

اثرات احداث و بهره برداری سد مخزنی کرخه بر کاربری اراضی و کیفیت آب منطقه

شهلا کعبزاده^۱

جمال قدوسی^{*۲}

jamal.ghodousi@gmail.com

رضا ارجمندی^۳

نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد^۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: از مهم ترین پیامدهای احداث سد، تغییر کاربری اراضی و تأثیر آن در تغییر کیفیت آب و برهم خوردن تعادل اکوسیستم رودخانه‌ها در پایاب سدها است. در تحقیق حاضر رابطه بین تغییرات کاربری اراضی و کیفیت آب رودخانه در پایاب سد کرخه به عنوان عامل اثر گذار در بر هم خوردن تعادل اکوسیستم رودخانه کرخه تجزیه و تحلیل شده است.

روش بررسی: روند تغییرات ادواری کاربری اراضی طی ۵ دوره زمانی از سال های ۱۳۶۳ لغایت ۱۳۹۳ در منطقه با استفاده از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ادواری سنجنده لندست TM و ETM+ و تغییرات ادواری متناظر غلظت پارامترهای اندازه‌گیری شد و کیفیت آب رودخانه در پایاب سد کرخه بررسی شد.

یافته‌ها: بعد از احداث سد، روند تغییرات کاربری اراضی تشدید شده و مقدار پارامترهای کیفیت آب افزایش یافته است. آزمون همبستگی بین تغییرات کاربری اراضی با پارامترهای کیفیت آب در بازه مورد مطالعه در پایاب سد نشان داد که همبستگی معنی دار آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P=0/05$) و ