تحلیل تغییرات مورفولوژیکی رودخانه ناشی از احداث سد طالقان بر پایه تفاضل‌سنجی زمانی داده‌های سنجش‌ازدوری

محمد شریفی‌کیا[1*]، سیاوش شایان[2]، سیدمروت افتخاری[3]، امیر کرم[4]

۱. دانشیار گروه سنجش‌ازدور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. داشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. دانشیار دانشکده علوم جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

دریافت: ۹۶/۲/۶ پذیرش:۹۶/۶/۶

چکیده

سدسازی فعالیت عمرانی نسبتاً فراگیر است که در برخی مقاطع زمانی در ایران به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های اصلی و محوری توسعه در نظر مدیران برنامه‌ریزی کشور محسوب می‌شد. واقعیت آنکه حاکمیت رژیم خشک و نیمه‌خشک بر ایران و الزامات تأمین منابع آبی، احداث بسیاری از سدها در مناطق بعضاً نامناسب را توجیه‌پذیر ساخت. این نکته نیز پذیرفته است که سدسازی به‌طور طبیعی و تا حدودی جبری تغییراتی در مورفولوژی ناحیه احداثی (سرآب و پایاب) ایجاد می‌نماید، لذا آگاهی از تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ای در دو حوضه بالادست (سرآب) و پایین‌دست (پایاب) سد در راستای مدیریت منطقه‌ای و کاهش خسارت به سازه‌ها، زیرساخت‌ها و مخزن سد دارای اهمیت فراوان است. بر مبنای این ضرورت، در تحقیق حاضر استخراج تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ای در حوضه بالادست سد طالقان، بر پایه تفاضل‌سنجی زمانی داده‌های سنجش‌ازدور، هدف‌گذاری شده است. بدین منظور از سه سری عکس‌های هوایی در مقاطع ۱۳۳۴، ۱۳۳۵۰، ۱۳۸۰ (قبل از احداث سد) برای استخراج و بررسی ویژگی‌های مورفولوژی بهره گرفته‌شده و در مرحله بعد همین ویژگی‌ها از تصاویر پانکروماتیک ماهواره Cartosat-1 مربوط به سالهای ۱۳۸۸؛ ۱۳۹۴۰۱۳۹۴مجدداً استخراج و علاوه بر آن تغییرات مورفولوژیکی سطح با روش تفاضلی از دو مدل رقومی تولیدی اخذ و تحلیل گردید. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد قریب ۵۸ درصد عرصه موردمطالعه واجد تغییر منفی ارتفاعی بوده که مقادیر حداکثری آن به رقم ۳۱,۲ سانتی‌متر می‌رسد. درعین‌حال تغییرات ارتفاعی مثبت با نرخ ۱ سانتی‌متر تا حداکثر ۱۲ متر عرصه محدودتری داشته (۳۵ درصد محدوده) که بخش عمده آن در قسمت انتهای بستر رودخانه اصلی و نواحی

* نویسنده مسئول: sharifikia@modares.ac.ir

پشت سد اتفاق افتاده که انباشت رسوب عامل ایجابی آن می‌باشد. همچنین نیم‌رخ‌های طولی تهیه‌شده از مدل‌های رقومی قبل و بعد از احداث سد نشان می‌دهد بستر رود از مصب سد تا ۱۴ کیلومتری علیای آن (روستای جوستان) قبل از احداث در حال عمیق شدن بوده و وضعیت مرفولوژیکی نسبتاً نامنظمی را معرفی می‌نموده، درحالی‌که در بعد از احداث این وضعیت از نظم نسبتاً بهتری برخوردار شده است. همچنین تغییر در فرم نیم‌رخ‌های عرضی از حالت U بسته به حالت مشابه U باز محسوس می‌باشد. نکته دیگر اینکه فعالیت فرسایشی از حالت حفر بستر به فرسایش کناری تغییر کرده و پیچان‌رودهای اولیه در حال گسترش می‌باشد. درمجموع مستند به یافته‌های تحقیق روشن گردید که در این بخش از رودخانه شاهرود، به دلیل تغییر مثبت سطح اساس، موجب بالا آمدن بستر شرایط برای ورود به مرحله تحول‌یافتگی شده است؛ نتیجه ضمن تخریب سازه‌های حاشیه رود، شرایط انتقال رسوبات بیشتر را از دامنه‌های سست مجاور به مخزن سد را فراهم نموده است.

کلمات کلیدی: سدسازی، تغییرات مرفولوژیکی، سنجش‌ازدور، تفاضل‌سنجی، طالقان.

۱- مقدمه

سدسازی فعالیتی عمرانی و نسبتاً پر سابقه است که بشر از دیرباز تاکنون برای تأمین منابع آبی و کنترل و هدایت منابع آب بدان توجه داشته است. علاوه بر کشورهای مختلف در ایران نیز از گذشته این امر در غالب ساخت بندسار که نوعی تکنیک سنتی و روش متداول در مدیریت منابع آب‌وخاک مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی کشور مورد توجه و تأکید قرار داشته است (شریفی کیا و مظفری ۱۳۹۳: ۵). سدسازی متکی بر فن‌آوری نوین در سال‌های اولیه قرن حاضر به‌طور نسبی مورد اهتمام قرار داشته لیکن در سال‌ها میانی (بعد از انقلاب) و بخصوص در سال‌های تعمیق و بسط سازندگی بعد از جنگ تحمیلی تحوّل گسترده‌ای یافت و اقدامات متعددی در این عرصه صورت گرفت. کثرت احداث این سازه در کنار الزامات حیاتی مرتبط با آن؛ بخصوص اولویت بخشیدن به موضوع تأمین آب برای شهرهای بزرگ منجر به کم‌توجهی و در بسیاری موارد بی‌توجهی به سیستم‌های محیط طبیعی خصوصاً سیستم فرآیندهای ژئومورفولوژیک که واجد پویایی ذاتی و اثرپذیری جبری از فعالیت‌های عمرانی در حوضه می‌باشند گردیده است.

به لحاظ نظری چشم‌انداز مورفولوژی رودخانه‌ای (عموماً در آبراهه‌های طولی) بر بستر کانال اصلی، دشت سیلابی و کرانه‌های خیزآبی متمرکز است و فرایندهای فرسایشی در شکل‌دهی آن

نقش‌آفرینی می‌نماید (فوسچ[۱] و همکاران، ۲۰۰۲؛ وارد[۲] و همکاران، ۲۰۰۲؛ جانسون و نیلسن[۳]، ۲۰۰۷). ارتباط‌سنجی مابین رودخانه و این عرصه‌ها، از اهمیت و اعتبار ویژه‌ای در تبیین پایداری چرخه اکولوژیکی برخوردار است (اُپرمن[۴] و همکاران، ۲۰۱۰). احداث سد علاوه بر پیامدهای متعدد زیست‌محیطی ازجمله ایجاد تغییر در حیات گیاهی و جانوری، چرخه، میکرو اقلیم و آب‌وهوا، حیات انسانی اقتصادی [۵]اجتماعی و... ، (سایت تامیسیکولو و همکاران، ۲۰۰۷؛ پیرستانی و شفقتی، ۱۳۸۸) موجب بروز تغییرات نسبتاً گسترده‌ای نیز در الگو و فرایندهای ژئومرفولوژیکی می شود. مسلماً فرایندهای فرسایشی رودخانه، توسط جریان سدسازی، به‌خصوص در پایین‌دست از طریق کنترل نسبی توالی و قدرت سیلاب‌ها تا حدود زیادی کنترل می‌شود؛ لیکن پرواضح است که ایجاد سد خود درجاتی از تغییر در مرفولوژی به همراه می‌آورد. یافته‌های علمی مؤید آن است که ساخت بیش از ۵۰ هزار سد با ارتفاع بیش از ۱۵ متر، به‌طور مشهودی جریان آب و رسوب را در بیش از نیمی از رودخانه‌های جهان دگرگون ساخته است (ظفرنژاد، ۱۳۸۶: ۷۰).

نکته حائز اهمیت این است که در بیشتر مناطق، اثرات اکولوژیکی تغییر ناشی از سدسازی در عرصه‌های رودخانه‌ای، غالباً بر فرایندهای مرفولوژیکی آن غلبه می‌کند. تغییرات مورفولوژیکی حاصل تغییر در عملکرد فرایندهای فرسایشی و نهشته‌گذاری در سامانه‌های حوضه‌های زهکشی می‌باشند که موجب می‌شود چهره حوضه‌ها در محدوده‌های نزدیک به سدهای احداث‌شده، کاملاً دگرگون شود (بالتر و مالانسو، ۲۰۰۵). سرعت و گستره این تغییرات در تمامی حوزه یکسان نبوده و بسته به موقعیت جغرافیایی منطقه حادث، ساختار و عملکردی متفاوت خواهد داشت. ازجمله پیامدهای ساختاری احداث سد در مناطق خشک، به‌صورت افزایش در شدت سایش در بخشی و افزایش انباشتگی رسوبات در بخشی دیگر از مسیر جریان رودخانه می‌باشد (رجایی، ۱۳۷۲؛ براندت، ۲۰۰۰؛ رادوانی و رادوانو ۲۰۰۵؛ تورگان و اگیت ۲۰۰۵). در چنین حوضه‌هایی به علت واکنش‌های زمانی کوتاه‌مدت رودخانه‌ها، تغییرات در بستر رودخانه‌ها برای انطباق با شرایط جدید، سریع بوده و قابلیت درک این تحولات در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت میسر می‌شود (آمسلر، ۲۰۰۵؛ پیتس، ۲۰۰۵). خوشبختانه به سبب انجام مطالعات فراوان، دانش کافی در خصوص اثرات سدسازی در فرایندهای مرفولوژیکی پایین‌دستی فراهم آمده لیکن ناکافی‌بودن

---

۱. Fausch

۲. Ward

۳. Janson & Nilsson

۴. Opperman

این مطالعات در تبیین اثرات سد در تغییرات مورفولوژیکی سطوح بالادستی مشهود بوده و نیازمند به توجه است.

یافته‌های متقدم به‌خوبی اثرات مورفولوژیکی کانال رودخانه در فرم‌دهی عرصه‌های پیرامونی را تعیین نموده و عناصری مانند جابجایی تکرارشونده کانال و تغییرات مکرر آن از درون دشت سیلابی و یا تغییر در دیواره قائم به‌واسطه برش یا ریزش را به‌عنوان فرایندهای نقش‌آفرین معرفی نموده‌اند (ولمن و لئوپولد[۱]، ۱۹۵۷؛ هاوارد[۲]، ۱۹۹۶؛ زولین سکی[۳]، ۱۹۹۲).

در عرصه بین‌المللی پژوهش‌های درزمینه بررسی تغییرات ژئومورفولوژیکی ناشی از احداث سدها، دارای سابقه‌ای بیش از چند دهه است و به نظر می‌رسد شروع آن با مطالعات پیتز[۴] در سال ۱۹۷۰ بود؛ پس‌ازآن تا زمان حال محققین زیادی ازجمله: بارو[۵] (۱۹۸۱)، ویلیام و لمن[۶] (۱۹۸۴)، الا نصاری و ریماروی[۷] (۱۹۹۷)، موریس و فان[۸] (۱۹۹۸)، آندرسون[۹] (۲۰۰۰)، سعد[۱۰] (۲۰۰۲)، دیویس و گرنت[۱۱] (۲۰۰۵)، دیوو[۱۲] (۲۰۰۶)، اشمیت و ویل کک[۱۳] (۲۰۰۸)، هامیلتون[۱۴] (۲۰۰۷)، رونالد[۱۵] (۲۰۱۳) بدان توجه نموده‌اند.

یافته‌های تحقیق در سطح ملی نشان می‌دهد که در دو دهه اخیر فعالیت‌های فزاینده عمرانی، ازجمله سدسازی موجب تغییرات گسترده در محیط‌های طبیعی شده است (کاویانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ قاسم نژاد و همکاران، ۱۳۹۲؛ عاشوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ شمس و همکاران، ۱۳۹۰). سیستم‌های شکل‌زایی، فرآیندها و لندفرم‌ها ازجمله مشهودترین پدیده‌های محیط طبیعی بشمار می‌روند که بی‌توجهی به پویایی آن در مراحل ساخت

---

۱. Wolman & Leopold
۲. Howard
۳. Zwoli ski
۴. petts
۵. Barrow
۶. Willam & wolman
۷. Alansari & Rimarvi
۸. Morris & Fan
۹. Anderson
۱۰. sad
۱۱. Dawis & Gernet
۱۲. Divev
۱۳. Schmit & Wilcock
۱۴. Hamilton
۱۵. Ronald

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

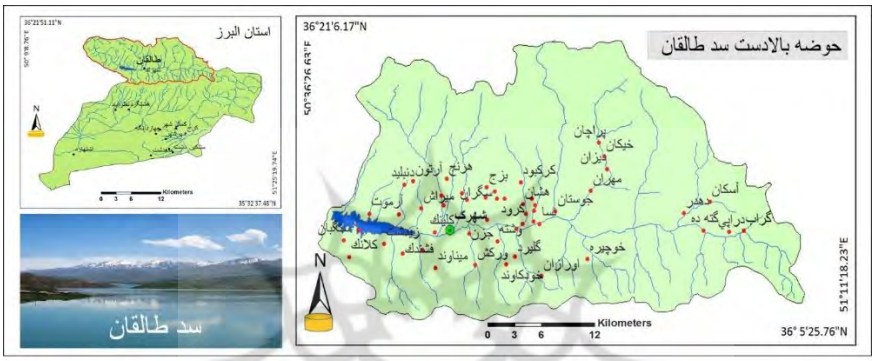
و بهره‌برداری از سد تغییرات مورفولوژیکی در عرصه پیرامونی آن را به همراه خواهد داشت. درک و شناسایی این تغییرات به سبب تحول‌پذیری بطئی و برخورداری از نرخ تغییرات نسبتاً اندک، قابلیت پایش و اندازه‌گیری برای مجریان این طرح‌ها را نداشته و مستلزم تکنیک و روش خاص برای پایش و اندازه‌گیری می‌باشد. در پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی مرتبط با تغییرپذیری فرایندهای ناشی از اقدامات عمرانی ازجمله سدسازی، اندازه‌گیری و پایش دقیق پدیده‌ها متکی بر فن‌آوری‌های نوین از ضروریات اصلی محسوب می‌شود. توجه به این ضرورت در پژوهش‌های انجام‌شده در سال‌های اخیر مورد تأکید بوده و تحقیقات نسبتاً زیادی در عرصه ملی و بین‌المللی فرجام یافته است.

در ایران مطالعات ژئومورفولوژی در خصوص تغییرات لندفرم‌های پیرامون سد ازجمله تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ای، دارای سابقه نسبتاً کوتاهی‌ست و عمدتاً محققین در سال‌های اخیر به آن توجه نموده‌اند (بیانی خطیبی، ۱۳۷۸؛ اعمی و همکاران، ۱۳۸۷؛ حسین‌زاده و نوحه‌گر، ۱۳۸۸؛ پیرستانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ نودهی و همکاران، ۱۳۸۹؛ قاسمی و شایان، ۱۳۹۰؛ فصاحت و همکاران، ۱۳۹۱؛ قاسم نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). عواملی چون اهتمام جدی و فزاینده به مقوله سدسازی در دو دهه اخیر، زمان‌بر بودن واکنش‌های محیطی بخصوص، واکنش مرتبط به ژئومورفولوژی عرصه پیرامونی سدها، تأخیر زمانی نسبتاً محسوسی در توجه و اهتمام به انجام این سری مطالعات را در پی داشته درنتیجه مطالعات اندکی با محوریت این موضوع، به‌ویژه در سرآب نشست‌گاه سد صورت پذیرفته است.

سد طالقان ازجمله سدهای پراهمیت و نسبتاً استراتژیک درزمینه تأمین منابع آبی کلان‌شهرهای تهران و کرج است. احداث این سد در راستای استراتژی انتقال آب بین حوضه‌ای و در سایه الزامات جبران کسری آب شرب مصرفی این دو کلان‌شهر و به‌طور محدود تقویت بنیان‌های زراعی در دشت قزوین به انجام رسیده است. بر پایه این الزامات مسائل مرتبط به محیط طبیعی و واکنش‌های احتمالی و به‌طور خاص اثرگذاری در فرآیندهای ژئومورفولوژی رودخانه‌ای بالادست سد در بعد از احداث، چندان موردتوجه قرار نگرفته و از توجه به محدود یافته‌های علمی نیز در سایه الزامات مذکور اغماض شده است. این تحقیق با توجه به اینکه فرایندهای ژئومرفولوژیک در این حوضه نیمه‌خشک در کوتاه‌مدت ظاهر گشته و قابلیت رصد و شناسایی دارد، درپی آن است تا بر پایه تفاضل‌سنجی داده‌های سنجش‌ازدوری، به استخراج تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ای در بعد از احداث سد به نسبت سنوات ماقبل آن همت گمارد.

۲- منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه مشتمل بر حوضه بالادست (سرآب) سد طالقان، با مساحت تقریبی ۷۹۰ کیلومترمربع است که بین عرض ۳۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی، بر روی ناودیس با جهت شرقی-غربی گسترش‌یافته است. کمترین ارتفاع در این حوضه کوهستانی در بخش غربی در پایاب سد با ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و بیشترین ارتفاع در بخش شمالی (شاه‌کوه) با ارتفاع ۴۲۰۰ متر مشاهده می‌شود. مهم‌ترین و بزرگ‌ترین رود این منطقه شاهرود است که در جهت شرقی-غربی جریان دارد که سد مخزنی طالقان را تغذیه می‌کند (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت منطقه موردمطالعه

طرح سد چندمنظوره طالقان در راستای دستیابی به اهداف توسعه اقتصاد ملّی و به‌منظور استفاده بهینه از پتانسیل‌های منابع آب سطحی رودخانه طالقان در دو مرحله طراحی و اجراشده است؛ اولین طرح مربوط به احداث سد انحرافی سَنگ‌بُن به دهه ۳۰ بازمی‌گردد؛ مرحله دوم احداث سد مخزنی طالقان از ۲۴ اسفند ۱۳۸۰ آغاز و در دی‌ماه ۱۳۸۴ تکمیل و به بهره‌برداری گردید. با گذشت یک دهه از بهره‌برداری از سد تغییرات گسترده‌ای به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم درنتیجه تغییرات کاربری و فعالیت عمرانی موجب دست‌کاری در مورفولوژی دامنه‌ها، درّه‌ها، گالی‌ها، تغییر در مورفولوژی بستر و کنارهای شاهرود و ... گردیده است.

۳- داده‌ها و روش تحقیق

جهت انجام این پژوهش از داده‌های زیر استفاده‌شده است:

الف) داده‌های اسنادی مشتمل بر منابع کتابخانه‌ای، نقشه‌های موضوعی، داده‌های آماری ثبتی، گزارشات منتشره از مطالعات مهندسین مشاور در اجرای پژوه و...

ب) داده‌های سنجش‌ازدوری مشتمل بر عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ مربوط به سال ۱۳۳۴ تهیه‌شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۵۰ و ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۸۰ تهیه‌شده توسط سازمان نقشه‌برداری. تصاویر ماهواره IRS-P5 (Cartosat-1) با دقت ۲/۵ متری برای سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و داده‌های راداری چند زمانه در فرم (SLC)[1]

ج) داده‌های پیمایشی و میدانی. شامل پیمایش با دستگاه DGPS. برداشت و اندازه‌گیری با متر لیزری، مشاهده میدانی و پی‌جویی عوارض خاص، برداشت‌های تصویری پانورامیک و...

انجام این پژوهش متکی به روش پیمایشی °آزمایشگاهی و تحلیلی (استدلال استقرایی) می‌باشد که در طی دو مرحله اصلی انجام‌گرفته است. مرحله اول، مشتمل بر استخراج و بررسی وضعیت مورفولوژیکی منطقه قبل از احداث سد مخزنی (سال ۱۳۸۱) است. بدین منظور برای آشکارسازی روند تغییرات مورفولوژیکی فرم‌ها به‌صورت خطوط و متکی‌بر ژئومتری، برداری از عکس‌های هوایی قبل از احداث به‌عنوان اسناد سنجش‌ازدوری پایه (۱۳۳۴،۱۳۵۰،۱۳۸۰) استخراج و با محصولات مشابه مستخرج از تصاویر سنجش‌ازدوری ماهواره‌ای در زمان بعد از احداث مقایسه گردید. جهت استخراج بردار در عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و همچنین با توجه به این نکته که هم مرجع‌سازی این دو نوع داده عامل مؤثر و تعیین‌کننده در فراهم‌سازی امکان مقایسه تغییرات در بردارهای مأخوذ است، عملیات زمین مرجع‌سازی و هم مرجع‌سازی داده‌ها با استفاده از عملگر LPS در محیط Erdas بر اساس نقاط کنترل زمینی برداشت‌شده در پیمایش میدانی، پردازش و با خطای نسبی کمتر از ۰/۲۵ پیکسل انجام گردید.

مرحله دوم بر اندازه‌گیری تغییرات مورفولوژیکی در بُعد ارتفاعی الگوها و فرم‌ها تأکید دارد. مستند به مطالعاتی پیشین (خدایاری ۱۳۹۴) ساخت مدل رقومی دو زمانه و تفریق آن برای درک تغییرات فرم‌ها و الگوها در بُعد ارتفاعی از داده‌های سنجش‌ازدوری استریویی قابلیت مناسبی برای این هدف را فراهم می‌آورد. زوج‌های استریویی تصاویر ماهواره‌ای Cartosat-1 به دلیل توان تفکیکی مناسب قابلیت نسبتاً خوبی برای تولید مدل رقومی دارند. بدین منظور سه زوج تصویر، از این سنجنده مربوط به سال‌های ۸۸، ۹۰ و ۹۴ انتخاب و در محیط نرم‌افزاری بر مبنای ۱۵ نقطه کنترلی زمینی و ۴۳ نقطه گروهی با موقعیت همسان (برای یکسان‌سازی داده ورودی به مدل) بکار گرفته شد. پس از بهینه‌سازی مدل‌ها و اصلاح هندسی در پایان از هر زوج تصویر، یک مدل رقومی ارتفاعی با اندازه پیکسلی ۸×۸ متر با ضریب خطای نسبی RMSE=0.21 پیکسل، تولید گردید، سپس مدل‌های رقومی تهیه‌شده بر اساس نقاط آزمونی پیمایش شده واسنجی

---

۱. Single Look Complex

گردید که مؤید دقت متوسط پنج متر و دقت بهینه کمتر از یک متر است. در ادامه مدل‌های رقومی تولیدشده با استفاده از نرم‌افزار ENVI4.8 پس از همسان‌سازی پیکسل‌ها و اعمال توابع محاسباتی از یکدیگر تفریق و سپس در محیط ARC GIS به نقشه طبقه‌بندی‌شده تفاضل ارتفاعی تبدیل گردید. در ادامه برای بررسی و نشان‌دادن تغییرات الگوی رودخانه‌ای در بازه زمانی قبل و بعد از احداث سد از مدل‌های رقومی، نیم‌رخ طولی و عرضی تهیه گردیده فرم مستخرج بر مبنای این نرخ‌ها مورد تحلیل و بحث قرار گرفت.

