

لزوم نگرش سیستمی به آبخیزهای نواحی نیمه خشک در احداث سدها
مطالعه موردی: حوضه قرنقوچای (دامنه شمالی سهند، شمال غرب ایران)

دکتر مریم بیاتی خطیبی

عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

M_bayati@tabrizu.ac.ir

تبریز-دانشگاه تبریز-دانشکده علوم انسانی واجتماعی-گروه پژوهشی جغرافیا

۰۹۱۴۴۱۵۹۴۲۱ ۰۴۱۱-۳۳۹۲۳۱۵

چکیده

کوهستانی های نیمه خشک به لحاظ دارا بودن شرایط خاص طبیعی، حساس ترین آبخیزها را در خود جای داد اند. در چنین محدوده هایی، چرای بی رویه دام ها در دامنه های بی ثبات، حضور دامنه هایی با پوشش گیاهی تنک، کشت غیراصولی در دامنه های پرشیب، عبور جاده ها از بخش های حساس، استقرار تاسیسات انسانی در مکان های نامناسب، فرسایش در سطوح دامنه ها را تشدید نموده است. تشدید فرسایش آبراهه ای از عمده ترین نمونه ها و تظاهرات دست اندازی خارج از ظرفیت سیستم های زهکشی و سیستم های دامنه ای محسوب می شود. با توجه به ارتباط سیستمی بین عناصر مختلف در کوهستان ها، اثرات این دست اندازی ها و تغییرات سریع در سایر بخش های آبخیزها نیز به صورت های مختلف منعکس شده و سیستم ها را به بروز تغییرات بیشتر سوق داده است. حوضه بزرگ و پرآب قرنقوچای (واقع در دامنه های شرقی کوهستان سهند) آبخیزهای بزرگ و کوچک، روستاهای متعدد و تاسیسات آبی زیادی با ویژگی های مختلف را در خود جای داده است. با توجه به تغییر رابطه ای که انسان در چند دهه اخیر با عناصر مختلف طبیعت ایجاد کرده و با عنایت به آشفتگی هایی که در بخش های مختلف سیستم های زهکشی و دامنه ای رخ داده است، تجزیه و تحلیل ابعاد مختلف تغییرات و ارائه راه حل های طبیعت نگر بدون نگرش سیستمی به عملکرد فرآیند ها در قالب یک سیستم، غیر ممکن به نظر می رسد. آشفتگی های محیطی ناشی از سد سازی (قبل و بعد از سد سازی) و همچنین بی ثباتی دامنه ها ناشی از کشت غیر اصولی در حوضه مورد مطالعه، به حدی برجسته است که هیچگونه اغماضی را در شرایط کنونی توجیه پذیر نمی کند. در این مقاله سعی شده علل تشدید فرسایش آبراهه ای، اثرات سد سازی بر فرسایش آبراهه ای و اثرات فرسایش آبراهه ای بر سدها مورد بررسی قرار گیرد و با استفاده از امکانات GIS محدوده های حساس به فرسایش شناسائی و پهنه بندی شود و در نهایت اثرات آشفتگی های محیطی از ابعاد مختلف و با در نظر گرفتن آبخیزها به عنوان زیر سیستم هایی از سیستمی بزرگ به نام حوضه قرنقوچای مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: آبخیز، نگرش سیستمی، نواحی نیمه خشک، سد، آشفستگی محیطی، قرنقوچای، حوضه های زهکشی
سهند

-مقدمه

هرگونه عملیات درحیطه آبخیزها واقعه بزرگ با پیامدهای انعکاسی مداومی است که امواج تغییرات رخ داده در طی زمان به سایر اجزاء رسیده و کارکرد آنها را متحول می کند. در واقع آبخیزها از دیدگاهی، سیستم هایی متشکل از زیرسیستم های متعددی هستند که به هرگونه تغییرات طبیعی و یا دستکاری های انسانی با تمامی اجزاء، عکسل العمل نشان می دهند. در رابطه با ویژگی هایی که سیستم ها دارا هستند و همچنین بسته به بزرگی تغییرات رخ داده، بزرگی موج تغییرات و زمان تداوم تحولات صورت گرفته، متفاوت خواهد بود. در کوهستان های نیمه خشک به لحاظ حاکمیت شرایط خاص طبیعی، عکسل العمل سیستم ها سریع بوده و همچنین موج تغییرات رخ داده بزرگ است. در چنین محیط هایی، عدم حفاظت کامل شیب ها توسط پوشش گیاهی، وقوع بارش های رگباری، وقوع خشکسالی ها و....، شدت تغییرات بیشتر و افق و گستره نفوذ تغییرات، وسیع تر است.

در آبخیزهای مناطق کوهستانی نیمه خشک، احداث سدها در مسیر رودخانه ها و تشکیل دریاچه ها و منابع بزرگ ذخیره آب، حادثه بزرگی است که در اثر اقدامات قبل و بعد از احداث سدها، تغییرات شگرفی در محیط اطراف و در کل آبخیزها صورت می گیرد. در برنامه ریزی ها و اقدامات عمرانی در آبخیز های نواحی نیمه خشک، عدم توجه به این تغییرات و شرایط گذشته، حال و آینده رودخانه ها در نواحی بالادست، محل دریاچه و همچنین پایین دست سد و در دامنه های مشرف به دره ها، موجب بروز مشکلات عدیده ای می شود. چراکه تعادل به وجود آمده و ویژگی های دینامیک حوضه دچار اختلال می گردد. به این معنی که، ایجاد سد در بخشی از حوضه های رودخانه ای، به لحاظ پویایی رودخانه ها، سبب می شود که ویژگی های مورفولوژیکی و ژئومورفولوژیکی بستر جریان رودخانه ها به نحو محسوسی تغییر یابد. گاهی اوقات عواقب این تغییرات به نحوی است که زندگی ساکنین را با دشواری عدید ای مواجه می کند و حتی گاهی اهداف طرح را با شکست مواجه می سازد. در پاره ای از موارد تغییرات رخ داده تدریجی است و اثرات نامطلوب ساخت و سازها پس از یک مدت طولانی ظاهر می شود. توجه به اثرات جنبی نامطلوب سدها می تواند خطوط ارزنده ای برای برنامه ریزان ارائه دهد که تا با توجه به

این موارد خسارات ناشی از احداث سدها را به حداقل برسانند. به لحاظ بروز تغییرات متعدد زیست محیطی ناشی از احداث سدها، انتخاب مناسب ترین محل برای ایجاد این سدها باید با علم کامل از پیامدهای متعدد ناشی از احداث آنها صورت گیرد و نحوه و روند تغییرات، در برنامه ریزی ها، باید از اساسی ترین موضوعات مطرح در آمایش سرزمینی باشد. در آمایش محیطی و در امر سد سازی، عدم توجه به پویایی حوضه های رودخانه ای و غفلت از نقش مورفولوژیک که عهده دار جابجائی مواد جامد است، غالباً موجب می شود که اکثر سدها علی رغم رعایت دقیق اصول مهندسی، بهره دهی کافی و پیش بینی شده را نداشته باشند و در واقع اهداف آمایش های محیطی که استفاده از تمامی منابع موجود بدون آسیب به انسان و محیط است، تحقق نیابد. منظور از طرح آمایش و انجام برنامه های عمرانی در آبخیزها این است که بتوان با اقدامات گوناگون از شدت جابجائی مواد در طول آبخیزها تا حد ممکن جلوگیری کرد و با عوامل و پدیده های محدود کننده و مشکل آفرین به طور اصولی مبارزه نمود و در جهت تنظیم دبی آب به نحوی عمل کرد که در بخش های پایین دست رودخانه، مصرف کنندگان متنوع آب (اعم از انسان، حیوان و گیاه) دچار مشکل اساسی نشوند و با ایجاد سازه های مختلف مشکلات کنونی و آینده بر طرف و یا به حداقل برسد (رجائی، ۱۳۷۳، ص ۳۷). تامین آب و بروز مشکلات ناشی از سیلاب ها و حفظ تعادل زیست محیطی از اهداف اصلی طرح های آمایش محیطی است در راستا تحقق این اهداف، ذخیره آب در پشت سدها قرار می گیرد. بنابراین در تحقق طرح های آمایش سرزمینی تامین آب برای مصارف مختلف، احداث سدها را انکارناپذیر کرده و شناخت خسارات متعدد ناشی از حضور آنها در محیط را الزامی نموده است. در سه دهه گذشته، به لحاظ تغییراتی که احداث سدها در حوضه های رودخانه ای پدید آورده اند، محققین مختلف سعی نموده اند که اثرات این ساختارها را از زوایای مختلف مورد بررسی قرار دهند. در کل، نتایج این بررسی ها نشان می دهد که اثرات و پیامدهای ناشی از احداث چنین سازه هایی در محدوده های نیمه خشک، به مراتب بیشتر از سایر مناطق می باشد. پیامدهای چنین ساختارهایی در مناطق خشک، با شدت سایش در بخشی از مسیر رودخانه و انباشته شدن بیشتر مواد در بخشی دیگر آن جلوه گرفته است. در حوضه های زهکشی مناطق نیمه خشک تغییرات در بستر رودخانه ها سریع می باشد چراکه موضوع انطباق و واکنش با شرایط جدید در زمانی کوتاه مطرح است. به لحاظ استقرار شرایط خشک و نیمه خشک در بخش های اعظم کشور و حضور سدهای بزرگ در قسمت های مختلف، توجه به نتایج چنین تغییراتی از ابعاد مختلف ضروری به نظر می رسد.

