بررسی هم‌تکاملی انسان و آب در سیستم‌های هیدرولوژیکی-اجتماعی پایاب سدهای مخزنی

مهرداد تقیان *[۱]، علی حقیقی[۲]

۱. کارشناس سازمان آب و برق خوزستان، دفتر برنامه‌ریزی مخازن سدها و رودخانه ها.

۲. استاد دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکدهٔ مهندسی و معماری، گروه عمران- محیط زیست.

(Email: mehrdad.taghian@gmail.com) *

چکیده

با توسعه سدهای مخزنی و تغییرات رژیم هیدرولوژیکی رودخانه‌ها، روابط پویا (دینامیک) دو طرفه جدید هیدرولوژی- جامعه انسانی شکل گرفته است و پاسخ‌ها و رفتارهای نوظهور انسانی را برای مواجه با این تغییرات به دنبال داشته است. این فعل و انفعالات پویا و برهم‌کنش متقابل جامعه-رژیم تنظیمی جدید رودخانه‌ها در کنار برخی عوامل و محرک های بیرونی، می‌تواند منجر به ریسک‌های جدید در سیستم هیدرولوژیکی-اجتماعی رودخانه‌ها به ویژه در شرایط حدی گردد. شناسایی و تحلیل این مخاطرات نوظهور، در برنامه‌ریزی‌های آتی حائز اهمیت است. در این تحقیق به نقش سدهای مخزنی در تغییر چرخه تامین-تقاضا اشاره شده است که از پیامدهای آن، افزایش مصارف و خسارت بیشتر در خشکسالی‌های حدی است. علاوه بر آن، سدها با کاهش فراوانی رخداد سیل، خود باعث کاهش تدریجی آگاهی و درک جامعه پایاب از مخاطرات سیل می‌شوند. این فرآیند، باعث عدم توجه به کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه‌ها، عدم لایروبی رودخانه‌ها و افزایش خسارت سیلاب‌های حدی در سال-های اخیر شده است. بدین ترتیب این عوامل و رویکردهای انسانی، مفهوم جدیدی در علم هیدرولوژی به نام خشکسالی و سیلاب‌های انسان ساخت را پایه‌گذاری نموده‌اند که هدف اصلی این تحقیق، شناسایی اثر سدهای مخزنی در این واکنش‌های نوظهور انسانی است.

کلیدواژه‌ها:

هم‌تکاملی، اجتماعی، هیدرولوژیکی، سد مخزنی، واکنش نوظهور

مقدمه

توسعه علم هیدرولوژی و تلفیق آن با سایر علوم و رشته های مرتبط، در جهانی که کاملاً پویا بوده و در حال تغییرات روز افزون است، از ضروریات انکار ناپذیر است. هیدرولوژی سنتی مختص به شرایط ایده آل و حوضه‌های آبریز کاملاً طبیعی (بکر و دست نخورده) است که اکنون به سختی یافت می‌شوند. در این نگاه سنتی، رفتار و واکنشهای اجتماعی به عنوان یک عامل خارجی و فرآیندی کاملاً مستقل و ماندگار در شرایط مرزی سیستم در نظر گرفته می‌شود (منتاناری و همکاران، ۲۰۱۳). اما در هیدرولوژی نوین، نقش و جایگاه انسان در چرخه هیدرولوژی به صورت یک سیستم تلفیقی انسان-آب و کاملاً پویا در نظر گرفته می‌شود (پاند و سیواپالان، ۲۰۱۶). محور هیدرولوژی نوین، بحث هم تکاملی انسان-آب است. منظور از هم تکاملی، اثرگذاری همزمان دو متغیر بر یکدیگر است و در آن، رشد یا نزول دو متغیر مرتبط وابسته به یکدیگر است (سیواپالان و همکاران، ۲۰۱۲). کاربردی‌ترین مثال آن می‌تواند ارتباط بین سطح چراگاه‌ها و زیست‌گاه‌های طبیعی و جمعیت گونه‌های مرتبط جانوری باشد. سیواپالان و همکاران (۲۰۱۲) مفهوم هیدرولوژی اجتماعی را مطرح نمودند که در آن، ارتباطات پویا و دوجانبه انسان و سیستم هیدرولوژیکی مورد بررسی قرار می گیرد و این فعل و انفعالات و بازخوردهای متقابل می تواند موجب ایجاد رفتارهای نوظهور در سیستم گردد. قلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) تفاوت‌های هیدرولوژی اجتماعی و مدیریت یکپارچه

منابع آب را مطرح نمودند که در آن شناخت بر همکنش‌های انسان-آب با رویکرد سناریو محور و راهکاری مدیریتی کلان موثر بر چرخه هیدرولوژیکی از خصوصیات مدیریت یکپارچه منابع معرفی شده است اما تمرکز اصلی هیدرولوژی اجتماعی بر بازخوردهای سیستم انسانی- هیدرولوژیکی است که در طول زمان متغیر است (ویژگی پویایی) و بازخوردهای سیستم انسانی بر سه محور توسعه جمعیتی-اقتصادی، حساسیت اجتماعی و واکنش های رفتاری جوامع تاکید دارد.

تاکنون رویکردهای مدیریتی مختلفی به منظور کاهش اثرات مخرب شرایط حدی هیدرولوژیکی طراحی شده است (کریبیچ و همکاران ۲۰۱۹; استرله و همکاران، ۲۰۱۹). در همین راستا، مازولونی و همکاران (۲۰۲۱) یک مدل مفهومی دینامیک طراحی نمودند تا بر هم کنش بین سناریوهای مختلف مدیریت منابع آب، شرایط حدی هیدرولوژیکی (خشکسالی و سیلاب) و جامعه را شبیه‌سازی نماید. یافته‌های آن‌ها نشان داد سناریوهای مدیریتی اجرا شده به منظور کاهش ریسک و مخاطرات ناشی از شرایط حدی، خود می‌تواند باعث کاهش سطح آگاهی و هشیاری جامعه نسبت به شرایط سیلاب و خشکسالی گردد و بدین ترتیب، در بلند مدت باعث مخاطرات و ریسک‌های نوظهور چندگانه گردد.

سدهای مخزنی که به منظور تامین مصارف مختلف خانگی، شرب و صنعت و کشاورزی، تولید انرژی برقابی و کنترل سیلاب احداث می‌شوند و زمینه رشد اقتصادی و تسکین فقر را در مناطق زیادی از جهان فراهم نموده‌اند (بریسکو، ۲۰۰۹). اما بایستی توجه داشت ارزش افزوده و منافع حاصل از آنها تنها وابسته به سازه سد نیست بلکه توسعه ظرفیت‌های انسانی و نهادهای مدیریتی در چنین سازه‌هایی نقش اساسی ایفا می‌کند تا آب موجود را به شکلی بهینه مورد استفاده قرار دهند. علیرغم منافع شفاف و غیرقابل انکار، پتانسیل اثرات مخرب نیز در سدهای مخزنی وجود دارد. بنابراین سدها همواره مورد مناقشه اجتماعی، سیاسی و زیست محیطی قرار دارند (پوخرل و همکاران، ۲۰۱۴). احداث سدهای مخزنی یکی از راهکارهای اتخاذ شده بشر به منظور تعدیل و تسکین شرایط حدی رودخانه‌ها و سازگاری با طبیعت است اما بازخوردهای این سیاست بهره برداری از رودخانه‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. (جولیانو و همکاران، ۲۰۱۸) نشان دادند که بازخوردها و پاسخ‌های انسان نسبت به تغییر رژیم رودخانه‌ها، یک تناقض دینامیکی را در پایاب سدهای مخزنی ایجاد می نماید که شامل تغییرات در چرخه تامین-تقاضا، وابستگی و اعتماد بیش از حد به سدهای مخزنی است که باعث افزایش آسیب پذیری جامعه می‌شود. گارسیا و همکاران (۲۰۱۹) و آلبریتی و همکاران (۲۰۲۰) اذعان داشتند سدهای مخزنی که بر پایه و اساس شرایط کوتاه مدت برنامه ریزی شده‌اند، اغلب به واسطه بر هم کنش ساز و کارهای عملیاتی در سیستم های تلفیقی انسان-آب باعث پیامدها و مخاطرات غیر عمدی در بلند مدت می‌شوند.

این تحقیق سعی دارد به شناسایی برخی مولفه‌های سیستم دینامیک انسان-آب در شرایط پس از احداث سدهای مخزنی بپردازد و پاسخ‌ها و بازخوردهای رفتار انسان با تغییر رژیم رودخانه ها را در کنار سایر عوامل و محرک های بیرونی مورد بررسی و تحلیل قرار دهد. در این فرآیند، مخاطرات و رفتارهای نوظهور انسانی ناشی از اثرات متقابل انسان- مدیریت بهره برداری سدهای مخزنی که خود زمینه‌ساز ریسک های جدید خشکسالی و سیلاب یا تشدید آن در سال های اخیر بوده اند، معرفی شده است.

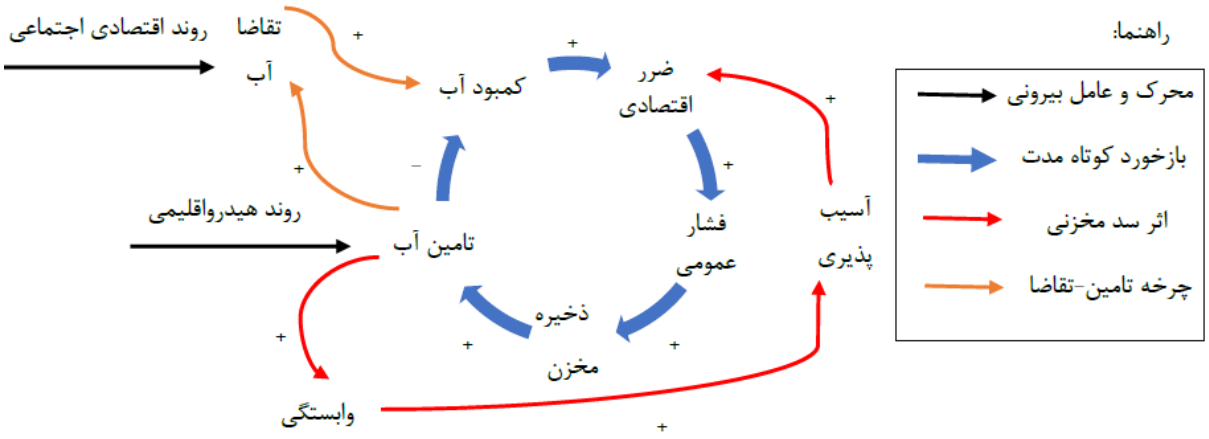
مواد و روش‌ها

در این مقاله، هم تکاملی انسان-آب با دو پدیده دینامیک اتفاق افتاده در پایاب سدهای مخزنی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. رخدادهای فوق یکی تغییرات ایجاد شده در چرخه تامین- تقاضا است که موجب روند تصاعدی افزایش مصارف شده است و دیگری تکیه و اعتماد بیش از حد به سدهای مخزنی است که از عواقب آن، می‌توان عدم توجه به کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه ها را برشمرد. هر چند مجموعه داده‌های دقیق کمی برای ارزیابی و تحلیل این دو پدیده وجود ندارد اما تلفیق بضاعت آماری موجود و برخی یافته‌های شهودی در یک دوره بلند مدت مثلاً ۲۰ تا ۳۰ ساله می‌تواند مبنای عمل قرار گیرد. در ادامه، سیستم دینامیک بلند مدت فوق بر مبنای فرضیات این پژوهش در اشکال (۱) و (۲) مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

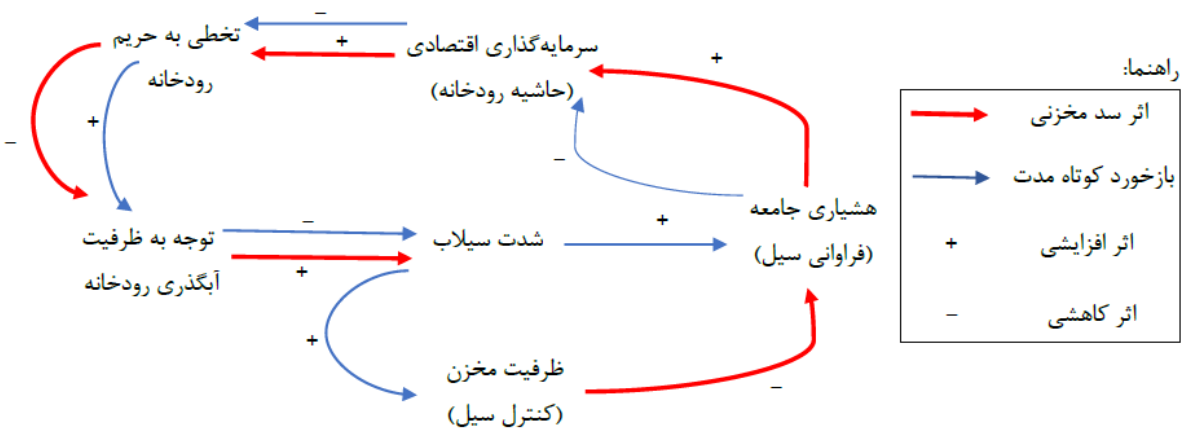
مطابق شکل (۱)، توسعه اقتصادی و اجتماعی در سال های اخیر به عنوان یک عامل و محرک بیرونی، افزایش تقاضای آب را در پی داشته است. بدین ترتیب، بازخوردهای کوتاه مدت افزایش مصارف در سیستم هیدرولوژیکی-اجتماعی باعث کمبود آب، ضررهای اقتصادی و متعاقب آن، افزایش فشارهای عمومی شده است. ادامه این فرآیند، احداث سدهای مخزنی و افزایش تامین و کاهش کمبودها را در کوتاه مدت به دنبال داشته است. اما در مقیاس بلند مدت، وابستگی و اعتماد بیش از حد به سدهای مخزنی، افزایش آسیب پذیری جامعه و ضررهای اقتصادی ناشی از آن را همراه داشته است. در حقیقت سدهای مخزنی با تعدیل شرایط خشکسالی و تامین آب بیشتر در دوره های خشک، باعث افزایش تقاضا و مصارف آب شده اند. بر این اساس، با بر هم خوردن چرخه تامین آب-تقاضا، خسارت در خشکسالی های حدی افزایش یافته است.

مطابق شکل (۲)، در بازخورد کوتاه مدت سیستم دینامیک هیدرولوژی-اجتماعی پایاب سدهای مخزنی، تعداد رخدادهای بالای سیل باعث افزایش سطح آگاهی و هشیاری جامعه نسبت به مخاطرات سیل می‌شود. بنابراین سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی در حاشیه رودخانه‌ها و تخطی به حریم رودخانه کمتر شده و توجه به ظرفیت آبگذری رودخانه‌ها افزایش می یابد. طی این فرآیند، به منظور تسکین و تعدیل سیلاب، احداث سدهای مخزنی و ایجاد ظرفیت های لازم به منظور کنترل سیلاب در اولویت جامعه قرار می‌گیرد که باعث کاهش فراوانی وقایع سیلاب در پایاب مخازن می‌گردد. بنابراین به تدریج، سطح آگاهی و هشیاری جامعه نسبت به ریسک و پیامدهای سیلاب کاهش می‌یابد و به دنبال آن، سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی در حاشیه رودخانه‌ها و به همان نسبت تخطی به حریم رودخانه ها افزایش یافته و بدین ترتیب، توجه به ظرفیت آبگذری رودخانه ها روندی نزولی به خود می-گیرد. بر اساس سیستم دینامیک تشریح شده و تضاد (پارادوکس) شکل گرفته در سیستم، علیرغم نقش انکار ناپذیر مخازن در کنترل سیلاب، آسیب پذیری پایین دست نسبت به سیلاب‌های حدی به شدت افزایش می‌یابد. بدین ترتیب، اگر چه فراوانی و تعداد رخدادهای سیل کاهش می‌یابد اما شدت خسارت سیل به ویژه در سیلاب‌های شدید از کنترل خارج می‌گردد. در نتیجه، ریسک و مخاطرات سیلاب‌های هولناک و نادر، جایگزین ریسک سیلاب های مکرر می‌گردد.

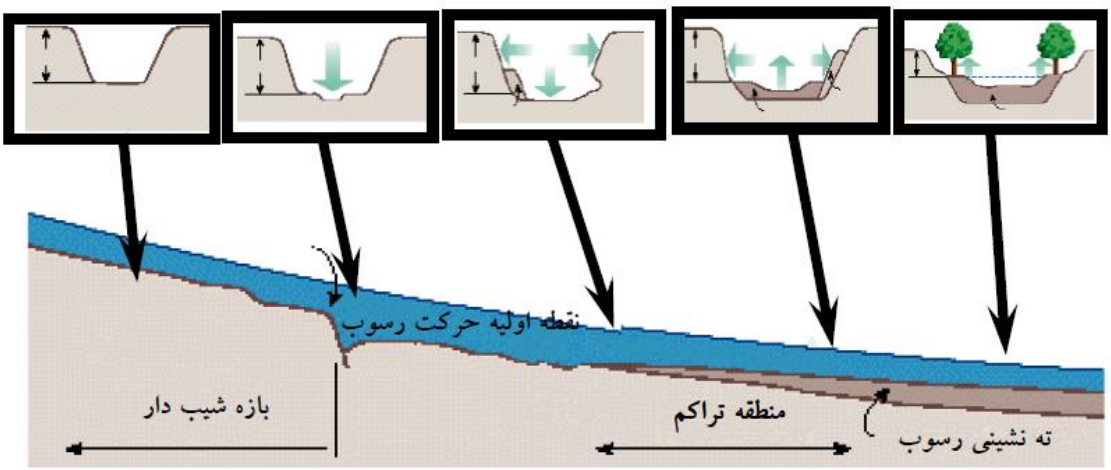
در شکل (۳)، کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه پایاب سدها از منظر نیم رخ طولی و مقطع عرضی نشان داده شده است. با توجه به قدرت حمل رسوبات توسط آب خروجی از سدها، پتانسیل فرسایش و به دنبال آن رسوبگذاری در پایاب سدها افزایش می-یابد. همچنین تخطی اراضی کشاورزی، باغات و ... به حریم رودخانه ها به دلیل اعتماد بیش از حد به سدها و کاهش آگاهی از ریسک سیلاب (ناشی از کاهش فراوانی سیلاب پایاب سدها)، از مهمترین دلایل کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه ها می‌باشد.



شکل ۱- سیستم دینامیک هیدرولوژی-اجتماعی اثر سدهای مخزنی بر چرخه تامین-تقاضا (دوره های خشکسالی)



شکل ۲- سیستم دینامیک هیدرولوژی-اجتماعی اثر سدهای مخزنی بر چرخه مخاطرات سیلاب



شکل ۳- کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه پایاب سدها از منظر نیم رخ طولی و مقطع عرضی

نتایج

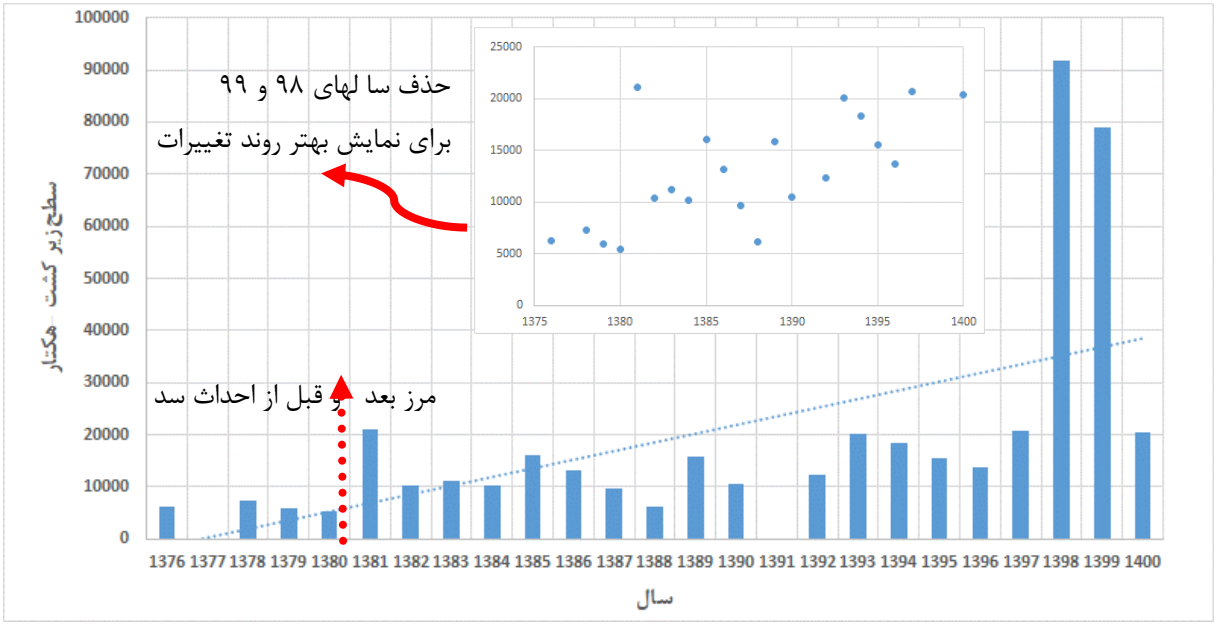
همان‌گونه که قبلاً اشاره شد در حال حاضر مجموعه داده‌های دقیق کمی برای ارزیابی و تحلیل سیستم دینامیکی تلفیقی جامعه انسانی- مسائل هیدرولوژیکی وجود ندارد اما استنتاج و ارزیابی بضاعت آماری موجود و ترکیب آن با برخی یافته‌های شهودی در یک دوره بلند مدت مثلاً ۲۰ تا ۳۰ ساله می‌تواند مبنای بررسی قرار گیرد. در این راستا، حوضه های آبریز پایاب سد دز و کرخه در استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفته است که مشخصات کلی این سدها به شرح ذیل است.

جدول ۱- مشخصات کلی سدهای مخزنی مورد بررسی

سد مخزنی	ظرفیت مخزن در تراز نرمال MCM	متوسط حجم آورد سالانه MCM	سال شروع بهره برداری Year	تراز نرمال M
دز	۲۶۵۰	۷۰۰۰	۱۳۴۱	۳۵۲
کرخه	۵۲۷۴	۴۹۰۰	۱۳۸۰	۲۲۰

الف-رودخانه کرخه

بر اساس سیستم دینامیک هیدرولوژی-اجتماعی بلند مدت اثر سدهای مخزنی بر چرخه تامین-تقاضا و افزایش مصارف که در بخش قبلی به آن اشاره شد (شکل ۱)، پس از احداث سد مخزنی کرخه، تغییرات فراوانی در الگوی کشت و تمایل به کشت-های پرمصرف مانند برنج بوجود آمده است. یکی از شاخص‌های مهم برای اثبات این فرضیه، ارزیابی تغییرات سطح زیر کشت برنج در یک دوره بلند مدت از تابستان ۱۳۷۶ تا ۱۴۰۰ بر اساس آمار نامه زراعی منتشر شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان می باشد که در شکل (۴) ارائه شده است. همان گونه که ملاحظه می شود بلافاصله پس از احداث سد کرخه در سال۱۳۸۰، جهش قابل ملاحظه‌ای در سطح زیر کشت برنج بوجود آمده است که اوج آن در تابستان ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ همزمان با پرشدن سد کرخه در سیلاب های حدی بوده است. اگرچه سیاست گذاری انجام شده توسط مدیران وقت مبنی بر آزاد کردن کشت برنج به منظور جبران خسارت سیل وارد شده به جامعه انسانی پایاب، در این امر بسیار موثر بوده است. اما بایستی توجه داشت سیاست های بهره برداری این چنینی تنها در کوتاه مدت می تواند موثر باشد و پیامدها و مخاطرات جبران ناپذیری را در بلند مدت خواهد داشت که مصداق آن در خشکسالی تابستان ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ بوده است که علیرغم خشکسالی و از دست رفتن ذخایر مخزن کرخه، همچنان انتظارات و توقعات توسط جامعه پایاب برای کشت وسیع برنج با تکیه و اعتماد بیش از حد به سد ایجاد شده است به طوری که محدودیت ها و ممنوعیت های کشت برنج نیز دیگر موثر نبوده و با نارضایتی و فشارهای عمومی همراه شده است. بر این اساس، در تابستان ۱۴۰۰ علیرغم خشکسالی و ممنوعیت کشت برنج توسط شورای تامین استان خوزستان، حدود ۲۰۰۰۰ هکتار کشت برنج در این حوضه انجام شده است که باعث از دست رفتن کامل ذخایر استراتژیک سد برای تامین آب شرب آتی و تالاب هورالعظیم شده است و در حال حاضر (تابستان ۱۴۰۱) سد کرخه با شرایط بسیار بحرانی مواجه است.



شکل ۴- روند افزایش سطح زیر کشت برنج در حوضه آبریز کرخه

ب-رودخانه دز

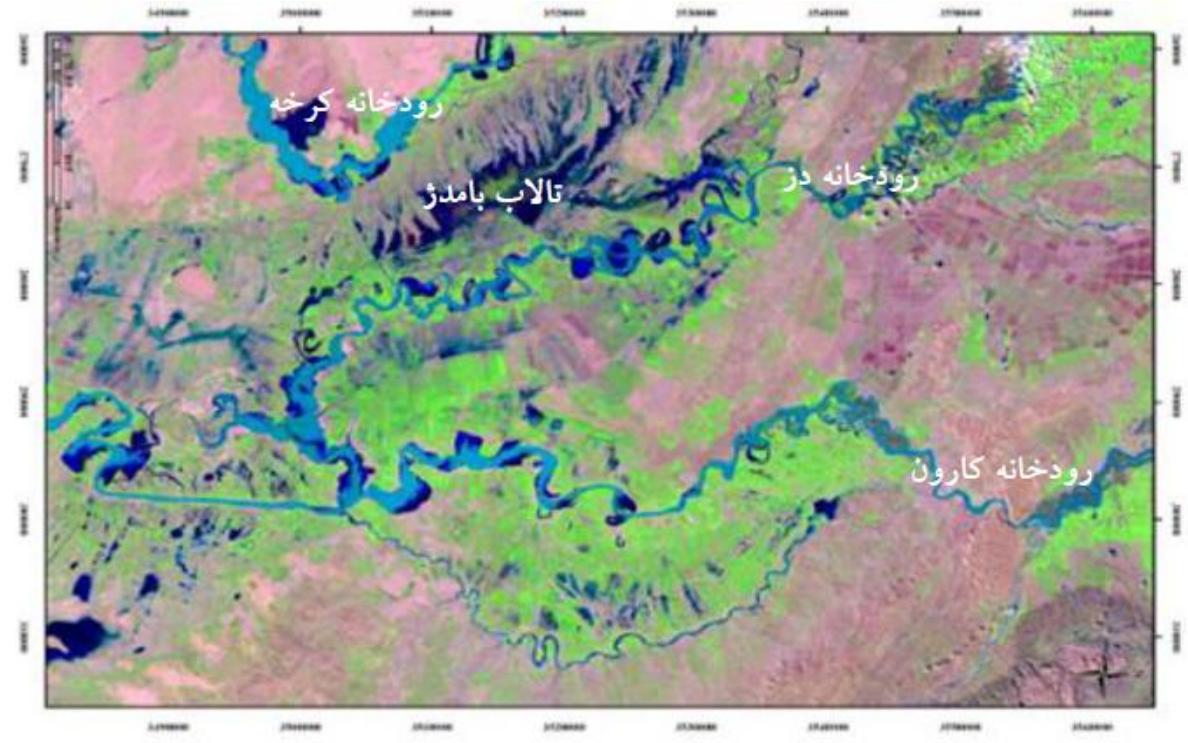
بر اساس سیستم دینامیک هیدرولوژی-اجتماعی بلندمدت اثر سدهای مخزنی بر چرخه ریسک و پیامدهای سیلاب که در بخش قبلی به آن اشاره شد (شکل ۲)، پس از احداث سد مخزنی دز، سیلاب دشت‌های پایاب آن دستخوش تغییرات فراوانی شده است که منجر به تشدید خسارت سیل و مخاطرات آن به ویژه در شرایط حدی شده است. رئوس این تغییرات و پیامدهای آن به شرح ذیل است:

-توسعه راه آهن اهواز- اندیمشک

- احداث اراضی شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی امام خمینی (ره)

-احداث اراضی شرکت کشت و صنعت میاناب

تاسیسات فوق، گسترش طبیعی سیلاب رودخانه دز در مسیرهای طبیعی خود را محدود کرده و سبب انتقال مکانی سیلاب و تشدید خسارت به نواحی پایین دست شده‌اند. در حال حاضر، راه آهن اهواز- اندیمشک و کانال‌های آبیاری شرکت کشت و صنعت میان آب مانع اصلی مسیر طبیعی سیلاب رودخانه دز به سمت بامدژ هستند. در واقع تا پیش از این، بخشی از سیلاب رودخانه دز از حوالی روستای خماط از رودخانه خارج و به طور طبیعی وارد تالاب بامدژ می شد. علاوه بر آن، کانال‌های آبیاری و زهکشی شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی امام خمینی (ره) در ساحل راست رودخانه دز، مسیر طبیعی جریان و پهنه بندی سیلاب در ساحل راست به سمت تالاب بامدژ را محدود کرده و باعث انتقال مکانی پهنه سیلاب به ساحل چپ و منطقه شعبیه شده است که باعث افزایش خسارت در سیلاب های حدی شده است.



شکل ۴- تصاویر ماهواره ای سیلاب اسفندماه سال ۱۳۶۶ رودخانه دز (قبل از احداث تاسیسات اشاره شده در متن) و مسیر طبیعی سیل به سمت تالاب بامدژ

بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله به بررسی سیستم دینامیک تلفیقی انسان-آب و اثر بلند مدت سدهای مخزنی در افزایش تقاضای آب و مصارف می-پردازد. علاوه بر آن، سدهای مخزنی باعث آسودگی خاطر جامعه نسبت به مخاطرات سیلاب و به دنبال آن، توسعه سکونت و کشت و کار در دشت های سیلابی و عدم توجه به رسوبگذاری و کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه ها می شوند.

اولین سیستم دینامیک بلند مدت اثرات سدهای مخزنی که در این مقاله تشریح شده است شامل چرخه تامین-تقاضا و اعتماد بیش از حد به سدها است. این قانون در اقتصاد هم به این شکل مطرح است که اگر موجودی افزایش پیدا کند، مصارف هم میل به افزایش خواهند داشت. هر چند ممکن است مجموعه داده های دقیقی برای تحلیل کمی این پدیده وجود نداشته باشد اما در حقیقت با افزایش نرخ تامین آب در دوره های زمانی خشک توسط سدهای مخزنی، به مرور زمان مصرف و تقاضای آب در پایاب سدهای مخزنی افزایش می یابد و مصارف ناپایدار به همراه انتظارات جدید شکل می گیرد که تا پیش از این، مطرح نبوده است. در این راستا، سری زمانی داده های سطح زیر کشت برنج به عنوان یک شاخص مهم برای ارزیابی افزایش تقاضای جامعه انسانی پایاب سد مخزنی کرخه مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاکی از جهش سطح زیر کشت برنج بعد از احداث سد مخزنی کرخه بوده است. بدیهی است این سطح از مصارف ناپایدار بوده و انتظارات و توقعات نوظهور شکل گرفته، باعث افزایش شدید خسارت در خشکسالی های حدی خواهد گردید که نمونه آن در دو سال اخیر به وقوع پیوسته است. به همین ترتیب کاهش فراوانی رخدادهای سیلاب در پایاب سدهای مخزنی، کاهش تدریجی آگاهی جامعه نسبت به مخاطرات سیل را شکل می‌دهد و اعتماد بیش از حد به نقش سدهای مخزنی در مهار و کنترل سیلاب را سبب می شود که خود زمینه خسارات شدیدتر در سیلاب های حدی خواهد بود. در حوضه آبریز دز، مسیر طبیعی سیلاب در ساحل راست و به سمت تالاب بامدژ بوده است اما در یک دوره بلند مدت پس از بهره برداری از سد مخزنی دز، احداث کشت و صنعت نیشکر و توسعه راهن اهواز-اندیمشک در این مسیر باعث مسدود شدن این مسیر طبیعی و انتقال مکانی سیل به ساحل سمت چپ و منطقه شعبیه شده است. بنابراین، در حال حاضر خسارت ناشی از سیلاب های حدی به مراتب افزایش یافته است. توجه به سیستم‌های دینامیک تلفیقی مطرح شده در این مقاله به منظور مدیریت و برنامه ریزی و طراحی سدها بسیار حائز اهمیت است.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از سازمان آب و برق خوزستان که داده های لازم برای این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

۱- قلی زاده سرابی، ش.، قهرمان، ب. و شفیعی، م. ۱۳۹۷. علم جدید هیدرولوژی اجتماعی: در جستجوی درک مفاهیم هم تکاملی انسان و آب. یادداشت فنی نشریه تحقیقات منابع آب ایران. (۵)۱۴: ۳۵۱-۳۵۹.

2- Albertini, C. Mazzoleni, M. Totaro, V. Iacobellis, V. and Di Baldassarre, G. 2020. Socio-Hydrological Modelling: The Influence of Reservoir Management and Societal Responses on Flood Impacts Water. 12: 1384.

3- Briscoe, J. 2009. Water security: why it matters and what to do about it. Innovations Technology Governance Globalization. 4: 3–28.

4- Di Baldassarre, G. Wanders, N. Agha Kouchak, A. Kuil, L. Rangecroft, S. and … . 2018. Water shortages worsened by reservoir effects. Nature Sustainability. 1: 617-622.

۵- Garcia, M., Koebele, E. Deslatte, A. Ernst, K. Manago, K. F. and Treuer, G. 2019. Towards urban water sustainability: Analyzing management transitions in Miami, Las Vegas, and Los Angeles. Global Environmental Change. 58: ۱۰۱۹٦۷.
6- Kreibich, H. Blauhut, V. Aerts, J.C.J.H. Bouwer, L.M. Van Lanen, H.A.J. Mejia, A. Mens, M. and Van Loon, A.F. 2019. How to improve attribution of changes in drought and flood impacts. Hydrological Sciences Journal. 64(1):1-18.
7- Mazzoleni, M. Odongo, V.O. Mondino, E. and Di Baldassarre, G. 2021. Water management, hydrological extremes, and society: modeling interactions and phenomena. Ecology and Society. 26(4):4.
۸- Montanari, A. Young, G. Savenije, H. H. G. Hughes, D. Wagener, T. Ren, L. L....and… . 2013. "Panta Rhei—everything flows": Change in hydrology and society—the IAHS scientific decade ۲۰۱۳–۲۰۲۲. Hydrological Sciences Journal. 58(6): 1256-1275.
۹- Pande, S. and Sivapalan, M. ۲۰۱٦. Progress in Socio-Hydrology: A Meta-Analysis of Challenges and Opportunities. Wiley Interdisciplinary Reviews (WIREs): water.
۱۰- Pokhrel, Y. N. Hanasaki, N. Wada, Y. and Kim, H. ۲۰۱٦. Recent progresses in incorporating human land-water management into global land surface models toward their integration into Earth system models. WIREs Water. 3: ٥٤٨–٥٧٤.
۱۱- Sivapalan, M. Savenije, H. H. G. and Blöschl, G. ۲۰۱۲. Socio-Hydrology: A New Science of People and Water. Hydrological Processes. 26(8): 1270–1276.
۱۲-Sterle, K. Hatchett, B. J. Singletary, L. and Pohll. G. 2019. Hydro-climate variability in snow-fed river systems: local water managers' perspectives on adapting to the new normal. Bulletin of the American Meteorological Society. 100(6):1031-1048.