در مرحله پایانی میزان تغییرات عرصه‌های مورفولوژیکی دامنه‌ای و نیم‌رخ‌های رودخانه‌ای مستخرج در قبل و بعد از احداث سد، مورد بررسی و تحلیل اندازه‌گیری قرارگرفت و عملیات پیمایشی و میدانی به‌منظور اعتبارسنجی یافته‌ها و انطباق‌پذیری با واقعیت میدانی انجام پذیرفت.

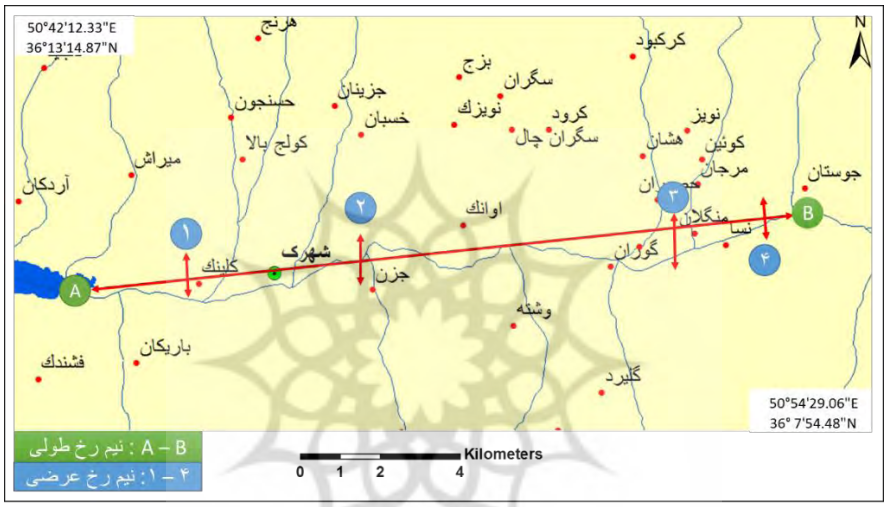
۴- بحث و یافته‌ها

احداث سازهای عمرانی، همانند سدسازی در مناطق کوهستانی که ازنظر ژئومورفولوژی، سازندهای زمین‌شناسی و تکتونیک دارای وضعیت ناپایدار می‌باشند، منجر به واکنش سریع اشکال زمین‌ها و ایجاد تغییرات در فرآیندها می‌گردد. حوضه سرآب سد طالقان با شیب متوسط حدوداً ۴۰ درصدی (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۸۱) و با برخوردار بودن از سازندهای سست رسوبی مربوط به نئوژن و توده‌های متعدد لغزشی قدیم و جدید در کنار فعالیت‌های انسانی تشدید شده و تا حدودی بی‌توجه و یا کم‌توجه به ذات و کارکرد عوامل مرفولوژیک، در وضعیت نسبتاً ناپایداری قرار داشته است. این وضعیت با احداث سد و پیامدهای مرتبط با آن، بستر مناسبی برای تشدید و در مواردی زیادی بروز تغییرات مورفولوژیکی سطحی همانند حرکات توده‌ای، لغزش، رانش و تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ای و... فراهم ساخته است.

تحقیقات متقدم در حوضه بالادست سد طالقان و نواحی پیرامونی نیز تأیید و تأکید می‌نماید که این حوضه از نظر رسوب‌زایی، تکتونیک و ژئومورفولوژیکی از شرایط ناپایداری برخوردار است (کمالی و احمدی، ۱۳۹۰: ۲۰۵ شهبازی و احمدی، ۱۳۹۲: ۲۶۱؛ متولی و اسماعیلی، ۱۳۹۱: ۱۰). ساخت سد و ایجاد تغییرات در شرایط محیط طبیعی حاکم توأم با تشدید مداخلات انسانی ناشی از ایجاد چشم‌انداز پرجاذبه برای احداث اقامتگاه، اثر تشدیدکننده داشته و به بسط و توسعه شرایط ناپایدار آن مدد رسانیده است. در این تحقیق تلاش گردیده تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ای واقع‌شده در بالادست سد (سرآب) بر پایه تفاضل‌سنجی داده‌های سنجش‌ازدوری استخراج و مورد بررسی قرار گیرد.

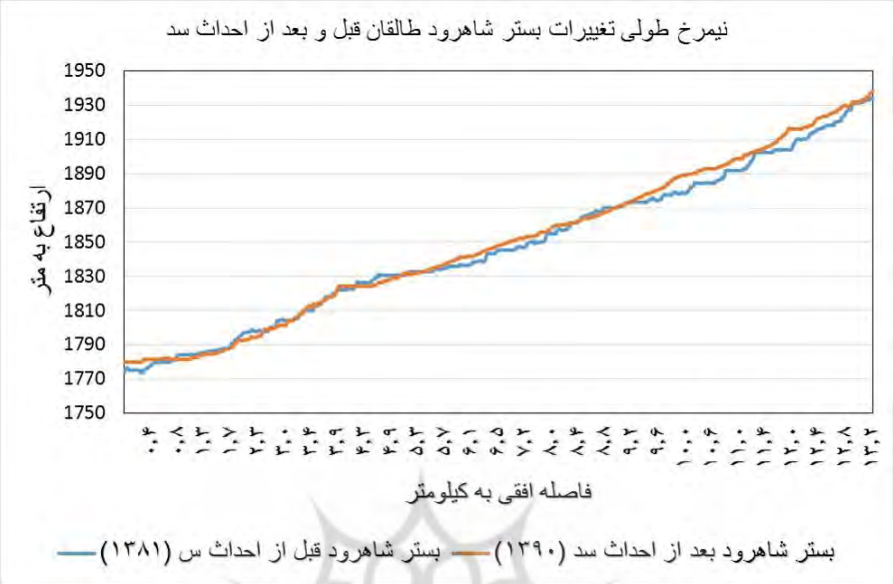
یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که محور تغییرات مورفولوژیک ناشی از احداث سد در محدوده موردمطالعه عمدتاً متوجه تغییر در فرم فضایی رودخانه‌ای، بستر و حریم رودخانه اصلی

(شاهرود) است. بررسی مقایسه‌ای فرم‌های مستخرج از عکس‌های هوایی با تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی قبل و بعد از احداث سد، نشانگر تغییر در روند مورفولوژیک منطقه موردمطالعه می‌باشد. بی‌جویی میدانی و تفسیر عکس‌های هوایی روشن نمود که در بازه زمانی قبل از احداث سد تغییرات سطحی دامنه‌ها اندک و در مواردی نامحسوس بوده، اما فعالیت فرسایشی رودخانه‌ای عمدتاً به‌صورت حفر بستر کارگر بوده است. مقایسه فرم رودخانه در مقاطع ترسیم نیم‌رخ طولی و عرضی در دو زمان بعد و قبل از احداث امکان مناسبی برای تبیین و درک حاکمیت فرسایش بستر و تعدیل آن در بعد از احداث سد فراهم می‌آورد (شکل‌های ۲ تا ۴).



شکل ۲ نشان‌گذاری موقع ترسیم نیم‌رخ‌های طولی و عرضی بستر شاهرود از مصب تا روستای جوستان (A-B)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳ نیمرخ طولی بستر شاهرود قبل و بعد از احداث سد

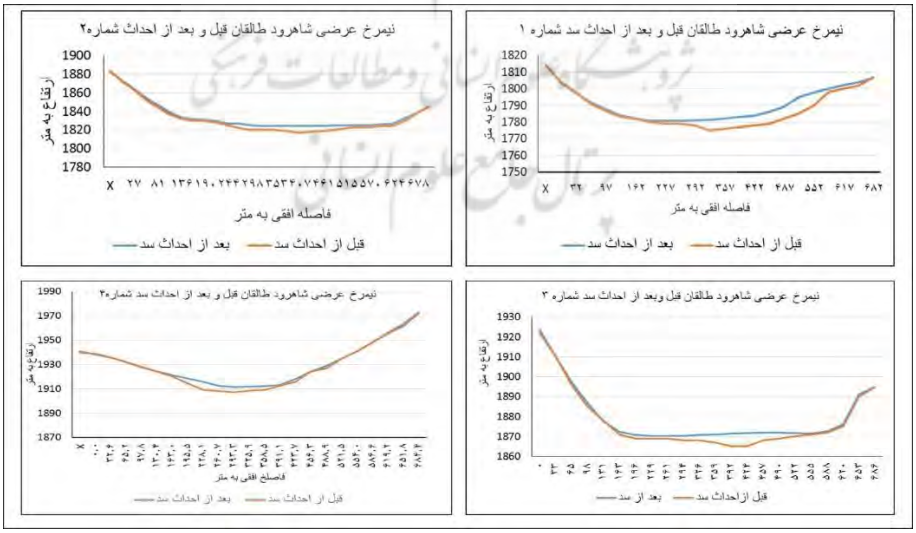
نمودار فوق تغییر محسوس در بستر رودخانه در بعد از احداث سد به نسبت زمان ماقبل آن را نشان می‌دهد. مستند به این نمودار بستر رودخانه در اغلب مناطق تغییر به‌صورت پرشدگی حاصل از انباشت رسوب داشته که نواحی کم شیب (دشت‌های نسبتاً هموار حاشیه رودخانه‌ای و یا بستر طغیانی) از روند رسوب‌گذاری افزونتری برخوردار بوده است. این روند در بخشی از سرآب رود (روستای گوران در مجاور با نقطه شماره ۳ روستای جوستان در شکل ۲) کارکرد حداکثری داشته است. مستند به این نمودار تغییر بستر ناشی از حفر آن به‌طور محدود در سه‌نقطه با سطح بسیار محدود مشاهده شده است (روستاهای گلینک، شهرک و اوانک در حد واسط نقاط ۱ و ۳). بررسی میدانی مؤید مداخله عوامل انسانی ازجمله ایجاد ابنیه حفاظی و زیرساختی در حریم و بستر رودخانه است که با تحدید مجاری جریان کنش و حفر بستر را شکل داده است. تأکید اندیشمندان و محققین ژئومرفولوژی (محمودی، ۱۳۷۸:۶۰، نوروزی و همکاران،۱۳۹۰، کریمی و همکاران، ۱۳۹۱:۳) بر واقعیت علمی اثرگذاری احداث سد در تغییر سطح اساس و به‌تبع آن تغییر در نیروی خالص رودخانه در بالادست که عمل فرسایش و یا انباشت رسوب را عهده‌دار است تأییدی بر یافته فوق بوده و اتکا بر آن را واجد بنیان علمی میداند .

مقایسه شکل نیم‌رخ‌های طولی (شکل ۳) در قبل و بعد احداث سد نشان می‌دهد نیم‌رخ طولی بعد از احداث سد وضعیت منظم‌تری گرفته و از انحنای قاعد آن کاسته شده است. این یافته مهم تأکیدی بر تغییر در الگوی فرسایشی رودخانه از حفر بستر (فرم نامتقارن کف) به

انباشت رسوب و ایجاد تقارن هندسی مناسب‌تر است. موقع مکانی نیم‌رخ‌های ترسیمی و تغییر در تقارن کف مؤید تشدید آن برای نقاط مجاور با مصعب و یا نقاط برخورداری از لیتولوژی سست و شیب اندک بستر است. نمودار شماره ۱ از شکل ۴ نیم‌رخ رودخانه در فاصله ۱٫۵ کیلومتری مصب را نشان می‌دهد که دارای بالاترین میزان تغییر در بستر را دارا می‌باشد. در این نقطه هرچند سازند سخت واقع در کناره چپ امکان برداشت و مالا انباشت را فراهم نیاورد لیکن کناره راست که به سبب سستی سازه به‌خوبی حفر شده بود مجدداً پرشده و به تقارن نسبی نزدیک شده است. این مهم معلول مجاورت آن با دریاچه سد و اثرپذیری حداکثری از تغییر اساس ایجاد شده است. همچنین نمودار شماره ۳ از همین شکل نیز باوجودی دوری از دریاچه سد دارای مقادیر حداکثری از انباشت رسوب و اصلاح بستر می‌باشد که عامل آن شیب اندک بستر و تعدیل و خنثی‌سازی توان اندک رودخانه در حفر بستر است.

نیم‌رخ‌های شماره ۲ و ۴ از این شکل میزان رسوب‌گذاری اندکی در بستر رود را معرفی می‌نمایید که برای نقطه شماره ۲ مداخله در بستر رودخانه از طریق احداث دیواره حفاظتی و تحدید بستر در تعدیل رسوب‌گذاری مؤثر بوده لیکن نقطه شماره ۴ به سبب وقوع در دورترین فاصله از سد کمتر اثرپذیری را داشته است.

در مجموعه نمودارهای ترسیمی با نمایش تغییر در الگوی رسوب‌گذاری بستر، همسانی و تفاهم اندیشه احداث سد بر تغییر در سطح اساس رودخانه و ایجاد دگرگونی در مرفولوژی آن را برای سد طالقان را نیز معرفی نمودند. موضوعی که علاوه بر تغییر در فرم کلی رودخانه از V باز به شبهه U، تغییر در کارآمدی تأسیسات بخصوص ابنیه فنی، راه‌های عبوری از رودخانه را درپی داشته است.



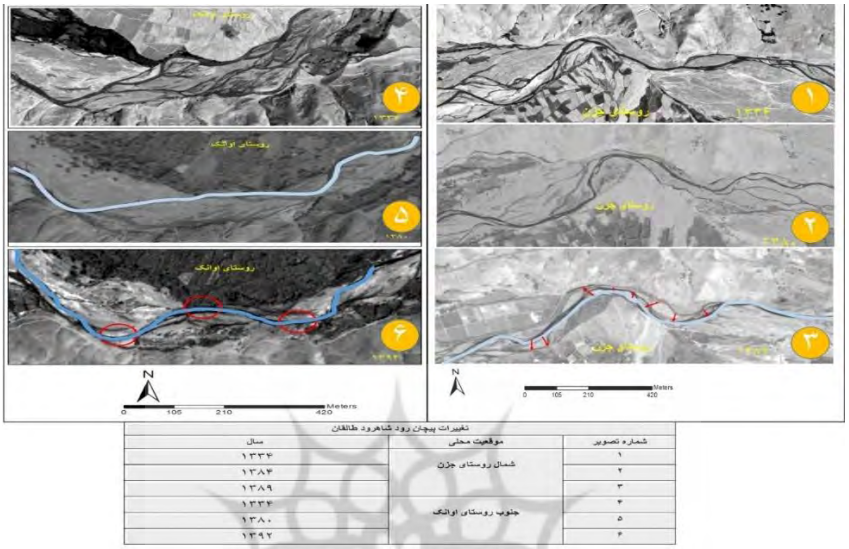
شکل ۴ نیم‌رخ‌های عرضی بستر شاهرود قبل و بعد از احداث سد (۱- مصب رود، ۲- روستای ایستا، ۳ - شرق روستای گوران، ۴- روستای نسا).