احداث سد سهند نیز در حوضه قرنقوچای با اقلیم نیمه خشک و با بستر لیتولوژیکی مساعد به بروز تغییرات سریع، آشفته گی های عمده ای در بستر و در دامنه های مشرف به دره اصلی پدید آورده است. این آشفته گی ها حتی می

تواند متناسب با زمان ابعاد وسیع تری را هم به خود بگیرد. تحلیل این تغییرات و آشفتگی های حاصل از آن جزو اهداف مقاله حاضر است.

-مواد و روش ها

برای بررسی نحوه فرسایش آبراهه ای، نحوه سایش و میزان رسوبات حاصل از فعالیت فرآیندهای فرسایشی در بالا و پایین دست سد احداث شده، سعی شده که کل حوضه از نظر موارد مذکور پهنه بندی و نقشه های مربوطه ترسیم شود تا با استناد به این نقشه ها، نتیجه گیری های لازم صورت گیرد. برای پهنه بندی شدت فرسایش آبراهه ای حوضه، ابتدا حساسیت سازندهای منطقه به عوامل مختلف سایشی، تعیین شده و با استناد به مشاهدات میدانی و با تکیه به نتایج حاصل از محاسبات رسوب (با استفاده از روش P.S.A.I.C برای برآورد رسوب) و همچنین آمار موجود در ایستگاه خروجی حوضه (ایستگاه قرنقو)، طبقات فرسایشی حوضه در بخش های مختلف، بدست آمده است.

کمی سازی داده ها با استفاده از تکنیک GIS و روش وزن دهی صورت گرفته است. به منظور پهنه بندی مناطق مستعد به فرسایش، عوامل موثر در فرسایش شناسائی و سپس رقومی شده اند. بعد از رقومی نمودن تمامی نقشه های مورد نیاز و تهیه پایگاه اطلاعاتی، عامل مورد نظر با استفاده از رابطه (۱) مورد تجزیه و تحلیل واقع شده است (شکل ۱).

$$D=1000*Npix(sxi)/Npxi(xi) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱):

$$D = \text{تراکم هر متغیر}$$

$$Npix(sxi) = \text{تعداد پیکسل های تحت فرسایش در داخل هر رده متغیر}$$

$$Npxi(xi) = \text{تعداد پیکسل های هر رده متغیر}$$

برای وزن دهی به عوامل و تهیه نقشه نهائی پهنه بندی شدت فرسایش آبراهه ای مراحل زیر انجام پذیرفته است:

- ۱- ابتدائاً نقشه های محدودده های تحت فرسایش آبراهه ای بر روی نقشه عامل (به عنوان مثال نقشه واحدهای سنگ شناسی) قرار گرفته اند.

- ۲- بعد از رده بندی واحدهای مختلف (ID) در نقشه عامل (به عنوان مثال، نقشه لیتولوژی یا واحدهای سنگ شناسی)، تعداد پیکسل های هر رده (پیکسل های ۵۰ در ۵۰ متری) مدنظر قرار گرفته اند.

- ۳- تعداد پیکسل های محدودده پراکنش موارد یاد شده بر روی رده مذکور، شمارش شده است

- ۴- با استفاده از تعداد پیکسل های شمارش شده، تراکم پدیده های یاد شده (D)، بر حسب رابطه تحلیل دو متغیره (رابطه ۱) محاسبه گردیده است.

- ۵- بعد از محاسبه تراکم (با استفاده از رابطه ۱)، ارقام حاصل از محاسبه میزان تراکم پدیده های مذکور بر روی واحدهای ویژه، نرمال شده اند.

- ۶- برای محدودده هائی که تراکمی وجود نداشته، میزان واریانس محاسبه گردیده و ارقام واریانس، به عنوان وزن واحد ویژه در نظر گرفته شده است.

- ۷- وزن دهی به عوامل، به عنوان مهمترین مرحله از روش، با استفاده از رابطه (۲) صورت گرفته است.

$$W=1000*Npix(sxi)/Npxi(xi) - 1000 \sum Npix(sxi)/\sum Npxi(xi) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه:

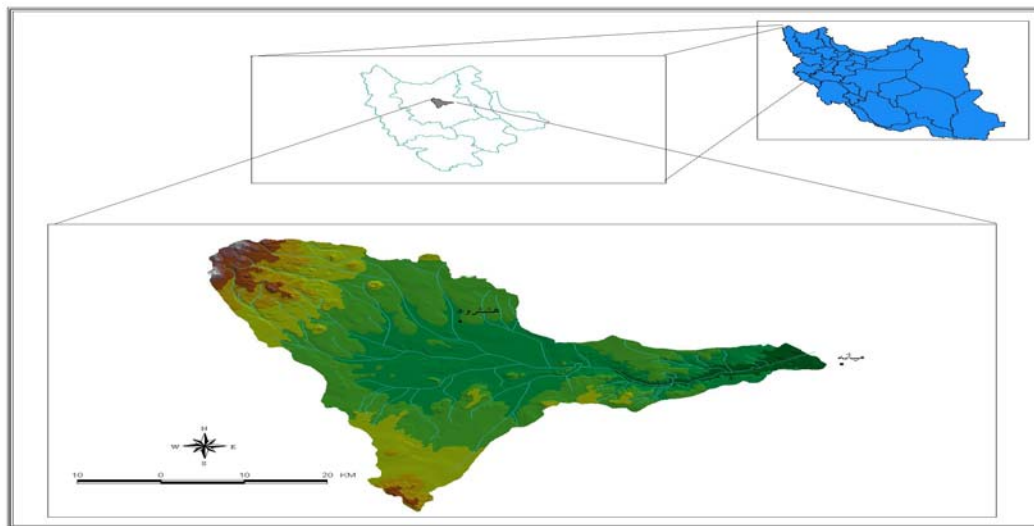
$$W = \text{وزن}$$

هرکلاس متغیر $Npix(sxi)$ = تعداد پیکسل های تحت فرسایش در داخل هر کلاس متغیر و $Npxi(xi)$ = تعداد پیکسل های

۸- بعد از وزن دهی به کلیه عوامل (به ترتیب فوق)، و تهیه جداول مربوطه، نقشه های پهنه بندی، میزان حساسیت بخش های مختلف منطقه به فرسایش آبراهه ای و رسوب دهی در طی ۵ طبقه حساسیت، به دست آمده و در نهایت، نقشه پهنه بندی موارد مذکور ترسیم شده است.

-بحث

حوضه زهکشی قرنقوبه وسعت ۳۵۹۲/۵ کیلومتر مربع، یکی از زیرحوضه های قزل اوزن می باشد که در موقعیت جغرافیائی از ۲۵ p / ۴۶° تا ۵۵p / ۴۷° طول شرقی و از ۵۵p / ۳۶° تا ۵ p / ۳۷° عرض شمالی و در دامنه های شرقی کوهستان سهند (استان آذربایجان شرقی) واقع شده است (شکل ۱).

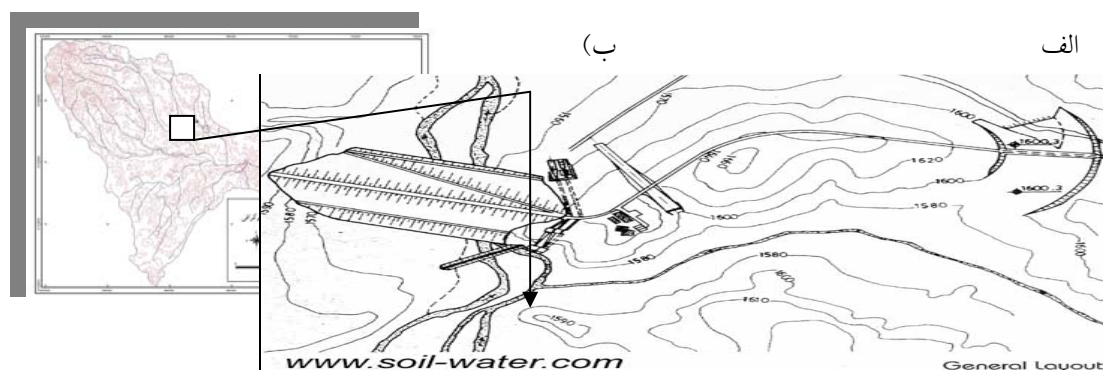


شکل ۱ موقعیت جغرافیائی حوضه قرنقوبه

محدوده مورد مطالعه که در دامنه شرقی سهند واقع شده است اقلیم آن، متأثر از موقعیت جغرافیائی و ویژگی های توپوگرافی محلی است. چرخندهای غربی، منبع عمده تزریق رطوبت به منطقه محسوب می شوند و با توجه به زمان ورود آنها ۸۵/۷ درصد بارندگی های منطقه، طی ماه های آبان تا اوایل اردیبهشت و بخش اعظم آن، در ماه های فروردین و اردیبهشت و ۳/۴ درصد آن نیز در فصل تابستان بوقوع می پیوندد. متوسط بارندگی سالانه کل حوضه ۴۰۳/۷ میلی متری باشد که از این میزان، بطور متوسط ۳۳۲/۶ میلی متر تبخیر می گردد و با توجه به ویژگی های بارش این محدوده به عنوان منطقه نیمه خشک محسوب می شود. با در نظر گرفتن میزان تبخیر و بارش، حجم آب خروجی از حوضه، ۲۵۰/۴ میلیون متر مکعب برآورد شده است. متوسط حداکثر، حداقل و میانگین دما در کل محدوده حوضه، به ترتیب ۱۴/۷، ۱/۸ و ۸/۳ درجه سانتیگراد می باشد. در حدود ۹۸/۴۹ درصد از کل حوضه، توسط رخساره ای دوران سوم پوشیده شده است. رخساره های متعلق به این دوره، شامل گدازه، توف و ایگنمبریت های ائوسن، رسوبات تخریبی ایگوسن، نهشته های ایگومیوسن و بالاخره رخساره های سنگی پلیوسن، مشتمل بر مجموعه سنگ های رسوبی و آتشفشانی سهند می باشند. تشکیلات متشکل از کنگلومرای قرمز، که در امتداد رودخانه آلمالوچای (یکی از شاخاب های عمده قرنقوبه) به ضخامت زیاد دیده می شود، مربوط به این دوره هستند. نهشته های قاعده پلیوسن در منطقه

شامل سنگ های آذرآواری ماسه ای وسیلتی، رس های ماسه ای به رنگ قرمز کم رنگ با درون لایه هایی از کنگلومرا و رس های سیلتی ولایه هایی از کنگلومرا است. این واحدها درهرجائی که در سطح زمین ظاهر شده اند،بیشترین میزان مواد را به دره ها و آب های جاری رها ساخته اند.

حوضه قرنقوچای با آبخیز های متعدد به عنوان یکی از رسوب زاترین حوضه های کوهستان سهند، به لحاظ ارائه پتانسیل های لازم برای آمایش محیطی، بیش از سایر حوضه ها مورد توجه قرار گرفته است. برای برآورده نمودن اهداف آمایش، سدهای متعددی بر روی رودخانه قرنقو و شاخاب های آن بسته شده است که سد سهند یکی از مهمترین آنهاست. سد مذکور که از نوع خاکی است بر روی رودخانه قرنقوچای در بخش میانی حوضه ای به همین نام، احداث شده است. سد یادشده با ارتفاع ۵۹ و ۴۵ متر از پی وبستر رودخانه، در طی زمان ودرا بگیری کامل، دریاچه ای به طول ۱۰ کیلومتر وبا سطح ۱۰ کیلومترمربع رادر پشت خود جای خواهد داد(شکل ۲). برای پرنمودن حجم دریاچه ای به این وسعت، میزان رهائی آب به بخش های پایین دست کاهش خواهد یافت. اگر روند افزایش دما و کاهش بارش در طی سال های اخیر نیز در نظر گرفته شود، زمان پر شدن سد طولانی تر و در نتیجه تغییرات ناشی از کاهش دبی در پایین دست محسوس تر خواهد شد. تغییرات ناشی از احداث سد به صور گوناگون قابل طرح است که در اینجا به برخی از آنها که از دیدگاه آمایش حوضه ای از اهمیت برخوردارند، اشاره می شود.



شکل ۲. محل احداث سد سهند(الف) در حوضه قرنقوچای ومحدوده گسترش دریاچه پشت سد سهند(ب)

-اثرات احداث سد سهند در تغییر روند فرآیندهای فرسایشی در سیستم وزیرسیستم های حوضه قرنقو

یکی از عمده ترین عامل افزایش میزان فرسایش در سطوح آبخیزها و در نتیجه افزایش میزان رسوب رودخانه ها، آشفستگی در شیب ها، بروز حرکات توده ای وفرسایش خندقی به اشکال مختلف در دامنه های مشرف به دره ها است. به همین دلیل، در آمایش حوضه های رودخانه ای، در محل هایی که سدها احداث می شوند، توجه به حفظ ثبات کف ودیواره دره ها وهمچنین دامنه های مشرف به دره ها به هنگام احداث سد وبعد از اتمام آن، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

به هنگام وقوع آشفستگی در سطوح دامنه ها و وقوع لغزش مقدار زیادی مواد دانه ریز و گلی وارد رودخانه ها و در نهایت مخازن سدها می شوند که تخلیه آنها بسیار پرهزینه ومشکل است. یکی از فرآیندهای طبیعی که پس از احداث سدها اتفاق می افتد، نفوذ آب دریاچه به داخل لایه های زمین اطراف است. در محدوده مورد بررسی، یکی از دامنه هایی که یک طرف سد سهند بر آن تکیه داده با آبگیری کامل سد به لحاظ ویژگی های لیتولوژیکی -مشکل از لایه های مارن، آهک و کنگلومرا -با توجه به شیب تندی که دارند، با نفوذ وتماس با آب دریاچه، اصطکاک بین لایه ای کاهش یافته و پایداری شیب ها بهم خواهد خورد و در اثر رانش زمین، مواد حاصل از آن مستقیماً به داخل

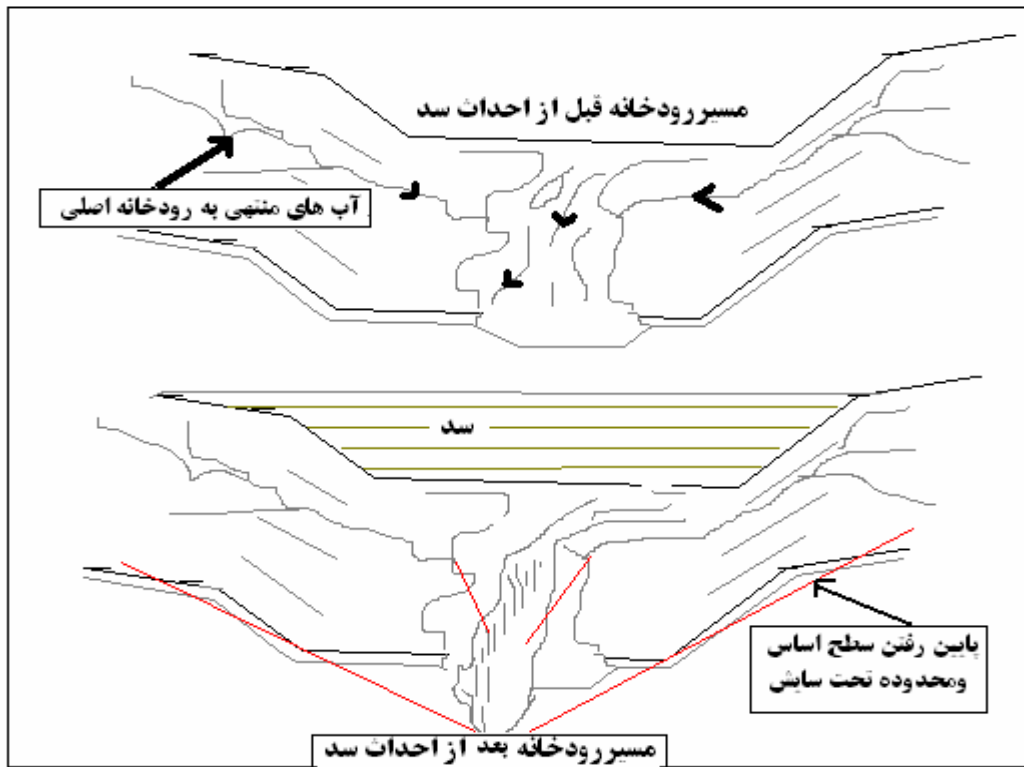
دریاچه رها خواهد شد. با زین رفتن پوشش گیاهی دامنه ها در حین عملیات سد سازی، استعداد دامنه ها به وقوع لغزش افزایش خواهد یافت. در واقع عدم پایداری دامنه های منتهی به دریاچه سد باعث کاهش عمر مفید خواهد شد.

وقوع حرکات توده ای و فرسایش آبراهه ای در بخش های بالادست رودخانه ها و در جوار سدها بسیار مشکل آفرین است. بنابراین، آمایش آبخیزها باید همیشه از قسمت های بالادست آن آغاز شود. طبق قانون فرسایش قهقرائی عمل حفر دره ها از طرف پایین دست بستر رودخانه به بخش های بالادست آن انتقال می یابد اما چگونگی حفر در نواحی بالادست تابع قسمت های پایین دست است. احداث سدها یکی از عوامل اصلی تحریک کننده فرسایش قهقرائی است که به دنبال تغییرات در سطح اساس محلی صورت می گیرد. بنابراین باید انتظار داشت که بعد از احداث سد و به دنبال آن تغییر در آرایش جریان رودخانه ها و افزایش فرسایش کناره ای، میزان حرکات توده ای در نتیجه میزان رسوب زائی در بخش های بالادست سدها افزایش یابد. اگر به محل احداث سد سهند در محدوده حوضه قرنقوچای و بر روی رودخانه قرنقو توجه شود، مشخص می شود که سد مذکور دقیقاً در محلی بسته شده است که در بالادست آن فعالیت های فرسایش آبراهه ای و خندقی (شکل ۳) در شدیدترین حالت ممکن در حال انجام می باشد (شکل ۳)، به همین دلیل رسوب دهی حوضه در بالادست آن، زیاد است (شکل ۳) بنابراین باید به فکر راه حل های آبخیزداری در این بخش ها بود.



شکل ۳. شدت فرسایش خندقی در حوضه قرنقوچای

در پایین دست سد، بعد از عملیات احداث و آبگیری سد نیز، به لحاظ پایین رفتن سطح اساس محلی و برچیده شدن پوشش گیاهی در بستر ظاهری، میزان فرسایش آبراهه ای و حتی فرسایش خندقی به شدت افزایش خواهد یافت که مدنظر قرار دادن این امر نیز لزوم توجه به بخش های پایین دست سد و اعمال اقدامات حفاظتی را می طلبد (شکل ۴)



شکل ۴. شکل بستر قبل و بعد از احداث سد در پایین دست سد

برای بیشتر رودخانه ها، بویژه رودخانه هایی که در مناطق نیمه خشک جاری هستند، در شرایطی که بستر و کناره ها از شرایط فرسایش پذیری زیادی برخوردار باشد، سرآب حوضه ها، بیشتر از ۷۵ درصد باررسوبی رودخانه ها را تهیه می کنند. در این مناطق، سیستم سرآب ها، نواحی مشخص از حوضه های رودخانه ای هستند که به لحاظ ویژگی هائی که دارند، از نظر تهیه و در اختیار گذاشتن نهشته، قابل توجه هستند. با توجه به مقدار محاسبه شده، این مقدار در حوضه قرنقوچای در محدوده بالادست سد، ۶۶/۱۶ درصد است. به لحاظ ویژگی های لیتولوژیکی جایگاه احداث سد سهند، این سد می تواند تمامی مواد حاصل از سایش بخش های بالادست را از بخش های پایین دست مجزا سازد. با بخش مهمی از بار رها شده از بالا دست رودخانه ها را از رسیدن به پایین دست متوقف سازد. بررسی نقشه پهنه بندی شدت فرسایش حوضه نشان می دهد (شکل ۵) که بین ۵۰ تا ۸۰ درصد سطوح بالادست سد دارای شدت فرسایش زیاد و خیلی زیادی باشد و بین ۴۰ تا ۸۰ درصد از سطح زیر حوضه های پایین دست دارای شدت فرسایش کم و خیلی کم می باشد که این امر می تواند حجم رسوبگذاری در مخزن سد را افزایش دهد. حجم رسوب گذاری که در مخزن توسط مهندسین آب منطقه ای آذربایجان شرقی محاسبه شده است، ۱/۵ میلیون متر مکعب در سال است. اگر به این میزان، مواد حاصل از آشفته گداز دامنه ها و لغزش های کناری دره ها نیز اضافه شود مسلماً مقدار حاصل بیش از این مقدار خواهد شد (شکل ۵).

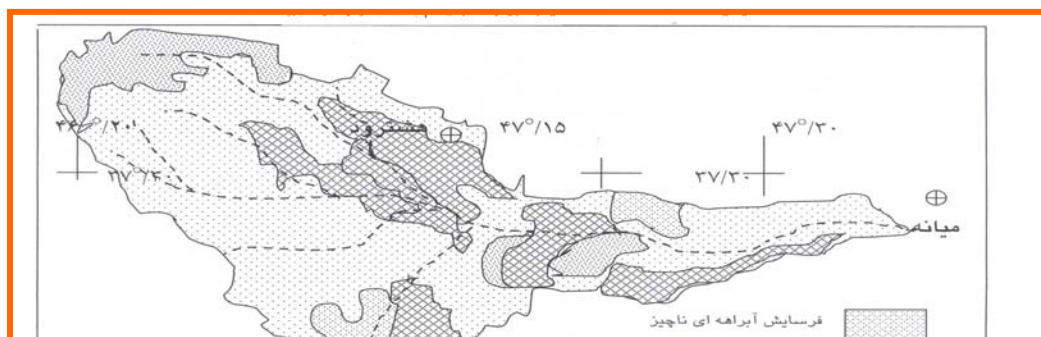
نقشه فرسایش آبراهه ای نشان می دهد که در بخش های بالائی و در محل های نزدیکی سد شدت فرسایش آبراهه ای بسیار بالاست. این بدین معنی است که تمامی مواد حاصل از چنین فرسایشی در پشت سد سهند انباشته خواهد شد و به صورت رسوبات بسیار ریز (به علت وجود تشکیلات مارنی در منطقه) که لایروبی آنها نیز بسیار سخت است، به مضللات اصلی سد در آینده نزدیک تبدیل خواهند شد.

بررسی نقشه ترسیمی (شکل ۵) نشان می دهد که بخش اعظم حوضه، مخصوصاً در محدوده شاخاب هایی که آب آنها به سد منتهی نمی شود، در محدوده ای قرار گرفته است که فرسایش آبراهه ای متوسط را دارا می باشد (شکل ۵). فرسایش آبراهه ای زیاد در محدوده سد قرار گرفته است و فرسایش آبراهه ای ناچیز که وسعت آن ها هم زیاد نیست در محدوده های جنوبی و بخش های پایین دست سد مستقر می باشد. فرسایش آبراهه ای کم، شامل مناطقی است که آبراهه ها به صورت پراکنده و به فاصله بیش از ۳۰۰ متر از یکدیگر و به عمق کمتر از یک متر پدید آمده اند. آثار این فرسایش در بخش های انتهائی دره ها و در مسیر کمتر از ۱۰ درصد طول آنها، مشاهده می شود. معمولاً بر روی ماسه سنگ ها و کنگلومراها، می توان این نوع فرسایش را مشاهده نمود. در روی نقشه این محدوده ها در بالادست حوضه و در پایین دست سد قرار گرفته اند (شکل ۵). درصد های محاسبه شده از شدت های مختلف فرسایش (شکل ۶) نشان می دهد که ۲۴ درصد از حوضه تحت فرسایش آبراهه ای، ۵ درصد تحت فرسایش آبراهه ای کم، ۶۱ درصد تحت فرسایش آبراهه ای متوسط و ۱۰ درصد قسمت فرسایش آبراهه ای زیاد قرار گرفته که در سطح حوضه بزرگی مانند قرنقو سطح گسترده شده است.

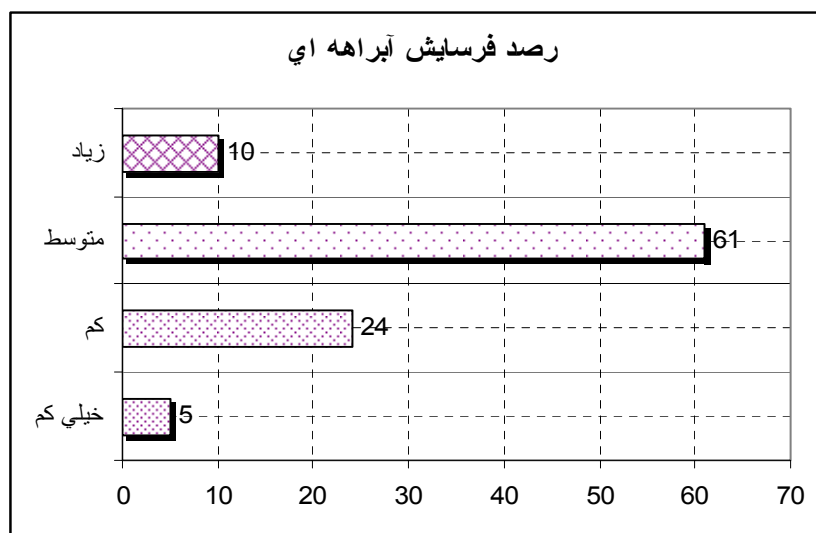
توجه به ویژگی های دامنه هایی که سد سهند بر آنها تکیه نموده است می تواند تصویر روشنی از شرایط آینده سد ارائه دهد. این سد بردو دامنه، با ویژگی های کاملاً متفاوت از نظر ویژگی های فرسایش پذیری بسته شده است. به عبارت بهتر، ویژگی های سایشی دو دامنه ها مقابل هم در محل احداث سد، یکسان نیستند. یکی از دامنه ها کاملاً مستعد به لغزش است که در صورت آبیگری و گسترش محدوده دریاچه پشت آن، انبوهی از مواد به صورت توده ای به داخل دریاچه فرو خواهد ریخت. در حالیکه دامنه مقابل، متشکل از گنبد های نمکی است که در شرایط کنونی، آب های کاملاً شور ناشی از سایش آن به دریاچه پشت سد هدایت می شوند. در صورت گسترش محدوده دریاچه، آب های آن با گنبد های نمکی تماس خواهند یافت که این امر، به حل شدن بیشتر مواد دامنه ای و شور شدن آب دریاچه و افزایش بار رسوبی پشت آن منجر خواهد شد.

تغییراتی که در محدوده روستاهای مشرف به دره ها و همچنین در مزارع صورت گرفته، بر شدت رسوب زائی دره ها افزوده است. مشاهدات میدانی و بازدید از روستاهای حوضه (بوژه روستاهای نزدیک سد)، که اغلب در کناره دره ها و بر روی شیب های تند مستقر شده اند، نشان می دهد که بیشتر روستاهای بالادست حوضه به علت خشکسالی های اخیر و عدم توجه به مشکلات اجرائی روستائیان و یا به علت قرار گیری در محدوده دریاچه سد، خالی از سکنه شده اند که این امر خود باعث شده است که حجم مواد رها شده به دره ها و در نهایت به آب های جاری از دیواره های گلی خالی از سکنه شده و مزارع متروک بیش از پیش افزایش یابد (شکل ۷).

با در نظر گرفتن تمامی مواردی که مطرح شد، نقشه پهنه بندی شدت رسوب دهی حوضه ترسیم شده است (شکل ۸). می توان مشاهده نمود که بخش های مختلف حوضه دارای شدت رسوب دهی متفاوتی است (شکل ۸). اگر به طبقات رسوب دهی پایین دست و بالادست محلی که سد بسته شده است توجه شود (شکل ۸)، مشاهده خواهد شد که محدوده هایی با نسبت رسوب دهی زیاد در بالادست آن قرار گرفته است، که بعد از بسته شدن سد، مواد حاصل در پشت آن جمع خواهند شد. طبق نتایج بدست آمده از روش P.S.I.A.C و نتایج حاصل از داده های ایستگاه های رسوب سنجی و بادرنظر گرفتن مساحت حوضه، میزان رسوب دهی به ۲۴۷۰۱۵۸ تن در سال بالغ می شود.



شکل ۵. پهنه بندی فرسایش آبراهه ای با شدت های متفاوت در حوضه قرنقوچای

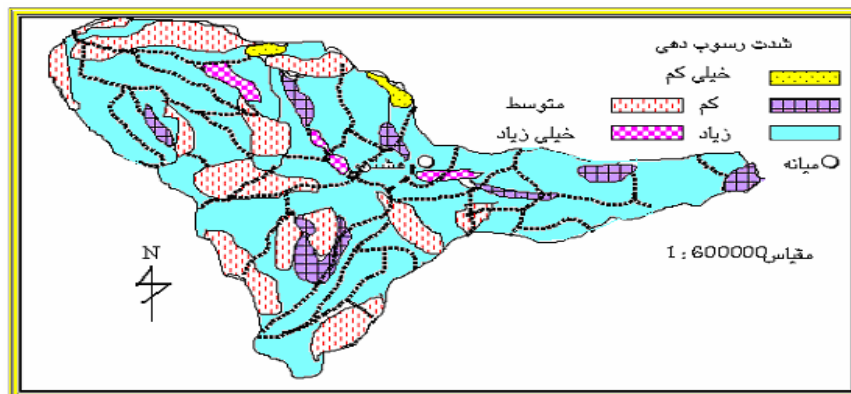


شکل ۶. درصدهائی از مساحت حوضه قرنقوچای که تحت انواع فرسایش آبراهه ای با شدت های مختلف

قرار گرفته اند



شکل ۷. روستای خالی از سنکه در حوضه قرنقو و در نزدیکی سد سهند



شکل ۸. پهنه بندی شدت رسوب دهی حوضه قرنقوچای

-توجه به ویژگی های طبیعی آبخیزها در عملیات عمرانی و آمایش آنها

در آمایش آبخیزها توجه به بستر ساخت وسازها و نگرش به آنها در یک افق گسترده از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در محدوده هایی که هدف از ساخت سد، استفاده از آب با کیفیت قابل قبول است، باید عوامل و ویژگی های محلی که می توانند سد و کیفیت آب پشت سد را تحت تاثیر قرار دهند، با دورنگری بیشتر مورد توجه قرار گیرند. به عبارت دیگر، قبل از هر اقدام عمرانی در محدوده ویژه ای، باید کلیه ویژگی های حوضه های رودخانه ای در درآمدت و کوتاه مدت، هم از نظر انسانی و هم طبیعی، بطور اصولی بررسی و مطالعه شود. اهمیت مطالعات ژئومورفولوژیکی در این بررسی ها بسیار زیاد است. یکی از مواردی که باید همواره مدنظر قرار گیرد، حضور واحدهایی لیتولوژیکی با ویژگی های متفاوت است که می توانند با تغییر در موقعیت جریان رودخانه بعد از احداث سد و یا تماس با آب دریاچه، کیفیت آب را تحت تاثیر قرار دهند.

سد سهند در حوضه قرنقوچای، در واقع به دودامنه کاملاً نامساعد برای سد سازی تکیه داده است. یکی از دامنه ها مستعد به لغزش بوده که در صورت آب گیری کامل سد، مواد زیادی به صورت توده ای به داخل دریاچه خواهند لغزید. دامنه دیگر متشکل از گنبد های نمکی است که از آبراهه های تشکیل شده بر روی آن، آب های کاملاً شور به دریاچه پشت سد جاری می گردند. تاسف بار این است که در صورت آب گیری کامل سد، تماس آب دریاچه با چنین تشکیلات زمین شناسی مشکل زا، خواهد بود.

حضور گنبد های نمکی، آنهم در فاصله بسیار نزدیک به سد، زمانی بیشتر آشکار خواهد شد که به ویژگی های اقلیمی منطقه (نیمه خشک) و همچنین روند تغییرات اقلیمی نیز توجه شود. متوسط بارندگی سالانه کل حوضه ۴۰۳/۷ میلی متری باشد که از این میزان، بطور متوسط ۳۳۲/۶ میلی متر تبخیر می گردد. با در نظر گرفتن میزان تبخیر و بارش و حضور گنبد های نمکی، میزان شوری آب دریاچه روز به روز افزایش خواهد یافت. با توجه به روند افزایش دما و ادامه خشکسالی ها، و کم شدن دبی رودخانه جاری به دریاچه پشت سد، به تدریج تراکم نمک در دریاچه افزایش یافته و آب آن از میزان قابل قبول، شورتر می شود. این امر علاوه از کاهش کیفیت آب، باعث فرسوده شدن دستگاه ها و تجهیزات مورد استفاده در اثر تماس با آب شور خواهد شد و در واقع آب ذخیره شده به آب غیر قابل استفاده تبدیل خواهد شد. در واقع با افزایش سطح دریاچه مقدار تبخیر از سطح دریاچه افزایش می یابد و به این ترتیب نمک باقی مانده از آب تبخیر شده به شوری آب دریاچه سد می افزاید. این امر بخصوص در مورد

سد سهند که در نزدیکی گنبدهای نمکی قرار گرفته است می تواند بسیار مخاطره آمیز باشد. با افزایش تبخیر (با توجه به روند خشکسالی و افزایش دما) و در نتیجه افزایش نمک در آب دریاچه سدها اثرات مخربی بر اراضی کشاورزی و کاهش محصولات زراعی خواهد داشت.

