سال چهارم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۰۷ تا ۱۱۶
نشریه آب و توسعه پایدار

2017, Vol.4, No.1, Pages 107 to 116
Journal of Water and Sustainable Development

مطالعه مروری رویکرد سدزدایی در مدیریت پایدار آب و محیط‌زیست

بابک خیاط رستمی[۱*]، اکبر صفرزاده[۲]، سیامک خیاط رستمی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد عمران- سازه های هیدرولیکی، باشگاه پژوهشگران جوان.
۲ و ۳- به ترتیب دانشیار گروه مهندسی عمران و دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده فنی، دانشگاه محقق اردبیلی.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: babak.kh.rostami@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۱۵

چکیده

سدسازی مدرن، پس از انقلاب صنعتی و تولید ماشین‌آلات سنگین ساختمانی رو به گسترش نهاد و تبعات منفی آن برای محیط زیست و اجتماع در سایه دستاوردهای این صنعت نظیر مهار سیلاب، توسعه کشاورزی و توریسم، تولید انرژی برقابی و تأمین آب شرب قرار گرفت. سدزدایی در کشورهائی که دوران سدسازی شتابان را پشت سر نهاده‌اند، محصول نگرش توسعه پایدار می‌باشد. تبعات سدسازی شتابان در کشور ما ایران نیز به تدریج در حال رخ نمودن است. مقاله حاضر به عنوان اولین مطالعه مروری سدزداییِ منتشر شده در ایران، دلایل، تاریخچه و رابطه آن با پارادایم‌های مدیریت آب را بررسی می‌کند؛ پس از معرفی شاخص‌های کلیدی و مدل‌های تصمیم‌گیری، فرایند سدزدایی تبیین و روند کنونی سدزدایی در ایالات متحده ارائه شده است. در نهایت یکی از زمینه‌های انجام آن در کشور به اجمال مورد بررسی تطبیقی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: سدزدایی، اکوسیستم، مدیریت تطبیقی، تصمیم گیری.

Literature Review on Dam Removal: A U-Turn Towards the Sustainable Management

B. Khayat rostami[1*], A. Safarzadeh[2], S. Khayat rostami[3]

1- M.Sc, Civil Enginnering Faculty, Hydraulic Structures Department, Young Researchers Club, Iran. 2, 3- Associate Professor in Civil Engineering Faculty & M.Sc student of Hydraulic Structures, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

*(Corresponding Author Email: babak.kh.rostami@gmail.com)
Received: 09-02-2016
Accepted: 05-08-2016

Abstract

Modern dam construction developed rapidly after the industrial revolution and the manufacturing of the heavy construction machinery,. The benefits of this industry, such as flood control, agricultural and tourism developments, hydropower generation and drinking water supply, shaded its negative impacts. Dam removal in the developed countries, which have passed the rapid dam construction period, is an outcome of the sustainable development approach. Nowadays negative impacts of rapid dam construction projects are taking place gradually in our country. For the first time in Iran, this paper reviews the history, reasons and literature on dam removal and investigates its relation with the water management paradigms. After introducing the key indicators and decision-making models, the dam removal process has been explained and recent dam removal trends in the United States is presented. Finally, one of the applicability cases in Iran has been investigated in a brief comparative study.

Keywords: Dam removal, Ecosystem, Adaptive management, Decision making.

DOI: 10.22067/jwsd.v3i2.53707

مقدمه

یکی از رویکردهایی که برای مقابله با اثرات نامطلوب سدها در سطح جهانی شکل گرفته است، سد زدایی[1] یا انهدام[2] سدها می‌باشد. هر سد بسته به اندازه و موقعیت خود محدوده محلی، منطقه‌ای، ملی و حتی بین‌المللی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بر اساس نظریه سیستم‌ها، هر گونه تغییر در اجزای سیستم به بازخوردهای مثبت یا منفی مجموعه در کوتاه یا بلندمدت می‌انجامد. بیشترین انتقادات به سدها به خاطر تأثیر گسترده آنها بر اکوسیستم می‌باشد (شکل ۱)؛ از جمله، اکوسیستم ۶۰ درصد از ۲۲۷ رودخانه بزرگ جهان به طور کامل یا نسبی با احداث سازه‌های آبی به خصوص سد گسسته شده است[3] (Revenga و همکاران، ۲۰۰۰)، (Nilsson و همکاران، ۲۰۰۵). سهم مخازن سدها در بین علل انسانی گرم شدن کره زمین بیش از ۴ درصد تخمین زده می‌شود (Lima و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین تأثیر احداث و بهره‌برداری سدها بر آبدهی رودخانه‌ها را بزرگتر از هرگونه تغییرات هیدرولوژیک از جمله تغییرات اقلیمی دانسته‌اند (Graf، ۱۹۹۹). مجموعه این تأثیرات سدزدایی را در برخی کشورها توجیه‌پذیر نموده است.

سد زدایی عبارتست از اقدام مدیریت شده برای تخریب یک سد یا زنجیره‌ای از سدها در حوضه آبریز رودخانه، به دلایل ذیل:

۱- احیای بستر و رژیم جریان در رودخانه و سیلابدشت (اسحاقی و همکاران، ۱۳۹۲)

۲- حفاظت تالاب‌ها و گونه‌های گیاهی و جانوری

۳- از دست رفتن توجیه اقتصادی سدها به خاطر هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری، یا کاهش آورد در اثر تغییرات اقلیمی

۴- مسائل ایمنی مربوط به ضعف طراحی، فرسودگی سازه، یا بروز زلزله‌های القائی در مخزن سد

۵- پاسخگوئی به تقاضاهای اجتماعی

گذشته از جنبه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی، هزینه تخریب ۱۰ هزار سد بررسی شده در اروپا، دو تا سه برابر کمتر از هزینه تعمیر آنها برآورد گردیده است (Aspen، ۲۰۰۲). سدزدایی یکی از علل کاهش تدریجی تعداد سدهای در حال بهره‌برداری در آمریکا و اروپا دانسته می‌شود (Kornijów، ۲۰۰۹).

		مشخصات اکوسیستم					
	نوع سد	زیستگاه	مهاجرت	بیوژئوشیمی	انتقال رسوب	رژیم دما	رژیم جریان
سد طبیعی	آبشار	▬	◑	▬	▬	▬	▬
	واریزه	○	○	○	○	○	○
	سد سنگ آبی	◑	◑	◑	◑	◑	◑
سد ساخته شده توسط انسان	ارتفاع تا نیم متر	○	○	○	○	○	○
	ارتفاع ۵-۱ متر	◑	◑	◑	◑	◑	◑
	بیشتر از ۱۵ متر	●	●	●	●	●	●
راهنما	▬ بی تاثیر	○ کم	◑ متوسط	● زیاد			

شکل ۱- مقایسه سدهای طبیعی و ساخته دست انسان از نظر تأثیر بر اکوسیستم (Hart و همکاران، ۲۰۰۲)

از نظر آماری، به ترتیب کشورهای کانادا (۶ درصد)، تایوان (۴ درصد)، سوئد (۲/۵ درصد) و سایر کشورها (۴/۵ درصد) با اختلاف زیاد نسبت به ایالات متحده (۸۳ درصد) موارد ثبت شده سدزدایی در بانک اطلاعات سازمان مطالعات زمین‌شناسی[4] را به خود اختصاص می‌دهند و تحقیق حاضر روند سدزدایی در کشور آمریکا را بررسی می‌کند. سدسازی مدرن اندکی پس از انقلاب صنعتی (۱۸۵۰ میلادی) آغاز شد. در نیمه اول قرن بیستم، سدسازی در ایالات متحده به شدت از طرف دولت حمایت می‌شد و در اواسط قرن به اوج رسید. در این زمان، اداره عمران[5] دستور اکید داشت تا برق و آب مورد نیاز برای توسعه سریع شهرها را با احداث سد تأمین نماید. اما رویکرد مدیریت منابع آب ایالات متحده در نیمه دوم قرن بیستم تغییر یافت. عوارض ناشی از طرح‌های توسعه پیشین به تغییر در قوانین انجامید تا از محیط‌زیست و گونه‌های در حال انقراض محافظت به عمل آید. مفاهیم جدیدی در علوم اکوسیستم و مدیریت آب پدید آمد و وجود ریسک‌های بلند مدت و عدم قطعیت در مدیریت منابع آب مورد پذیرش قرار گرفت (USACE، ۲۰۰۴). منابع مختلف ارقام متفاوتی از تعداد سدهای ایالات متحده

گزارش نموده‌اند. بالاترین رقم ۲ میلیون سد برآورد شده که بیش از ۲۵ درصد آنها بالاتر از ۵۰ سال عمر دارند (Klumpp، ۲۰۱۱). اولین مورد سدزدایی در سال ۱۹۱۲ ثبت شده که سد مارکوت[۶] در ایالت میشیگان بوده است (American Rivers، ۱۹۹۹). از دهه ۱۹۴۰ روندی شکل گرفت که در سه دهه آخر قرن بیستم شتاب یافت و بیش از ۲۰۰ سد در این کشور تخریب شدند. مشاهده می‌شود که فاصله زمانی بین دوره اوج سدسازی تا شتاب گرفتن سدزدایی در قرن گذشته، کمتر از دو دهه بوده است. یک بررسی تحلیلی در خصوص علل سدزدایی در قرن بیستم در ایالات متحده نشان می‌دهد که روند سدزدایی به دلایل ایمنی آغاز و در اواخر قرن به دلایل زیست محیطی اهمیت داده شده است (Pohl، ۲۰۰۲). سدزدایی را می‌توان گزینه‌ای در راستای «مدیریت پایدار» اکوسیستم دانست. مدیریت پایدار عبارتست از ادغام تجربیات پایداریِ حاصل شده در زمینه‌های جامعه، محیط زیست، کشاورزی، کسب و کار و زندگی فردی، به نحوی که منافع نسل کنونی و نسل‌های آینده را برآورده سازد. رعایت شاخص‌های پایداری گاه می‌تواند گزینه عکس، یعنی سدسازی را ضروری نشان دهد (Andre، ۲۰۱۲).

پارادیم‌های مدیریت آب و سدزدایی

شکل‌گیری نگرش توسعه پایدار در سه دهه آخر قرن بیستم (خیاط رستمی و همکاران، ۱۳۹۲) و ارائه تئوری عمومی سیستم‌ها (Bertalanffy، ۱۹۶۸) مقارن با شتاب گرفتن روند سدزدایی بود. ارتباط این مفاهیم و سدزدایی را باید در «پارادایم مدیریت آب» جستجو کرد.

پارادیم مدیریت آب، مجموعه‌ای از مفروضات بنیادین درباره ماهیت سیستم مدیریت شونده، اهداف مدیریت و روش‌های دستیابی به آنها است. پارادایم بر اساس مفاهیم مصنوع نظیر زیرساخت‌های فنی، رویکردهای برنامه ریزی، مقررات، تجارب مهندسی، مدل‌ها و ... تبیین می‌شود. پارادایم‌ها از نظر تکوینی به دو دسته غالب و در حال شکل‌گیری[۷] تقسیم می‌شوند. افزایش ذی‌مدخلان[۸] موجب می‌گردد که پارادایم از حالت غالبِ قبلی به حالت گذار وارد و پارادایم جدیدی شکل بگیرد. جدول (۱) سیر تحول ذی‌مدخلان تأثیرگذار در مدیریت منابع آب از جمله طرح‌های توسعه را نشان می‌دهد.

در حال حاضر، «مدیریت تطبیقی»[۹] پارادیم پذیرفته شده مدیریت آب در سطح بین‌المللی است که ریشه‌های آن را نیز در دهه ۱۹۷۰ میلادی می‌دانند. انعطاف در تصمیم‌گیری حین مواجـهه با عدم قطعیت، همگامی با پیشرفت‌های علمی، یادگیری مستمر، پایش اهداف با معیار میزان کاهش تنش بین ذینفعان و اهمیت تنوع زیستی، هسته‌های اصلی این مفهوم مدیریت را تشکیل می‌دهند. نگرش‌های مختلفی نسبت به این پارادیم وجود دارد اما یک عنصر مشترک آنها - چه در تئوری و چه در عمل - عبارتست از مدل(های) سیستمی که باید مدیریت شود (USACE، ۲۰۰۴).

Cortner و Moote (۱۹۹۴) پارادیم سنّتی مدیریت منابع آب را به خاطر بهره‌کشی مداوم [از طبیعت] مورد نقد قرار دادند. آنان اعلام نمودند پارادیم جدیدی در حال شکل‌گیری است که بر پایه دو اصل مدیریت اکوسیستمی و تصمیم‌گیری مشارکتی قرار دارد. یک سال بعد، پارادایم «مدیریت یکپارچه حوضه آبریز» معرفی شد (Ward، ۱۹۹۵) که می‌توان آن را معروف‌ترین پارادایم در ایران دانست. در سال ۲۰۰۰، نیاز به ادغام ارزش‌های اکولوژیک در سیاست‌های آبی و ایجاد انفصال بین رشد اقتصادی و مصرف آب، به اعلام تغییرات جدید در پارادایم آب انجامید (Gleick، ۲۰۰۰) که اغلب رویکردهای غیر سازه‌ای نظیر افزایش راندمان، مدیریت تقاضا و تخصیص مجدد آب را در بر می‌گیرد. انتشار گزارشات تفصیلی تحت عناوینی نظیر «تجربیات موفق سدزدایی» (American Rivers، ۱۹۹۹) و «تأمین منابع مالی برای سدزدایی» (Otto و Bowman، ۲۰۰۰) از پذیرش این رویکرد در این دوره حکایت دارند.

جدول ۱- سیر تحول ذی‌مدخلان در طرح‌های توسعه منابع آب (بی‌نا، ۱۳۸۸)

دوره زمانی	ذی‌مدخلان
قبل از جنگ جهانی دوم	مهندسان
بعد از جنگ جهانی دوم	مهندسان + اقتصاددانان
اوایل دهه ۷۰	مهندسان + اقتصاددانان + پیوست‌های زیست محیطی
اوایل دهه ۸۰	مهندسان + اقتصاددانان + طرفداران محیط‌زیست، جامعه‌شناسان
اوایل دهه ۹۰	مهندسان + اقتصاددانان + طرفداران محیط‌زیست، جامعه‌شناسان + افراد تحت‌تأثیر
اواسط دهه ۹۰	مهندسان + اقتصاددانان + طرفداران محیط‌زیست، جامعه‌شناسان + افراد تحت‌تأثیر + سازمان‌های غیردولتی
ابتدای قرن ۲۱	مهندسان + اقتصاددانان + طرفداران محیط‌زیست، جامعه‌شناسان + افراد تحت‌تأثیر + سازمان‌های غیردولتی + مردم

سازمان‌های بین‌المللی و سدزدایی

با شدت یافتن مباحثات بر سر اثرات سدهای بزرگ در دهه ۱۹۹۰، کمیسیون جهانی سدها در سال ۱۹۹۸ بعنوان نهادی مستقل و بین‌المللی با حضور ذینفعان مختلف تشکیل شد. موافقان سدسازی، سدها را برای توسعه و کاهش فقر ضروری می‌دانستند و مخالفان مدعی بودند که سدها عملاً فقر را افزایش داده و موجب نابودی اکوسیستم‌ها شده‌اند. هدف کمیسیون برقراری ارتباط بین این دو گروه به منظور شفاف شدن مسأله و ارزیابی مستقل عملکرد سدها بود که به ارایه چارچوب جدید برای سیاستگذاری و تصمیم‌گیری درباره‌ی توسعه آب و انرژی انجامید (WCD، ۲۰۰۰). به دلیل کمبود تجربیات در مورد تخریب سدهای بزرگ، این گزارش با سدزدایی با احتیاط برخورد نموده و گشودن دریچه سدها را به عنوان گزینه‌ای دیگر پیشنهاد می‌کند[۱۰]. تحلیلی که درباره گزارش معروف به «سدها و توسعه: چارچوب جدید برای تصمیم‌گیری» نوشته شده (Baxi، ۲۰۰۱) لزوم بازنگری بر پارادایم‌های توسعه، تصمیم‌گیری مشارکتی و بررسی تأثیرات سدسازی و سدزدایی از نظر حقوقی را لازم دانسته است. بنیاد جهانی آب (WWF، ۲۰۰۵) و برنامه زیست‌محیطی سازمان ملل متحد (UNEP، ۲۰۰۷) از سدزدایی حمایت کرده‌اند.

مدل‌ها و ابزارهای تصمیم‌گیری در سدزدایی

تفاوت در نحوه مدیریت سازه‌های آبی در کشورهای مختلف را ناشی از تفاوتِ «فرهنگ تکنولوژیک» آن کشورها دانسته‌اند (Bijker، ۲۰۰۶) و سدزدایی را نیز می‌توان یک راهکار سازه‌ای طبقه‌بندی نمود. روند سدزدایی در بستر مدیریت زیست‌محیطی شکل گرفته و از تغییر نگرش نهادهای متولی و جامعه خبر می‌دهد. درک فرایندهای پیچیده فیزیکی و بیولوژیکیِ حاکم بر اکوسیستم عموماً با ساده‌سازی‌های مدیریتی همراه است (Ludwig و همکاران، ۱۹۹۳). تحت این شرایط زمان زیادی طول می‌کشد تا بین اهل فن و سیاست‌گذاران اجماع به وجود آید. سدزدایی را می‌توان فصل مشترکی در زمان دانست که دغدغه‌های فنی و سیاسی به هم می‌رسند (Haeuber و Michener، ۱۹۹۸). شکل‌گیری این فصل مشترک لزوماً به معنای انجام عملیات سدزدایی نیست بلکه به دوره‌ای اطلاق می‌شود که سدزدایی حداقل به عنوان یک گزینه در تصمیم‌گیری مدیریتی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد، و با تغییر فضای سیاسی یا تحولات علمی می‌تواند منفصل شود. تصمیم‌گیری در مورد مسائل زیست‌محیطی اغلب دشوار و چالش برانگیز است. Shannon (۱۹۹۸) گونه‌شناسی تصمیم‌گیری زیست‌محیطی را در چهار حالت تبیین نموده است (جدول ۲).

جدول ۲- گونه‌شناسی فرایند تصمیم‌گیریِ زیست‌محیطی

	اهداف شفاف	اهداف مبهم
قطعیتِ علمی زیاد	استفاده از روش‌های محاسباتی برای تصمیم‌گیری	معامله و رایزنی با استفاده از صلاحیت فنی
قطعیتِ علمی اندک	تدوین برنامه تجربی	اجماع برای تصمیم‌گیری

ابهام در اهداف وقتی پیش می‌آید که سازمان‌های متولی سدزدایی و دلایلی که برای آنها حائز اهمیت است متعدد باشند. قطعیت علمی اندک هنگامی است که فرآیندهای اجتماعی، فیزیکی و زیستی متأثر از سدزدائی کاملاً شناخته شده نباشند. در شرایط عدم قطعیت علمی، سازمان‌ها اغلب استراتژی مدیریت تطبیقی را در پیش می‌گیرند. مرکز مطالعات هینز (HEINZ Center، ۲۰۰۲) روش عمومی تصمیم‌گیری و شاخص‌های کلیدی سدزدایی را تدوین نموده که عبارتند از:

الف) شاخص‌های فیزیکی

۱- قطعه‌بندی شبکه رودخانه‌ای
۲- گسستگی حوضه آبریز
۳- هیدرولوژی پائین‌دست
۴- سیستم رسوب پائین‌دست
۵- ژئومورفولوژی سیلابدشت
۶- ژئومورفولوژی مخزن
۷- ژئومورفولوژی بالادست

ب) شاخص‌های شیمیائی

۱- کیفیت آب
۲- کیفیت رسوب (ناحیه مخزن و پائین دست)
۳- کیفیت هوا

ج) شاخص‌های اکولوژیکی

۱- اکوسیستم آبزی
۲- اکوسیستم ساحلی
۳- ماهیان
۴- پرندگان
۵- حیوانات خشکی زی

د) شاخص‌های اقتصادی

۱- اقتصاد ساختگاه سد
۲- ارزش‌های اقتصادی در طول رودخانه
۳- ارزش‌های اقتصادیِ منطقه‌ای

هـ) شاخص‌های اجتماعی

۱- ایمنی و امنیت

۲- ارزش‌های فرهنگی و زیبائی شناختی

۳- نیازهای اقلیت‌ها

این شاخص‌ها برای پیش‌بینی وضعیت کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت، با هدف حفظ یا حذف سد، مورد بررسی قرار می‌گیرند. اگر سدزدایی‌های متعدد در پهنه حوضه آبریز مدنظر باشد، اولویت‌بندی بر اساس معیارهایی از جمله موارد زیر صورت خواهد گرفت (Doyle و Harbor، ۲۰۰۳):

۱- کاهش بزرگترین ریسک‌های ایمنی

۲- تحلیل هزینه - فایده از نظر اقتصادی

۳- ایجاد طویل‌ترین بازه برای جریان آزاد رودخانه

۴- نجات حداکثر انواع گونه‌های در خطر

۵- تقویت طرح‌های آتی احیای رودخانه[11]

اکنون، مدیران منابع آب به پیش‌بینی‌های مدل‌های عددی در زمینه تأثیرات سدزدایی تکیه می‌کنند (Randle و Bountry، ۲۰۱۱). استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در مورد سدهای بزرگ رایج است (به عنوان مثال: Harbor، ۱۹۹۳). جذابیت مدل‌های شبیه‌سازی به خاطر امکاناتی است که برای بررسی گزینه‌های مدیریتی فراهم می‌کنند. روش‌ها و ابزارهایی که برای تسهیل و تدقیق «تصمیم‌گیری[12]» توسعه یافته‌اند، بالقوه در زمینه سدزدایی نیز قابل استفاده هستند؛ اما از آنجائیکه اغلب این روش‌ها اساساً برای کاربرد در سایر زمینه‌های علمی توسعه داده شده‌اند، استفاده از آنها بایستی پس از ارزیابی اولیه صورت گیرد. بعنوان نمونه، از آنجائیکه پارامتر مکان برای سدزدایی در پهنه حوضه آبریز حائز اهمیت است، می‌توان از سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS) بهره گرفت (Hoenkea و همکاران، ۲۰۱۴)، با توجه به تعدد عوامل تأثیرگذار فنی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده نمود یا از روش‌های فازی سود جست (Changqing، ۲۰۱۰). عدم موفقیت برخی مدل‌ها نظیر مدل رگرسیونی در مطالعات سدزدایی گزارش شده است (Orr و همکاران، ۲۰۰۴). در برخی موارد مدل‌سازی نشان داده است که سدزدائی راهکار مناسبی برای حل مشکل مورد نظر نمی‌باشد (Kareiva و همکاران، ۲۰۰۰). استفاده از روش‌های بهینه‌سازی می‌تواند برای تصمیم‌گیرندگان راهگشا باشد (Zheng و Hobbs، ۲۰۱۳؛ Null و همکاران، ۲۰۱۴). گذشته از انتخاب مدل نامناسب، عدم توجه به تنوع عوامل دخیل در مسأله نیز می‌تواند مشکل آفرین باشد. علیرغم آنکه مجموعه‌ای از دغدغه‌های فنی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مدیران منابع آب را وا می‌دارد تا سازه‌های گران قیمت سدها را تخریب کنند، اما همه‌ی پروژه‌های سدزدایی موفق ارزیابی نمی‌شوند. حتی اگر طرح اولیه سدزدایی قادر باشد که به تمامی دغدغه‌های فوق الذکر پاسخ دهد، عدم توجه به نکات جزئی نظیر زمان تخریب سد می‌تواند نتیجه عکس به دنبال آورد. به عنوان مثال، اگر هدف اصلی یک پروژه سدزدایی نجات گونه‌ای از ماهیان در حال انقراض بوده ولی انجام عملیات با مهاجرت ماهیان مصادف شود، یا سیلاب پیش‌بینی نشده‌ای بلافاصله بعد از تخریب سد روی دهد، گونه رو به انقراض را با خطر نابودی کامل مواجه خواهد کرد. سدزدایی همانند بسیاری از روش‌های سازه‌ای، یک تیغ دو لبه است و می‌تواند تبعات اجتماعی نیز به دنبال داشته باشد (Jørgensen و Renöfält، ۲۰۱۲).

فرایند سدزدایی

برنامه‌ریزی انهدام یک سد شباهت زیادی به احداث آن دارد؛ جز اینکه محصول آن کاملاً متفاوت است. از نظر انجمن سدهای ایالات متحده[13] کلیه پروژه‌های سدزدایی باید مبنای قانونی داشته باشند. فرایند با بررسی همه گزینه‌ها شامل تعمیر، بهسازی یا انهدام شروع می‌شود و اگر گزینه آخر انتخاب گردد، ادامه فرایند طبق مراحل ذیل پیش خواهد رفت:

۱- کسب رضایت ذی‌مدخلان از طریق اجماع

۲- تأمین منابع مالی

۳- اطلاع‌رسانی

۴- طراحی مهندسی و ارزیابی اثرات

۵- سیستم اطلاعات اجرائی (EIS)

۶- درخواست قانونی

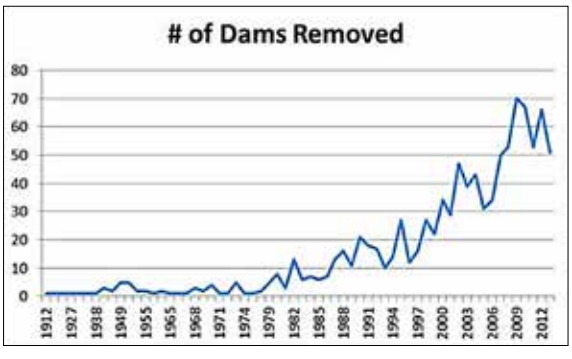
۷- عملیات تخریب و احیاء

۸- پایش مستمر اثرات

پایش مستمر اثرات از نظر کمیت، وسعت و مقیاس زمانی، موجب می‌شود که تصمیم‌گیری در مورد سدزدایی‌های آتی با قطعیت علمی بیشتری صورت گیرد و مجموعه مستنداتی فراهم می آورد که بتوان در قوانین و سیاست‌ها تغییر ایجاد نمود. بدون پایش، تعیین موفقیت یا عدم موفقیت پروژه به صورت کمی میسر نخواهد بود (Doyle و Harbor، ۲۰۰۳).

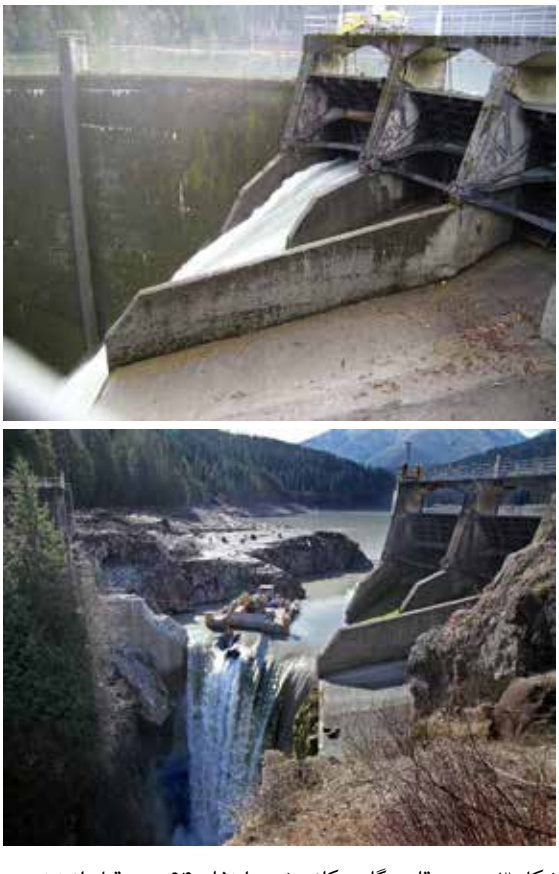
روند سدزدایی

در قرن بیستم، بلندترین سدهای تخریب شده به دلایل ایمنی ۱۱۱ متر و به دلایل زیست‌محیطی ۷۶ متر ارتفاع داشته‌اند (Pohl، ۲۰۰۲) و سایر موارد اغلب جزو سدهای کوتاه بوده‌اند (Doyle و همکاران، ۲۰۰۰). از آغاز قرن حاضر نیز ۳۵۸ سد دیگر در آمریکا تخریب شده‌اند. انجمن غیردولتی رودخانه‌های آمریکا[۱۴] روند رو به رشد سدزدائی از آغاز تا سال ۲۰۱۳ را احصاء نموده است (شکل ۲).



شکل ۲- روند سدزدائی از آغاز تا سال ۲۰۱۳ (Singler، ۲۰۱۴)

بررسی فرایند تصمیم‌گیری در خصوص تخریب سدهای بزرگ، زمان‌بر بودن آن را نشان می‌دهد. تخریب سد ۶۴ متری گلین کانیون (پایان تخریب در سال ۲۰۱۴) و سد ۳۲ متری الوها (پایان تخریب در سال ۲۰۱۲) روی رودخانه‌ای ۷۲ کیلومتری به همین نام واقع در پارک ملی المپیک ایالت واشنگتن، جدیدترین موارد ثبت شده از تخریب سدهای بزرگ بوده‌اند (شکل‌های ۳ و ۴). طرفداران محیط‌زیست از سال ۱۹۸۶ تقاضای تخریب دو سد برقابی یاد شده را مطرح نمودند و بررسی‌های علمی از ابتدای دهه ۱۹۹۰ میلادی آغاز گردید (Stoker و Harbor، ۱۹۹۱). کنفرانس علمی با موضوع رودخانه الوها در سال ۲۰۱۱ برگزار، و مدل فیزیکی انتقال رسوب این رودخانه نیز در همین سال ساخته شد (Bromley و همکاران، ۲۰۱۱). سدزدایی رودخانه الوها در قالب سلسله مقالات فنی از جنبه‌های حیات آبزیان (Brenkman و همکاران، ۲۰۱۲)، ژئومورفولوژی رودخانه و سیلابدشت (East و همکاران، ۲۰۱۵)، ژئومورفولوژی ساحلی (Gelfenbauma و همکاران، ۲۰۱۵)، کیفیت آب (Foley و همکاران، ۲۰۱۵) و رسوبات رودخانه‌ای (Magirla و همکاران، ۲۰۱۵) مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۳- سد برقابی گلین کانیون به ارتفاع ۶۴ متر، قبل از تخریب (بالا) و در حال تخریب (پائین)

شکل ۴- سد برقابی الوها به ارتفاع ۳۲ متر، در ابتدای تخریب (بالا) وضعیت دره یکسال بعد از تخریب (پائین)

مقایسه تطبیقی با ایران

مدیریت منابع آب در ایران با فاصله‌ای زمانی، متأثر از پارادایم‌های جهانی مدیریت آب بوده ولی سدزدایی چه در بین مدیران و چه جامعه دانشگاهی مرتبط با صنعت آب مورد توجه قرار نگرفته است. در دوران معاصر، سدسازی از حوالی سال ۱۳۳۲ جزو برنامه‌های اجرایی دولت ایران قرار گرفت. از جمله در حوضه دریاچه ارومیه، ۳۶ سد ساخته شد که ۱۷ سد طی ۲۵ سال (۱۳۷۴-۱۳۴۹) و ۱۹ سد طی ۱۴ سال (۱۳۸۹-۱۳۷۵) به بهره‌برداری رسیدند (جوادزاده و عاشری، ۱۳۹۲).

با توجه به اینکه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) سدها از سال ۱۳۷۳ در کشور الزامی شده (البرزی منش، ۱۳۸۹) و روند خشک‌شدن دریاچه ارومیه نیز از ۱۳۷۵ آغاز گردیده است، مشاهده می‌شود هر چند اکثریت سدهای مذکور پس از الزامی شدن مطالعات زیست‌محیطی احداث گردیده اما در عمل، حقابه‌های زیست‌محیطی اکثراً نادیده گرفته شده و در تخصیص آب سهم قابل توجهی نداشته‌اند (امینی و مریدی، ۱۳۹۳).

بررسی مطالعات سدها در کشور پیروی فرمایشی از الگوی دهه ۷۰ میلادی را نشان می‌دهد. اثرات زیست محیطی سدها تنها در حد یک «گزارش ضمیمه» بررسی می‌شود که در نتیجه این روند، سدسازی بی‌رویه مهمترین عامل تخریب اکوسیستم‌ها، از جمله خشک‌شدن دریاچه ارومیه (چرب‌گو و چرب‌گو، ۱۳۸۹) و رودخانه‌های منتهی به آن (شریفی و محسن‌نژاد، ۱۳۹۲) شناخته شده است. در حال حاضر احداث ۴ سد سیمینه‌رود، باراندوز، نازلو و لیلان‌چای در حوضه دریاچه ارومیه متوقف گردیده و رها سازی دو سد کانی‌سیو و سیلوه مورد بحث قرار دارد؛ اما در بین برنامه‌های احیای دریاچه ارومیه گزینه سدزدایی دیده نمی‌شود (کمیته اجتماعی- فرهنگی ستاد احیای دریاچه ارومیه، ۱۳۹۴).

از آنجا که تجارب سدزدایی نشان می‌دهد بین مطرح‌شدن و انجام عملیات تخریب سدهای بزرگ بیش از دو دهه زمان صرف مطالعه و تصمیم‌گیری شده است، تخریب سدهای نیمه کاره فوق‌الذکر و سدهای با قدمت بیش از ۴۰ سال می‌تواند به عنوان یک راهکار بلند مدت برای احیای دریاچه ارومیه مورد امکان‌سنجی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نقش سد در توسعه و دستاوردهای صنعت سدسازی نظیر مهار سیلاب، تأمین آب کشاورزی، توریسم، تولید انرژی برقابی و تأمین آب شرب همه کشورهای جهان را به گسترش آن ترغیب نموده است. اما همزمان با شکل‌گیری نگرش توسعه پایدار در اواخر قرن بیستم، روند سدزدایی در کشورهایی که دوران سدسازی شتابان را پشت سر نهاده‌اند، اوج گرفته است. سدزدائی به طور عمده به دلایل احیای رودخانه، حفاظت از گونه‌های گیاهی و جانوری، مسائل ایمنی و هزینه‌های نگهداری سدها و تقاضاهای اجتماعی انجام می‌شود. بیشترین تعداد سدزدایی در ایالات متحده انجام شده است.

رشد سدزدایی در اواخر قرن بیستم، از نظر زمانی با آغاز نقد پارادیم سنتی مدیریت آب و معرفی پارادیم مدیریت یکپارچه مقارن بوده است. به‌تدریج، توجه بیشتر به جنبه‌های زیست‌محیطی و مشارکت ذی‌مدخلان، زمینه‌های گذار به پارادایم مدیریت تطبیقی را فراهم نموده که خود هم‌زمان با نقطه اوج دیگری در سدزدایی در ابتدای قرن جدید می‌باشد.

با توجه به پیچیده‌شدن عوامل مختلف از جمله عوامل هیدرولوژیکی، اجتماعی، سیاسی و ... در اجرای یک طرح سازه‌ای، تصمیم‌گیری برای انهدام یک سد و یا محدودیت در بهره‌برداری از آن تصمیمی ساده نیست؛ لذا برای تحقق این امر شاخص‌هایی تبیین شده که در ۵ گروه اصلی فیزیکی، شیمیایی، اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی قرار می‌گیرند. تعداد شاخص کلیدی تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن زیرمجموعه‌های شاخص‌های اصلی، ۲۱ عنوان است.

مدل‌های شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چند شاخصه، سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های بهینه‌سازی، از جمله ابزارهایی هستند که تاکنون برای تصمیم‌گیری در سدزدایی به کار رفته‌اند؛ که عدم موفقیت برخی از آن‌ها نظیر مدل رگرسیونی نیز گزارش شده است.

سدزدایی در صورت جامع نبودن مطالعات قبلی و عدم توجه به جزئیاتی نظیر زمان عملیات، می‌تواند تبعاتی نظیر نابودی کامل گونه‌های رو به انقراض را در پی داشته باشد. با توجه به موارد مذکور، سدزدایی در مراحل مختلفی انجام می‌شود و لذا فرایندی زمان‌بر است؛ به‌طوری‌که سدهای برقابی بزرگ بعد از قریب به ۳ دهه بررسی تخریب گردیده‌اند.

بررسی تطبیقی و اجمالی در حوضه دریاچه ارومیه از نظر تعداد سدهای ساخته شده و مطالعات زیست‌محیطی آن‌ها، همچنین اقداماتی نظیر رهاسازی آب که هم‌اکنون برای احیای این دریاچه در حال انجام است، نشان می‌دهد که سدزدایی به‌عنوان یک راهکار بلندمدت در این حوضه ارزش مطالعه و بررسی دارد.

پی‌نوشت

1- Dam removal

2- Decommissioning

۳- منظور گسستن زنجیره زیستی رودخانه است. معادل با fragmented استفاده شده و عکس مفهوم Free-flowing را دارد.

4- United States Geological Survey (USGS)

5- U.S Bureau of Reclamation

6- Marquette Dam

7- Emerging

8- Stakeholders

9- Adaptive Management

۱۰- یکی از اقداماتی که هم اکنون در حوضه دریاچه ارومیه با عنوان آزادسازی یا رهاسازی آب از سدها انجام می‌پذیرد.

11- River restoration

12- Decision-Making

13- United States Society on Dams

14- American Rivers

منابع

اسحاقی، آ.، منظریها، م. و مجدزاده طباطبایی، م. ۱۳۹۲. معرفی پارامترها و روش‌های احیای رودخانه مطالعه موردی: رودخانه کن. هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

البرزی منش، م. ۱۳۸۹. سدسازی در کشور آری یا خیر. فصلنامه مهندس مشاور، ۴۸: ۵۸-۴۸.

امینی، م. و مریدی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی راهکارهای مدیریت سازه‌ای و غیر سازه‌ای برای جلوگیری از خشک‌شدن دریاچه ارومیه. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری، تبریز.

بی‌نا. ۱۳۸۸. تجارب جهانی طرح‌های انتقال میان حوضه‌ای آب و ضرورت تدوین معیارهای تصمیم‌گیری. نشریه پیام آب (ویژه‌نامه هفته پژوهش)، شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۷۶-۷۲

چرب‌گو، ت. و چرب‌گو، ا. ۱۳۸۹. پیامدهای منفی سدسازی درحوضه آبریز دریاچه ارومیه و تأثیر آن در خشک‌شدن دریاچه ارومیه. پنجمین همایش ملی زمین‌شناسی و محیط‌زیست، اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.

خیاط رستمی، ب.، انوار، ع. و حسن‌زاده، ی. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر ساماندهی رودخانه بر توسعه پایدار شهری. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

جوادزاده، س. و عاشری، ا. ۱۳۹۲. حقآبه محیط‌زیست دریاچه اورمیه با نگرش به سدسازی‌ها روی رودهای تغذیه‌کننده دریاچه و خشک‌شدن آن. اولین همایش حفاظت از تالاب ها و اکوسیستم‌های آبی ایران، همدان.

شریفی، ج. و محسن‌نژاد، ف. ۱۳۹۲. نجات دریاچه ارومیه از دیدگاه زمین‌شناسی، با برنامه‌ریزی آبیاری. اولین همایش ملی تأثیر پسروی دریاچه ارومیه بر منابع خاک و آب، تبریز، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی.

کمیته اجتماعی- فرهنگی ستاد احیای دریاچه ارومیه. ۱۳۹۴. طرح احیای دریاچه ارومیه، چالش‌ها و راهکارها. ویژه فرمانداران و بخشداران (بسته چهارم).

American Rivers, Friends of the Earth, Trout Unlimited. 1999. Dam Removal Success Stories: Restoring Rivers through Selective Removal of Dams That Don't Make Sense. Washington (DC).

Aspen Institute. 2002. Dam removal: a new option for a new century. Aspen Institute Queenstown, MD., USA.

Andre E. 2012. Beyond hydrology in the sustainability assessment of dams: A planners perspective – The Sarawak experience. Journal of Hydrology, 412–413: 246–255.

Bertalanffy K.L.V. 1976. General System theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller.

Baxi U. 2001. What happens next is up to you: human rights at risk in dams and development. American University International Law Review, 16: 1507-1529.

Brenkman S.J., DUDA J.J., Torgersen C.E., Welty E., Pess G.R., Peters R. and McHenry M.L.A. 2012. riverscape perspective of Pacific salmonids and aquatic habitats prior to large-scale dam removal in the Elwha River. Fisheries Management and Ecology, 19: 36–53.

J.A., Ogstonc A.S. and Eidamc E. 2015. Large-scale dam removal on the Elwha River, Washington, USA: Coastal geomorphic change. Geomorphology, 246: 649–668.

Gleick P.H. 2000. The Changing Water Paradigm: A Look at Twenty-first Century Water Resources Development. Water International, 25: 127-138.

Haeuber R.A. and Michener W.K. 1998. Policy implications of recent natural and managed floods. BioScience, 48: 765–772.

Harbor J.M. 1993. Proposed measures to alleviate the environmental impacts of hydroelectric dams on the Elwha River, Washington, USA. In Y. Eckstein and A. Zaporozec (eds.), Industrial and agricultural impacts on the hydrologic environment: proceedings of the second USA/CIS joint conference on environmental hydrology and hydrogeology. American Institute of Hydrology, St. Paul, Minnesota.

Hart D.D., Johnson T.E., Bushaw-Newton K.L., Horwitz R.J., Bednarek A.T., Charles D.F., Kreeger D.A. and Velinsky D.j. 2002. Dam Removal: Challenges and Opportunities for Ecological Research and River Restoration. BioScience, 52: 669-682.

HEINZ Center. 2002. DAM REMOVAL Science and Decision Making, The H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, Washington, D.C.

Hoenke K.M., Kumar M., Batt L. 2014. A GIS based approach for prioritizing dams for potential removal. Ecological Engineering, 64: 27–36.

Jørgensen D. and Renöfält B.M. 2012. Damned if you do, dammed if you don't: debates on dam removal in the Swedish media. Ecology and Society, 18(1): 18.

Kareiva P., Marvier M. and McClure M. 2000. Recovery and management options for spring/summer Chinook Salmon in the Columbia River Basin. Science, 290: 977–979.

Kornijów R. 2009. Controversies around dam reservoirs: benefits, costs and future, Ecohydrology & Hydrobiology, 9(2): 141–148.

Bijker W.E. 2006. Dikes and Dams. Thick with Politics. Isis, 98(1): 109-123.

Bromley C., Randle T., Grant G. and Thorne C. 2011. Physical Modeling of the Removal of Glines Canyon Dam and Lake Mills from the Elwha River, Washington. Sediment Dynamics upon Dam Removal, p. 97-114.

Changqing Q. 2010. Research on Priority Decision-Making Method of Dam Removal, ICIII, International Conference on Information Management. Innovation Management and Industrial Engr, 472-476.

Cortner H.J. and Moote M.A. 1994. Trends and Issues in Land and Water Resources Management: Setting the Agenda for Change. Environmental Management, 18: 167-173.

Doyle M.W., Stanley E.H., Luebke M.A. and Harbor J.M. 2000. Dam removal: Physical, biological, and societal considerations. In R. H. Hotchkiss and N. Glade (eds.), Proceedings of the 2000 Joint Conference on Water Resources Engineering and Water Resources Planning and Management, CD-ROM. ASCE, New York.

Doyle M.W. and Harbor J.M. 2003. Toward Policies and Decision-Making for Dam Removal. Environmental Management, 31: 453–465.

East A.E., Pess G.R., Bountry J.A., Magirl C.S., Ritchie A.C., Logan J.B., Randle T.J., Mastin M.C., Minear J.T., Duda J.J., Liermann M.C., McHenry M.L., Beechie T.J. and Shafroth P.B. 2015. Large-scale dam removal on the Elwha River, Washington, USA: River channel and floodplain geomorphic change. Geomorphology, 246(1): 687-708.

Foley M.M., Duda J.J., Beirne M.M., Paradis R., Ritchie A. and Warrick J.A. 2015. Rapid water quality change in the Elwha River estuary complex during dam removal. Limnology and Oceanography, 60(5): 1719-1732.

Graf W.L. 1999. Dam nation: A geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts. Water Resources Research, 35: 1305–1311.

Gelfenbauma G., Stevensa A.W., Millerb I., Warricka

Washington, DC, USA.

Shannon M.A. 1998. Social organizations and Institutions In R. J. Naiman, and R. E. Bilby (eds.), River ecology and management: lessons from the Pacific coastal ecoregion, Springer-Verlag, New York, (p. 705).

Singler A. 2014. Mapping Dam Removal Success: Lessons from United States Dam Removals, University of Massachusetts, P.7.

Stoker B. and Harbor J.M. 1991. Dam removal methods, Elwha River, Washington. In R. M. Shane, (ed.), Hydraulic engineering, proceedings of the national conference on hydraulic engineering, American Society of Civil Engineers, NY, 668–673.

UNEP DDP. 2007. Dams and Development. Relevant practices for improved decision-making. A compendium of relevant practices for improved decision-making on dams and their alternatives. UNEP Dams and Development Project.

U.S. Army Corps of Engineers (USACE). 2004. Panel on Adaptive Management for Resource Stewardship, Committee to Assess the U.S. Army Corps of Engineers Methods of Analysis and Peer Review for Water Resources Project Planning, National Research Council. Adaptive Management for Water Resources Project Planning.

Ward R.C. 1995. Special Issue on Integrated Watershed Management – A New Paradigm for Water Management, Journal of Contemporary Water Research and Education, (p. 100).

World Commission on Dams (WCD). 2000. Dams and Development: A New Framework for Decision-Making, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA.

WWF. 2005. To dam or not to dam? Five years on from the World Commission on Dams. WWF. Global Freshwater Programme.

Zheng P.Q. and Hobbs B.F. 2013. Multiobjective Portfolio Analysis of Dam Removals Addressing Dam Safety, Fish Populations, and Cost, Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, 139(1): 65-75.

Klumpp C. 2011. Bureau of Reclamation Case Studies of Dam Removal. Sediment Dynamics upon Dam Removal, P. 57-65.

Lima I.B.T., Ramos F.M., Bambace L.A.W. and Rosa R.R. 2008. Methane emissions from large dams renewable energy sources: a developing nation perspective. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 13: 193-206.

Ludwig D., Hilborn R. and Walters C. 1993. Uncertainty, resource exploitation, and conservation: lessons learned from history. Science, 260: 17-36.

Magirla C.S., Hilldaleb R.C., Curranc C.A., Dudad J.J., Straube T.D., Domanskie M. and Foremanc J.R. 2015. Large-scale dam removal on the Elwha River, Washington, USA: Fluvial sediment load, Geomorphology, 246(1): 669–686.

Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M. and Revenga C. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. Science, 308: 405-408.

Null S.E., Medellín-Azuara J., Escriva-Bou A., Lent M. and Lund J.R. 2014. Optimizing the dammed: Water supply losses and fish habitat gains from dam removal in California, Journal of Environmental Management, 136: 121-131.

Orr C.H., Roth B.M., Forshay K.J., Gonzales J.D., Papenfus M.M. and Wassell R.D.G. 2004. Examination of Physical and Regulatory Variables Leading to Small Dam Removal in Wisconsin, Environmental Management, 33(1): 99-109.

Otto B. and Bowman M. 2000. Paying for Dam Removal: A Guide to Selected Funding Sources, American Rivers.

Pohl M.M. 2002. Bring Down Our Dams: Trends in American Dam Removal Rationales, JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 38(6): 1511-1519.

Randle T. and Bountry J. 2011. Guidelines for Numerical Modeling of Dam Removals. Sediment Dynamics upon Dam Removal, P. 141-155.

Revenga C., Brunner J., Henninger N., Kassem K. and Payne R. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems. World Resources Institute,