مصنوعی.

نتیجه‌گیری

بهره‌داری انبوه، کم و بیش غیر کنترل شده مواد آبرفتی از رودخانه‌ها سبب تغییرات عمیقی در ویژگیهای فیزیکی و بیولوژیکی اکوسیستم‌های آب‌های روان یا لوتیک می‌گردد.

اثرات فیزیکی به موقعیت منطقه برداشت در بستر رودخانه، میزان مورد برداشت شده و کمیت تولید طبیعی شن و ماسه، روش‌های برداشت و اختلالات حاصل از فرآیند عمل آوری آن بستگی دارد. برداشت از بستر رودخانه فی‌النفسه بسیار زیان آور است. زیرا باعث تغییر ویژگیهای سورفودینامیکی رودخانه می‌شود. عوامل زیر در تغییر ویژگی‌های سورفودینامیکی موثرند:

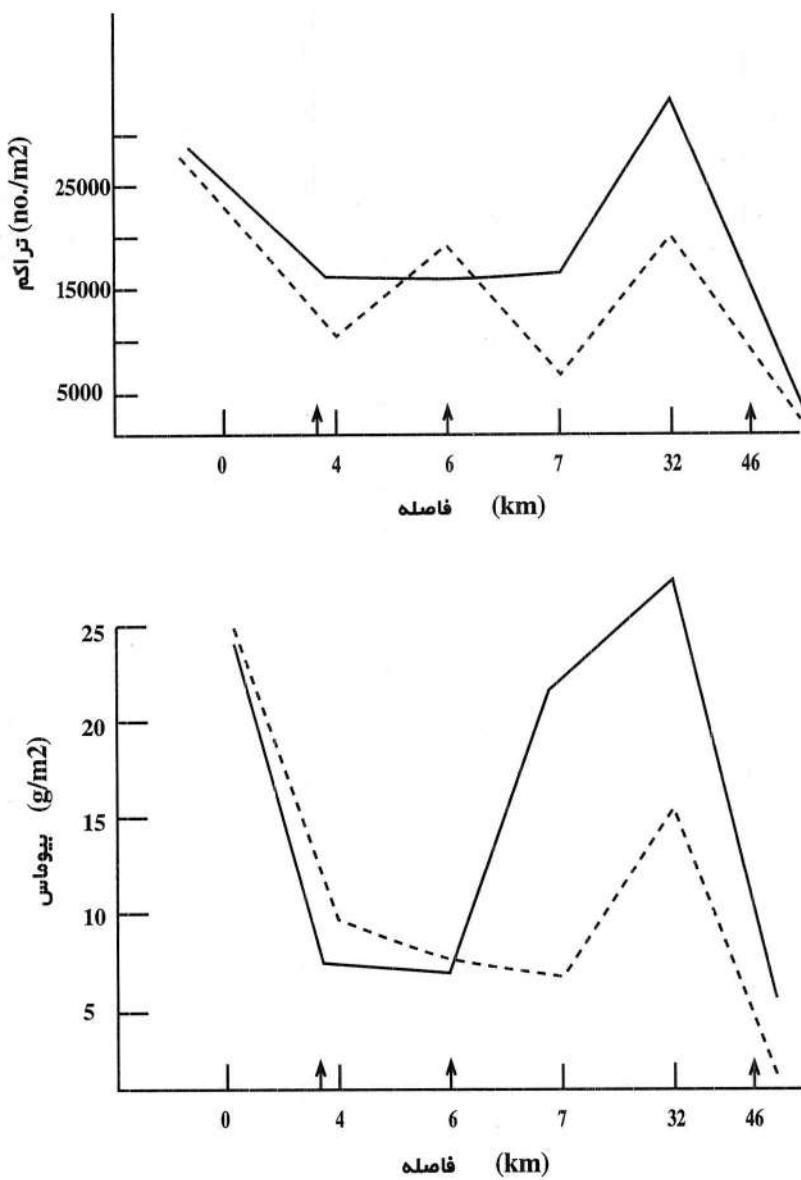
- کاهش یگانگی و انسجام زیستگاه‌ها یا سیر قهرایی آنها و تنزل زیستگاه‌ها به درجات بیوژنی پایین‌تر در اثر ناپایداری بستر یا تهنشینی رسوبات.
- ایجاد موانع در برابر مهاجرت ماهیان و بروز اختلال بین بخش‌های مختلف رودخانه. این تغییرات فیزیکی سبب بروز اختلالات کمی و کیفی اکوسیستم می‌شود. این تغییرات کلا از کارکردهای عمدۀ رودخانه که برای چرخه زندگی موجودات آبری حیاتی بوده و غیرقابل جبران هستند جلوگیری می‌کنند. پیامد این اختلالات کاهش گسترده جمعیت‌های آبزیان است. به هر صورت با توجه به اثرات زیانبار و غیرقابل انکار بیولوژیکی برداشت شن و ماسه لازم است برای کاهش یا برگشت‌پذیری این اثرات راه حل‌های عملی ارائه گردد. این راه حل‌ها تنها در چارچوب موافقت‌نامه بین بهره‌برداران و سایر افراد نهادها و سازمانهای ذینفع از محیط‌زیست عملی است. این راه حل‌ها باید در جهتی باشد که تعادل طبیعی رودخانه از هر نظر حفظ گردد. به همین دلیل ضروری است که به هنگام برداشت شن و ماسه نه تنها ارزش‌های اقتصادی بلکه ارزش‌های

بیولوژیکی این منابع نیز در نظر گرفته شوند و تمام جنبه‌های مسئله به هنگام انتخاب نقاط مورد نظر برای بهره‌برداری و عملیات برداشت مورد توجه قرار گیرند.

B. River and J. Seguier (1989)

Physical and Biological effects of gravel extraction River Beds.

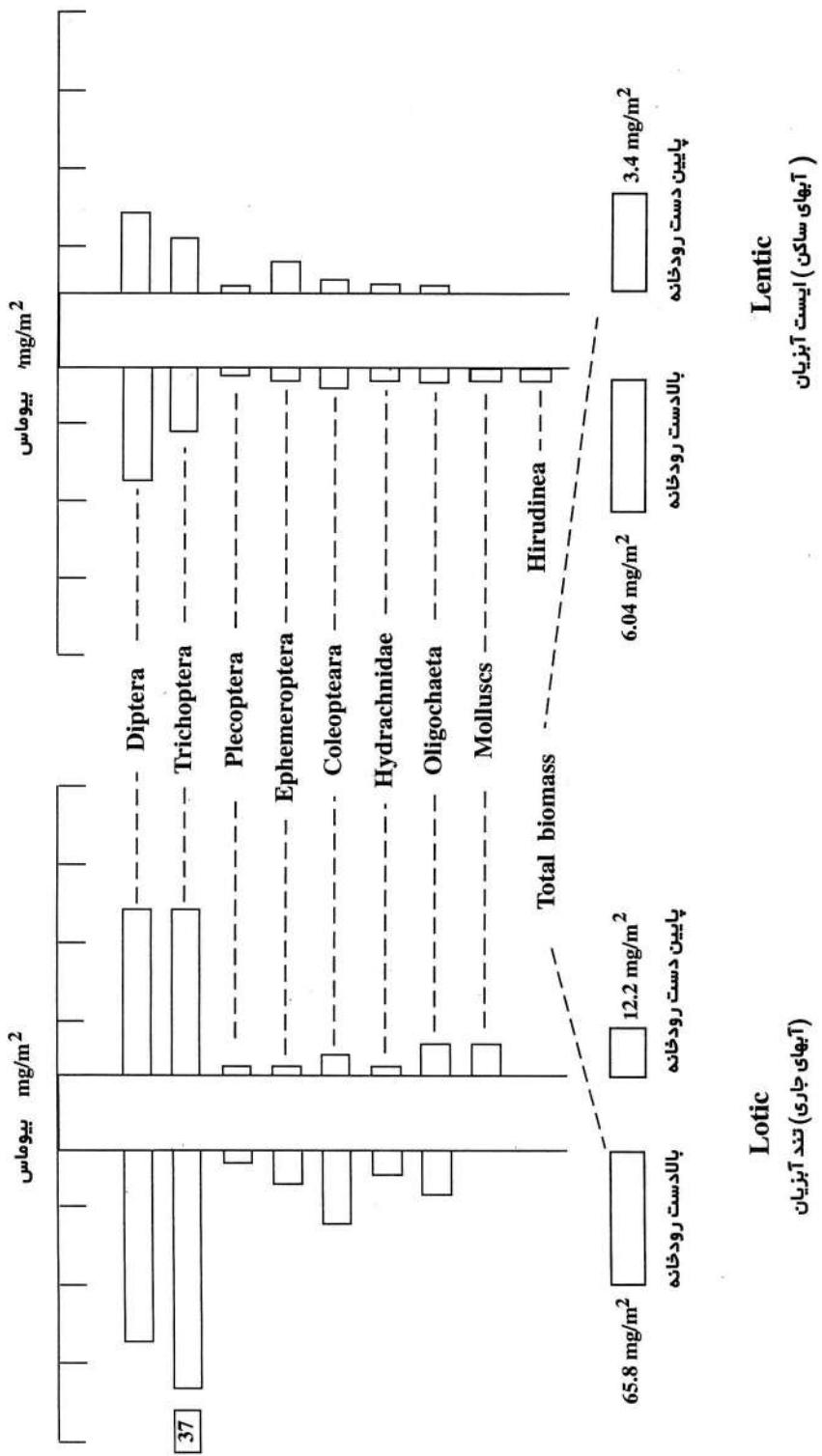
FAO/UN.	Hynes
Spurles	Decamps
Cuinat	Ellis
Alier	Campbell
Gard	Cordone & Kelly
Doubs	Stuart
Laviner	Sydnear
Allomber	Bachman
Wagner	Kelley
Zeibell	Loier
Cavel	Trautmann
Dumont & Rivier	Longlois



شکل (۲) اثرات بهره‌برداری از شن و ماسه روی کل جمعیت بی‌مهرگان بنتیک تراکم اجتماعات تعداد در واحد سطح و بیوماس (Dumont & Rivier 1981)

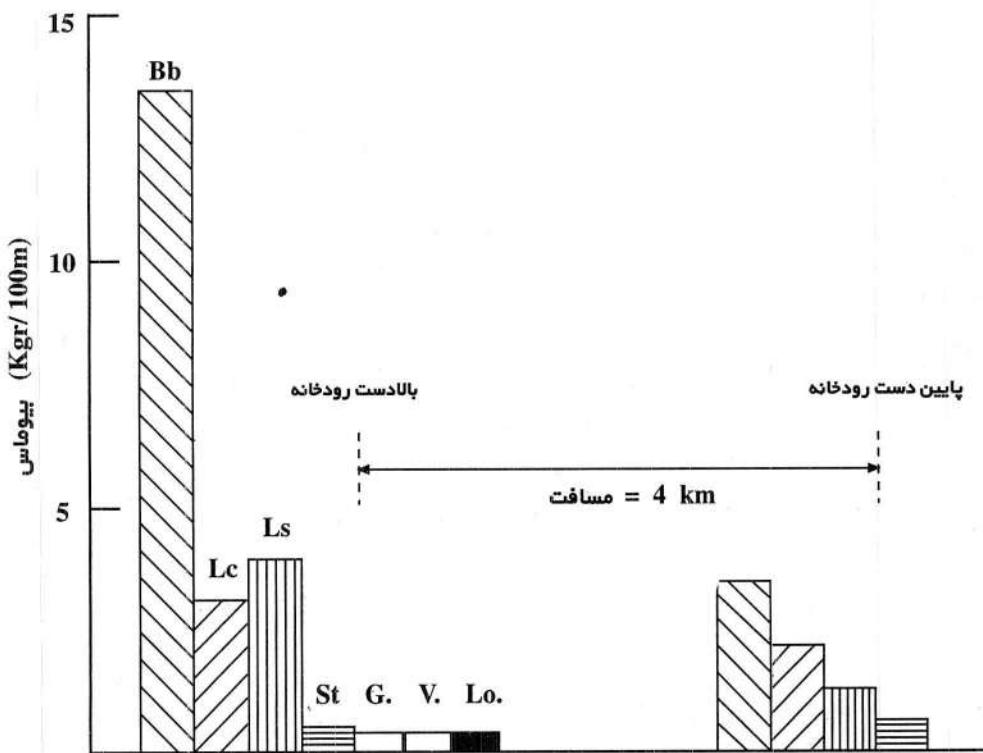
(برگرفته از Dumont & Rivier 1981)

بخشاهای مرکزی رودخانه —————
حاشیه مرزی رودخانه - - -



شکل (۳) تراکم بی‌مهرگان پنجه‌ک در پلا و پایین دست رودخانه از محل برداشت شن و ماسه

(Clavel et al 1978)
برگفته از



Gabio gabio = G.

Phoxinus phoxinus = V.

Nemacheilus barbatulus = Lo

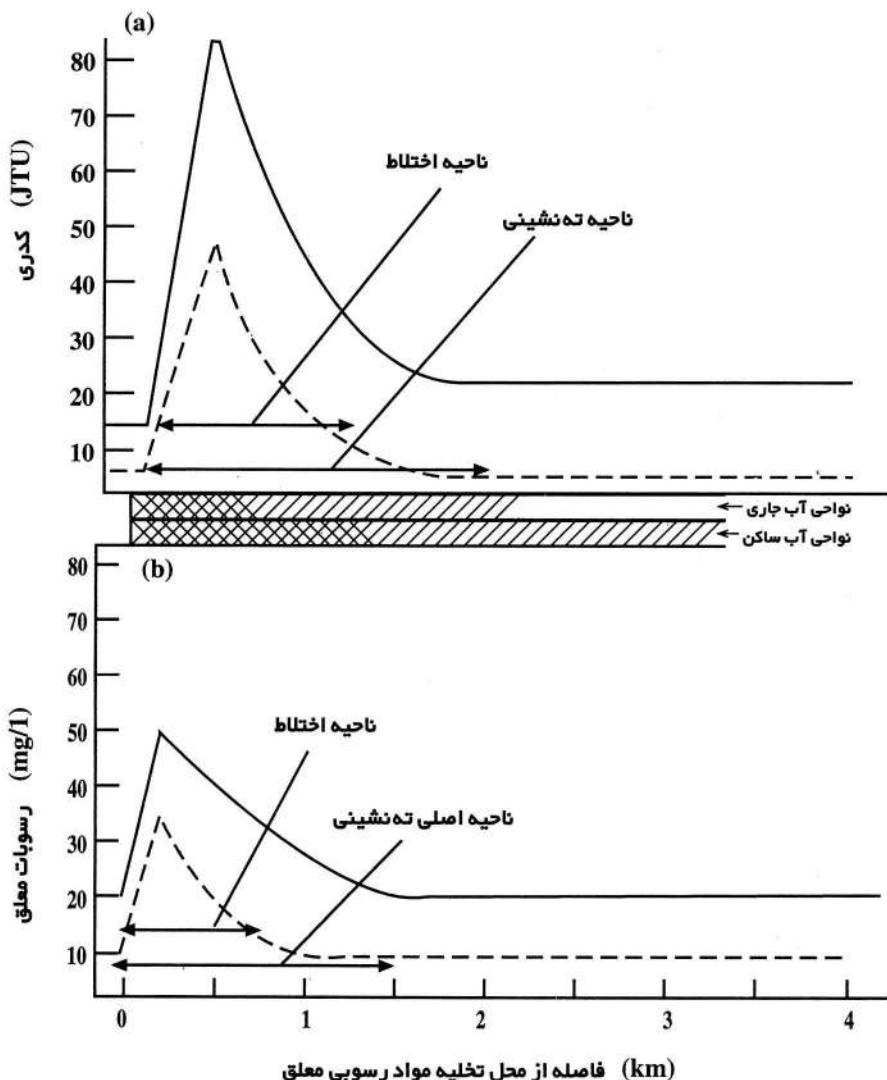
Barbus barbus = Bb

Leuciscus cephalus = Lc

L. Souffia = Ls

Salmo truta = St

شکل (۴) بیوماس ماهیان گرفته شده در بالادست و پایین دست رو دخانه از محل برداشت شن و ماسه (برگرفته از CTGREF 197)



شکل (۱) نمودار آلودگی مکانیکی پایین دست رودخانه از محل تخلیه مواد رسوی

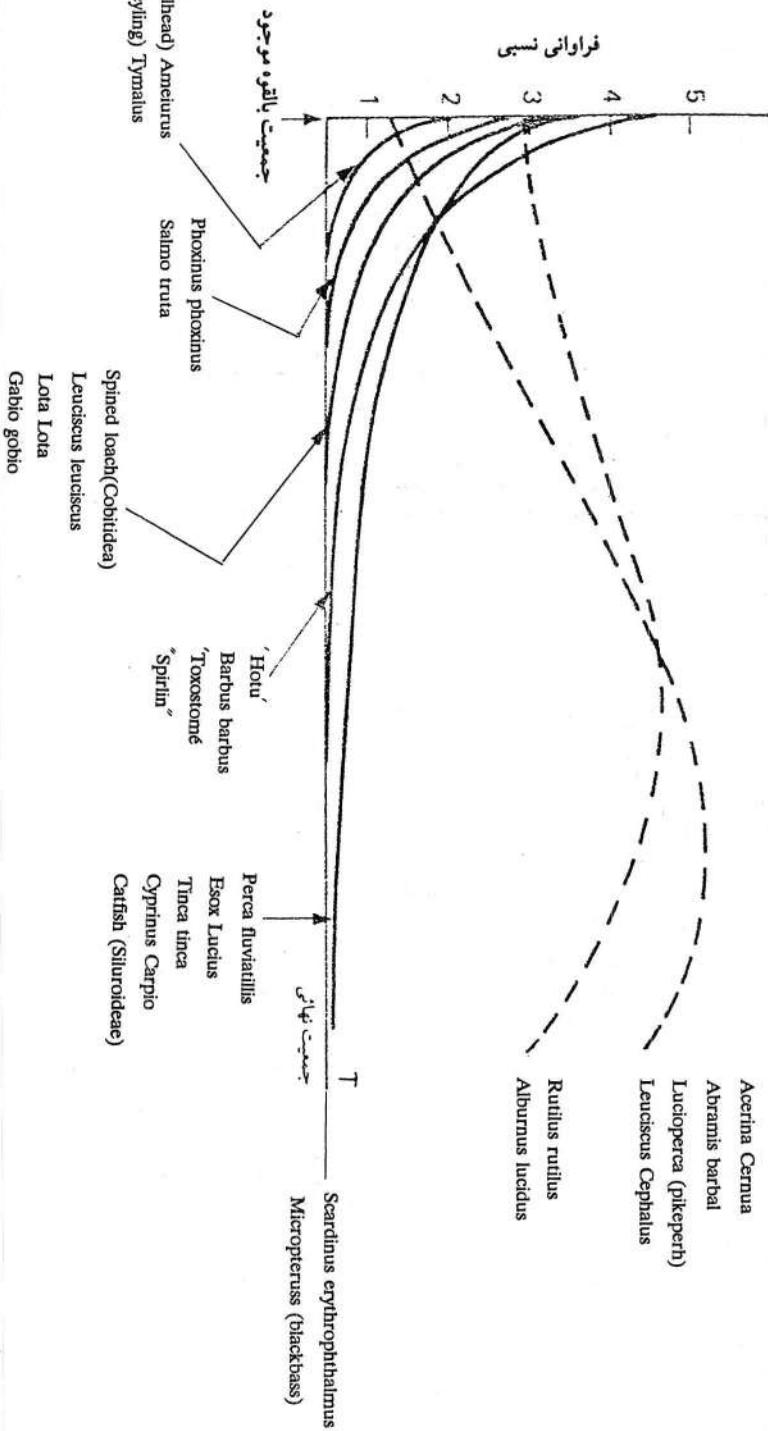
الف - دوره کل تخلیه
ب - دوره تخلیه بالا
نحوی آب جاری
نحوی آب ساکن

نحوی آب جاری
نحوی آب ساکن

نحوی آب جاری
نحوی آب ساکن

شکل (۵) - اثرات برداشت مواد رسوبی از بستر رودخانه بر جمعیت ماهیان روانه دايس سفلی

(CTGREF ۱۹۷۸) (برگرته از



رهنمودهای زیست محیطی یونپ برای پروژه‌های بهره‌برداری شن و ماسه از سواحل رودخانه‌ها

(ارزیابی پیامدهای زیست محیطی بهره‌برداری از شن و ماسه)

مقدمه :

پیامدهای زیست محیطی استخراج شن و ماسه همیشه به آسانی و بی‌درنگ خود را نشان نمی‌دهد، بهمین دلیل اغلب دست کم گرفته می‌شوند. پیامدهای فزاینده و بلند مدت شمار زیادی از عملیات استخراج در صورت عدم کنترل باعث تخریب اکوسیستم‌های رودخانه‌ای و ساحلی می‌شوند.

شن و ماسه عمدتاً از نهشته‌های بستر رودخانه‌ها و زونهای ساحلی (اعم از کرانه‌های ساحلی دور یا نزدیک) برداشت می‌شود. برداشت شن و ماسه باعث تغییر خصوصیات فیزیکی گستره تحت بهره‌برداری و تخریب گیاهان، جانوران و خاکهای نزدیک به محل بهره‌برداری شده و در سیستم هیدرولیکی منطقه اختلال بوجود می‌آورد. اثرات منفی برداشت شن و ماسه محدود به محل بهره‌برداری نبوده و به بخش‌های دیگر سیستم ساحلی و رودخانه‌ای نیز سراست می‌کند. برای تضمین آینده برداشت شن و ماسه و تداوم پایداری سایر استفاده‌ها ممکن از منابع پایه هر

منطقه لازم است که اثرات زیست‌محیطی آنها تحت کنترل قرار گیرد. این راهنمای منظور آگاهی از پیامدهای بالقوه زیست‌محیطی استخراج شن و ماسه فراهم شده است. بعلاوه راه کارها و تدابیر لازم برای بحداقل رساندن اثرات تخریبی بهره‌برداری از شن و ماسه بر محیط زیست را نشان می‌دهد.

محدود دیتھایی که منابع شن و ماسه ۱۵ اوند

منابع شن و ماسه برای برآورد نیازهای توسعه همچنان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. ماسه بویژه ماده قابل تغییری است که در طیفی از استفاده‌های مختلف اختصاصی نظریه شیشه تا عدسی بکار می‌رود. شن و ماسه هر دو برای توسعه صنعتی و شهری و توسعه زیرساختهای ترابری (بعنوان ماده پرکننده و تهیه سیمان) ماده‌ای حیاتی بشمار می‌رود. افزایش مطلوبیت ساحل سازی و کاربری ماسه برای احیاء سواحل فرسوده سبب شده که در برخی از کشورها منابع ماسه دریایی (بعنوان استراتژی حفاظت سواحل مورد توجه بیشتری قرار گیرند. ماسه سیلیسی نیز بخاطر برخورداری از مواد معدنی از سواحل، تپه‌های ماسه‌ای و مناطق نزدیک ساحلی مورد برداشت قرار می‌گیرد. مواد معدنی و عمده‌تر و ایلمنیت در موارد زیادی از ساخت شیشه‌های سرامیک، چینی تاساخت موتور هواییما کاربرد دارند.

عملیات برداشت شن و ماسه نیز مثل بسیاری از صنایع استخراجی، نیاز به دخالت جدی در محیط فیزیکی دارد. نتیجه دخالت‌های گسترده می‌تواند به رژیم هیدرولزیکی، خاکها و ذخیره ژنتیکی گیاهان و جانوران بالقوه پیامدهای منفی در برداشته باشد. پیامدهای زیبانباری نظری آلودگی صدا و گرد و غبار نیز ممکن است بوجود آید. استخراج شن و ماسه همیشه با طیفی از پیامدهای زیست‌محیطی همراه است بهمین دلیل نه تنها فعالیت زیاد خوشنامی نیست بلکه از آن بدتر موجب آزار و رنجش جوامع مجاور و پیرامونی شده، آنها را وادار به موضع‌گیری و مخالفت می‌کند. اما برای سایر مصرف کنندگان از منابع مجاور پروژه بازده اقتصادی در برداشته و در بلند مدت نیز سبب کاهش بهره‌وری منابع پایه می‌گردد.

ارتقاء سطح آگاهی مردم و جلب توجه آنها نسبت به ارزش محیط زیست تالابها، سواحل و تپه‌های شنی که اغلب برای بهره‌برداری شن و ماسه مورد استفاده قرار می‌گیرند بدليل رشد

اهمیت و ارزش‌های آنها که صرفاً اقتصادی تلقی نمی‌شوند نیاز به اکفال نظر و توجه بیشتری است. این ارزش‌ها که اغلب مملو س هم نیستند، تحت عنوان ارزش‌های زیست محیطی از آنها یاد می‌شود. کاربرد این مناطق در پژوهش‌های علمی حفظ موجودیت آنها بعنوان اراضی طبیعی، بکر و دستاوردهای این نوع مناطق از جمله این ارزشها بشمار می‌رond.

زیبایی طبیعی صرف و عیان تپه‌های موج شی و ساحلی و صلح و آرامشی که رودخانه‌ها در بر دارند از کیفیتها بی‌هستند که تحسین همگانی را برانگیخته و روز به روز نیز سطح تقاضای آنها از این جنبه بیشتر می‌شود. تپه‌های شنی از جاذبه‌های طبیعی عمدت‌های هستند که حتی بصورت آثار طبیعی ملی دیده می‌شوند و بهمین دلیل نیز از توان توریستی بسیار بالایی برخوردارند.

امروزه جذابیتها تفرج و توریستی این مناطق در رقابت با صنعت شن و ماسه و بهره‌برداری از آنها قرار داشته و خواستاران رو به رشد جنبه توریستی این مناطق تلاش‌هایی را در جهت ایجادگی در مقابل بهره‌برداری از آنها آغاز کرده‌اند. بعنوان مثال در بخشی از استرالیا که شبکه گسترده‌ای از مناطق حفاظت شده را دارا می‌باشد نزدیک به نیمی از ذخایر شنی این مناطق تحت عنوانی مختلف حفاظت شده‌اند و بهره‌برداری از آن‌ها ممنوع گردیده است.

در گذشته تالابها بعنوان اراضی نامطلوب و بی‌صرف انگاشته می‌شوند. این نگرش مصونیت بهره‌برداری را در برابر بهره‌کشی از تالابها تضمین می‌کرد. اما امروزه موجودیت تالابها بعنوان مناطقی با ارزش‌ها و اکوسیستم‌های گسترده به رسمیت شناخته شده است. تالابها پشتونه اکوسیستم‌ها و موادی هستند که اگر با وضعیت طبیعی حفاظت شوند می‌توانند منشاء ارزش‌های اقتصادی پایدار باشند. این ارزش‌های اکولوژیکی ممکن است در رقابت بالارزش تجاری و بازاری مواد استخراج شده اهمیت بیشتری داشته و بر آنها تفویق داشته باشند. از این رو حفاظت مناطق طبیعی در برابر بهره‌برداری از شن و ماسه پشتونه توجیهی بیشتری پیدا می‌کنند.

برخلاف سایر فعالیتها توسعه، موقعیت ذخایر قابل بهره‌برداری در تعیین جا و محل استقرار صنایع استخراج نقش کلیدی داشته و عامل محدود کننده‌ای بشمار می‌رود. بعلاوه هزینه‌های فوق العاده زیاد حمل و نقل موادی نظیر 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 منوط به مصرف ذخایر شن و ماسه از رودخانه‌های

است که در فاصله مناسب و اقتصادی از بازارها قرار گرفته باشد. علاوه بر محدودیتهايی که موقعیت صنایع بوجود می‌آورند حفاظت از مناطق تحت عنوانین مختلف نیز محدودیتی دیگر محسوب می‌شود و بسیاری از این فعالیتها را عقیم می‌کند. ضمناً جدا از موارد فوق تجدید پذیری منابع شن و ماسه قابل دسترس در بسیاری از مناطق بدلیل دخالت‌های مؤثر انسانی در موجودی رسوبات رودخانه‌ها و سواحل (نظیر احداث سد، بنادر، لنگرگاهها و ساختارهای دفاعی ساحلی مانند دیوارهای حائل و موج شکن) بشدت محدود گشته است. افزایش سطح دریا نیز بنوبه خود حريم سواحل، تپه‌های ماسه‌ای و سواحل شنی را پیش در معرض خطر انداخته است. مواد قابل جایگزین دیگری نیز برای استفاده‌هایی که نیاز به ماسه خالص دارند وجود ندارد. برای اهداف ساختمانی شاید سنگ‌های خرد شده و سنگ‌ریزه به یک اندازه مناسب باشند و علاوه بر اینکه بیش از شن و ماسه درشت قابل دستیابی هستند بلکه پیامدهای زیست محیطی کمتری نیز در بر دارند. بازیافت شیشه‌ها نه تنها بالقوه می‌تواند منابع ماسه مصرف شده را در محل دفن ضایعات حفظ کند بلکه بطور قابل توجهی مصرف انرژی رانیز می‌تواند کاهش دهد. اما بهره‌جهت جایگزینی و بازیافت نمی‌تواند بر تقاضای عظیم شن و ماسه بطور اساسی تاثیر کند. ذخایر قابل بهره‌برداری کاهش می‌یابند و مردم بموازات آن نسبت به حفظ مطلوبیت آن‌دسته از چشم‌اندازهای روستایی که شن و ماسه در آنها تشکیل می‌شود روز به روز حساسیت بیشتری نشان می‌دهند. بهمین دلیل بنظر می‌رسد که تعارض بین بهره‌برداری از شن و ماسه و سایر استفاده‌های ممکن، بالقوه رو به افزایش است. به هر جهت به حداقل رساندن اثرات تخریبی فعالیتها شن و ماسه در محیط زیست امری بدیهی و حیاتی است. تضمین محیط زیست باید در طرح ریزی، مدیریت و بازگردانی شرایط به وضعیت طبیعی اولیه در تمام پروژه‌ها باید مد نظر قرار گیرد تا سایر نیازها و تقاضاهای موجه و مجاز از منابع پایه زیست محیطی نیز در مخاطره قرار نگیرند.

طرح ریزی برای کاهش پیامدهای زیست محیطی

به هنگام تعطیل اضطراری پروژه‌های بهره‌برداری شن و ماسه در زمانی که پیامدهای زیست محیطی آنها ابعاد حادی پیدا می‌کنند رویکرد مدیریت زیست محیطی به زحمت قادر به حل و

فصل آنها است و چه بسا ممکن است از نظر اقتصادی زیان آور باشد. اقدامات بازدارنده بسیار موثر تر و از نظر اقتصادی قابل قبول ترند. به هر صورت مسائل زیست‌محیطی غالب در مراحل پژوهش خیلی دیر مدنظر قرار می‌گیرند. به همین دلیل فرستهای اصلاحی اثرات ناخواسته و زیان بار بسیار محدود گشته و اجازه اقدامات اساسی در زمینه مدیریت را نمی‌دهد. در حالی که اگر بموازات پژوهه، درباره محلهای برداشت و گزینه‌های موجود بحثهای مفید ادامه پیدا کنند می‌توانند مطلوبیت زیست‌محیطی پژوهه را بیشتر تضمین کنند و اثرات پیش‌بینی نشده باقیمانده نیز قابل رفع هستند. در حالی که وقتی کار از کار گذشت دیگر نمی‌توان درجه ضرورت پژوهه یا امکان برآورد تقاضاهای را بر پایه سایر مواد قابل جانشین (نظیر سنگریزه و سنگ شکسته) مطرح کرد و این گونه بحثها در این مرحله دیگر فایده‌ای ندارند.

پیامدهای بالقوه زیست‌محیطی پژوهه باید در تمام مراحل آن از آغاز طرح‌ریزی تا تکمیل پژوهه‌های احياء و بازگردانی محل استخراج بشرط اولیه مدنظر قرار گیرند. بعلاوه منابع مورد نیاز پژوهه باید در چارچوب نیازها و محدودیتهای سایر انواع توسعه و کاربریهای غیر مصرفی زمین در گستره منطقه‌ای مورد ارزشیابی قرار گیرند. اثرات هم نیروزایی (سینزرسیک)، تشديد شونده و تعارضات با سایر مصرف کنندگان منابع قبل از صدور پروانه و مجوز برای توسعه باید شناسایی و مشخص شوند. این امر مستلزم این است که ظرفیت محیط زیست برای حمایت از فعالیتهای مصرفی در گستره منطقه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرند. در این صورت مناطق آسیب‌پذیر می‌توانند کنار گذاشته شوند و فعالیتهای نامناسب به مناطقی هدایت شوند که از نظر زیست‌محیطی تحمل‌پذیری و توان بیشتری دارند.

پژوهه‌های استخراج شن و ماسه از نظر مقیاس بسیار متغیرند. برخی از پژوهه‌ها در حدی کوچک هستند که پیامدهای زیست‌محیطی قابل توجهی در بر ندارند. اما باید این نکته را خاطرنشان کرد که اثرات تجمعی و کومولاتیوبسیاری از پژوهه‌هایی که مهم بنظر نمی‌رسند ممکن است بسیار با اهمیت باشند و به توان و ظرفیت برگشت پذیری محیط‌زیست لطمه بزنند. به هر صورت اهمیت زیست‌محیطی شمار زیادی از فعالیتهایی را که در مقیاس کوچکی انجام می‌گیرند بنابه ماهیت و مقیاس خود آنها باید دست کم گرفته شوند.

حمایت از توسعه در ابعاد و مقیاس بزرگ همیشه نیاز به ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی

دارد و هر نوع توسعه‌ای در این سطح پیشنهاد شود باید بلا استثناء مورد ارزیابی قرار گیرد. ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه‌ها بر محیط‌زیست طی بررسی بطور رسمی، قانونی و یا غیررسمی انجام گرفته و گزارش می‌شود. اثرات زیست محیطی پروژه‌های استخراج شن و ماسه در مقیاس کوچک با توجه به ظرفیت برد و تحمل پذیری منطقه و محل مورد نظر باید مدنظر قرار گیرند.

در ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های بزرگ، پیامدهای آنها بر منابع زنده، هیدرولری، خاکهای محل فعالیتهای پروژه و مناطق مجاور آن باید با دقت و ژرفانگری مد نظر قرار گیرد. به هر صورت این پروژه‌ها جدا از پیامدهای اصلی خود اثرات ثانویه‌ای نیز دارند. عبارت دیگر ممکن است این پیامدها در اثر پروژه استخراج شن و ماسه مستقیماً بوجود نیایند و به همین دلیل در خارج از گستره و چارچوب ارزیابی قرار گرفته و مورد توجه قرار نگیرند. بعنوان مثال پروژه‌های ممکن است به احداث جاده‌های دسترسی و خدمات رسانی نیاز داشته باشد. پروژه‌های جاده‌سازی در مناطق حساس زیست محیطی می‌تواند زمینه بروز پیامدهای زیست محیطی منفی و شدیدی را فراهم کند؛ بطوری که توجیه پروژه را بعنوان یک پروژه موجه و مجاز زیر سئوال ببرد. این نوع پیامدهای منفی ثانویه حتماً باید مورد توجه قرار گیرند. ارتقاء سطح قابلیت دسترسی منطقه استخراج شن و ماسه ممکن است سایر فعالیتها را از میدان رقابت خارج کند. چه بسا مناطقی که ممکن بود برای بهره‌برداری از ذخایر چوبی یا منابع حیات و حشر اختصاص پیدا کنند در صورت دادن امتیاز بی‌دلیل به پروژه استخراج شن و ماسه جهت احداث جاده دسترسی و کوتاه کردن فاصله آن اهمیتی ناچیز پیدا کرده و شانس خود را از دست بدھند. بهمین دلیل با توجه به اهمیت جاده بعنوان یک عامل تعیین‌کننده در پروژه‌های استخراج شن و ماسه در توجیه پروژه ماهیت اغواگرانه آنرا نباید از نظر دور داشت.

این ملاحظات استراتژیک در دورنمای فضایی منطقه و تصویر کلی آن بسادگی قابل درک و شناسایی هستند. لازمه ایجاد تعادل بین نیازهای صنعت شن و ماسه و سایر مطالبات و تقاضاهایی که در مورد منابع زیست محیطی وجود دارد درک و شناخت طیف گسترده پیامدهای زیست محیطی احتمالی است. بهمین دلیل افزایش و ارتقاء سطح آگاهی از محدودیتهای زیست محیطی استخراج شن و ماسه و همین طور توسعه مهارت‌های فنی و علمی در زمینه ارزشیابی و مدیریت

پیامدهای زیست محیطی امری ضروری است.

در اینجا دامنه و طیف پیامدهای زیست محیطی پروژه‌های استخراج شن و ماسه با توجه به محیط‌های مختلفی که از این منابع برخوردارند (رودخانه‌ها، تپه‌های ماسه‌ای، سواحل و بستر دریا) و همین طور این گونه فعالیتها در آنها دیده می‌شوند مورد بحث قرار می‌گیرند. بعلاوه روش‌های کاهش پیامدها و بحداقل رساندن آنها و همین طور نحوه اصلاح این پیامدها نیز پیشنهاد شده‌اند. لایروبی آبروها و راههای آبی خارج از چارچوب موضوع استخراج شن و ماسه بوده و به همین دلیل در این مباحث مدنظر قرار نگرفته‌اند.

تپه‌های ماسه‌ای و منابع ساحلی شن و ماسه

سواحل و سیستمهای تپه‌های ماسه‌ای اغلب دارای ذخایر بزرگی از شن و ماسه قابل دسترس هستند. این ذخایر یا منشاء دریایی دارند و یا از صخره‌ها و سنگها بوجود آمده‌اند. استخراج از نظر فنی نیاز به تکاپوی زیادی نداشته و می‌تواند با تجهیزات ساده جایجا کننده‌ای انجام گیرد. بهر صورت چون مناطق ماسه‌ای ساحلی یکی از با ارزش‌ترین چشم‌اندازهای جهان بشمار می‌روند و در عین حال از نظر فیزیکی یکی از نایادرترین و بی ثبات‌ترین شکلهای زمین محاسب می‌شوند بروز تعارضات بین استفاده‌های ممکن از آنها هر کجا که استخراج شن و ماسه مطرح می‌شود اجتناب ناپذیر است.

گستره تپه‌های ماسه‌ای، مناطق عربان و عاری از حیات نیستند و می‌توانند بستر جنگلهای معتدل، جنگلهای بارانی، تالابها، درخت زارها، درختچه زارها، خلنگ زارها و خاربن زارها باشند و یا ممکن است از ماسه زارهایی تشکیل شده باشند که باد و امواج آنها را برهنه کرده‌اند. در برخی موارد ویژگیهای فیزیکی مناطق ساحلی همراه با تپه‌های ماسه‌ای و جوامع گیاهی و جانوری آنها به حدی استثنایی و چشمگیر است که برای پارک ملی انتخاب و معرفی می‌شوند. با اینکه اجتماعات و پوشش گیاهی، شبیهای ماسه‌ای بی ثبات را می‌پوشانند و حفاظی برای این گستره‌های نایادر بشمار می‌روند معهذا هر گونه اختلالات بیرونی نظیر چرای بیرونیه دام یا پاک تراشی پوشش گیاهی قبل از بهره‌برداری شن و ماسه می‌تواند آنها را بسرعت در خطر فرسایش قرار دهد. اختلالات و تخریب‌های محدود می‌تواند باعث فرسایش بادی و سبب شکل‌گیری نوارهای

پشته‌ای بموازات تپه‌های ماسه‌ای گشته و دامنه آنها را گسترش دهد. با از بین رفتن ثبات تپه‌های ماسه‌ای ممکن است امکان توقف پیشروی آنها دشوار باشد. به همین دلیل کشورها ملزم‌مند مناطق بهره‌برداری شده را بتدریج از طریق تجدید پوشش گیاهی احیاء کنند.

پیامد: تخریب گیاهان و جانوران در مرحله کاوش

در طول دوره کاوش تخریب عمدى یا غیرعمدى اجتماعات گیاهی باید در حداقل خودش انجام گیرد. کارهای عمده کاوش نیاز به بعضی از اشکال ارزیابی دارد تا اهمیت اجتماعات گیاهی منطقه تحت کاوش از نظر ژنتیکی و کاربریهای موجود مشخص شود. شرح پیامدها باید روش‌های کاوش و مقیاس تخریب زیستگاه را بطور تفصیلی در بر گیرد. اقدامات اصلاحی مورد نیازی که باید مد نظر قرار گیرد جهت اطلاع مراکز صدور مجوز باید خیلی ساده و روشن مشخص شود.

پیامد: فرسایش ساحل

در یک سیستم ساحلی جدا افتاده که مقدار ناچیزی از رسوبات را از سواحل پیرامونی و کرانه‌های نزدیک ساحلی دریافت می‌کند، چنانچه میزان رسوبات مورد استخراج از میزان رسوبات جدیدی که رودخانه‌ها و صخره‌ها وارد می‌کنند تجاوز کند در این صورت بنظر می‌رسد، عقب نشینی نوار ساحلی و فرسایش بوجود آید. اگر رانش رسوبات موازی سواحل درجهت بالا باشد و مناطق کرانه‌ای نزدیک ساحل منابع اصلی تهشینی شن و ماسه باشند در این صورت بهره‌برداری از سواحل یا تپه‌های شنی پیشانی آنها در حدی بیش از آنچه دریافت می‌کنند باعث خواهد شد که نه تنها فرسایش بوجود آید بلکه سبب فقر و فرسایش سواحل در جهت پایین دست رانش (در جهت حرکت غالب مواد ساحلی) نیز می‌شود. اثرات استخراج ممکن است مسائل فرسایش جاری در محل را از نظر فرسایشهای حاصل از چرای بی‌رویه، حریق پوشش گیاهی، توقف ورود رسوب به سواحل (در اثر احداث کانالهای آبی و ساختارهای ساحلی نظیر سد، دیواره لنگرگاه، اسکله‌های عمودی) بیش از پیش تشید کند. فرسایش ساحل باعث می‌شود که شبیه پروفیل ساحل بیشتر شود و ممکن است حتی طبقات

تحت الارض صخره‌ای نمایان شوند. در این صورت گونه‌هایی که در سواحل آشیانه سازی و یا تخم‌گذاری می‌کنند نظری لایک پستان دریایی از منطقه ناپدید می‌شوند. بعلاوه ساختارهای زیربنایی و خانه‌هایی که نزدیک به سواحل فرسایش یافته قرار گرفته باشند احتمال دارد بیشتر در خطر سیلاب قرار گیرند. با پایین رفتن شب سواحل این مناطق بعنوان منابع تفرج و توریسم اهمیت و موقعیت خود را از دست می‌دهند.

تپه‌های ماسه‌ای سواحل، جدا از اهمیت و کارکرد خود بعنوان منابع تفرج و زیستگاههای حیات وحش ساحلی، ارزش مهمتر دیگری نیز دارند و آن اینکه تپه‌های پیشانی ساحلی سپرهای ضربه‌گیر قابل انعطافی در برابر فرسایش بشمار می‌روند. از نقطه نظر اهداف حفاظت، تضمین یگانگی و انسجام سواحل امری مهم تلقی می‌شود و این یکپارچگی باید از بین برود. استخراج شن و ماسه و یا بهره‌برداری از تپه‌های ماسه‌ای پیشانی سواحل باید جلوگیری شود. استخراج شن و ماسه باید در جهت خشکی و پشت تپه‌های پیشانی انجام گیرد تا تجدیدپذیری سواحل طبیعی از طریق تداوم ورود ماسه تضمین گردد.

اختلال و تخریب پوشش گیاهی و همین طور تغییر شکل تپه‌ها می‌تواند آنها را در معرض فرسایش بادی قرار داده و باعث جابجایی تپه‌های ماسه‌ای گردد. تپه‌های متحرک ممکن است اجتماعات گیاهی نظری مراعت، جنگلها را تحت تاثیر قرار داده و آنها را مدفون سازند. حرکت و جابجایی تپه‌های ماسه‌ای می‌تواند جاده‌ها و راهها را مسدود ساخته و ساختمانها را در معرض تهدید قرار دهد.

جابجایی ساختارها هر چند ممکن است پر هزینه باشد ولی امکان‌پذیر است. اما اجتماعات گیاهی منحصر بفرد و استثنایی ممکن است زیر ماسه‌های روان مدفون شده، دریاچه‌ها از ماسه انباسته شوند و ذخایر ژنتیکی موجود برای همیشه از بین بروند. بعلاوه حمل ماسه در اثر وزش باد می‌تواند برای ساکنین و اهالی مجاور منطقه آزار دهنده باشد. رنجش عمومی ممکن است مردم را در برابر پروژه‌های بهره‌برداری از شن و ماسه وادار به موضوع گیری کند.

پهنه‌های وسیع ماسه‌های بر亨ه نباید در معرض فرسایش آبی و بادی قرار گیرند، زیرا کاربریهای اراضی پیرامونی در معرض خطر قرار خواهد گرفت. چنانچه ماسه‌های عریان در منطقه در معرض استخراج قرار گیرند باید از طریق ضابطه‌ای کل گستره منطقه را در برابر عملیات

استخراج تضمین کرده و میزان آنرا در همه حال در حداقل نگهداشت. ایجاد حائل‌های ضربه‌گیر گیاهی می‌توانند منطقه را در برابر فرسایش بادی حفظ کنند. اجتماعات گیاهی با ارزشی که کارکردهای حفاظتی دارند و در ثبیت ماسه‌های روان مؤثرند می‌توانند در برابر صدمات فرسایش بادی و استفاده از ماشین‌آلات سنگین بسیار مفید واقع شوند.

فرایند احیاء و بازسازی باید همراه با بهره‌برداری شن و ماسه از بخشی از محل بهره‌برداری آغاز گردد. مسئولیت ساماندهی و نظارت بر عملیات احیاء و بازسازی در صورتیکه مهارتهای فنی لازم موجود نباشد برعهده مسئولین بهره‌برداری گذاشته شود.

قبل از صدور مجوز باید در مورد موقفيت یک برنامه احیاء و بازسازی ملاحظات لازم مد نظر قرار گیرند. استخراج شن و ماسه باعث نابودی افق‌های خاک گشته، سطح ایستایی آب (تراز آبی) را تغییر می‌دهد و استقرار اجتماعات گیاهی از نوع پوشش طبیعی منطقه را غیرممکن می‌سازد. در محیط‌های زیستی غیر متعارف که شرایط و محدودیتهای فراوانی دارند دستیابی به پایداری و ثبات بلند مدت ممکن است بسیار دشوار باشد.

منطقه تحت بهره‌برداری و عملیات ممکن است با اتكاء به بعضی از استفاده‌های رایج در منطقه نظیر حفظ طبیعت، چرای دام و یا تغییر برخی از کاربریها تا حدودی ترمیم پیدا کند. پشت‌های شن و ماسه نزدیک به مناطق مسکونی باید به کاربریهای متنوع دیگری نظیر باگها، چشم اندازها، حوضچه‌های آبی، استخرهای ماهیگیری، محل‌های دفن مواد زباله یا تصفیه فاضلاب تخصیص یابند.

کاربری نهایی قبل از آغاز عملیات با توجه به محدودیتهای منطقه از نظر درجه شیب، میزان و عمق شن و ماسه پیش‌بینی شود. استفاده از خاکریزهای شن و ماسه با قیمانده می‌تواند در اصلاح چشم انداز موثر واقع شود. اگر این خاکریزها موقعیت و پراکندگی مناسبی داشته باشند می‌توان کیفیت زیبائی و زیستگاهی پناهگاههای آبی پرندگان و پارکهای آبی را ارتقاء داد. در واقع از طریق خاکریزها می‌توان جزایری از آبهای کم عمق با بسترهای گیاهی ایجاد کرد. منطقه پیکاک اسپرینگ در نیوزیلند نمونه بسیار شاخصی از احیاء و بازسازی مناطق بهره‌برداری شده جهت کاربریهایی مفیدی نظیر پارک حیات وحش، پناهگاه پرندگان آبزی، مجتمع پرورش ماهی بشمار می‌رود.

احیاء منطقه بسمت شرایط طبیعی اولیه بسیار پیچیده است. زیرا اجتماعات گیاهی و توپوگرافی منطقه طی بهره‌برداری عموماً تغییر می‌کند و بازسازی آن به صورت اولیه بسیار دشوار است. همیشه امکان احیاء توپوگرافی اولیه منطقه بعلت محدودیت استفاده از تجهیزات زمینی در شبیه‌ای تند عملی نیست. پستی و بلندیهای احیاء و بازسازی شده عموماً از شرایط اولیه و پیچیدگی خود دور بوده و نمای چشم‌اندازهای انسان ساخته را دارند. با توجه به اینکه تنوع توپوگرافی در موجودیت اجتماعات گیاهی مختلف نقش تعیین کننده دارد، اجتماعات گیاهی و جانوران همراه آنها نیز در صورت احیاء پیچیدگی اولیه را نداشته و ساختار ساده‌ای دارند.

زمانی که محل‌های استخراج شن و ماسه در گستره طبیعت بکری واقع شده باشند، احیاء آنها از طریق خاکریزی و مراقبت‌های اولیه می‌تواند چشم‌اندازهای همسو با طیف گسترده اشکال طبیعی منطقه بوجود آورد. در این صورت لازم است قبل از استخراج شن و ماسه، خاکهای اصلی محل استخراج همراه با بذور گیاهی و ریشه‌های برداشت شده، در مناطق آماده شده نزدیک به محل استخراج پخش شود و سپس از گونه‌های محلی منطقه که در تپه‌های ماسه‌ای می‌رویند جهت کاشت استفاده می‌شود. برای تضمین موجودی باز کاشت و استفاده از آن در موقع و مکانهای ضروری، لازم است که نهالستانهای نیز در منطقه ایجاد شود تا بتواند بموقع گیاهان مناسب و بارور شده در محل را به پروره عرضه کند. بعلاوه گاهی ممکن است وارد کردن حیات وحش (گونه‌های قابل شکار) بومی به منطقه که در طول دوره استخراج شن و ماسه مهاجرت کرده‌اند ضروری باشد. حفاظت این دسته از جانوران تا استقرار مجدد جمعیت‌های حیات وحش الزامی است و هیچ‌گونه خطری نباید آنها را تهدید کند.

استفاده از کود برای احیاء گیاهان باز کاشت باید کنترل شود؛ زیرا بخشی از کودهای پخش شده نمی‌توانند بوسیله ریشه‌های گیاهی جذب شوند و بسرعت در لایه‌های ماسه جریان یافته و به آبهای زیرزمینی می‌رسند.

تزریق مواد غذایی بدین ترتیب باعث پرمایگی (اتروفیکاسیون) آب شده و پیامدهای شدیدی ابر فون و فلور رودخانه در بر دارد. استفاده از کود باید در حداقل اندازه خود و با آهستگی انجام گیرد. **مکالمه** حفظ و نگهداری از تپه‌های ماسه‌ای و دریاچه‌ها و رودخانه‌های وابسته آنها در شرایط طبیعی باید با دقت مورد توجه قرار گیرد.

پیامد: اثرات زیست‌محیطی پروژه در ارتباط با توسعه امکانات زیربنایی

جاده‌ها، بنادر و نیروگاهها اختلالات عمده‌ای در محیط زیست بوجود می‌آورند. پیامدهای امکانات زیربنایی ممکن است در مناطق حساس زیست‌محیطی نظیر مناطق خشک یا دارای آب و هوای غیر متعادل بسیار شدید باشد. پیامدهای زیست‌محیطی توسعه هر یک از این نوع امکانات که همراه با استخراج شن و ماسه هستند باید بطور جداگانه مورد ارزیابی زیست‌محیطی قرار گرفته و در ارتباط با توسعه صنایع در کل گستره منطقه‌ای مورد تحلیل واقع شوند.

پیامد: بازشدن مناطق بکر و طبیعی به روی توسعه

مناطق دور افتاده اغلب از نظر تنوع حیات وحش و گونه‌های گیاهی بویژه انواع چوبی بسیار غنی هستند. امکانات زیربنایی نظیر جاده‌ها، نیروگاهها و تجهیزات بندری از ملزومات فعالیتهای گستردۀ استخراج شن و ماسه در مناطق دور افتاده محسوب می‌شوند. بدیهی است استقرار این امکانات می‌تواند مناطق بکر و طبیعی را که تا دیروز غیر قابل دسترس بوده و بهره‌برداری از منابع آن عملی نبوده باز تواند توسعه و صنایع بهره‌برداری باز کند.

ارتقاء سطح قابلیت دسترسی و اصلاح آنها می‌تواند زمینه استفاده‌های مناسبتری را که تخریب کمتری هم دارند نظیر توریسم (با انبوهی کمتر و کیفیت بیشتر) فراهم کند. هزینه‌های بالقوه و درآمدهای ناشی از گشاش مناطق بکر طبیعی در برابر طیفی از استفاده‌های توسعه‌های جدید قبل از اینکه مجوز آنها صادر شود باید مورد توجه مسئولین قرار گیرد.

پیامد: تخریب جایگاه‌های تاریخی

مناطق ماسه‌ای ساحلی اغلب دارای شواهد و آثاری از کانونهای تمرکز انسانی هستند که از نظر تاریخی و باستان‌شناسی بسیار حائز اهمیت هستند. استخراج شن و ماسه بطور کلی در جایگاه‌های تاریخی ممنوع است. بخشی از ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی یا اجتماعی باید به بررسی‌های میدانی و جامع از ارزش‌های تاریخی و باستانی‌شناسی منطقه اختصاص یابد. اهمیت این جایگاهها در سطح محلی، ملی و بین‌المللی باید از طریق بررسی‌های زمینی ارزیابی

شده و تمام جایگاههای مهم منطقه باید قبل از اینکه در اثر بهره‌برداری از بین بروند صورت برداری و مستند سازی شوند. جایگاههای مهم تاریخی ممکن است شایستگی حفاظت در شرایط طبیعی (*insitu*) را داشته باشند. در این صورت موقعیت، مقیاس و بازده اقتصادی پژوهه را می‌توانند تحت تاثیر قرار دهنند. باید به خواسته‌های مشروع و مطالبات جوامع و گروههای قومی محلی توجه کافی مبذول شود. بعلاوه فراهم آوری زمینه‌های مشارکت فعال آنها در مورد هر گونه تصمیم‌گیری الزامی است.

پیامد: وارد شدن گونه‌های غیربومی

چنانچه هدف از بهره‌برداری شن و ماسه صدور آن به بازرهای خارج باشد در این صورت امکان صدور گونه‌های بومی و یا بالعکس ورود گونه‌های بیگانه از طریق آب خان کشته یا چسبیدن آنها به بدنه کشتی‌های حمل کننده بالقوه وجود دارد. وارد شدن گونه‌های بیگانه می‌تواند به شیوه‌های مختلفی گونه‌های بومی را در خطر تهدید قرار دهد. رقابت برای غذا و فضای زیست، طعمه خواری و پارازتیسم از جمله شیوه‌های متعارفی هستند که گونه‌های بیگانه باعث نابودی گونه‌های بومی می‌شوند. باید تمام راههای ورود گونه‌ها و میزان خطراتی که احتمالاً می‌توانند بوجود آورند شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرند. اقدامات باز دارنده‌ای نظیر ممنوعیت تخلیه آبخان کشتی در نواحی ساحلی ممکن است احتمال ورود گونه‌هارا تا حد زیادی کاهش دهد.

منابع شن و ماسه بستر رودخانه

روستاهای شهرها و بسیاری از مسیرهای دسترسی و جاده‌ها اغلب در کناره و یا نزدیک رودخانه‌ها احداث می‌شوند تا از فواید مجاورت و موقعیت آنها استفاده کنند. تلماسه‌ها و بستر رودخانه‌هایی که بدله آبی کمی دارند اغلب بعنوان منابع مناسبی از شن و ماسه برای ساخت و سازها مورد استفاده قرار می‌گیرند. اثرات برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها گرچه خیلی چشمگیر نیست اما سبب کاهش یگانگی اکولوژیکی و ثمربخشی رودخانه‌ها می‌گردد. مصرف بی‌رویه از منابع شن و ماسه بسیاری از رودخانه‌ها بموازات افزایش شناخت اثرات زیان بار

برداشت شن و ماسه باعث شده استفاده از منابع بستر دریاها روز به روز بیشتر شود. بهر صورت اهمیت بستر رودخانه‌ها بعنوان یک منبع عمده شن و ماسه بویژه برای کشورهایی که نوار ساحلی ندارند همچنان بقدوم خود باقی میماند. پیامدهای بهره‌برداری از شن و ماسه رودخانه‌ها بقرار زیر قابل جمع بندی است:

پیامد: تعلیق مواد رسوبی

اختلالات مکانیکی که در اثر فرایند لایروبی و گودبرداری بوجود می‌آید باعث شکل‌گیری ابری از لای ریز در داخل آب می‌شود. روانابهایی که در اثر آب شویی 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 بداخل آب را کاهش داده و سرانجام ته نشینی این ذرات ریز، بستر رودخانه را زیر لایه‌ای از نهشته قرار می‌دهد. پیامدهای رسوب مواد ریز و معلق سبب اختلال در تنفس و فتوستتر گیاهان آبزی غوطه‌ور (Submerge Plants) 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 طعمه خواران از دست می‌دهند. بعلاوه مناطق تغذیه‌ای و تولید مثل آبزیان نیز از بین می‌رود. رسوب مواد ریز معلق می‌تواند بسترهای تخم‌ریزی را برای بسیاری از ماهیان رودخانه‌ای نامناسب سازد. ساده‌ترین پیامد ته نشینی رسوبات، اختلال در تولید مثل آبزیان می‌باشد. جمعیت زیستمندانی مانند نرمتنان که باید به سنگها، قلوه سنگها و ریگهای صاف و هموار بچسبند طی این فرایند کاهش یافته و گونه‌های مقاوم‌تر فرصت خواهد یافت جای آنها را بگیرند. ماهیانی که در برابر شرایط تخریب یافته تحمل پذیری کمتری دارند در این فرایند از بین رفته و جای خود را به ماهیان نامرغوب‌تر و یا بعارت بهتر مقاوم‌تر خواهند داد. آبزی پروری (اعم از نرمتنان یا پرورش ماهیان) نیز در برابر افزایش سطح رسوبات معلق بسیار حساس است. زمانی که میزان تراکم مواد معلق بالا باشد آبشش‌های ماهیان را مسدود کرده و از کار می‌اندازد. بعلاوه مکانیسم‌های پالایشی و فیلتر کننده نرمتنان را مختل می‌کند اثرات تنش‌های حاصل از مواد معلق همراه با خدمات مکانیکی بر روی بافت‌های حساس ممکن است باعث شیوع بیماریها و افزایش مرگ و میر در ذخیره و موجودی

مراکز پرورش آبزیان گردد.

اجتناب از تعلیق دویاره مواد و ذرات ریز بوسیله حفارها و لا یروها تا اندازه‌ای غیر ممکن است. بهر صورت با استفاده از تجهیزات استخراج شن و ماسه که تولید رسوبات مواد ریز را بحداقل خود می‌رسانند می‌توان از بوجود آمدن سطوح بیش از حد مواد ریز جلوگیری کرد. علاوه با کنترل مجرای خروجی آب حاصل از شتشوی شن و ماسه و وارد کردن آنها در حوضچه‌های ترسیب قبل از تخلیه در رودخانه می‌توان سطح مواد ریز و معلق را کاهش داد. استانداردهای دولتی اغلب تخلیه آب خروجی ناشی از تجهیزات و امکانات شتشوی شن و ماسه را مشروط به رفع مواد رسوبی داخل آنها می‌کنند. این استانداردها باید با دقت اجرا شده و همیشه روزآمد گرددند. اگر نظارت پیوسته بر عملیات استخراج و شتشوی شن و ماسه نشان بدهد که این استانداردها تخفیف یا شدت یابند باید نتایج نظارت پیوسته مد نظر قرار گیرند. رودخانه‌هایی که اجتماعات مختلفی از آبزیان را حمایت می‌کنند نظیر گونه‌های گیاهی و جانوری آندیمیک و در خطر انقراض باید با دقت بیشتری مورد بهره‌برداری قرار گیرند. فعالیتهای بهره‌برداری با احتیاط و توان با دلسوزی باید انجام گیرد زیرا فنون احیاء و ترمیم هنوز باندازه کافی توسعه پیدا نکرده‌اند. بهر صورت بازکاشت گیاهان غوطه‌ور و بن در آب (*emergent*) در برخی از موارد احتمال دارد عملی باشد.

پیامد: نفوذ آب شور

چنانچه برداشت شن و ماسه در شاخه‌های پایین دست رودخانه (پایاب) انجام گیرد گستره نیمروزی و مقطع کanal در نزدیکی گودال لا یروی تعریض شده و سرعت آب کاهش می‌باید و در نتیجه ممکن است زمینه برای نفوذ زبانه آب شور کشنیدی بسمت بالا دست رودخانه فراهم شود. سرازیر شدن آب شور ممکن است مقدار ذخیره آب شیرین را کاهش داده و جایگزینی آن بوسیله آب شور اثرات زیان باری بر محصولات زراعی تحت آبیاری و ذخایر آبی مورد استفاده در مصارف خانگی در برداشته باشد. پروانه‌های بهره‌برداری از شن و ماسه باید با دقت مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند تا این اطمینان حاصل شود که استخراج شن و ماسه در مصبها، تعادل بین آب شور و شیرین را بر هم نخواهد زد و در نتیجه بهره‌برداران کنونی و آتی متهم می‌گونند.

هزینه اقتصادی نخواهد شد.