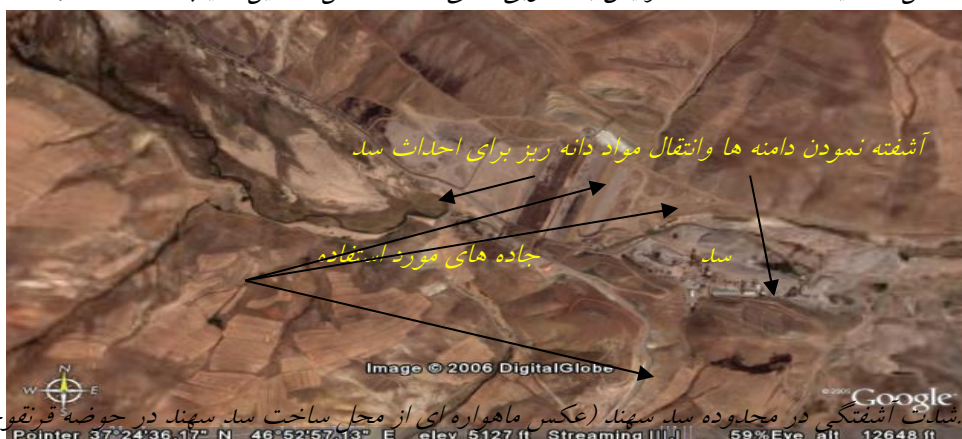
در حوضه قرقوچای، علاوه بر حضور گنبدهای نمکی، وجود خاکسترهای آتشفشانی در بالادست حوضه معضل مهم دیگری را بوجود می آورند. این مواد با کوچکترین تحریک به داخل دره فرو ریخته و وارد آب های جاری منتهی به سد می شوند. نتیجه آن پر شدن سریع دریاچه پشت سد از نهشته است. نهشته شدن در پشت سدها، به دلیل ریز بودن دانه های آنها دیگر به سهولت قابل انتقال نخواهند بود.

از دیگر عوامل تاثیرگذار در کیفیت آب پشت سدها افزایش میزان باررسوب انباشته شده در مخزن آب است. در نواحی کوهستانی که رودخانه ها از نیروی سایشی بالائی برخوردار هستند، باررسوبی زیادی را از بالادست به پایین دست انتقال می دهند. اما با احداث سدها، دربخشی از مسیر، در این انتقال اختلال ایجاد می شود. در واقع، بخش اعظمی از این رسوبات در پشت سدها به تله می افتند، در رابطه با اندازه مخزن سد، مقدار رسوبات به تله افتاده در بالادست سدها متفاوت است. طبق نظر ویلیام ووالمن، در حدود ۹۰ درصد از باررسوبی رودخانه ها، در پشت سدهای بزرگ به تله می افتد که البته میزان مواد انباشته شده در پشت سدها به عوامل مختلفی، از قبیل ویژگی های اقلیمی و لیتولوژیکی حوضه ها وابسته است. در مورد موقعیت سدها، میزان به تله افتادن رسوبات در پشت آنها، در مناطق مداری و نیمه خشک، به مراتب بیشتر از سایر محدوده های اقلیمی است. در مناطق کوهستانی نیمه خشک مانند حوضه قرقوچای، سطوح دامنه ها توسط پوشش گیاهی، بطور کامل حفظ نمی گردند، در چنین محدوده هایی، وقوع بارندگی های رگباری، مواد سطوح دامنه ها را در اختیار آب های جاری قرار می دهد. به همین دلیل، مقدار باررسوبی رودخانه ها و همچنین مقدار رسوبات پشت سدها نیز در چنین مناطقی بیشتر است. در این محدوده ها وجود سازندهای سطحی مستعد به فرسایش آبراهه ای و حرکات توده ای وضعیت را باز هم بحرانی تر می سازد. علاوه بر آن، عملیات احداث سدها و آشفتهگی های دامنه ای ناشی از آن در افزایش باررسوبی نقش مهمی ایفا می کند.

برای ساخت سد سهندازیک سو، مقدار بسیار زیادی از مواد دانه ریز از بخش های مجاور به این محدوده انتقال یافته است و از سوی دیگر جاده های خاکی موجود در روی دامنه های پر شیب، به طور مکرر مورد استفاده قرار گرفته و یا جاده های جدیدی برای سهولت اجرای عمل ساخت سد، در دامنه های مجاور کشیده شده است که در اثر آن عملکرد فرسایشی دامنه های مجاور به شدت تغییر یافته است. به عبارت دیگر، در طول ساخت سد، نه تنها مواد اضافی به محدوده عملیاتی حمل شده است، بلکه احداث جاده ها در محدوده های پر شیب و تغییر فرآیندهای فرسایشی بر روی دامنه ها، مقدار زیادی مواد اضافی را به بستر جریان رودخانه اضافه کرده و می کند که در نهایت تمامی آنها در اثر جریان آب های سطحی به آب دریاچه پشت سد اضافه خواهند شد (شکل ۱۰ و ۹).



شکل ۹. عملیات احداث سد و افزایش باررسوبی ناشی از آن در محل تشکیل دریاچه سد (سد سهند)



شکل ۱۰. شدت آشفته‌گی در محدوده سد سهند (عکس ماهواره ای از محل ساخت سد سهند در حوضه قرتوقچای)

-انعکاس تغییرات ناشی از ساخت سدها در مورفولوژی بستر رودخانه ها، در دامنه ها و در کل سیستم

سدها نه تنها در دبی، بلکه در مقدار باررسوبی رودخانه ها نیز تغییرات عمده ای ایجاد می کنند و این تغییرات، گاهی آرایش مسیر جریان رودخانه ها را در محدوده آبخیزها بطور کلی متحول می سازند. یکی از مهمترین تغییرات بعد از احداث سدها تغییرات باررسوبی، تغییر در نیمرخ طولی بستر رودخانه ها است. تغییرات شیب در نیمرخ طولی مسیر رودخانه ها، با تغییر در میزان دبی و رسوب و همچنین نوع تشکیلات سطحی در رابطه است. اگر اثرات به تله انداختن رسوبات توسط سد چشم گیر باشند، عملکرد فرآیندهای آبرفتی منجر به کاهش ظرفیت باررسوبی می شود که با تغییرات شیب همراه است. در شرایط عادی، تغییرات شیب به سبب عملکرد فرآیندهای فرسایشی ناشی از احداث سدها بسیار ناچیز است. اما اگر در محدوده هایی که سدها احداث شده اند، تشکیلات سطحی در برابر فرسایش مقاوم باشند، تنظیمات شیب، می تواند در افزایش باررسوبی بخش های دیگر، مهم باشد. به این صورت که انرژی اضافی در کناره ها صرف شده و برش پای دامنه ها در دراز مدت رخ می دهد. احداث سدها با تغییر در دبی رودخانه ها و ظرفیت حمل باررسوبی آنها، مورفولوژی مسیر عبور رودخانه را نیز دگرگون می کند. به عبارت دیگر، چند مؤلفه اصلی در تنظیم بستر رودخانه ها سهم هستند که تغییر در هر یک، به نحوی در عملکرد دیگری منعکس خواهد شد.

به غیر از دبی، تغییرات در میزان رسوب و نهشته گذاری در مسیر جریان رودخانه ها، معمولاً قبل از افتتاح رسمی سدها شروع می شود (مانند انتقال مواد ساختمانی به محل، آشفته‌گی دامنه ها و بستر جریان رودخانه ها برای ایجاد کمپینگ های عملیاتی و....). بعضی از تغییرات در مسیر رودخانه ها هم، بعد از احداث سدها، چندین سال به تاخیر می افتد. اما باید در نظر داشت عمده ترین تغییرات مورفولوژیکی، تغییراتی است که در مقطع عرضی و طولی بستر جریان رودخانه رخ می دهد. بررسی هایی که توسط محققین مختلف در مسیر رودخانه ها صورت گرفته، نشان می دهند که نصف کل تغییرات ناشی از احداث سدها، تغییراتی است که در پهنای بستر صورت می گیرد، و چنین تغییراتی، در کمتر از ۱ تا ۲ ماه اول احداث سد رخ می دهد. گاه مقدار تغییرات رخ داده در ۲ ماه اول، ۵۰ درصد از کل تغییراتی است که رودخانه، به سبب ساخت و ساز سد، در طول زمان طولانی متحمل می شود. بیشتر رودخانه ها، این مقدار از تغییرات را در ۱/۵ تا ۲ سال اول انجام می دهند. فرسایش و تنظیم شیب، بعد از بسته شدن سد، نسبتاً سریع صورت می گیرد. اما میزان فرسایش در طی زمان، به تدریج کاهش می یابد. میزان تغییرات در طی زمان، بستگی