از دیگری تغییرات مرفولوژیکی پی‌جویی شده در این تحقیق استخراج تغییرات فرم فضایی رودخانه است. الگوی بُرداری مستخرج از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه امکان ترسیم و مقایسه فرم فضایی رودخانه را دو مقطع زمانی قبل و بعد احداث سد را فراهم آورد. یافته تحقیق در این زمینه مؤید تغییر و تحول در پیچان‌رودها به‌عنوان واضح‌ترین الگو و فرم فضایی رودخانه است. تعریض اندک در عرض بستر و توسعه الگوی پیچان‌رودی در زمره اصلی‌ترین تغییرات فرم فضایی رودخانه متأثر از احداث سد طالقان است. شکل شماره ۵ تغییرات زمانی این الگوی را در دو محدوده انتخابی در مجاورت روستای جزن و اوانگ را نشان می‌دهد. گسترش پیچان‌رودها در محدوده روستای جزن با مداخله انسانی ساکنین کنار شمالی (روستای ایستا) مواجه شده و با احداث موانع , جریان سطحی متمایل به جنوب شده و پیشروی آن منازل و مزارع روستای جزن را تهدید نموده که اخیراً اقدام به دیوار سازی برای کنترل پیشروی رودخانه و تعریض بستر در این قسمت صورت گرفته است (عکس شماره ۱).

عکس ۱ دیوارکشی برای کنترل و مهار گسترش پیچان‌رود روستای جزن

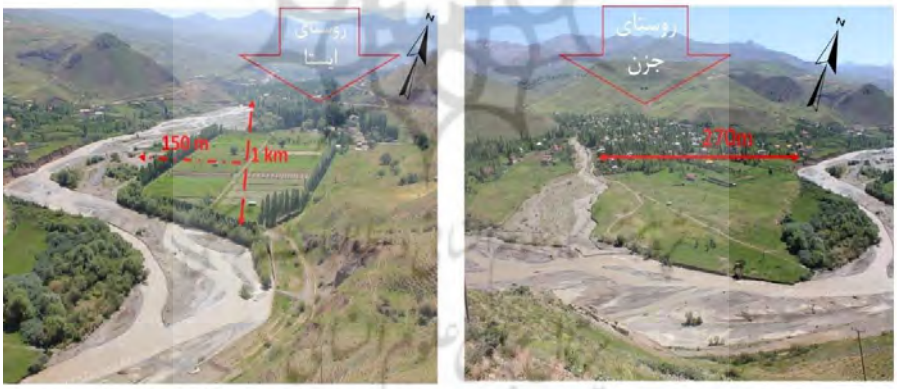
روند گسترش عرضی و تحول پیچان‌رود در این قسمت نشان دهند تغییر رفتار شاهرود به سمت تحول‌یافتگی می‌باشد. پیامد این تغییرات، آشفتگی فضایی در حاشیه رودخانه تهدید مستحدثات، پل‌های دسترسی روستاها، جاده‌ها و دیگر تأسیسات حاشیه رود می‌باشد که اولین

آثار این تغییر رفتار تخریب چندین پل و قسمت‌های از جاده کناری شاهرود در سیل ۲۵ فروردین سال ۱۳۹۴ آشکار گردیده (عکس شماره ۳).



تغییرات پیچان رود شاهرود طالقان		
شماره تصویر	موقعیت محلی	سال
۱	شمال روستای جزن	۱۳۳۴
۲		۱۳۸۳
۳		۱۳۸۹
۴	جنوب روستای اوانک	۱۳۳۴
۵		۱۳۸۰
۶		۱۳۹۲

شکل ۵ تغییرات پیچان‌رود در قبل و بعد از احداث، مجاورت روستاهای جزن و اوانک



الف : گسترش پیچان رود در نتیجه تغییر سطح اساس پس از احداث سد

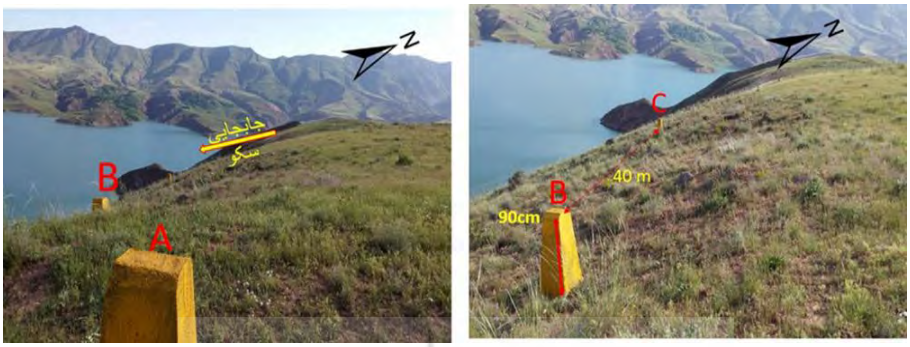
ب: تغییر مسیر رود درنتیجه دخالت عامل انسانی و گسترش پیچان رود در نتیجه احداث سد

عکس ۲ توسعه پیچان‌رود شاهرود در کنار روستای جزن و ایستا

عکس ۳ تخریب پل‌های روستای (الف، ب، پل وشته)، (ج، پل جوستان) درنتیجه تغییر سطح اساس شاهرود بعد از احداث سد در سیل فروردین ۱۳۹۴

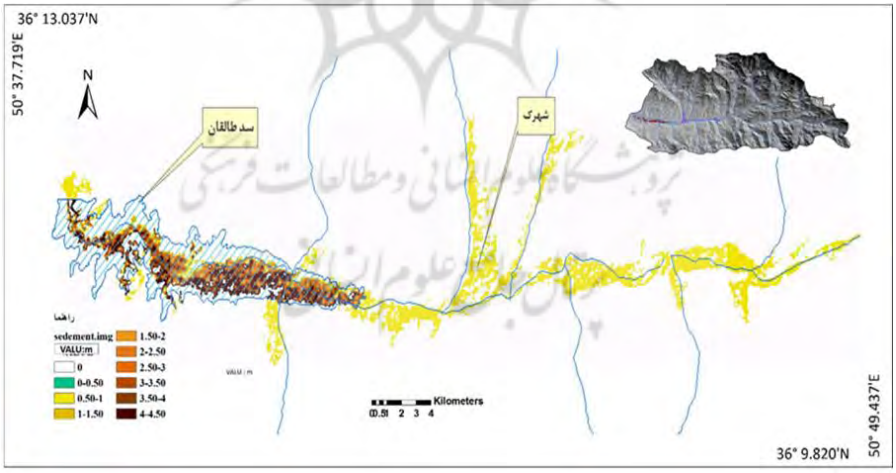
دیگر یافته‌های این تحقیق نتایج مستخرج از تفاضل مدل‌های رقومی تصاویر Cartosat-1 در یک دهه پس از بهره‌برداری از سد می‌باشد که نشان از فعّال شدن فرایندهای مورفولوژیک و ایجاد تغییرات در بُعد ارتفاعی فرم‌ها و الگوهای مورفولوژیکی رودخانه است. یافته حاصل از تفریق مدل‌های رقومی در محدوده موردمطالعه روشن ساخت که در دوره ۷ ساله موردبررسی (۸۸ تا ۹۴) قریب ۵۸ درصد عرصه واجد تغییر منفی ارتفاعی با مقادیر حداکثر ۳۱,۲ سانتیمتر بوده که فرسایش طبیعی مانند شستشوی سطح در سیلاب‌ها و برخی از عملیات عمرانی و کشاورزی عوامل اصلی شکل‌پذیری آن بوده‌اند. تغییرات ارتفاعی مثبت (۱ سانتی‌متر تا حداکثر ۱۲ متر) عرصه محدودتری داشته (۳۵ درصد محدوده) که بخش عمده آن در قسمت انتهای بستر رودخانه و نواحی پشت سد اتفاق افتاده که متأثر از انباشت رسوب می‌باشد. انباشت رسوب متأثر از احداث سد با ارتفاع حداکثری مؤید سرعت نسبتاً زیاد فرسایش کناری براثر پاشنه برداری دامنه‌های مشرف‌به رود اصلی می‌باشد که موجب تغییرات مورفولوژیکی گسترده‌ای در فرم و الگوی فضایی رودخانه برای مقاطع بالادست است. موضوعی که در آینده با استمرار روند کنونی می‌تواند تغییرات چشم‌گیری تر و فرایندهای گسترده‌تری را داشته باشد (شکل ۷). برای اعتبار سنجی این تحقیق از دو روش بازدید میدانی و تولید نقشه‌های تفاضلی راداری استفاده شد. در مرحله بازدید میدانی

با اندازه‌گیری سکوهای پایشی کنترل سطحی که توسط سازمان آب برای پایش تغییرات سطحی در اطراف سد بکار گرفته استفاده گردید. اندازه گیری انجام شده روش ساخت دامنه مجاور سد فعال شده و سکوها به میران حداکثر ۱٫۸ متر کاهش ارتفاع دارند. (عکس ۴).