پیامد: کاهش ظرفیت طبیعی رودخانه در جذب مواد غذایی فاضلاب

مناطق آبی کم عمق و پوشش دار، در رودخانه‌هایی که جریان آب سریعی دارند در هضم و همانند سازی فاضلابهای صنعتی و خانگی بالقوه دارای ظرفیت و توان سرشتی بالایی هستند. تصفیه فاضلابهای شهری تا درجه معینی قبل از تخلیه آنها به رودخانه‌ها می‌تواند بعنوان تیمار مکمل از این توان رودخانه بهره‌گیری کند. برداشت شن و ماسه منجر به از بین رفتن این بسترها کم عمق شده و ظرفیت بهسازی آنها را کاهش می‌دهد. کاهش وسعت و گستره این مناطق بارخیز و تقلیل سرعت آبهای کم عمق در مجاورت گودالهای لا یروبی بطور چشمگیری کارانی آنها را در جذب مواد غذایی کم می‌کند. در نتیجه، افزایش میزان مواد غذایی رشد جلبکها و مواد علفی سطح آب رودخانه را بشدت تسريع می‌کنند. رشد آنبوه توده‌گیاهی توان جذب محیط آبی را تقلیل داده، در نهایت آنرا به مخاطره می‌اندازد و محیط آبی را از نظر زیستی نامناسب و بی‌ارزش می‌سازد. رشد و شکوفایی گستره جلبکها اغلب با رهایش مواد سمی بداخل آب همراه است که باعث آلودگی، مسمومیت و تباہی محیط آبی گشته و اثرات زیان باری بر دام و بهداشت عمومی در بر دارد. بطور یکه ممکن است ذخایر آبی قابل شرب دیگری مورد نیاز باشد. این نوع تغییراتی که در کیفیت آب بوجود می‌آید برای حیات آبزیان بویژه ماهیان بسیار تعیین کننده بوده و برای ماهیگیران فاقد هر گونه مطلوبیت است. کاهش ارزشها و کیفیت زیبایی‌شناسی چشم‌اندازهای رودخانه‌ها (riverscape) ممکن است بیش از همه بر تقاضاهای توریستی آنها تاثیر بگذارد. تا آنجاکه امکان دارد لا یروبی و گودبرداری لزوماً در مناطق عمیق کانالهای رودخانه محدود گردد تا آسیبی بر زیستگاههای آبی کم عمق وارد نشود.

منابع آبی از نظر کاربری با تقاضاهای بی‌شماری مواجه هستند. بدیهی است این کاربریها در رقابت با یکدیگر قرار دارند. ایجاد تعادل بین این کاربریها و گاهی کاربریهای استثنایی که مانع‌الجمع هستند امری بسیار حیاتی است. طرح ریزی برآسas رویکرد منطقه‌ای برای تخصیص صحیح منابع بین استفاده‌های موجود و آتی باید پذیرفته گردد.

پیامد، فرسایش بستر و ساحل رودخانه

استخراج شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها باعث تعمیق کanal و تعریض گستره نیمرخ عرضی رودخانه می‌گردد. نتیجه این گونه تغییرات سبب کاهش تراز آبی و کندشدن بیش از پیش جریان آب می‌گردد. اگر کمیت مواد استخراج شده از میزان ذخیره و انباشت طبیعی رسوبات و نهشته‌ها تجاوز کند ممکن است در اثر استخراج گودال حفره بزرگی بوجود آید. متعاقباً ممکن است در بالا و پایین دست گودال فرسایش بوجود آید و تا مسافت چندین کیلومتر پروفیل رودخانه را هموار کند. این فرسایش که باعث ژرفش عمیق بستر رودخانه می‌شود ممکن است باعث ناپایداری و بی‌ثباتی سواحل و یا حتی ریزش خاکریزها و پل‌ها گردد. چنانچه میزان استخراج شن و ماسه تقریباً با میزان انباشت نهشته‌ها برابری کند می‌تواند از بروز فرسایش جلوگیری کند. برآورد موجودی نهشته و رسوب و همین‌طور تخمین میزان استخراج از طریق پژوهش و بررسیهای میدانی امکان‌پذیر است.

پیامد: مسدود شدن بستر گودهای خاکبرداری

جریان کند آب در گودهای خاکبرداری باعث می‌شود که نهشته‌های ریز و مواد آلی بواسیله رودخانه به حالت تعليق درآیند. رسوبات ممکن است بستر گودالهای خاکبرداری را لای اندازد و کرده و از نفوذ آب رودخانه به لایه‌های آبدار زیرزمینی جلوگیری کند. پیامد فراینده (کومولاتیو) مجموعه‌ای از عملیات استخراج شن و ماسه ممکن است بطور قابل توجهی تجدیدپذیری آبهای زیرزمینی را کاهش دهد. در مناطق خشک حاشیه‌ای ممکن است حتی یک کاهش جزئی در تراز آبی در سرنوشت مزارع و مراتع نقش تعیین کننده‌ای داشته باشدو آینده آنها را باشکست مواجه سازد.

مواد آلی ممکن است در آبهای راکد و بی‌حرکت گودهای خاکبرداری پوسیده و تجزیه شوند. بدیهی است در این صورت گودهای خاکبرداری به گندابهایی تبدیل می‌شوند و کیفیت آب بشدت تقلیل پیدا می‌کند. پیامد کاهش کیفی آب بر ماهیان، حیات آبزیان و ذخیره آب قابل شرب بسیار شدید است. بهمین دلیل ممتویعت استخراج شن و ماسه در مقیاس بزرگ در زونهایی که سایر فعالیتها را به مخاطره می‌اندازد ضروری است. بویژه زمانی که موجودیت و اهمیت این

فعالیتها تضمین شده باشد این موضوع ضرورت پیدا می‌کند.

پیامد: صدا

افزایش فعالیتهای انسانی و صدای مکانیکی در حوزه استخراج شن و ماسه ممکن است مانعی در برابر مهاجرت پرنده‌گان بوجود آورد. بطور معمول پرنده‌گان آبزی در برخورد با مواد و محدودیتها، به مناطق مناسب دیگری روی می‌آورند. به هر صورت چنانچه رودخانه برای برخی از پرنده‌گان مهاجر بعنوان آخرین پناهگاه تالابی محسوب شود این ساز و کار پرنده‌گان عملاً امکان‌پذیر نیست. تعیین اهمیت یک کanal رودخانه بعنوان ایستگاه توقف برای پرنده‌گان مهاجر نیاز به پژوهش دارد و باید مورد توجه قرار گیرد.

پیامد: اختلالات بصری و افزایش ترافیک جاده

تجهیزات، ماشین‌آلات و مجتمع‌های بهره‌برداری از شن و ماسه کیفیت زیبایی‌شناسی چشم انداز رودخانه را کاهش می‌دهند. برای اینکه منطقه استخراج از میدان دید خارج شود و مطلوبیت چشم انداز رودخانه حفظ شود کاشت درختان بعنوان دیواره‌های سبز ضروری است. حمل و نقل شن و ماسه از طریق جاده‌های دسترسی با سر و صدا، ارتعاش و تصادمات زیادی همراه است. ظرفیت شبکه جاده‌های موجود برای حمایت از بار ترافیک اضافی که بوجود می‌آید باید مورد بررسی قرار گیرد. برای اجتناب از ایجاد اختلال در مناطق مسکونی و سایر کاربری‌های حساس باید کامیونها و وسائل نقلیه باری از مسیرهای مشخصی تردد کنند.

پیامد: فعال سازی کانالهای خشک رودخانه

استخراج شن و ماسه از بستر رودخانه‌های خشک پیامدهای زیست محیطی عمدتی در بر ندارد. بهر صورت دوباره فعال کردن کانالهای خشک در طول دوره بهره‌برداری و یا بعد از آن بوسیله روانابهای طغیانی بی مخاطره نیست. چنانچه این پدیده بوقوع پیوست ساختارهای کanal نظیر پل‌ها را نباید از نظر دور داشت. محیط محل استخراج قبل از صدور پروانه اکتشاف برای

برآورده میزان خطراتی که می‌تواند بر ساختارهای کanal وارد کند باید مورد بررسی میدانی قرار گیرد.

منابع شن و ماسه بستر دریاها

کرانه‌های دور ساحلی دارای حجم عظیمی از شن و ماسه‌اند که برای بازارهای شهرهای نزدیک بسیار حائز اهمیت هستند. در برخی از کشورهایی که دارای نوارهای ساحلی هستند، خطر کاهش و یا تمام شدن منابع شن و ماسه‌ای که منشاء زمینی دارند (نظیر شن و ماسه رودخانه‌ها) باعث شده است که مجریان بهره‌برداری از شن و ماسه در پی منابع دیگری باشند و بستر دریاها را مورد جستجو قرار دهند. بهره‌برداری از ذخایر شن و ماسه کرانه‌های ساحلی نزدیک اغلب باعث بروز طیفی از پیامدهای زیست محیطی بلند مدت و ناملموس می‌گردد. پیش‌بینی می‌شود که توسعه آتی بهره‌برداری از شن و ماسه بستر دریاها در آبهای عمیق‌تر ممکن است بر محیط زیست سواحل پیامدهای کمتری در برداشته و این امکان را فراهم کند که بهره‌برداری از شن و ماسه با اثرات زیست محیطی قابل قبول تری انجام گیرد.

پیامدهای زیست محیطی بهره‌برداری از شن و ماسه دریایی کاملاً وابسته به شرایط خاص محلی است و به تکنولوژی لایروبی و حفاری مورد استفاده، خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی محل استخراج بستگی دارد. بهمین دلیل بیشتر پیامدهای منفی زیست محیطی را می‌توان با انتخاب دقیق محلهای استخراج و تجهیزات برداشت بهبود بخشید. در این بخش پیامدهای زیست محیطی بهره‌برداری از شن و ماسه در مناطق ساحلی و آبهای کم عمق نزدیک سواحل مورد بحث قرار می‌گیرد.

پیامد: اختلال فیزیکی اکوسیستم‌های حساس حیاتی در طول دوره کاوش

برای اینکه شناخت جامعتری از زمین‌شناسی و مورفوژی بستر دریا بدست آید لازم است که کاووشگران معادن شن و ماسه قبل از مناطق حساس زیست محیطی دریا نظیر آبسنگهای مرجانی، بسترها علی‌دریایی و بسترها صدفهای راشناسایی نمایند. برای بحداقل رساندن اختلالات در

این اکوسیستم‌های مهم تجاری استفاده از فنون و روش‌های کاوش غیر فیزیکی (نظیر عکس‌های زیر دریایی، استفاده از ابزار پیمایش صوتی و سونارها) نسبت به نمونه برداری‌های فیزیکی باید در اولویت قرار گیرند. زمانی که بررسیهای میدانی از منابع فلات قاره بطور مدون وجود ندارد، نمونه برداری از گستردهای وسیع برای دستیابی به نهشته‌های مناسب باید تکرار شوند. نمونه برداری مکرر فیزیکی بر پایه هر پروژه ممکن است در کارکردهای زیستگاههای دریایی اختلال بوجود آورد. سازمانهای مدیریت منابع باید با تکمیل نقشه‌های زمین‌شناسی نهشته‌های فلات قاره مدیریت منابع کرانه‌ای را بهبود بخشند. ابتداء باید تهیه نقشه‌های مهم‌ترین مناطق حیاتی در اولویت قرار گیرد، زیرا این مناطق در برابر بررسیهای میدانی، تکرار و نمونه برداری‌های بستر دریا بشدت آسیب پذیرند.

پیامد: تعلیق رسوبات

علفهای دریایی، آبسنگهای مرجانی و بسترهاي صدفی چنانچه در مجاورت محل استخراج شن و ماسه قرار داشته باشند ممکن است بوسیله پوششی از رسوبات که در اثر تخریب فیزیکی بستر دریا و تخلیه رسوبات ریز از کشتی‌های لا یروبی بوجود می‌آیند صدمه دیده و یا بهلاکت برستند. پوشش ذرات ریز ممکن است باعث خفگی گیاهان، مختل شدن تنفس آنها و مرگ و میر زیستمندان بی تحرک و ساکن گشته و مکانیسم‌های تغذیه صدفها را که بوسیله فیلتر آب انجام می‌گیرد مختل و لای اندوed کند. مرجانهای نرم که قادرند خود را بددست جریان آب سپرده و با امواج حرکت کنند می‌توانند خود را از شر رسوبات خلاص کنند و شانس بیشتری برای بقاء دارند اما مرجانهای سخت بسیار حساس ترند. پیامد نابودی گیاهان دریایی و تخریب آبسنگها نیز به نوبه خود باعث نابودی زیستگاههای زیستمندانی می‌شود که قادرند از شرایط نامساعد خود را هاسازند. بهمین دلیل کلی سازی دوباره زیستمندان در مناطق بهره‌برداری شده بسیار کند است. صدماتی که بر بسترها تولید مثل، تغذیه و پرورش وارد می‌شود می‌تواند بر صنعت صید محلی، اثرات ماندگاری داشته باشد و متعاقباً فشارهای بیشتری بر منابع شیلات تجاری وارد می‌شود.

این پیامدها را می‌توان با انتخاب آگاهانه محل‌های استخراج و بکارگیری استانداردهای بالای

مدیریت بهبود بخشید. بررسیهای اکولوژیکی میدانی از گستره زیستگاههای ساحلی - دریایی نیز در این زمینه می‌تواند بسیار مفید واقع شود. بعلاوه می‌توان با اتکاء به بررسیهای انجام گرفته و بحث و بررسی، موقعیت محلهای استخراج پیشنهادی را از نظر نزدیکی یا دوری به زیستگاههای مهم دریایی تعیین نمود. برای ممنوعیت استخراج از این گونه مناطق حساس باید اقدامات لازم بعمل آید.

تجهیزات لاپروری مورد استفاده باید تولید پوشش خفه کننده رسوبی را بحداقل خود برساند. بعلاوه باید نیرو و جهت جریان‌های دریایی و جریانهای کشنده نیز مدنظر قرار گیرد تا دستگاههای لاپروری طوری استقرار یابند که از ایجاد آلودگی‌های رسوبی بر زیستگاههای دریایی تا حدی اجتناب شود.

پیامد: فراسایش ساحلی

فراسایش ساحلی یکی از پیامدهای عمدۀ و منفی استخراج شن و ماسه از کرانه‌های دور ساحلی است. این پیامدها باشکال زیر پدید می‌آیند:

۱- چنانچه مقدار متنابهی شن و ماسه از سیستم ساحلی فعال برداشت شود فراسایش ساحلی پدید می‌آید. برای جبران شن و ماسه از دست رفته امواج مواد را از سواحل یا صخره سنگهای نرم لاپروری می‌کنند. بموازات کاهش و تحلیل رفتن سواحل و صخره‌ها کلیه عوامل و دارایی‌های ساحلی بیش از پیش در معرض تهدید و مخاطرات جدی سیلا布 قرار می‌گیرند.

۲- افزایش عمق آب در بالای گود حفاری شده ممکن است میزان و انتشار انرژی امواج را تغییر دهد. چنانچه امواج قویتر بتوانند خود را به ساحل برسانند قادر خواهند شد سواحل و صخره‌های نرم را در معرض فراسایش قرار دهند. بعلاوه چنانچه انرژی امواج در بخش آسیب‌پذیری از نوار ساحلی فرود آمده و متمرکز شود بسادگی باعث فراسایش آن خواهد شد.

۳- پشت‌های و تلماسه‌های کرانه‌های دور ساحلی از طریق شکستن نیر روی امواج، کارکردی حفاظتی برای سواحل دارند. زیرا امواج قبل از اینکه به سواحل برسند با برخورد با این تلماسه‌ها بخشی از انرژی خود را از دست داده و بی‌رمق می‌شوند. بهمین دلیل لاپروری و

بهره‌برداری این پشته‌های ماسه‌ای ممکن است باعث شود امواج نیرومند و مخرب به ساحل راه یابند.

چنانچه محل‌های لاپرواژی و استخراج شن و ماسه در خارج از سیستم فعال قرار گرفته باشند می‌توان از عقب‌نشینی ساحل پیشگیری نمود. بسیاری از کشورها برای کنترل عمق و فاصله مناطق مورد نظر برای بهره‌برداری از سواحل و دسترسی به شن و ماسه، استانداردهایی تدوین کرده‌اند. این استانداردها از برداشت رسوبات از سیستم‌های ساحلی فعال بطور مؤثری جلوگیری می‌کنند.

پشته‌ها و تلماسه‌های کرانه‌های دور ساحلی و مناطق ماسه‌ای کم عمق کرانه‌هایی نزدیک به سواحل بدین ترتیب حفظ شده و می‌توانند با کارکرد حفاظتی خود سواحل را در برابر امواج حفظ و حمایت کنند. بعنوان مثال در هلند برای تضمین استحکامات، مراکز و مجتمع‌های صنعتی ساحلی تنها زمانی می‌توانند پروانه عملیات دریافت کنند که در ۲۰ متری خط هم ژرف‌مستقر شوند.

پیامد: تغییر مواد بستر دریا

خصوصیات فیزیکی مواد کف دریا در اثر برداشت شن و ماسه تغییر می‌کنند؛ در حالیکه بعنوان زیستگاه برای گونه‌های دریایی دارای ارزش زیادی هستند. چنانچه برداشت شن و ماسه در کف دریا ادامه یافته و به طبقات تحت ارض برسد؛ گل، لای، گچ و سایر مواد این طبقات احتمال دارد رخ نشان دهند. مواد جدید ظاهر شده ممکن است برای حیات آبزیان دریایی مطلوبیتی نداشته و زیستگاه مناسبی نباشند. عملیات برداشت شن و ماسه باید در عمق معینی صورت گرفته و با تحت ارض فاصله کافی داشته باشد.

پیامد: کاهش کیفیت آب در گودهای لاپرواژی

چنانچه حرکت آب کند باشد نهشته‌های ریز و مواد آلی در گودهای حفاری تجمع پیدا می‌کنند. مصرف زیاد اکسیژن بوسیله مواد آلی پوسیده و در حال تجزیه ممکن است کیفیت آب را در گودالها کاهش داده و شرایط بی هوایی بوجود آورد. چنانچه این شرایط تداوم پیدا کند

اجتماعات گیاهی و جانوری معمولاً قادر نخواهند بود دوباره کلنی تشکیل دهند. برای اجتناب از گندیدگی آب و کاهش کیفیت آب در گودهای حفاری دستورالعمل‌های زیر باید مد نظر قرار گیرند.

- پیرامون محله‌ای لایروبی و حفاری باید عاری از منابع مواد آلی مانند بسترها کلپ‌ها باشد.

- محله‌ای برداشت شن و ماسه باید در مناطقی واقع شوند که شن و ماسه قادر به جایگزینی هستند و بسرعت پر می‌شوند. در نتیجه گودالهای حفاری شده در پایان عملیات پر خواهند شد.

- برای تضمین کیفیت آب در سطحی قابل قبول در گودهای حفاری شده لازم است که ترجیحاً حفاری و لایروبی در اعمق کم ولی در سطحی گستردۀ انجام گیرد و از ایجاد گودهای عمیق اجتناب شود.

پیامد: تخریب فیزیکی زیستمندان و زیستگاهها

سواحل ماسه‌ای برای بسیاری از ماهیان تجاری بسترها تخم‌ریزی مهمی بشمار می‌روند. برداشت مواد از این مناطق می‌تواند بر میزان صید و تولید ماهیان تاثیر بگذارد. بهمین دلیل استخراج شن و ماسه و سایر فعالیتهای بالقوه مخرب باید از سواحل ماسه‌ای که از نظر تخم‌ریزی ماهیان شناخته شده‌اند کنار گذارده شوند.

کشتیها و تجهیزات لایروبی و حفاری انتخابی عمل نمی‌کنند و تنها نهشته‌ها را بر نمی‌دارند بلکه هر چیزی که با این نهشته‌ها همراه است واژ جمله گیاهان و جانوران چسبیده به آنها و گونه‌های کم تحرک نیز لایروبی می‌شوند. صدفها، خرچنگها و لاک پشتیایی که خواب زمستانه دارند ممکن در طی عملیات لایروبی به دام افتاده و از بین برond. بهمین دلیل اولاً لایروبی باید در دوره‌ای از سال که فعالیت بیولوژیکی در حداقل خود می‌باشد انجام گیرد و ثانیاً در بسترها خرچنگها و سایر مناطق بارور دریایی باید ممنوع گردد

رسوبات و نهشته‌های مرتبط با پروژه‌های برداشت شن و ماسه گاهی مراکز پرورش ماهیان را نیز تحت تاثیر قرار داده و به ذخیره و موجودی آنها صدمه وارد می‌کنند. بهمین دلیل

باید حداقل فاصله بین مراکز پرورش ماهی و کانونهای عملیات برداشت شن و ماسه رعایت شود.

پیامد: تعارض بین برداشت شن و ماسه و فعالیتهای صید

صید ماهی و استخراج شن و ماسه توام با یکدیگر از کف دریا هر دو فعالیتهای مانعه‌الجمع بشمار می‌روند. بهر صورت چنانچه از مناطق لایروبی، تورکشی و صید هم انجام گیرد خطر آسیب‌دیدگی تجهیزات صید وجود خواهد داشت. هرگاه قوانین و مقررات قادر به جلوگیری از صید ماهی در مناطق مجاز لایروبی که پروانه اخذ کرده‌اند نباشد باید از مکانیسم‌های مشورتی استفاده شود. در این صورت شاید نمایندگان هر دو صنعت بتوانند مسائل خود را با یکدیگر حل و فصل نموده واز نیازهای هم درک بهتری کسب کرده و بمصالحه برسند.

اطلاعات و نظارت پیوسته

از طریق نظارت پیوسته و منظم پروژه و قبل از آغاز عملیات باید اطلاعات پایه جمع‌آوری شود. حالت ایده‌آل آن است که اطلاعات در همه چهار فصل سال جمع‌آوری شود تا تغییرات فصلی در تولید بیولوژیک، شرایط آب و هوایی، جریانهای کشنده، ترکیب گونه‌ها، فراوانی آنها و بسیاری دیگر از اطلاعات ضروری را در برگیرد.

اطلاعات پایه امکان مقایسه شرایط موجود در طول عملیات و پس از خاتمه آن را با شرایط زیست محیطی قبل از عملیات فراهم می‌سازد.

تشکیل پایه اطلاعاتی مناسب می‌تواند شاخص‌هایی برای ارزیابی میزان موفقیت فعالیتهای احیاء و ترمیم فراهم کند. فعالیتهای نظارت پیوسته کاستیهایی را که در زمینه استانداردهای تعیین کیفیت زیست محیطی و قوانین و مقررات وجود دارند نشان می‌دهند. بعلاوه نظارت پیوسته اطلاعات بسیار مفیدی برای تصحیح و تطبیق استانداردها بدست می‌دهد. فایده‌مندی نظارت پیوسته محدود به موارد فوق نیست؛ از طریق نظارت پیوسته می‌توان مخاطرات بالقوه زیست محیطی را پیش بینی کرد و متعاقباً اقدامات لازم برای اجتناب از آنها را بعمل آورد. نظارت پیوسته

باید موارد زیر را در برگیرد:

- تغییرات پوشش گیاهی و ترکیب گیاهان
- تعارض با منابع بیولوژیکی محل پروژه نظیر آبسنگهای مرجانی، جنگلهای مانگرو، جنگلهای بارانی، بسترها صدفها و دوکفه‌ایها و علفهای دریایی.
- تغییرات رژیم هیدرولژیکی و از جمله نوسانات سطح دریاچه و تغییرات جریان‌های رودخانه و سطح تراز آب.
- تغییرات تنوع و فراوانی جانوران.
- تغییرات کیفیت آب، وضعیت مواد غذایی آب، شوری، کدری، و میزان نهشته‌ها.
- تغییرات شکل زمین بعنوان مثال بستر رودخانه یا پروفیل بستر دریا، مورفوژی تپه‌های ماسه‌ای و سواحل.
- میزان ثبات و پایداری سواحل رودخانه، تپه‌های ماسه‌ای یا بستر اقیانوسها.
- تعارض با مناطق باستانشناسی مهم منطقه.
- در طول دوره پروژه طی نظارت پیوسته باید اطلاعات زیر جمع آوری شود:
 - ماهیت و موقعیت سایر استفاده‌های محیط زیست در مجاورت منطقه پروژه.
 - استانداردها، قوانین و مقررات و ضوابط کار برای پروژه‌های استخراج شن و ماسه.
 - موقعیت تالابهای منطقه، اهمیت ملی و منطقه‌ای تالابها و سایر مناطق حفاظت شده.
 - مجاری قانونی و روش‌های مشورت با افراد، گروهها و سازمانهایی که تحت تاثیر پروژه قرار می‌گیرند.

نتیجه‌گیری:

پروژه‌های استخراج شن و ماسه هم به تنهایی و هم بطور فزاینده با سیستم‌های اکولوژیکی محلی که در آن واقع شده‌اند ممکن است در تعارض قرار گیرند. پروژه‌هایی که بطور مطلوبی طرح ریزی و ساماندهی نشده‌اند در تخریب مناطق ساحلی و رودخانه‌ها مؤثرند. بعلاوه مجازاتهای اقتصادی نیز دربرداشته و اختیارات آتنی و موجود نیز از آنها سلب می‌شود. چنانچه به ظرفیت محیط زیست توجه شود و در برابر تقاضای مختلفی که برای استفاده از آن می‌شود

مقاومت و ایستادگی نمود، پروژه‌های استخراج شن و ماسه ناگزیر مجبور خواهند شد در مناطقی استقرار یابند که نه تنها بهره‌داری شن و ماسه بلکه سایر استفاده ممکن از منطقه را بدون هرگونه مخاطره‌ای تضمین کنند.

انتخاب دقیق تجهیزات برداشت شن و ماسه، مدیریت روشن و توجه کافی به فعالیتهای احیاء دوباره و بازسازی منطقه می‌توانند اثرات زیست‌محیطی حاصل از پروژه‌های استخراج شن و ماسه را در حد قابل قبولی تضمین کنند.

منبع:

UNEP - 1990

Environmental Guidelines

Sand and Gravel extraction projects

سیاستهای ملی استخراج شن و ماسه

رونالد اشمیتن

سازمان ملی شیلات آمریکا

- I - مقدمه :

سازمان ملی شیلات آمریکا (NMFS) مسئول حفظ و حراست، مدیریت و حفاظت از منابع دریایی، مصبهای ماهیان مهاجر (آنادورموس) و زیستگاههای آنها است. استخراج شن و ماسه چون که در رودخانه‌ها یا نزدیک به رودخانه‌هایی صورت می‌گیرد که ماهیان مهاجر دریایی برای تخم‌ریزی به آنها روی می‌آورند پیامدهای بسیار جدی بر ماهیان و زیستگاههای آنها در بر دارد. این پیامدها شامل موارد زیر هستند:

- نابودی یا تخریب بسترها تخم‌ریزی یا زیستگاههای پرورش ماهیان نابالغ
- راهبندان یا ایجاد وقه در مهاجرت
- تعریض کanal رودخانه
- کاهش عمیق بستر رودخانه

- ایجاد گودال و آبگیر در بستر
- از بین رفتن پایداری کanal و ثبات هیدرولوژیکی
- از بین رفتن ساختار جوی پشته و جریان خیزابی آب در بستر
- کاهش شفافیت آب، افزایش کدری آب و افزایش حمل رسوب
- افزایش فرسایش سواحل رودخانه و یا تغییر عمق بستر در اثر آب شویی
- نابودی یا تخریب زیستگاههای حاشیه رودخانه‌ها (Riparian)

اهداف سیاست سازمان ملی شیلات تضمین عملیات استخراج شن و ماسه و هدایت آن بصورتی است که تا حد ممکن هر گونه پیامدهای منفی بر ماهیان مهاجر و زیستگاههای آنها را محدود یا بحداقل خود برساند. عملیات استخراج شن و ماسه نباید با دوره مهاجرت، تخم‌ریزی و پرورش ماهیان مهاجر همزمان یا تداخل داشته باشد. عملیات استخراج شن و ماسه نباید در بالا دست یا پایین دست بسترها تخم‌ریزی ماهیان مهاجر انجام گیرد.

هدف سازمان شیلات حفاظت و حمایت پایدار از زیستگاههای موجود، زیستگاههای با سابقه تاریخی و قابل احیاء و ترمیم ماهیان مهاجر می‌باشد. عملیات استخراج شن و ماسه در هر موردی باید در قالب پیامدهای فراینده (کومولاتیو)، موقعی و فضایی آنها مورد داوری قرار گیرد. عبارت دیگر پیامدهای بالقوه بر زیستگاهها باید در گستره و چشم‌انداز مدیریت آبخیزها مورد بررسی قرار گیرد. عنوان مثال یکان مهندسی ارتش ممکن است برای انجام عملیات لاپروپی، خاکریزی و فعلیتهای ذیربط با پروژه‌های استخراج شن و ماسه نیاز به پروانه داشته باشد (پروژه‌های بخش‌های ۴۰۱ و ۴۰۴ قانون آب پاکیزه و یا بخش ۱۰ قانون رودخانه‌ها و بنادر سال ۱۸۹۹)، براساس قانون هماهنگی حیات و حشر و آبیان، سازمان ملی شیلات تقاضانامه‌های مربوط به پروانه بخش ۴۰۴ و بخش ۱۰ را جهت بررسی پیامدهای زیست محیطی بر روی ماهیان مهاجر، مصبهها، ماهیان دریایی و زیستگاههای آنها مورد بررسی قرار می‌دهد. پروژه‌های استخراج شن و ماسه‌ای که ممکن است به بخش ۱۰ و ۴۰۴ نیز مربوط نباشند در صورتیکه نظر موافق عمومی را کسب کنند احتمال دارد از سازمان شیلات مجوز دریافت کنند.

قانون حفاظت و مدیریت شیلات مانگناسون نیز به اثراتی که زیستگاه و به تبع آن وضعیت آبیان را تغییر می‌دهد اشاره دارد. در این سند هیچگونه توصیه‌ای برای کنار گذاشتن یا جایگزینی

قوانين و مقررات نظیر قانون گونه‌های در خطر انقراض ارائه نشده است. بلکه هدف اصلی ارائه توصیه‌های بیشتر و هدایت آن دسته از پرسنل سازمان ملی شیلات است که در بررسی پروژه‌های استخراج شن و ماسه دست دارند.

«سیاست شن و ماسه» هر دو سال یکبار بطور جامع بازنگری می‌شود؛ ترتیب هماهنگی بازنگری توسط اداره حفاظت زیستگاه انجام می‌گیرد. هر گونه تقاضا برای تغییر یا بازنگری ویژه باید به تائید استفان، ام، وست، سازمان شیلات و اداره حفاظت زیستگاه در سیلوراسپرینگ در مریلند برسد.

II - حیطه عمل سیاست شن و ماسه

أنواع فعالیتهای مختلف استخراج شن و ماسه در «سیاست شن و ماسه» عموماً محدود به بهره‌برداری تجاری است. بعنوان مثال بهره‌برداری یا برداشت ذخیره شن و ماسه برای استفاده‌های صنعتی نظیر تهیه مواد مورد نیاز برای احداث جاده، بتون ریزی، خاکریزی و منظرسازی. برداشت شن و ماسه برای لایروبی و کنترل سیلا布 نیز انجام می‌گیرد. استخراج شن و ماسه ممکن است در طول رودخانه‌ای مشخص در چندین نوبت و در چندین نقطه انجام گیرد و 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 تجدید پذیری ذخیره شن و ماسه باقی نماند؛ در اثر از دست دادن فزاینده شن و ماسه تنها پدیده «معدنکاری» خالص اتفاق خواهد افتاد (WRRI 1995) و نتایج بسیار سوئی بوجود خواهد آورد.

دامنه زیستگاههای ماهیان مهاجر بویژه همانگونه که در سیاست شن و ماسه عنوان شده بسیار گسترده بوده و رودخانه‌های کشنده، رودخانه‌ها، نهرهای آب شیرین و تالابهای وابسته به زونهای حاشیه رودخانه‌ها را در برابر می‌گیرد.

استخراج شن و ماسه یک فعالیت عمده و پرسابقه در رودخانه‌ها بویژه در زیستگاههای آزاد ماهیان (ساملونیده) سواحل غربی ایالات متحده و از جمله آلاسکا بشمار می‌رود. استخراج شن و ماسه و بهمین ترتیب بهره‌برداری از معادن شن و لایروبی نیز در سواحل شمال شرقی ایالات متحده دیده می‌شود. اما این نوع فعالیتهای بدوّا در زیستگاههای دریایی نظیر شاخه‌های پایین دست

رودخانه‌های کشنده‌بزرگ، مصبها و کرانه‌های دور ساحلی انجام می‌گیرد. بهره‌برداری از معادن شن و ماسه و یا لاپروبی در شمال شرقی عموماً نسبت به سواحل غربی مسائل متفاوتی را بوجود می‌آورند. بعنوان مثال شمار قلیلی از گونه‌های مهاجری که در شمال شرقی ایالات متحده دیده می‌شوند از جمله انواعی هستند که در کف بستر تخریزی کرده و یا برای فعالیتهای باروری خود متکی به زیستگاههای ویژه‌ای هستند. اگر چه عناصر بسیاری از سیاست شن و ماسه مربوط به همه مناطقی است که در آنها استخراج شن و ماسه دیده می‌شود با این حال مسائل استخراج در سواحل غربی در کانون توجه این سیاست قرار داشته و بدلوأ به آن معطوف است. فعالیتهای مخرب در بستر سواحل شمال شرقی با تفصیل بیشتری در سیاست آتی توضیح داده خواهد شد. سیاست شن و ماسه سه نوع بهره‌برداری از این منابع را داخل رودخانه‌ها مورد توجه قرار داده است که کوندولف (Kondolf 1993، 1940) بقرار زیر توضیح می‌دهد.

چاله خشک و چاله مرطوب در کانالهای دائمی فعال، کف‌گیری تلماسه‌ها و پشتلهای شن (اسکالپینگ) روتراشی، سرزنه تلماسه‌ها و پشتلهای شنی (اسکالپینگ).

چاله خشک: بمعنی گودبرداری از چاله‌ها در بستر رودخانه‌های ناپایدار، فصلی، مسیل‌ها و تلماسه‌ها و پشتلهای (بندابهای شن و ماسه) بر حفاظ با بولدوزرهای رسمی، لودرهای و اسکرپرها (خاک کش کابلی) است.

چاله مرطوب: بمعنی گودبرداری با استفاده بیل کششی یا حفار هیدرولیکی برای انتقال شن از زیرتراز آب یا در کanal رودخانه‌های دائمی است.

رویه‌گیری، کف‌گیری یا روتراشی: روتراشی تلماسه‌ها یا پشتلهای نیاز به تراشیدن لایه سطح الارض توده شن (صفکاری) بدون گودبرداری از زیر تراز آبی تابستانه دارد.

علاوه بر بهره‌برداری شن در داخل رودخانه‌ها روش‌های دیگری نیز در سیاست شن و ماسه قید شده‌اند که کوندولف (1993a و 1994) بعنوان حفاری و گودبرداری چاله‌ها در دشت‌های سیلابی مجاور یا تراسهای رودخانه‌ای ذکر کرده است.

چاله‌های خشک در بالای تراز آبی قرار دارند. اما چاله‌های مرطوب در زیر تراز آبی قرار داشته و به ارتفاع دشت‌های سیلابی یا تراسهای رودخانه‌ای نسبت به ارتفاع بده پایه (آب دائمی) کanal بستگی دارد.

جدافتادگی چاله‌ها از کanal فعال مجاور ممکن است کوتاه مدت باشد. در طول یک تغییر ناگهانی در دوره سیلاب در مسیر کanal یا بعنوان بخشی از جابجایی تدریجی، پشته‌ها و خاکریزهای کوچکی ممکن است شکسته شده و کanal به سمت چاله‌های شن و ماسه تغییر مسیر بدهد. چون چاله‌های دشتی‌های سیلابی قادرند با کanal‌های فعال یگانه شده و یکی شوند کوندلف (1993 و 1994a) پیشنهاد می‌کند که آنها بعنوان بخش لاینکی از رودخانه‌های موجود بحساب آیند. زیرا در مقیاس دهه‌ها این اتفاق خواهد افتاد و با تغییر مسیر کanal، چاله‌ها با بستر یکپارچه خواهند شد.

III- اثرات زیست محیطی استخراج شن

استخراج مواد آبرفتی از بستر رودخانه‌ها یا نزدیک به بستر رودخانه‌ها بر پارامترهای فیزیکی زیستگاه رودخانه‌ای نظیر رُئومتری کanal، ارتفاع بستر، ترکیب و ثبات تحت ارض، عناصر ناهمواری داخل رودخانه (آخالهای چوبی بزرگ، قلوه سنگها و سنگهای آب سوده و غیره) عمق، سرعت، شفافیت، حمل رسوب، تخلیه رودخانه و دمای آب پیامدهای مستقیمی در بر دارد. (Rundquist 1980 , Pauley etal 1981, Kondolf 1994a,b, OWRRI 1995)

در این زمینه موسسه پژوهشی منابع آب اورگون (OWRRI 1995) به ترتیب زیر توضیح می‌دهد:

«هیدرولیک کanal، حمل رسوب و مورفولوژی بستر رودخانه مستقیماً تحت تاثیر فعالیتهای انسانی نظیر بهره‌برداری از شن و ماسه و کنترل فرسایش سواحل قرار می‌گیرد. از اثرات بلاواسطه و مستقیم بهره‌برداری از شن و ماسه می‌توان شکل‌گیری دوباره مرزها از طریق جابجایی یا افزایش مواد نام برد.

اثرات بعدی عبارتند از تغییر هیدرولیک جریان، زمانی که سطح آب افزایش می‌یابد و غرقابی شدن سیماهای تغییر یافته. این فرایند باعث تغییر در الگوی جریان آب و حمل رسوب می‌گردد. اثرات محلی ضمناً منجر به اثراتی در سرآب و پایاب رودخانه می‌گردد.»

تغییر این پارامترهای زیستگاهی دارای پیامدهای محرکی بر جوامع حیاتی (بیوتا) داخل رودخانه و زیستگاههای حاشیه‌ای رودخانه‌ها می‌باشد (Sandecki 1989). بعنوان مثال پیامدهای

استخراج شن و ماسه بر جمعیت ماهیان مهاجر بقرار زیرند:
کاهش جمعیت ماهیان در مناطق تخریب یافته، جابجایی و جایگزینی گونه‌ها با یکدیگر،
جایگزینی یک گروه سنی از ماهیان با گروههای سنی دیگر، تغییر در گونه‌ها و تغییر در توزیع
سنی گونه‌ها. (Moulton 1980)

دو پژوهشگر در این زمینه (Rivier & Seguier 1985) پیشنهاد می‌کنند که اثرات تعیین کننده
ناشی از بهره‌برداری از مواد بستر بر روی جوامع حیاتی در اثر دو فرایند عمده بروجود می‌آیند:

- تغییر در الگوی جریان آب ناشی از اصلاح، تغییر و تبدیل بستر رودخانه
- افزایش مواد رسوبی معلق

موسسه پژوهشی منابع آب اورگون (OWRRI 1996) در تکمیل موارد فوق توضیح زیر را
می‌دهد:

«فعالیت‌های اختلال آور می‌توانند یگانگی اکولوژیکی رودخانه را بشیوه‌های مختلفی از بین
بینند. تغییرات کanal محلی می‌تواند بالا دست یا پایین دست (سراب و پایاب) رودخانه را
 تقسیم و چند پاره کند و بهمین ترتیب نیز می‌تواند تغییرات جانبی بوجود آورد. تغییرات زون
حاشیه رودخانه‌ها متعاقباً منجر به بروز تغییراتی در داخل کanal گشته و در نتیجه بر
اکوسیستم‌های آبی اثرات کم و بیش همانندی با فعالیت‌های داخل کanal بر جای می‌گذارد.
اثرات همپیوندی کانال‌ها و سیستم‌های حاشیه رودخانه‌ها که عامل بالقوه انتقال اختلالات
به زون حاشیه‌ای رودخانه‌ها است باید همزمان با شروع ارزشیابی فعالیت‌های کanal مورد توجه
قرار گیرد. بعنوان مثال بهره‌برداری و جمع کردن شن و ماسه گرچه محدود به کanal و مرزهای
آن می‌باشد ولی به اراضی قابل دسترس، انباست و توده کردن مواد نیاز دارد که بر زون حاشیه
رودخانه‌ای تاثیر می‌گذارد. فعالیت‌های مربوط به حفظ سواحل و دیواره کanal، سیستم‌های
حاشیه رودخانه‌ها را در ورای میدان فعالیت‌های بهره‌برداری تحت تاثیر قرار می‌دهد.»

فعالیت‌های استخراج شن و ماسه بر مورفوژی رودخانه، زیستگاه حاشیه رودخانه‌ها، ماهیان
مهاجر و زیستگاههای آنها تاثیر می‌گذارد. این اثرات بالقوه بقرار زیر جمع‌بندی شده‌اند:

- ۱- استخراج مواد بستر بیش از حد تجدیدپذیری آنها (که در نتیجه حمل رسوب از بالا
دست رودخانه انجام می‌گیرد) باعث تخریب و فرسایی بستر می‌شود. این تخریب تاحدی به

این دلیل است که شن و ماسه حفاظت بستر بشمار می‌رود و باعث تثبیت سواحل، پشته‌ها و تلماسه‌ها می‌گردد. زمانی که حفاظت از بین می‌رود و شن و ماسه جابجا می‌شود بستر شدیداً شستشو و ریگ مال شده و نهشته‌ها حمل می‌شوند. (Lagasse et al 1980 , OWRRI 1995) دامنه تخریب قادر است تا مسافت طولانی به بالادست و پایین دست یک حوزه عملیات استخراج شن و ماسه کشیده شود و می‌تواند ناشی از بهره‌برداری بپروریه شن و ماسه از بستر رودخانه یا بالاتر از کanal کم آب باشد.

(Collins and Dunne 1990, Kondolf 1994 a,b; OWRRI 1995)

تشدید شیب رودخانه می‌تواند زمینه بروز فرسایش، خاکشویی، افزایش سرعت آب و جریانهای متراکم را در بالا دست محل استخراج فراهم کند (OWRRI 1995). تخریب می‌تواند تمام عمق شن و ماسه بستر یک کanal را تهی کند و باعث عربانی تحت‌الارض و طبقات زیرینی که در زیر لایه شن و ماسه قرار دارند گردد. در نتیجه از میزان زیستگاه قابل استفاده برای تخم‌ریزی ماهیان مهاجر کاسته می‌شود.

(Collins and Dunne 1998, Kondolf 1994a; OWRRI 1995)

بعنوان مثال چنانچه مواد بستری که از بالادست رودخانه به پشته‌های شن و ماسه و تلماسه‌ها می‌رسد کمتر از میزانی باشد که بوسیله جریانهای آبی شسته شده و خارج می‌شود در این صورت خارج کردن شن و ماسه از پشته‌ها و بندابها باعث فرسایش پشته‌ها و بندابهای پایاب رودخانه می‌شود. (Collins and Dunne 1990)

بنابراین بهره‌برداری از شن و ماسه نه تنها بر محل استخراج تاثیر می‌گذارد بلکه ممکن است سبب کاهش انتقال شن و ماسه به مناطق تخم‌ریزی در پایاب رودخانه گردد.

(Pauley et al 1989)

۲- استخراج شن و ماسه باعث افزایش مواد رسوبی معلق، حمل رسوب، کاهش شفافیت و افزایش ته نشینی مواد می‌گردد. (OWRRI 1995)

مهمترين تغییر در توزیع میزان رسوب در اثر بهره‌برداری از شن و ماسه ناشی از کاهش میزان نهشته در نتیجه رسوب مواد بسیار ریز در محل است (Rundquist 1980). رسوبات بسیار ریز در تفریخ تخم ماهیان اثر بسیار تعیین کننده دارند و می‌توانند فضای بین طبقات را لای انود و پر

کرده و از رسیدن آب اکسیژن دار به تخم‌ها و خارج شدن مواد زاید حاصل از فعالیتهایی متابولیکی جلوگیری کنند. (Chapman 1988 , Reiserand White 1988)

هر گاه میزان بار رسوبات لای بیش از حد باشد از تشکیل لارو، رسیدن به مرحله نابالغی بلوغ، مهاجرت یا تخم‌ریزی جلوگیری می‌کنند

(Snyder, 1959, Cordone & Kelly 1961, Biss & Bilby 1982, Bjornn & Reiser 1991, OWRRI 1995)

عواملی نظیر لای انود شدن، اختلالات در طبقات زیرین، افزایش کدری آب، بر بی مهرگان نیز که منابع غذایی ماهیان مهاجر بشمار می‌روند تاثیر می‌گذارند. (OWRRI 1995)

۳- تخریب بستر سبب تغییر مورفوژی کanal می‌شود

(Moulton 1980, Rundquist 1980 Collins & Dunne 1990, Kondolf 1994a,b; OWRRI 1995) استخراج شن و ماسه سبب تغییر جریان آب در گستره‌ای می‌شود که در آن محل شن و ماسه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (Rundquist 1980). زمانی که جریان آب رودخانه کم باشد مناطق بهره‌برداری شده‌ای که عمق یا جریان آب کمی دارند قادرند راه مهاجرت ماهیان را بندآورده و مختل کنند (Moulton 1980). این موضوع می‌تواند در بسیاری از مناطق که جریان آب در اثر عملیات آبیاری و آب و برق تغییر یافته است مسائل را وحیم‌تر کند. حتی اگر فعالیتهای استخراج شن و ماسه در طول دوره‌ای که آب کanal رودخانه دائمی یا فعال پایین است متوقف شود؛ ثبات طبقات زیرین و مورفوژی کanal در خارج از محیط پیرامونی منطقه حفاری شده در طول دوره پرآبی بعد تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بموازات فعالیت طبیعی و پیچ خوردن کanal (ماندر) ممکن است کanal به منطقه حفاری شده جابجا شود. بهمین ترتیب آب حوضچه‌ها و آبگیرهای جدا افتاده از کanalهای اصلی در طول دوره پرآبی ممکن است ماهیان را بدام انداده و درمانده کنند. (Moulton 1980 , Plamisano 1993)

آبگیرهای ایجاد شده در مقایسه با کanal اصلی دارای دمای بالا، اکسیژن محلول کم می‌باشند و ماهیان بدام افتاده علاوه بر شرایط فوق باید نتایج افزایش طعمه خواری را نیز تحمل کنند. بعلاوه زمانی که خشک شوند ماهیان، آب بدن خود را از دست داده و از بین خواهند رفت. (Moulton 1980)

۴- روتراشی تلماسه‌ها یا کفگیرهای از پشت‌های شن و ماسه دارای پیامدهای مهمی بر زیستگاه ماهیان می‌باشد. روش اسکیمینگ در ابتداء برش عرضی صاف و گستره‌های ایجاد می‌کند و سپس محدودیت بده پایین آب کanal را رفع کرده و در نتیجه لایه نازکی از آب در بدنه پایه بوجود می‌آورد (Kondolf 1994 a). اسکیمینگ چون می‌تواند شن و ماسه سنگفرش را نیز بردارد و ذرات ریز سطح زیرین را برجای گذارد قادر است زمانی که بده آب کم است فرسایش بوجود آورد (Kondolf 1994a , OWRRI 1995) . از اثرات دیگر اسکیمینگ این است که ارتفاع کلی تلماسه‌ها و پشت‌های را کاهش داده و بدین طریق حد آستانه بده آب را که برای حمل رسوب ضروری است (OWRRI 1995) کاهش می‌دهد.

نیزارها در پایاب رودخانه‌ها بعنوان زیستگاه قزل آلا در برابر انباشت مواد آبرفتی اضافی و نابجا بسیار حساس هستند زیرا مواد آبرفتی باعث خفگی تخم‌ها شده و از بوجود آمدن نوزاد ماهیان جلوگیری می‌کنند. جوامع نی در بالادست رودخانه نیز در برابر روش روتراشی (اسکالپینگ) بسیار آسیب‌پذیر بوده و باعث فرسایش پایین رونده می‌شود (Pauley et al 1989) . بنظر می‌رسد اسکیمینگ در کاهش گستره جانبی کanalها که زیستگاه نوزاد ماهیان است مؤثر بوده و آنرا کاهش می‌دهد. این کارکرد سبب کاهش و یا جابجایی نوزاد قزل آلاهای این زیستگاه‌ها می‌گردد. (Pauley et al 1989)

۵- استفاده از تجهیزات سنگین در بستر کanalها می‌تواند مستقیماً زیستگاه‌های تخمریزی ماهیان را نابود کرده، کدری آب و مواد معلق رسوبی را در پایاب رودخانه افزایش دهد. (Forshage & Carter 1973; Kondolf 1994a) . اختلالات دیگری که ممکن است بوجود آید ناشی از افزایش دسترسی و تردد وسایل نقلیه یا افراد به نیزارها بعنوان زیستگاه و محل تخمریزی است. این تردد و تسهیل دسترسی برای بهره‌برداری و استخراج شن و ماسه انجام می‌گیرد. (OWRRI 1995)

۶- انبار کردن بیش از حد مصالح بشکل توده در دشت‌های سیلابی می‌تواند هیدرولیک کanal را در طول دروه پرآبی که بده آب بالاست تغییر دهد. در طول دوره‌ای که بده آب بالاست، وجود این نوع توده‌ها جابجایی ماهیان را متوقف کرده یا آنها را بدام می‌اندازد. بعلاوه مواد پس ماند آبی که وارد آب می‌شوند در رسوبات پایاب رودخانه رسوب می‌کنند. (Follman 1980)

۷- از بین بردن عوامل ناصافی بستر رودخانه در طول دوره استخراج شن و ماسه بر کمیت و کیفیت زیستگاه‌گونه‌های مهاجر تاثیر می‌گذارد.

عناصر ناهمواری بستر رودخانه بویژه آخالهای چوبی بزرگ نقش مهمی در یکپارچگی ساختار اکوسیستم رودخانه ایفا کرده و زیستگاههای حیاتی برای آزاد ماهیان بشمار می‌روند.

(Koski 1992, Naiman et al 1992, From Klin et al 1995, Murphy 1995, OWRRI 1995)

این عناصر در کنترل مورفوژی کanal و هیدرولیک رودخانه، در تنظیم انباره رسوبات، توده شن و ماسه، مواد آلی خاص و همین طور ایجاد و حفظ تنوع، ترکیب و پیچیدگی زیستگاهی نقش مهمی دارند.

(Franklin 1992, Koski 1992, Murphy 1995, OWRRI 1995)

آخالهای چوبی بزرگ در رودخانه و استخرها، پنگابهایی (آب برگشتی) درست می‌کنند که آزاد ماهیان از آنها بعنوان محل تغذیه استفاده می‌کنند. این محلها نقش‌های مهم دیگری نیز دارند و برای آزاد ماهیان محل اختفا و پناهگاهی در برابر طعمه خواران، زمستان گذرانی، زیستگاهی برای تخم‌ریزی و پرورش نوزдан بشمار می‌روند. (Koski 1992 , OWRRI 1995)

موانع و دامهای چوبی بزرگ در راس پشته‌ها و بندابها می‌توانند نقش لنگرگاه را برای آنها ایفاء کرده و در نتیجه باعث افزایش تجدید شن در پشت این موانع گردد (OWRRI 1995). از بین بردن آخالهایی چوبی بزرگ از بندابها و پشته‌ها بر زیستگاه آبزیان تاثیر منفی می‌گذارد. (Weigand 1991, OWRRI 1995)

اهمیت آخالهای چوبی بزرگ بارها ثابت شده است و خارج کردن آنها بلا فاصله باعث کاهش فراوانی آزاد ماهیان می‌شود.

(Koski 1992, Franklin elat 1995, Murphy 1995, OWRRI 1995)

۸- تخریب زونهای حاشیه رودخانه در طول دوره عملیات استخراج شن و ماسه اثرات تخریبی چند جانبه‌ای بر زیستگاه ماهیان مهاجر دارد. اهمیت زیستگاههای حاشیه رودخانه‌ای را برای ماهیان مهاجر نباید دست کم گرفت. بعنوان مثال کاسکی (Koski 1992) اعتقاد دارد که ظرفیت برد یک رودخانه برای تولید آزاد ماهیان بوسیله ساختار و کارکرد زونهای حاشیه رودخانه‌ها کنترل می‌شود. زون حاشیه رودخانه شامل دیواره، ساحل رودخانه‌ها، گیاهان

حاشیه‌ای و پوشش گیاهی سواحل را در بر می‌گیرد. صدمه به هر یک از این عوامل سبب بی‌ثباتی دیواره‌ها و ساحل گشته و فرسایش را فزایش می‌دهد، واردات رسوب و مواد غذایی را افزایش می‌دهد، میزان پوشش و سایه گذاری سواحل را کاهش داده و دمای رودخانه را افزایش می‌دهد. تخریب و انهدام درختان حاشیه‌ای نیز معنی کاهش در میزان تولید آخال‌های چوبی است که باعث کاهش و نابودی تنوع زیستگاهی در داخل رودخانه می‌گردد. همانگونه که قبلاً اشاره شد این آخال‌های چوبی برای رشد و بقاء گونه‌های مهاجر اهمیتی حیاتی دارند.

(Koksi 1992, Murphy 1995, OWRRI 1995)

فعالیتهای استخراج شن می‌توانند بشیوه‌های متعددی به زون حاشیه‌ای رودخانه‌ها آسیب برسانند.

الف - چنانچه لایه‌های آبدار دشتهای سیلابی به رودخانه‌ها تخلیه شود، سطح آبهای زیرزمینی بدليل تخریب کanal می‌تواند کاهش یابد. پایین افتادن تراز آبی می‌تواند باعث از بین رفتن پوشش گیاهی حاشیه رودخانه گردد. (Collins and dunne 1990)

ب - تخریب و نابودی بلند مدت پوشش گیاهی رودخانه‌ای زمانی دیده می‌شود که شن و ماسه از عمق برداشته می‌شود و نتیجه این کار ایجاد سیلاب مستمر یا تشکیل آبهای حوضچه‌ای و آبگیرها است. نابودی پوشش گیاهی می‌تواند بشكّل دیگری نیز دیده شود و آن زمانی است که استخراج شن و ماسه در کanal تغییر عمدہ‌ای بوجود آورد و در نتیجه سبب بروز مکرر سیلاب سالیانه در محل تخریب شده گردد. (Joyce 1980)

ج - استقرار تجهیزات سنگین، ماشین‌الات جداسازی و تولید شن و همین طور ابار کردن مصالح بصورت پشته در محل استخراج یا نزدیک به آن می‌تواند نابودی پوشش گیاهی حاشیه رودخانه را فراهم کند. (Joyce 1980, Kondolf 1994a, OWRRI 1995)

تجهیزات سنگین سبب فشردگی، کاهش نفوذپذیری و در نتیجه فرسایش خاک و ایجاد جریانهای سطحی در روی زمین (روانابها) می‌گردد. بعلاوه راهها و احداث جاده‌ها، پس‌ماندها و گرد و غبار جاده‌ها و پلهای موقتی نیز می‌توانند بر زون حاشیه رودخانه‌ها تاثیر بگذارند.

د - خارج کردن آخال‌های چوبی از زون حاشیه رودخانه در طول دوره فعالیتهای استخراج بر اجتماعات نباتی این حاشیه پیامدهای منفی در بر دارد. (Weignd 1991, OWRRI 1995)

آخالهای چوبی در حفظ و ارتقاء سطح ترمیم پوشش گیاهی سمت بستر رودخانه‌ها مؤثر است.

ه - تخریب سریع بستر ممکن است سبب ریزش سواحل رودخانه گردد. افزایش ارتفاع سواحل نیز می‌تواند فرسایش بوجود آورد. (Collins and Dune 1990, Kondolf 1994 a)

و - بخشهای تراشیده شده یا سواحل شکسته شده در طول دوره استخراج شن و ماسه ممکن است از بین بروند. پیامد این کار کاهش سایه اندازی و افزایش دمای رودخانه است. (Maulton 1980)

ز - برای رسیدن به شن طبقات زیرین و خارج کردن بار و مواد اضافی ممکن است رویه سواحل تراشیده شود. تراشیده شدن سواحل باعث بی ثباتی سواحل و افزایش واردات رسوب در رودخانه می‌شود. (Moultion 1980)

ح - کاهش در اندازه یا ارتفاع بندابها و پشت‌های باعث می‌شود که سواحل مجاور با سرعت بیشتری فرسایش یابی ثبات شوند. میزان فرسایش و بی ثباتی سواحل به توزیع شن و ماسه و میزان خارج کردن آن و ژئومتری بستر رودخانه‌ها بستگی دارد. (Collins and Dunne 1990)

پیشنهادات:

پیشنهادات زیر را نباید ثابت و غیرقابل انعطاف بحساب آورد. این پیشنهادات بموازات افزایش علوم باید بازنگری و اصلاح شوند و زمینه‌هایی که در آنها عدم قطعیت وجود دارد حل و فصل گردد. بعلاوه این توصیه‌ها موافق با شرایط منطقه و محل استفاده باید تطبیق داده شوند. بهمین دلیل در تفسیر و کاربرد آنها تا حدی باید انعطاف پذیری نشان داد.

- کانالهای متروکه و رها شده در تراسها و دشت‌های سیلابی غیر فعال باید ترجیحاً برای فعال کردن کانالها و دشت‌های سیلابی و دلتاهای آنها مورد استفاده قرار گیرند.

محلهای استخراج شن و ماسه باید در خارج از دشت‌های سیلابی فعال واقع شوند. بعلاوه شن و ماسه نباید از زیر تراز آبی برداشته شود. عبارت دیگر معدنکاری بشیوه چاله خشک در تراسها یا دشت‌های سیلابی نسبت به سایر گزینه‌ها بویژه معدنکاری بشیوه چاله مرتضوب در داخل بستر رودخانه و همین طور اسکیمینگ و چاله مرتضوب در دشت‌های سیلابی ارجحیت دارد. بعلاوه

محریان استخراج شن و ماسه نباید بستر رودخانه‌ها را بخاطر بهره‌برداری غیرفعال کرده و آنرا تغییر دهنده. باید از ایجاد حوضچه‌ها و آبگیرهای جدا افتاده که باعث بدام افتادن ماهیان می‌گردد پرهیز شود. ضمناً تمام فعالیتهای استخراج شن و ماسه برای یک پروژه باید در همان جهت دشتهای سیلابی استقرار پیدا کنند. اینکار باعث می‌شود که از تردد تجهیزات سنگین در عرض رودخانه جلوگیری شود.

- در استخراج شن و ماسه، رودخانه‌های بزرگ نسبت به رودخانه‌های کوچک اولویت دارند و ترجیحاً در آنها باید استخراج صورت گیرد. سیستم‌های بزرگ رودخانه‌ای از آن جهت ارجحیت دارند که دارای شن و ماسه بیشتری هستند، دشتهای سیلابی عریض تری دارند، اختلالات کمتری پسیدا می‌کنند و بطور کلی پیامدهای استخراج شن و ماسه را کاهش می‌دهند (Follman 1980). در رودخانه‌های کوچکتر موقعیت محل استخراج بدلیل محدود بودن نهشته‌های آشکار شن و ماسه و باریک بودن نسبی دشتهای سیلابی بسیار حیاتی و حساس است (Follman 1980).

- سیستم‌های رودخانه‌ای بره بره (رودخانه‌های عریض کم عمق با نهرهای کوچک در متن بستر) نسبت به سایر سیستم‌های رودخانه‌ای از نظر استخراج شن و ماسه باید اولویت داشته باشند. حساسیت سایر سیستم‌های رودخانه‌ای نسبت به تغییرات فیزیکی حاصل از استخراج شن و ماسه افزایش می‌یابد. این تغییرات عمدتاً عبارتند از تشکیل ماندریاپیچ، دماغه، مارپیچ (سینوس) و مستقیم شدن مسیر. (Rundquist 1980)

چون سیستم‌های رودخانه‌ای بره بره پویا بوده و تغییر و انحراف کanal در آنها یفراوانی روی می‌دهد، از دیدگاه نظری از آن جهت که این تغییر در فرایند طبیعی رخ می‌دهد قاعده‌تاً تغییر کanal ناشی از استخراج شن و ماسه در این رودخانه در کل باید پیامدهای کمتری داشته باشد. (Follman 1980) بعلاوه عرض دشتهای سیلابی در سیستم‌های رودخانه‌ای که قبلاً ذکر آنها رفت بشدت کاهش می‌یابد. چنانچه استخراج شن و ماسه در دشتهای سیلابی مجاور انجام گیرد بنظر می‌رسد که در چهار سیستم رودخانه‌ای ذکر شده نسبت به سیستم رودخانه‌ای بره بره پیامدهای جدی تری باشد. (Follman 1980)

- برای اجتناب از گسترش پیامدهای برداشت شن و ماسه بر مورفولوژی کanal و زیستگاه

ماهیان مهاجر میزان برداشت باید در حد تجدیدپذیری و اباحت شن و ماسه صورت گرفته و از آن نباید تجاوز کند.

با اینکه از نظر مفهومی این مسئله ساده بنظر می‌آید اما تجدیدپذیری سالیانه شن و ماسه در یک محل خاص در حقیقت بسیار متغیر بوده و بخوبی نیز مشخص نیست (تجددیدپذیری عبارت از میزان جایگزینی مواد استخراج شده توسط مواد بستر بالادست رودخانه است). کوندلوف (1994b, 1993) به این اعتقاد ندارد که استخراج شن و ماسه از بستر رودخانه می‌تواند طوری انجام گیرد که از میزان تجدیدپذیری آن تجاوز نکند. کوندلوف می‌گوید: (Kondolf 1993, 1994b) این رویکرد برای مدیریت استخراج شن و ماسه در داخل رودخانه رویکرد صحیحی نیست زیرا نمی‌تواند اثرات فرسایشی بالادست و پایاب رودخانه را که بمحض شروع استخراج باعث تغییر مورفوژئیکی کanal می‌شود برآورد نماید. از طرف دیگر کوندلوف تاکید می‌کند (Kondolf 1993, 1994b) که بدء آب و حمل رسوب در بیشتر رودخانه‌ها بشدت متغیر بوده و از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند و بهمین دلیل میانگین سالیانه مفهومی نداشته و بی معنی است. «میزان میانگین سالیانه» ارتباط چندانی به رژیمهای حمل رسوب در یک رودخانه در هر سالی که مدنظر باشند ندارد. بعلاوه فرایند حمل رسوب را نمی‌توان مدل سازی کرد و اینکار بسیار دشوار است. بهمین دلیل تخمين‌هایی که در مورد حمل بار بستر صورت می‌گیرد ممکن است قابل اعتماد نباشند. این مسائل و عدم قطعیت‌هایی از این قبیل نشان می‌دهند که باید پژوهش‌های بیشتری صورت گیرد.

● روتراشی شن و ماسه (اسکیمینگ) تنها باید تحت شرایط بسیار محدودی مجاز باشد (به بخش ۳ شماره ۴ و پیامدهای زیست محیطی کفگیری رجوع شود). تنها زمانی باید از این شیوه برای برداشت شن و ماسه استفاده شود که بدء آب کم است و ضمناً برداشت باید از بالای تراز آبی رودخانه انجام گیرد. برای کنترل جریان رودخانه در خارج از محل نیز باید از خاکریزها، نوارهای ضربه‌گیر و حائل استفاده شود. درجه‌بندی نهایی توده شن و ماسه باید در خصوصیات بدء آب رودخانه در طول دوره پرآبی که بدء آب بالادست تغییر قابل توجهی بوجود آورد (OWRRI 1995).

و بالاخره برای جلوگیری و تضمین اثرات منفی عملیات اسکیمینگ بر تجدیدپذیری پایاب رودخانه یا مورفوژئی رودخانه در بالادست یا پایین دست محل عملیات باید نظارت پیوسته

صورت گیرد. چنانچه رودخانه از نظر سرعت فرسایش توده شن و یا پایین افتادن بستر دارای سابقه باشد (بویژه در سالهای نزدیک) استفاده از روش اسکیمینگ باید ممنوع گردد.

● حفاری‌ها و چاله‌کنی‌ها در دشت‌های سیلابی مجاور یا تراسه‌ها باید بوسیله یک حائل ضربه‌گیر از کanal فعل و دائمی جدا شود و این جدایی برای دو یا چند دهه باید حفظ شود. همان طور که قبل از بحث شد (بخش II) کanal دائمی و فعل می‌تواند به گودالهای دشت‌های سیلابی تغییر مسیر دهد. بهمین دلیل کوندلوف (Kondolf 1993, 1994b) توصیه می‌کند که این گودالها باید بعنوان بخش بالقوه‌ای از بستر رودخانه بحساب آورد.

بهر جهت خاکریزها و حائل‌هایی که گودال‌ها و چاله‌ها را از کanal فعل جدا می‌کنند باید طوری احداث شوند که بتوانند در برابر غرقابی شدن کanal یا سیلابی شدن طولانی مدت آن مقاومت کنند.

● قبل از برداشت شن و ماسه باید بررسی کاملی از بستر بعمل 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 پایین دست محل برداشت یا جایی که رسوبات بستر ممکن است در اثر عملیات برداشت تخریب پیدا کنند) اطمینان حاصل کرد. بعلاوه پشت‌های شن برداشت شده و رسوبات نباید مستقیماً شسته شده و هرزآبهای آنها بداخل رودخانه یا در زون حاشیه‌ای رودخانه‌ها رها شوند.

لازم است که سطح شفافیت آب تحت نظارت پیوسته قرار گیرد. برای ماهیان مهاجر و طعمه‌های آنها باید حداقل شفافیت مجاز در نظر گرفته شود و این معیار همواره بمورد اجرا گذشته شود.

● باید از صاف کردن بستر رودخانه‌ها، از بین بردن ناهمواریهای بستر رودخانه‌ها و تخریب آنها در طول فعالیتهای استخراج شن و ماسه اجتناب کرد. جاهایی که تخریب پیدا کرده‌اند باید احیاء و ترمیم شوند. همانگونه که (بخش II شماره ۷) قبل اگفته شد عوامل و ناهمواریهای بستر رودخانه‌ها بویژه آخالهای چوبی در کارکرد اکوسیستم‌های رودخانه‌ای نقش حیاتی دارند.

● برای اجتناب یا بحداقل رساندن صدمات به سواحل و دیوارهای رودخانه‌ها و زیستگاههای حاشیه‌ای باید عملیات استخراج شن و ماسه تحت مدیریت قرار گیرد. از استخراج

شن و ماسه در زونهای حاشیه‌ای پوشیده از گیاهان باید اجتناب کرد. چاله‌های شن و ماسه‌ای که در دشت‌های سیلابی مجاور واقع شده‌اند نباید در پایین تر از تراز آبی مورد حفاری قرار گیرند. خاکریزها، دیواره‌ها و حائل‌هایی که در دشت‌های سیلابی کانالهای فعال را در موقعیت و اشکال اصلی خود حفظ می‌کنند باید دو یا چند دهه نگهداری شوند (شماره ۶) از تراشیدن، ایجاد بریدگی، تخریب و شکستگی در سواحل پوشش دار باید اجتناب نمود. آخالهای چوبی گسترده در زون حاشیه رودخانه‌ای نباید بهیچوجه تخریب، جابجا و برداشته شوند. تمام عملیات وابسته به استخراج نظری شستشوی شن و ماسه باید در خارج از زون حاشیه‌ای مستقر شوند. انتبار کردن مصالح و مواد استخراج شن و ماسه به صورت پشته، مواد اضافی یا پس مانده‌های گیاهی نباید در زون حاشیه‌ای رودخانه‌ها صورت گیرد. عملیات استقرار تجهیزات سنگین در زیستگاههای حاشیه‌ای رودخانه‌ها باید بشدت محدود گردد. جاده‌ها و راههای دسترسی نباید در زونهای حاشیه‌ای رودخانه‌ها تجاوز کنند و کشیدن این راهها در این زیستگاهها باید ممنوع گردد.

- پیامدهای فزاینده عملیات استخراج شن و ماسه بر ماهیان مهاجر و زیستگاههای آنها باید مورد توجه سازمانهای ذیربطر در مدیریت منابع (سطح محلی، ایالت و فدرال) و سازمانهای مسئول صدور مجوز قرار گرفته و در فرایند صدور پروانه نتایج بررسی آنها وارد شود.
- پیامدهای فزاینده‌ای که در اثر استخراج چند جانبه و تعدد محل استخراج در طول رودخانه بر ماهیان مهاجر و زیستگاههای آنها وارد می‌شود بوسیله سایر پیامدهای رودخانه‌ای و اختلالات کاربری زمین در حوضه آبخیز می‌تواند تشیدید شود. پیامدهای اضافی اخیر می‌توانند بوسیله عوامل دیگری نیز مانند تغییرات رودخانه، مهار آب، پروژه‌های کنترل سیلاب، چرای دام، قطع و استحصال درختان بوجود آیند. روشهای فنی برای ارزیابی، مدیریت و نظارت پیوسته بر اثرات فزاینده یا کومولاژیو، خارج از چهارچوب سیاست شن و ماسه اخیر قرار دارند و بعنوان ضرور تهابی تلقی می‌شوند که بعداً باید مورد توجه قرار گیرند. با این حال لازم است هر گونه عملیات استخراج شن و ماسه از دیدگاه جامع تری مورد داوری قرار گیرد و بهمین دلیل پیامدهای فزاینده بالقوه و منفی آنها باید مورد توجه قرار گیرد. این موضوع می‌تواند بخشی از طرح مدیریت استخراج شن و ماسه را تشکیل دهد.

- برنامه ارزیابی یکپارچه زیست محیطی، مدیریت و نظارت پیوسته باید بعنوان بخشی از

هرگونه عملیات استخراج شن و ماسه بشمار آید و در سطوح محلی، ایالتی و فدرال حتماً مورد تر غیب قرار گیرد.

ارزیابی فعالیتی است که برای پیش‌بینی پیامدهای زیست محیطی احتمالی صورت می‌گیرد و از مهمترین ابزار کار مدیریت بشمار می‌رود. مدیریت برای اجرای طرحها و جلوگیری یا بحداقل رساندن پیامدهای منفی آنها از ارزیابی استفاده می‌کند. راهبردهای اصلاح و ترمیم احياء باید بعنوان بخشی از هر برنامه مدیریت بشمار آیند. نظارت پیوسته برای تعیین صحت و درستی ارزیابی و پیدا کردن تغییرات زیست محیطی و حمایت از تصمیمات مدیریت انجام می‌گیرد.

● اصلاح، احياء و ترمیم باید بعنوان بخش لاینکی از مدیریت پروژه‌های استخراج شن و ماسه به شمار آید. اصلاح و بهبود باید توائم و همزمان با فعالیتهای استخراج شن و ماسه انجام گیرد. براساس قوانین و مقررات سیاست زیست محیطی ملی (NEPA) اصلاح و بهبود (Mitigation) موارد زیر را در بر می‌گیرد:

۱- اجتناب از پیامدها و یا نابودی مستقیم و غیرمستقیم

۲- بحداقل رساندن دامنه یا ابعاد اقدامات

۳- ترمیم (Repair) بازسازی (Rehabilitation) یا احياء (Restoration) یکپارچگی و کارکرد.

۴- کاهش یا از بین بردن پیامدها بوسیله حفظ و نگهداری

۵- جبران بوسیله جابجایی یا جایگزینی منبع یا محیط زیست

بنابراین احياء (Restoration) باید بخشی از اصلاح (Mitigation) باشد و براساس تعاریف قبلی هدف احياء باید تجدید یکپارچگی جامعه حیاتی (بیوتا) اکوسیستم رودخانه‌ای باشد و نه ترمیم اجزاء حیاتی صدمه دیده (به فاز III بخش ۷ رجوع شود).

جهت اطلاع از بررسی کلی احياء رودخانه می‌توان به کارهای گور مراجعه کرد (Gore et al 1995). کاسکی (Koski 1992) خاطرنشان می‌سازد که مفهوم احياء زیستگاه رودخانه همانطور که در مورد ماهیان مهاجر بکار گرفته شده است براساس این فرض قرار دارد که زمانی که فاکتورهای محدود کننده زیست محیطی تولید ماهی کاهش یابند تولید باید افزایش یابد. بنابراین تجزیه و تحلیل فاکتورهای محدود کننده برای فرایند احياء بسیار حیاتی و ضروری است. کاسکی (Koski 1992) در جای دیگری می‌گوید که احياء موثر رودخانه باید در گستره کلی و جامعتری

انجام گیرد و این رویکردنی است که طی فرایند سه مرحله‌ای زیر باید انجام گیرد.

مراحل سه‌گانه احیاء

● گام اول:

برای حصول اطمینان از اینکه تمام پیامدهای زیست محیطی موثر بر تمام اکوسیستم رودخانه در نظر گرفته شده‌اند باید برنامه مدیریت آبخیز و احیاء در سطح حوزه آبخیز پیاده شود. (عنوان مثال پیامدهای فراینده). بدیهی است از یک پروژه استخراج شن و ماسه انتظار نمی‌رود که تمام حوزه آبخیز را که تحت تاثیر اثرات فراینده قرار دارد و خود مسئول همه آنها نیست احیاء کند. بلکه به فعالیتهای اصلاح و بهبود و احیائی نیاز دارد که در یک سیستم رودخانه‌ای بر اثرات مستقیم و غیرمستقیم پروژه امعان نظر داشته باشد و این فعالیتها باید در بافت کلی مدیریت آبخیز مشخص شوند.

● گام دوم:

احیاء ساختار فیزیکی کانال، زیستگاههای بستر رودخانه و زونهای حاشیه‌ای (عنوان مثال ثبیت سواحل رودخانه از طریق بازکاشت پوشش گیاهی ویژه زونهای حاشیه‌ای، حفاظت بسترها تخم‌ریزی شنی و جایگزینی آخال‌های چوبهای بزرگ). این گام ظرفیت برداشتن اکولوژیکی زیستگاه را دوباره تجدید کرده و زمینه را برای افزایش تولید ماهیان فراهم می‌کند.

● گام سوم:

برای حصول اطمینان از اینکه جمیعت‌های ماهیان تخم افسان برای بحداکثر رساندن ظرفیت برداشتن زیستگاه کافی هستند لازم است ماهیان خودشان تحت مدیریت قرار گیرند. سازمان ملی شیلات امریکا تشکیل بودجه‌ای رابه یکی از دو شکل زیر برای برنامه‌های اصلاح و احیاء و همین طور برای ثمر بخشی نظارت پیوسته پیشنهاد می‌کند.

- تامین بودجه با مشارکت مجریان بهره‌برداری
- گرفتن حق امتیاز از بهره‌برداران شن و ماسه برای تامین بودجه
- حفظ و حراست زیستگاه باید در مدیریت عملیات استخراج شن و ماسه بعنوان هدف اولیه تلقی شود. سازمانهای ذیرباقع در مدیریت منابع اذعان دارند که تحت شرایط قانونی بعضی از پروژه‌های استخراج شن و ماسه اعم از پروژه‌های تجاری یا پروژه‌هایی که بوسیله خود آنها اجرا می‌شود ممکن است فرصتهای مهمی برای ارتقاء و بهبود زیستگاه ماهیان مهاجر فراهم کند. از این رو برداشت شن و ماسه خودش گاهی می‌تواند بعنوان وسیله‌ای برای ایجاد زیستگاه، احیاء یا بازسازی مورد استفاده قرار گیرد (OWRRI 1995). بهر صورت پروژه‌های احیاء و بهبود رودخانه‌ها باید با احتیاط انجام گیرد (به شروط احتیاطی درباره احیاء و بهبود در بخش ۷ فاز III OWRRI 1995 مراجعه شود). البته ذکر این نکته ضروری است که ترغیب استخراج شن و ماسه بعنوان وسیله‌ای برای بهبود یا احیاء زیستگاه رودخانه بعلت پیامدهای غیرقابل انتظاری که دارد فریب کارانه است. بهمین دلیل اهداف ذکر شده در سیاست شن و ماسه که شرح آن گذشت برای جلوگیری از بروز پیامدهای منفی ناشی از عملیات استخراج تجاری شن و ماسه ارائه شده‌اند. بنابراین استخراج شن و ماسه به منظور بهبود زیستگاه ارتباطی با استخراج تجاری آن نداشته و نباید انجام گیرد و یا نباید جایگزین حفظ و حراست از زیستگاه گردد.

V - مدیریت بهینه عملیات استخراج شن و ماسه

این بخش خطوط اصلی یک سناریوی مدیریت ساده برای عملیات استخراج شن و ماسه را با هدف بحداقل رساندن پیامدهای آنها بر ماهیان مهاجر و زیستگاههای آنها ترسیم می‌کند. این سناریو حول عناصر سه برنامه که در توصیه II رئوس آن بیان شد قرار دارد.

این چهارچوب کلی تنها بمنظور ارائه راهنمایی مقدماتی برای فراهم آوری یک برنامه جامع ارزیابی، مدیریت و نظارت پیوسته تهیه شده است. سایر مثال‌هارا می‌توان در کتابنامه و منابع ذکر شده (عنوان مثال OWRRI 1990, Collins & Dunne 1990) یافت.

قبل از اجرای فاز اول باید مجریان بهره‌برداری، طرح خود را به سازمانهای ذیرباقع (دولتی،

فدرال یا محلی) تسلیم کنند تاریوس کلی پروژه واز جمله موقعیت، روش‌ها، زمان‌بندی، دوره، حجم استخراج پیشنهادی و غیر مشخص شود. مجریان موظف هستند برای پیروی از دستورالعمل‌ها و روشهای ویژه هر منطقه خود را با ادارات منطقه‌ای سازمان ملی شیلات هماهنگ نمایند.

II - فازاول

قبل از استخراج جهت تهیه اطلاعات پایه زیست محیطی، ارزشیابی پیامدهای زیست محیطی احتمالی و تعیین روشهای توصیه شده‌ای که پیامدهای زیست محیطی منفی را بحداقل رسانده یا می‌توانند از بروز آنها جلوگیری کنند باید پژوهش و بررسیهای میدانی جامعی از منطقه بعمل آید.

برای این منظور باید از بهترین روشهای تکنولوژیها و از جمله نمونه‌برداری و بررسیهای میدانی، مدل سازی، تکنولوژی جی.آی.اس و تجزیه و تحلیل اطلاعات آرشیوها، سوابق و اطلاعات (بعنوان مثال نقشه، عکس‌های هوایی، بررسیهای گذشته و غیره) استفاده نمود. تعیین توزیع، انتشار، فراوانی گونه‌ها و مشخصات آنها، تعیین زیستگاههای حساس برای مدیریت شیلات، مسئولیت سازمان ملی شیلات در برابر بیانیه‌های حقوقی و قانونی مختلف، تعیین فاکتورهای محدود کننده زیست محیطی برای جمعیت‌های ماهیان مهاجر (به 1992 Koski رجوع کنید)، محاسبه میزان رسوب و انباست آن و نرخ جریان هیدرولیک، پیش‌بینی تغییرات احتمالی در کیفیت آب، مورفوژی کانال و غیره از جمله فعالیتهای فاز اول بشمار می‌رودن. ضمناً باید پیامدهای فراینده بالقوه منفی (به توصیه شماره ۱۰ رجوع شود) مورد توجه قرار گیرد. بعلاوه برای بهبود احیاء نیز یک استراتژی باید پیشنهاد شود (به توصیه شماره ۱۲ فاز III زیر رجوع شود) بعنوان مثال در چارچوب عوامل غیر زنده (Abiotic) کولینز و دان (Collins & Dunne) پیشنهاد می‌کنند که میزان و موقعیت استخراج شن و ماسه در بستر رودخانه باید براساس موازین زیر تعیین شود:

الف - میزان تجدیدپذیری شن و ماسه در بالادست رودخانه (توصیه شماره ۴ بالا)

ب - ارتفاع بستر رودخانه تحت شرایطی که هیچ‌گونه اختلالی نباشد و طی دهه‌ها یکسال

باقی بماند یا اگر عملی نیست متناسب با افزایش یا کاهش ارتفاع بستر.

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

د - پیش‌بینی اثرات ویژه محلی استخراج شن و ماسه در ارتفاع بستر، ثبات سواحل و توده

شن بندابها یا تلماسه‌ها. تحلیل اثرات گذشته و حاضر از استخراج شن و ماسه در نرخ‌های متعدد ممکن است در این پیش‌بینی مدنظر قرار گیرد.

ه - تعیین مطلوبیت یا میزان پذیرش اثرات پیش‌بینی شده.

II - فاز دوم: نظارت پیوسته عملیات مجاز و افزایش تضمین زیست محیطی

میزان و حجم استخراج باید مرتب تنظیم شود. پیامدهای وارد شده بربست رودخانه، سواحل و تلماسه‌ها، پشت‌های بالا و بندابهای بالا و پایین دست پروره باید با استفاده از عکس‌های هوایی یا کanal نشانه گذاری شده در فواصل زمانی منظم ثبت شوند. بررسی میدانی انتشار گونه‌ها و فراوانی آنها باید بطور منظم انجام گیرد. کیفیت آب باید تحت نظارت پیوسته قرار گیرد. برای ثمر بخشی بیشتر، بهبود و احیاء باید با نظارت پیوسته مستمر توأم انجام گیرد (توصیه شماره ۱۲ بالا). سازمان ملی شیلات توصیه می‌کند که پروندهای 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 پروندها مورد تجدید نظر قرار گیرند. (بعنوان مثال یکی از عناصر بازنگری سالیانه باید تعیین این موضوع باشد که آیا مدیریت شیلات به هدف‌های خود دست یافته است یا نه؟)

III - فاز سوم: تدوین و اجرای برنامه بلند مدت نظارت پیوسته و احیاء

این مرحله باید اهداف فاز دوم را پس از تکمیل پروره ادامه دهد. یک الگوی نمونه از استراتژی بلند مدت برای احیاء آبخیز و رودخانه توسط بربیانت (Brynt 1995) تهیه شده است. به هر صورت اتكاء به احیاء باید در دورنمای مطلوبتری مدنظر قرار گیرد. باید اعتراف کرد که دانسته‌های ما در مورد متداول‌زی و ثمر بخشی احیاء رودخانه‌ها و زیستگاههای متأثر شده از

فعالیتهای استخراج شن و ماسه ناکافی بوده و در آن کاستیهای زیادی وجود دارد. پذیرش این موضوع اهمیت زیادی دارد. بطور کلی احیاء، علمی جوان و تجربی است و فرایندها و مکانیسم‌های آن کمتر شناخته شده‌اند. درباره ارزش کارکردی، ثبات و برگشت‌پذیری آنچه که بعنوان زیستگاه احیاء شده نامیده می‌شود نیز کمتر می‌دانیم، تا این تاریخ مقررات و قوانین موجود یا طرحهای ذیربطری یا اصلاح و احیاء مناطق استخراج شن و ماسه یا خیلی ساده‌اند و یا مبهم هستند. بعنوان مثال مقررات استخراج شن و ماسه در کالیفرنیا زیر مفهوم «بازیابی» (Reclamation) که برگرفته از معدنکاری سطحی و رو باز (نظیر معادن بزرگ ذغال) است تنظیم می‌شوند. کوندلوف (Kondolf 1993, 1994b) خاطرنشان می‌سازد که مفهوم بازیابی که در معادن رو باز بکار می‌رود بنابراین فرض قرار داد که پیامدهای زیست محیطی محدود به محل هستند 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 و تنها پس از قطع استخراج دیده می‌شود کوندلوف معتقد است که بازیابی در واقع محدود به بهسازی و تیمار محل بوده و آنرا بعنوان سیمای ثابت و ضروری از چشم انداز بشمار می‌آورد. کوندلوف استدلال می‌کند که این نوع استنباط و تصور ممکن است در مورد عملیات استخراج از یک رودخانه غیرفعال یا تراشهای رودخانه‌ای کار برداشته باشد اما کانالهای دائمی و فعال و دشتهای سیلابی محیط زیست‌های پویایی هستند و این برداشت در مورد آنهایی تواند صادق باشد. در این محیط‌ها اختلالات قادرند بسرعت به بالادست و پایین دست محل استخراج در طول دوره عملیات و بعد از آن انتشار پیدا کنند. رودخانه‌ها بطور برگشت ناپذیری پروفیل خود را در طول دوره پرآبی بعدی دوباره وفق می‌دهند، گودالهای شن را دوباره از بین برده و این توهمند را بوجود می‌آورند که استخراج شن و ماسه برروی کanal پیامدی در بر ندارد. کوندلوف می‌گوید که یک بررسی میدانی از ارتفاعات بستر رودخانه در نهایت افت بستر را نشان خواهد داد. این افت بیانگر توزیع یکنواخت فرسایش در طول مسیر کanal می‌باشد. بنابراین عملاً این امکان وجود ندارد که یک محل جدا از بقیه اکوسیستم تخریب پیدا کند و یا تخریب به یک محل یا موقعیت مجزا محدود و متوقف گردد. بهمین دلیل دامنه

بازیابی یا برگشت پذیری پیامدها نمی‌تواند محدود بیک محل باشد (Kondolf 1993, 1994b). نتیجه اینکه بازیابی تنها می‌تواند در مورد گودالهای شن و ماسه در نهشته‌های تراشهای بالای تراز آبی صادق باشد اما مفهوم بازیابی برای تنظیم شن و ماسه بستر رودخانه نمی‌تواند کارایی داشته باشد. بنا به همه دلایل ذکر شده در خاتمه شنیدن اظهارات مورفی نیز مهم است (Murphy 1995) :

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

رونالد، آ.اشمیتن
معاون اداره شیلات
سازمان ملی شیلات آیالت متحده
۱۹۹۶ آگوست سال ۱۲۹

منابع

- Bisson, P.A. and R.E. Bilby. 1982. Avoidance of suspended sediment by juvenile coho salmon. N.Amer.J. Fish. Manage. 2: 371-374.
- Bjornn, T.C. and D.W. Reiser. 1991. Habitat requirements of salmonids in streams. In: Meehan, W.R., ed. Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats; pp. 83-138. Amer. Fish. Soc. Spec. Pub. 19 - 751pp.
- Bryant, M.D. 1995. Pulsed monitoring for watershed and stream restoration, Fisheries 20: 6-13.
- Chapman, D.W. 1988. Critical review of variables used to detine effects of fines in redds of large salmonids. Trans. Amer. Fish. Soc. 117: 1.21.
- Collins, B. and T. Dunne. 1990. Fluvial geomorphology and river - gravel mining : a guide for planners, case studies included. Calif. Depart. Conserv., Div. Mines Geol., Spec. Pub. 98.29 pp.
- Cordone, A.J. and D.W. Kelley. 1961. The influences of inorganic sediment on the aquatic life of streams. Calif. Fish Game 47: 189-228.
- Follman, E.H. 1980. Interdisciplinary overview of gravel removal. In: Woodward-Clyde Consultants, ed. Gravel removal studies in arctic and subarctic floodplain in Alaska technical report; pp. 331-384. U.S. Fish Wildl. Serv., Biological Services Program, FWS/OBS - 80/08. 403pp.
- Forshage, A> and N.E. Carter. 1973. Effect of gravel dredging of the Brazos River. Southeast. Assoc. Game Fish Comm. 24: 695-708
- Franklin, J.F. 1992. Scientific basis for new perspectives in forests and streams. In: Naiman R.J., ed. Watershed managment; pp. 25-72. Springer - Verlag, New York. 542pp.
- Franklin, J.F., P.M. Frenzen, and F.J. Swanson. 1995. Re - creation of ecosystems at

- Mount St. Helens : contrasts in artificial and natural approaches. In: Cairns, J., Jr., ed. *Rehabilitating damaged ecosystems*, 2nd edition, pp. 287-334. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 425 pp.
- Gore, J.A., F.L. Bryant, and D.J. Crawford. 1995. River and stream restoration. In: Cairns, J., Jr., ed. *Rehabilitating damaged ecosystems*, 2nd edition; pp. 245-275-. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 425 pp.
- Joyce, M.R. 1980. Effects of gravel removal on terrestrial biota. In: Woodward - Clyde consultants, ed. *Gravel removal studies in arctic and subarctic floodplain in Alaska*technical report; pp. 215 - 272. U.S. Fish Wildl. Serv., Biological Services Program, FWS/OBS - 80/08. 403 pp.
- Kondolf, G.M. 1993. The reclamation concept in regulation of gravel mining in California. *J. Environ. Plann. Manage.* 36: 395-406
- Kondolf, G.M. 1994a. Gemorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landscape Urban Plann.* 28: 225-243.
- Kondolf, G.M. 1994b. Environmental planning in regulation and management of instream gravel mining in California. *Landscape Urban Plann.* 29: 185-404
- Koski, K.V. 1992. 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 pp.
- Iagasse, P.F., B.R. Winkley, and D.B. Simons. 1980. Impact of gravel mining on river system stability. *J. Waterway, Port, Ocean Div., Amer. Soc. Civil Eng.*, 106 (WWE) L: 289-404.
- Moulton, L.L. 1980. Effects of gravel removal on aquatic biota. IN: Woodward - Clyde Consultants, ed. *Gravel removal studies in arctic and subarctic floodplain in Alaska*technical report; pp. 141-214. U.S. Fish Wild. Serv., Biological Services Program, FWS/OBS - 80/08. 403 pp.

Murphy, M.L. 1995. 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 pp.

Naiman, R.J., T.J. Beechie, L.E. Benda, D.R. Berg, P.A. Bisson, L.H. MacDonald, M.D. O'Connor, P.L. Olson, and E.A. Steel. 1992. Fundamental elements of ecologically healthy watersheds in the Pacific Northwest coastal ecoregion. In: Naiman, R.J., ed. Watershed management; pp. 127 - 188. Springer - Verlag, New York. 542 pp.

Oregon Water Resources Research Institute. 1995. Gravel disturbance impacts of salmon habitat and stream health. A report for the Oregon Division of state Lands. Vol 1: Summary Report. 52 pp. Vol 2: Technical background report. 225 pp.

Plamisano, J.F., R.H. Ellis, and V.W. Kaczynski. 1992. The impact of environmental and management factors on Washington's wild anadromous salmon and trout. Wash. Forest Protect. Assn. and Wash. Depart. Nat. Resour., Olympia, WA. 371 pp.

Pauley, G.B., G.L. Thomas, D.A. Marino, and D.C. Weigand. 1989. Evaluation of the effects of gravel bar scalping on juvenile salmonids in the Puyallup River drainage. Final Report to the Wahington Department of Fisheries, Service Contract No. 1620. Coop. Fish. Res. Unit, Univ. Wash., Seattle, Wa. 150 pp.

Reiser, D.W. and R.G. White. 1988. Effects of two sediment size - classes on survival of steelhead and chinook salmon eggs. N. Amer. J. Fish. Manage. 8: 432-437.

Rivier, B. and J. Seguier. 1985. Physical and biological effects of gravel extraction in river beds. In: Alabaster, J.S., ed. Habitat modification and freshwater fisheries; pp. 131 - 146. Butterworths, London.

Rundquist, L.A. 1980. Effects of gravel removal on river hydrology and hydraulics. In: Woodward - Clyde Consultants, ed. Gravel removal studies in arctic and subarctic floodplain in Alaska - technical report; pp. 67 -140: U.S. Fish Wildl. Serv., Biological Services program, FWS/OBS - 80/08. 403 pp.

- Sandecki, M. 1989. Aggregate mining in river systems. Calif. Geol. 42: 88-94.
- Snyder, G.R. 1959. Evaluation of cutthroat trout reproduction in Trappers Lake inlet. Quart. Rept. Colo. Fish. Res. Un. 5: 12 -52.
- Weigand, D.C. 1991. Effects of gravel scaling on juvenile salmonid habitat. M.S. Thesis, Univ. Washington, Seattle WA.

اصطلاحات و تعاریف

- لایروبی: حفاری زیر آب که با ماشین لایروبی انجام می‌گیرد.....
- خاکریز: ایجاد پشته یا گوره مصنوعی.....
- تراز آبی: سطح ایستایی آب یا سطح سفره آب.....
- زیرزمینی
- کدری - تیرگی: میزان شفافیت آب برای نفوذ نور.....
- کدری در اثر مواد معلق ریز بوجود می‌آید
- بده رودخانه: حجم آبی که از یک برش مشخص آبرو در.....
- واحد زمان می‌گذرد.
- آبدهی دائمی یا بده پایه: آبی که در فصل خشک در.....
- رودخانه جریان داشته و از سفره‌های آب زیرزمینی یا از سایر منابع آبی تغذیه می‌کند
- مواد آبرفتی: مواد حاصل از شستشوی خاک.....
- حفظ دیواره‌های رودخانه در مقابل عمل تخریبی جریان.....
- آب
- پایاب رودخانه: پایین دست رودخانه که عموماً کم شیب و جریان آب آرام است.
- Upstream سرآب رودخانه: بالا دست رودخانه که در گستره تندد و شیبدار رودخانه قرار دارد.
- Siltation لای: تنه‌شینی یارسوب مواد گل و لای (مواد معلق ریز)
- Meander پیچان: پیچ و خم یک رودخانه شامل دو انحنای متوالی.....
- Low water بده کمینه یا حداقل جریان آب رودخانه: جریان آب رودخانه در خشک‌ترین موقع سال
- High water بده بیشینه یا حداقل جریان آب رودخانه: جریان آب رودخانه در پرآب‌ترین موقع سال

- **Roodxaneh Berberh:** رودخانه‌ای با بستر فوق العاده عریض و... کم عمق که در میان جریان معمولی آب توسط یک رشته نهرهای کوچک مربوط به هم هدایت می‌شوند. در چنین رودخانه‌ای گرچه نهرهای کوچک ممکن است پیچ و خمها یابی پیدا کنند اما مسیر اصلی اغلب خالی از پیچ و خم است.
- **Pangab ya Bergشت آب:** افزایش ارتفاع سطح آبی که در نتیجه مانع یا برجسته شدن بستر رودخانه حاصل شده و بسمت بالا دست سرایت می‌کند.
- **Sko ya Ayavan:** برای جلوگیری از شستشوی خاک حائلی در برابر آن ایجاد می‌شود
- **Khakrize, Pshte, Gوره:** برای حفاظت از زمینهای جانبی حفاظت از زمینهای جانبی در برابر طغیان آب یا سیل در امتداد رودخانه یک ساحل مصنوعی ایجاد می‌شود
- **Stockpile** ابار کردن مصالح بصورت پشته یا توده: جمع نمودن مصالح بشکل توده برای پخش کردن مجدد آن پس از خاتمه عملیات
- **Impoundment** آبگیر: هر گونه مهار، محصور و ذخیره شدن آب که نتیجه آن تشکیل حوضچه، آبگیر یا سد می‌باشد
- **Riffle** خیزاب: آبشارهای کم عمق در یک جریان آب که بوسیله مانعی که تمام یا قسمتی از آن در زیر آب قرار دارد بوجود آمده و سطح آب راموج دار می‌کند
- **Watershade** آبخیز یا پخسان: پهنه ایست که تمام رواناب ناشی از بارش وارد بروی آنرا، یک رودخانه، آبرو یا دریاچه یا مخزن آبی مثل سد دریافت می‌کند. هر آبخیزی دارای آبریزی است که آب پهنه را جمع می‌کند.

- تلماسه، بنداب، مانع: ته نشست آبرفتی، برجستگی شنی یا ماسه‌ای یا مواد دیگر که در دهانه یا در داخل بستر رودخانه‌ها ایجاد شده و مانع جریان آب می‌شود.
- سیستم‌های حاشیه رودخانه‌ای: مشتمل بر دیواره، سواحل، گستره خیس حاشیه رودخانه که از نظر تنوع زیستی امروزه اهمیت حیاتی پیدا کرده است.
- ماهیان مهاجر: ماهیانی که دریازی هستند ولی برای تخم ریزی وابسته به آبهای رودخانه‌های آب شیرین داخلی هستند و تا دوره بلوغ در آنها بسر می‌برند مانند: سلمون‌نیدها یا آزاد ماهیان.
- بهره‌برداری شن و ماسه بطریقه چاله خشک: در این شیوه در رودخانه‌های غیر دائمی، مسیل‌ها و بندابها که شن و ماسه را کپه کرده‌اند با ایجاد چاله و گودبرداری شن و ماسه آنرا برداشت می‌کنند.
- بهره‌برداری شن و ماسه بطریقه چاله مرطوب: در این شیوه در رودخانه‌های دائمی با ابزار و ماشین آلات گودبرداری شده و شن و ماسه انباسته شده را برداشت می‌کنند.
- کف‌گیری یا رویه‌گیری بندابها: در این روش لایه سطحی شن و ماسه بدون گودبرداری از زیر تراز آبی کف‌گیری می‌شود
- روتراشی: متراff کف‌گیری است. در این روش توده شن ماسه بدون گودبرداری سرزنشی یا روتراشی می‌شود.
- بازیابی: انجام اقداماتی برای برگشت پذیری یک منطقه بحالت اول می‌باشد. در اینجا برای بازیافت مناطق معدنکاری شده پس از پایان یافتن آن (معدن روباز) بکار رفته است.

- **Mitigation** اصلاح: مجموعه‌ای از اقدامات گسترده‌اعم از جبران کننده، کاهش دهنده، ترمیم، بازسازی، احیاء و جلوگیری کننده است.
- **Restoration** احیاء بخشی از برنامه اصلاح بوده و برای تجدید یکپارچگی و کارکرد جامعه حیاتی رودخانه انجام می‌گیرد و برای ثمر بخشی بیشتر باید در چارچوبی گسترده و با دیدگاهی کل گرایانه انجام گیرد.
- **Rehabilitation** بازسازی یا توان بخشی: برای ارتقاء سطح توان یک منطقه انجام می‌گیرد.
- **Repair** ترمیم: برای اجزای حیاتی آسیب دیده انجام می‌گیرد.
- **Monitoring** نظارت یا مراقبت پیوسته برای تعیین صحت و درستی ارزیابی پیامدهای زیست محیطی، درک تغییرات و حمایت از تصمیمات مدیریت انجام می‌گیرد.
- **Assessemnt** ارزیابی: برای پیش‌بینی پیامدهای زیست محیطی احتمالی انجام می‌گیرد و برای بحداقل رساندن پیامدهای منفی بسیار ضروری است.

منبع:

Ronal A.Schmittten (1996)

United states Departement of Commerce

NMFS National Gravel Extraction Policy

National Marine Fisheries Service

Conservation of Streams and Rivers

**(Biophysical Characteristics, Habitat values
and Guidelines for gravel extractoin
of River beds)**

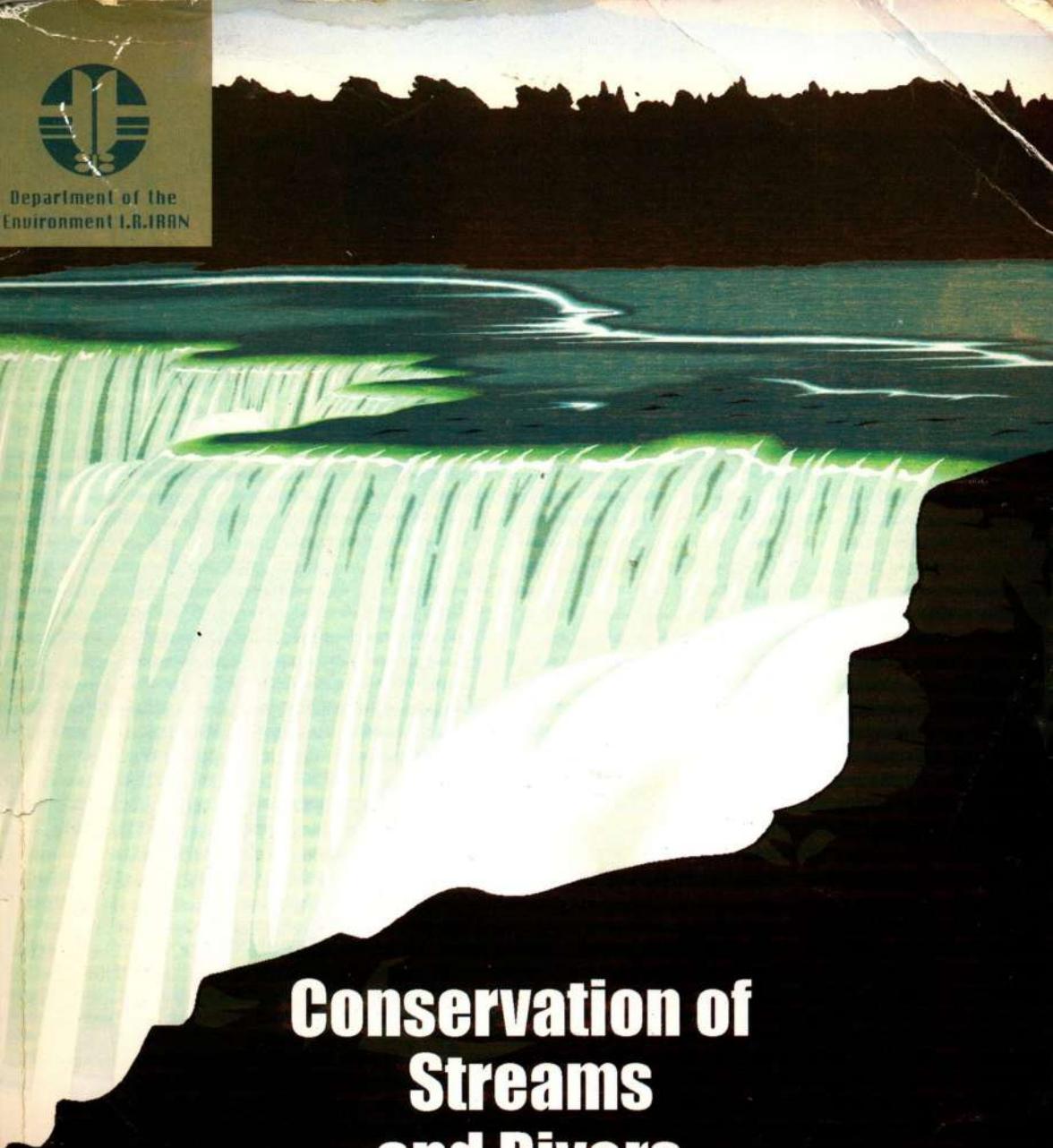
Edited by: H. Madjnoonian

1997

**Departement of the Environment (D.O.E)
IRAN**



Department of the
Environment I.R.IRAN



Conservation of Streams and Rivers

Biophysical Characteristics, Habitat values
and Guidelines for gravel extraction
of River beds

H. Madjnoonian 1999

ISBN 964 - 92183 - 0 - 0