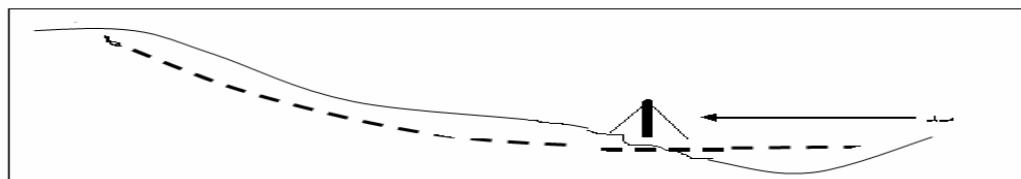
به ویژگی های دبی، مواد سازنده بستر و دستکاری انسان در طول مسیر دارد. اما می توان گفت که بیشتر رودخانه ها نیمی از کل تغییرات لازم در بستر خود را در قالب فرسایش کلی، در عرض ۷ سال اول انجام می دهند. حداکثر تغییرات، در عمق و پهنا صورت می گیرد. آنچه که از نظر ژئومورفولوژی اهمیت دارد، برهنگی کلی در مسیر است که در قالب فرسایش قابل تحلیل است و با استناد به میزان رسوب گذاری در مسیر و کاوش در بخش های ویژه از مسیر، صورت می گیرد. برهنگی ناشی از احداث سد، معمولا در چندین دهه و یا طی چندین قرن صورت می گیرد. میزان برهنگی اولیه، از ناچیز تا بیشتر از ۷/۷٪، و برهنگی کلی، عمدتا در ۱۰-۱۵٪ دوره تنظیم در بستر رخ می دهد. تغییرات در بستر و در کناره های رودخانه قرنقوچای بعد از احداث سد کاملا مشهود است (شکل ۱۱، الف، ب، پ). این تغییرات در کناره ها در بیشتر موارد به فرسایش آبراهه ای و فرسایش خندقی منجر شده است.

فرسایش کناری که منجر به فروریزی مواد دیواره دره ها به آب های جاری می شود، یکی از تغییرات ناشی از احداث سدها است که خود می تواند عامل تغییرات عمده ای در مسیر جریان رودخانه باشد. به لحاظ اینکه در مناطق کوهستانی، بویژه کناره دره های حوضه کوهستان سهند به کشت محصولات اختصاص یافته است، توجه به چنین فرسایشی و همچنین کاهش آن، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. فرسایش کناری در مسیر رودخانه های مناطق کوهستانی را می توان به سه قسمت تقسیم نمود. در چنین محدوده هائی، در قسمت های بالائی از مسیر رودخانه ها، فرآیندهایی مانند یخ زدگی ذوب و در نتیجه سایش برفسایبی غالب است. در این محدوده ها، حجم مواد انباشته شده در پای دامنه های پر شیب، برای حمل به قسمت های پایین دست، بسیار زیاد است. در مسیرهای پایین دست حوضه و در پایین دست سدها، فرآیندهای کشتی مواد، در طول مسیر غالب می باشد. در این قسمت ها، به سبب نیروی بالای رودخانه، کنده کاری بیشتر است. در بخش های میانه رودخانه ها، اغلب فرسایش و گسیختگی کناره ها و در نتیجه فرسایش توده ای رخ می دهد که این امر، حجم مواد بالقوه مستعد ورود به آب های جاری را افزایش می دهد. در بخش پایین دست، در اثر فعالیت پیچان ها، که فرسایش از یک کناره را تقویت می کند، پهنای مسیر نیز افزایش می یابد.

در مسیر رودخانه قرنقوچای و در قسمت های بالادست سد و در ارتفاعات حوضه، که شاخاب ها سرچشمه می گیرند، تحت تاثیر آب و هوای خشن، مواد زیادی در اختیار رودخانه قرار می گیرد که این مواد، به پایین دست حمل و نهشته می شوند. فرسایش توده ای و ورود واریزه های زیاد، حجم مواد رسوبی در قسمت های میانی حوضه را افزایش می دهند. و رود این مواد در آینده، بر میزان مواد انباشته شده در پشت سد خواهد افزود.

ب

الف



پ

شکل ۱۱ الف) تغییر در بستر وب) درکناره های آن وب) تغییرات در نیمرخ طولی بستر جریان رودخانه قبل) ---
--- (وبعد) (_____) از احداث سد

شیب نیمرخ طولی رودخانه قرنقو در اثر احداث سد، ممکن است کاملاً تغییر یابد و در طی این تغییرات، آرایش جریان رودخانه ها نیز متنوع گردد. آنچه که مسلم است، این است که در یک فاصله مشخصی از سد، شیب کاهش یافته و مسیر رودخانه مستقیم می شود و بعد از طی مسافتی، جریان رودخانه حالت قیطانی به خود می گیرد. در قسمت پایین دست، ناحیه قیطانی ممکن است یک سطح اساس محلی تشکیل گردد و شیب دوباره افزایش یابد و بستر مستقیم شود. در پایین دست، دوباره مسیر قیطانی شده و نزدیک به سطح اساس دیگر، حالت پیچانی به خود گیرد. پیچانی شدن مسیر رودخانه به مفهوم این است که دامنه های بیشتری می توانند تحت فرسایش قرار گیرند و از طریق برش پای دامنه مواد بصورت توده ای وارد رودخانه گردد. در کوهستان ها کناره دره ها و دامنه های مشرف به دره ها تحت کشت قرار گرفته اند. برش پای دامنه ها می تواند چنین دامنه هایی را در معرض تهدید فروریزی قرار دهد.

تغییرات نیمرخ طولی رودخانه ناشی از احداث سد، تحت تاثیر کیفیت و مقدار آب های رها شده از سد است. آب گرسنه^۱ و یا آب عاری از مواد رها شده از سد، بخش های بالادست بستر را فرسوده خواهد نمود مگر این که جریان به حد فشار برشی کاهش یابد و سرعت آن قادر به جابجائی مواد بستر نباشد. در پایاب های دورتر، کناره ها بیشتر از بخش بستر فرسوده خواهند شد. این فرسایش در قسمت های بالائی، یعنی در بالای نقاط برجسته بستر نیز ادامه خواهد یافت تا این که شیب به حد کافی کاهش یابد.

تغییرات وضعیت نهشته گذاری نیز مشابه وضعیت کندوکاری است. به سبب افزایش بار رسوبی، مواد نسبتاً ریز در قسمت های بالاتر نهشته خواهند شد. در قسمت های بالادست، نهشته گذاری بیشتر به صورت نهشته گذاری کناره ای بوده است. در حالی که در پایاب های دورتر، بیشتر به صورت نهشته گذاری در بستر است و مقدار نهشته گذاری به سبب تزریق مواد توسط شاخاب ها در بخش پایین تر، زیادتر خواهد بود. تمامی مواد نهشته شده در بخش های نزدیک به سد، مربوط به گذشته است که با ادامه نهشته گذاری مواد درشت تر شیب تا حدی افزایش خواهد یافت. در حالت کلی، می توان گفت که با انباشتگی مواد در پشت سد، نیمرخ طولی بالادست سد ارتفاع گرفته و در پایین دست سد، نیمرخ طولی عمیق تر خواهد شد.

- نتیجه گیری

آبخیز های مناطق نیمه خشک و سیستم های زهکشی در چنین مجدوده هایی از جمله مناطق آسیب پذیر و سیستم های بسیار حساس هستند که در پاسخ به بی تعادلی های پدید آمده، تغییراتی را متحمل می شوند. در طی زمان برقراری تعادل مجدد، اشکال ویژه ای در آبخیزها و در مسیر جریان ایجاد می شود و یا اشکال موجود از بین می روند. بروز عدم تعادل در مسیر رودخانه ها، یا به دلایل طبیعی و یا به علل دخالت های انسانی است. در چند دهه اخیر، با تشدید فعالیت های انسانی در حوضه های کوهستانی، بویژه در مسیر رودخانه ها، و آمایش های بدون نگرش سیستمی به طبیعت و عملکرد انسان و اعمال اقدامات عمرانی با محوریت انسان، به عمده ترین عامل بروز عدم تعادل در آبخیزها تبدیل شده است. انسان با ساخت سدهای کوچک و بزرگ باعث بروز آشفته گی های عمده در مسیر

^۱ - Hangry water

رودخانه ها و درکل سیستم آبخیز گردیده است. احداث سد هادرمسیر رودخانه ها - به عنوان مهمترین ساختارهای دست ساز انسانی - می تواند تغییرات عمده ای را در کارکرد سیستم هاپدید آورده و حتی در بخشی ویژگی های منطقه ای را بطور کامل متحول و دگرگون ساخته است. بطوریکه، طبق گزارشات ارائه شده، آسیب های وارده به طبیعت در اثر احداث یک سد در حوضه های کوهستانی، بعضاً تا تهدید جدی اکوسیستم های طبیعی رودخانه هانیز پیش رفته است. این تغییرات، از هنگام احداث سدها، با بروز آشفتگی های جدی در سطوح دامنه ها شروع و تا ۴۰ سال بعد از احداث آنها نیز ادامه می یابد. میزان تغییرات و دگرگونی ها در مناطق نیمه خشک، به لحاظ ویژگی های طبیعی حاکم، به مراتب بارزتر از سایر نقاط بوده است.

احداث سدها در حوضه های کوهستانی مناطق نیمه خشک، عمدتاً با محوریت انسان و در غالب موارد، یک سویه بوده است. در چنین مناطقی انجام طرح های عمرانی بدون توجه به ویژگی های شکننده تعادل سیستم های طبیعی به بروز مسائل عمده ای از قبیل بحران مدیریت و تغییرات محیطی منجر شده و چالش های جدی دیگری را نیز به همراه داشته است. در این مناطق، معمولاً برنامه ریزی ها و اقدامات عمرانی (عمدتاً احداث سدها و بندها) و بطور کلی آمایش محیطی، بدون نگرش سیستمی به حوضه ها و شبکه های رودخانه ای صورت گرفته و می گیرد. در چنین اقداماتی غالباً، عملکرد چند سویه سیستم های رودخانه ای مدنظر قرار نمی گیرد. در واقع در اثر این بی توجهی ها، انسان، اجزاء سیستم هارا به گونه های مختلف به چالش می طلبد، که نتیجه منفی چنین چالش هایی در درازمدت متوجه خود انسان خواهد شد. اگر احداث سدها بدون در نظر گرفتن نحوه کارکرد فرآیندهای ژئومورفولوژی و بدون مدنظر قرار دادن ویژگی های مواد متشکله بستر جریان رودخانه ها صورت گیرد، باید پیامدهای منفی آنها را انتظار داشت. یکی از نمونه های قابل ذکر در این مورد، احداث سد سهند در حوضه قرقچای می باشد. احداث سد مذکور، ویژگی های ژئومورفولوژیکی بخش های پایین دست سد را کاملاً متحول نموده است. حوضه قرقچای، واقع در کوهستان نیمه خشک سهند - با استناد به وقوع لغزش های متعدد در کناره دره ها و داده های رسوب مستخرج از اطلاعات جمع آوری شده از ایستگاه های مستقر در بخش های مختلف حوضه - از رسوب زاترین حوضه این کوهستان و همچنین از رسوب زاترین زیر حوضه های قزل اوزن محسوب می شود. سد سهند که در بخش کاملاً فرسایش پذیر این بستر احداث گردیده، می تواند باعث تغییراتی در ویژگی های هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و ژئومورفولوژیکی بسترهای بالادست و پایین دست حوضه گردد. در واقع آنچه که از نظر ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی بررسی اثرات سد سهند را در بستر رودخانه قرقچای می کند، کیفیت و نحوه تغییر و تحولاتی است که در مکانیسم های فرسایشی شاخاب های بالادست حوضه در بستر اصلی رودخانه ها پدید آورده و در آینده نیز پدید خواهد آورد. موضوع مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد، تغییر در موقعیت جبهه های نهشته گذاری و فرسایشی و همچنین چگونگی جابجائی مواد در بستر رودخانه ها و نحوه تولید آنها است. جابجائی مواد در طول مسیر رودخانه ها دائمی و یکنواخت نیست. میزان جابجائی مواد با عوامل مختلفی از جمله دبی و تغییرات ایجاد شده در طول مسیر، در رابطه است. در اثر احداث سد سهند، محل نهشته گذاری و همچنین سایش تغییر یافته و به دنبال آن با تغییر در عمق بستر و وقوع حرکات جانبی رودخانه و بروز گسیختگی دامنه ها، مقدار مواد ورودی به رودخانه افزایش یافته است. این امر علاوه بر این که از عمر مفید سدها می کاهد موجب از بین رفتن بخش قابل توجهی از خاک های قابل کشت در شیب های مشرف به دره ها می شود. بنابراین باید در آمایش محیطی به تمامی موارد به صورت حلقه های بهم پیوسته هستند، نگاه نمود. در واقع تمامی روش هایی که برای آمایش دامنه ها در آبخیزهای مناطق نیمه خشک بکار گرفته می شود و طرق گوناگونی که برای جلوگیری از فرسایش و حفاظت

خاک و آب انتخاب می شود. در صورتی موثر خواهند بود که با شرایط و کیفیت مورفودینامیک ناحیه مورد مطالعه متناسب و سازگار باشد و موفقیت طرح های عمرانی هنگامی زیاد خواهد بود که دخالت انسانی در محیط های طبیعی با دورنگری بیشتری و با در نظر گرفتن ویژگی های سیستمی صورت گیرد.

از دیگر معضلات احداث سدها در مناطق خشک، پاک شدن پوشش گیاهی از بخش های میانی بستر جریان رودخانه ها است که حضور آنها موجب تثبیت آبرفت های شد و میزان انتقال مواد به پایین دست را کاهش می داد. با از بین رفتن آنها، پشته های رسوبی تشکیل شده در بستر در معرض تهاجم سیلاب ها قرار گرفته و به پایین دست انتقال می یابند. بنابراین یکی دیگر از کارهایی که در آمایش حوضه ها نقش مطلوبی دارد، اعمال روش هایی است که در اثر آنها شرایط برجای گذاری مواد در مسیر آب فراهم آید و از جابجا شدن آبرفت های تثبیت شده جلوگیری شود. بطور کلی می توان گفت که، برای این که آمایش حوضه ها بطور منطقی و بنیادی تحقق یابد، به مطالعات اساسی در زمینه های مختلف مانند، اقلیم، هیدرولوژی، زمین شناسی، خاکشناسی، ژئومورفولوژی و... نیاز است، تا با استفاده از تخصص های مختلف، ویژگی های تمامی اجزاء سیستم مورد مطالعه قرار گیرد و برنامه ریزان محیطی نیز با مد نظر قرار دادن اطلاعات حاصل از این مطالعات، برای یک سیستم زنده و پویا برنامه ریزی کنند و مجریان نیز با مدنظر قرار دادن این که، ارتکاب هرگونه اشتباهی با قهر اجزاء سیستم روبرو خواهد شد، به اجرای دقیق طرح های عمرانی مبادرت ورزند.

-منابع مورد استفاده-

- ۱- ترابیان، علی و حسین هاشمی. ۱۳۸۱. مدل سازی کیفی آب های سطحی. انتشارات دانشگاه تهران
- ۲- سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی. ۱۳۸۴. گزارشات از نتایج مطالعاتی سد سهند
- ۳- رجائی، عبدالحمید. ۱۳۷۲. کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش و مدیریت حوضه های رودخانه ای و مکان یابی سدها. تحقیقات جغرافیائی. شماره ۲۸ صص ۱۰۹-۱۲۲
- ۴- روزنامه ایران. ۱۳۸۴. ذخیره آب سدهای کشور کاهش یافت. ۵ آبان، ص ۲۱
- ۵- وفائیان، محمود. ۱۳۸۴. اطلاعات اجرایی در مورد سدهای خاکی. انتشارات ارکان.
- ۶- نجمائی، محمد. ۱۳۸۲. سد و محیط زیست. انتشارات وزارت نیرو
- 7-Amsler, L.M., C.G. Ramonell and H.A. Toniolo. 2005. Morphologic changes in the Parana river channel in the light of the climate variability during the 20th century. *Geomorphology*. 70:257-278.
- 8-Azanon, J., Antonito, J.V, Pena and J.M. Carrillo. 2005. Late quaternary large scale rotational slides induced by river incision. *Geomorphology*. 69:152-168.
- 9-Brandt, S.A. 2000. Classification of geomorphological effects downstream of Dams. *Catena*. 40:375-401.
- 10-Butler, D.R and G.P. Malanson. 2005. The geomorphology influences of beaver dams and failures of beaver dams. *Geomorphology*. 71:48-60.
- 11-Chanson, H. 2005. The 1786 earthquake-triggered landslide dam and subsequent dam-break flood on the Dadu river, southwestern China. *Geomorphology*. 65:173-344.

12-Fassetta ,G,A.,E,Cossart and M,Fort.2005.Hydro-geomorphic hazards and impact of man-made structures during the catastrophic flood of June 2000 in the upper Guil catchment.Geomorphology.66:41-67.

13-Graf,W,L 2005.Geomorphology and American dams:The scientific ,social,and economic contex.Geomorphology.71:3-26.

14-Korup,O.2005.Geomorphology hazard assessment of landslide dams in south westland.Geomorphology.66:167-188.

15-Kucukarslan,S .,S,B.Coskun and B,Taskin.2005.Transient analysis of dam-reservoir interaction including the reservoir bottom effects.Journal of fluids and structures.20:1073-1084.

16-Lorang,M.S and G,Aggett.2005.Potential sedimentation impacts related to dam removal.Geomorphology.71:182-201.

17-Magilligan,F.J and K,H.Nislow.2005.Changes in hydrologic regime by dams.Geomorphology.71:61-78.