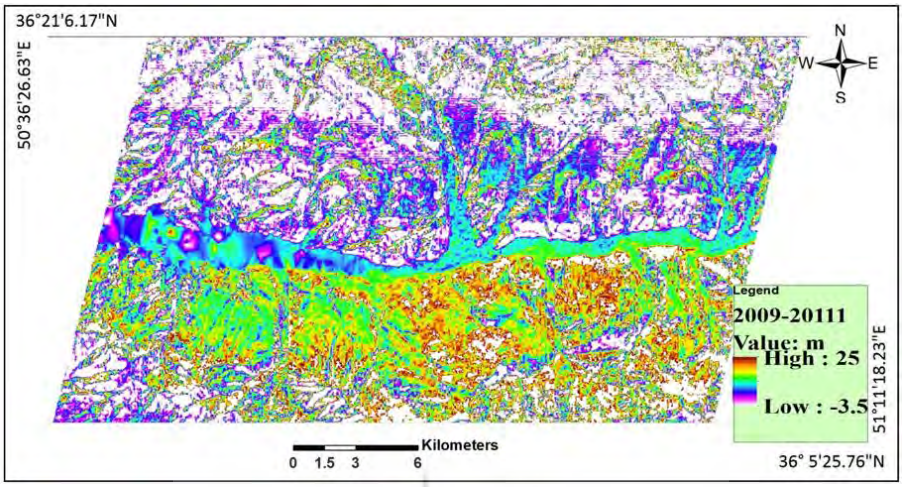


عکس ۴ جابجایی سکوهای پایش کنترل سطحی پیرامون سد (دامنه شمالی) از A تا C، ۱/۸۰ سانتی‌متر.

علاوه بر اندازه‌گیری‌های میدانی اقدام به تولید تفاضل سنجی الگوی بستر مرفون در آب سد و سایر نواحی پوشیده از رسوب به کمک داده های فرکانس پایین راداری که قابلیت نفوذ بالاتری دارند, گردید. یافته موید انباشت حداکثر ۴٫۵ متری رسوب است (شکل ۶). هم مرجع سازی تغییرات سطح حاصل از داده های تفاضل سنجی مدل رقومی و داده های راداری موید همسویی و وابستگی نسبی این دو یافته است . .



شکل ۶ ارتفاع رسوب در پشت سد طالقان از زمان احداث سال ۱۳۹۱



شکل ۷ نقشه تغییرات سطح مستخرج از مدل رقومی تصاویر ماهواره‌ی Cartosat-1 سال ۲۰۰۹-۲۰۱۱

۵- نتیجه‌گیری

احداث سد به‌طور طبیعی فرایندهای مختلف مورفولوژیکی را برای حوضه سرآب و پایاب پیامد داشته و محققین مختلف بر حدوث آن صحه گذاشته‌اند. لیکن آنچه مسلم است متدهای استخراج این تغییرات مباحث علمی و کاربردی زیادی را مطرح می‌نماید که استمرار انجام تحقیق در این حوزه را توجیه‌پذیر می‌نماید. تحقیق حاضر با معرفی روش تفاضل‌سنجی ارتفاعی در کنار روش‌های نسبتاً مرسوم اندازه‌گیری مسطحاتی در تغییرات مورفولوژیک رودخانه ناشی از احداث سد، الگوی جدید را معرفی نموده و با کاربرد آن در پی معرفی و تاکید بر کارآمدی آن است. یافته تحقیق مؤید کارایی مناسب ابزارهای بکار گرفته‌شده در این بررسی بوده و بر بسط و گسترش آن تأکید خاص دارد. استخراج تغییرات ادواری فرم فیزیکی رودخانه و اندازه‌گیری تغییرات مایکرو از طریق پایش متکی بر تفسیر بصری و نیمه رقومی عکس‌های هوایی هرچند روش معمول و معرف است، لیکن به‌کارگیری مجدد آن در این حوضه ضمن تأکید بر کارایی در بیان تغییرات فیزیکی پردامنه، بر کارآمدی آن در تبیین تغییرات میکرو صحه گذاشت. اندازه‌گیری میزان جابجایی حریم و بستر و تغییر در کاربری‌های اراضی و پوشش سطح در بازه‌های زمانی و شناسایی رخداد تغییرات جدید (تغییر در فرم فیزیکی رودخانه) ازجمله محوری‌ترین یافته‌ها این ابزار است.

مزید بر آن تحقیق حاضر روشن ساخت که احداث سد در نواحی با تحول‌پذیری مورفولوژیک نسبتاً زیاد می‌تواند در کوتاه‌مدت نیز تغییر در فرم و الگوهای رودخانه‌ای را پیامد داشته باشد.

به‌طوری‌که نتایج مشابه این تحقیق نشان می‌دهد احداث سد موجب تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ای در بالادست و پائین‌دست سد را تأیید می‌کند «سد میناب، گیلان غرب، شهید رجایی» همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، در بازه زمانی کمتر از ۱۰ سال تغییرات مشهودی در الگوی رسوب‌گذاری، ارتفاع و عرض بستر، فرم فضایی و... رودخانه حاصل‌شده است. فرآیندهای که به سبب کم‌توجهی به جریان پویای تحول مورفولوژیکی و تغییرات حاصل در نرخ و سرعت آن بستر مناسبی برای تهدید پذیری از محیط طبیعی را برای انسان و مستحدثات او به دنبال داشته است.

منابع و مآخذ:

اعلمی، محمدتقی و احمدیان، مهتاب (۱۳۸۷) «تأثیر احداث سد شهید مدنی (ونیار)، مورفولوژی پائین‌دست سد» *سومین کنفرانس منابع آب ایران*، ۲۳ تا ۲۵ مهر، دانشگاه تبریز صص ۱۰-۱.

بیاتی خطیبی، مریم و کرمی، فریبا (۱۳۸۸) «تغییرات ژئومورفولوژیکی ناشی از احداث سدهای سهند و ملاجیغ در بستر رودخانه‌های قرنقو و شور و دامنه‌های مشرف‌به دریاچه‌های سدها (واقع در دامنه‌های شرقی کوهستان سهند)» *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۶۸، صص ۱۳-۱.

پیرستانی، محمدرضا و شفقتی، مهدی (۱۳۸۸) «بررسی اثرات زیست محیطی سد»، *فصلنامه پژوهشی جغرافیای انسانی*، سال اول، شماره سوم، صص ۵۰-۴۰.

خدایاری، اصغر (۱۳۹۴) «ارزیابی کارایی خروجی تصاویر راداری و اپتیکی در شناسایی تغییرات عوارض شهری شهر تهران»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

دهقان سورکی، یونس و شریفی کیا، محمد (۱۳۹۱) «به‌کارگیری تکنیک تداخل‌سنجی تفاضلی راداری (D-INSAR) در تعیین نرخ و دامنه فرونشست زمین در دشت مرند»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

رجایی، عبدالحمید (۱۳۷۲) «کاربرد ژئومرفولوژی در برنامه‌ریزی حوضه آبخیز و انتخاب مکان مناسب احداث سد»، *مجله تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۲۸.

شریفی کیا، محمد (۱۳۹۱) «تعیین میزان و دامنه فرونشست زمین به کمک روش تداخل سنجی راداری (D-InSAR) در دشت نوق-بهرمان»، *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دوره ۱۶، شماره ۳، صص ۷۷-۵۵.

شریفی کیا، محمد؛ مظفری (۱۳۹۲)«استخراج خصوصیات فیزیکی و سنجش کارایی بند سارها در مدیریت منابع آب‌وخاک»، *مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، شماره ۱۶، صص ۱۴-۱.

شهبازی، علی و احمدی، حسن (۱۳۹۲) «بررسی نحوی ته نشت رسوبات در طول آبراهه و میزان تأثیر بر حجم مخازن»، *نشریه آبیاری و زه کشی ایران*، شماره ۲، جلد ۷، صص ۲۶۹-۲۵۹.

شیرانی، کورش و شریفی کیا، محمد (۱۳۹۳) «ارزیابی کارایی سنجنده‌های ASAR و PALSAR به کمک تداخل سنجی تفاضلی در شناسایی و پایش زمین‌لغزش‌ها در زاگرس» نشریه علمی-پژوهشی، مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۶، شماره ۳، صص ۳۰۰-۲۹۰.

عاشوری، محمد و رضای مقدم، محمدحسین و پیری، زهرا (۱۳۹۲) «بررسی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد با استفاده از HEC RAS و GIS (مطالعه موردی منطقه پائین‌دست سد ستارخان ارس)»، *پژوهش‌های جغرافیای*، سال ۴۵ شماره ۱، صص ۱۰۰-۸۷.

فیض نیا، سادات و جعفری، محمد (۱۳۸۱) «مطالعه خاکشناسی منطقه طالقان با استفاده از روش زمین‌شناسی»، *مجله منابع طبیعی ایران*، جلد ۵۵، شماره ۳، صص ۳۲۶-۳۰۵.

متولی، صدرالدین و اسماعیلی، رضا (۱۳۹۱) «پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی»، *فصلنامه پژوهش‌های فرسایش محیطی*، سال دوم، شماره ۸، صص ۲۰-۱.

یاوری اصل، صادق و شریفی کیا، محمد (۱۳۹۱) «ارزیابی دقت خروجی نقشه‌های حاصل از تولید و ترکیب مدل‌های رقومی ارتفاعی راداری (ERS.1) و اپتیکی (IRS-P5) در ناحیه لواسانات» پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

Al-Ansari, N.A., Rimawi, O., (1997) The influence of the Mosul dam on the bed sediments and morphology of the River Tigris . In: Human Impact on Erosion and Sedimentation, Proceedings of Symposium S6 during the 5th Scientific Assembly of the IAHS, Rabat, Morocco, 23 April to 3 May. IAHS Publ. Vol. 245, PP 291˚ 300.

Aalami, Mohammad Taghi and Ahmadian, Mahtab (2008) "The Effect of Shahid Madani Dam Construction (Vannir), dam downstream Morphology ". Third Conference of Iran Water Resources, Oct. 23-25, Tabriz University , Pages 10-1. [In Persian]

Ashoori, Mohammad : Reza Moghaddam, Mohammad Hossein and Piri, Zahra (2013) "Surveying of morphological changes of river bed before and after dam construction using HEC RAS and GIS (Case study:Sataar Khan Aras Dam downstream)", Geographical research, year 45 No. 1, pp. 100-87. [In Persian]

Amsler, L. M., Ramonell C. G. and Toniolo H. A., (2005), Morphologic Changes in the Parana River Channel in the Light of the Climate Variability During the 20th Century , *Geomorphology*, 70: PP 257-278

Bayati Khatibi, Maryam and Karami, Fariba (2009) "Geomorphologic changes caused by construction of Sahand and Molaji dams in the Gharnqoo and Shoor rivers bed and dam lakes domains (located on the eastern slopes of Sahand Mountains)" Natural Geography Research, No. 68, P 13-1. [In Persian]

Brandt, S.A., (2000) Classification of Geomorphological Effects Downstream of Dams, Catena, 40: PP 375-401.

Butler, D., R. and Malanson G. P., (2005) The Geomorphology Influences of Beaver Dams and Failures of Beaver Dams , Geomorphology, 71: PP 48-60.

Davis,G.,Nicholas, M. D., Hannigan,T. M., (2003) Effects of Project Operations on Geomorphic Processes Downstream of Oroville Dam , Oroville Facilities Relicensing, No. 2100, PP 1-60.

Feyznia, Sadat and Jafari, Mohammad (2002) "Study of Taleghan region soil properties using geological method", Journal of Iran Natural Resources, Vol. 55, No. 3, Pages 326-305. [In Persian]

Gabriel, A.K., R.M. Goldstein and H.A. Zebker. (1989) Mapping small elevation changes over large areas: differential radar interferometry *Journal of Geophysical Research*, 94: PP 9183-9191.

Grant, G.E., Schmidt, J.C., Lewis, S.L., (2003) Geological Framework for Interpreting Downstream Effects of Dams on Rivers , Water Science and Application, Copyright 2003 by the American Geophysical Union, Vol. 7, PP 203-219.

Khodayari, Asghar (2015) "Evaluation of RADAR and Optical Images for urban features change over the western part of Tehran MSc Thesis, Tarbiat Modarres University. [In Persian]

Lorang, M.S. and Aggett G., (2005) Potential Sedimentation Impacts Related to Dam Removal , Geomorphology, 71: PP 61-78

Motavli, Sadr al-Din and Esmaeili, Reza (2012) " Landslide Hazard Zoning using Gamma Fuzzy Operator (A Case Study: Taleghan Watershed)", Journal of Environmental Erosion Research, 2008, No. 8, pp. 20-1. [In Persian]

Pearestani, Mohammad Reza and Shafeqati, Mehdi (2009) "Environmental Impact Assessment of the Dam", Journal of Human Geography, First Year, No. 3, pp. 50-40. [In Persian]

Radoane, M. and Radoano, N., (2005) Dams, sediment sources and Reservoir Silting in Romania , Geomorphology, 71: PP 112-125

Rajaei, Abdolhamid (1993) "Application of geomorphology in planning of drainage basin and selection of suitable dam construction site", Geographical Research journal, No. 28. [In Persian]

SharifiKia, Mohammad (2012) "Land subsidence assessment and measuring over the Navigat-Baharman Plain based on D-InSAR technique ", Journal of spatial Planning, Vol. 16, No. 3, pp. 77-55. [In Persian]

SharifiKia, Mohammad; Mozaffari Zohra(2013) "Physical characterize extraction and performance explanation of Bandsar for soil and water management in desert area based on remotely sensing technique ", Journal of Arid Zones Geographical Studies, No. 16, pp. 14-1. [In Persian]

Shirani, Kourosh and Sharifikia, Mohammad (2014) " ASAR and PALSAR sensors assessment for landslide detection, monitoring using D-InSAR Technique in Zagros Mountains" engineering and management of drainage Journal, Volume 6, Number 3, pp. 300 -290. [In Persian]

Saad, M.B.A., (2002) Nile River Morphology Changes Due to the Construction of High Aswan Dam in Egypt , Ministry of Water Resources and Irrigation, Egypt, PP 1-14.

Dehghansoroki, Younes and SharifiKia, Mohammad (2012) "Applying of (D-INSAR) technique for land subsidence detection and mapping in Marand Plains", Master's Thesis, Tarbiat Modarres University. [In Persian]

Sait Tahmicioglu, M., Anul, N., Ekmekci, F. and Durmus, N. (2007) Positive and negative impact of dams on the environment . International Congress on River Basin Management, *Turkey*, Chapter 2, PP 759-769.

Yavariasl, Seghe. and SharifiKia, Mohammad. (2012) " Accuracy estimation of DEM output maps provide from RADAR r (ERS.1) and optics (IRS-P5) data in the Lavasanat area, MSc thesis, Tarbiat Modarres University. [In Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی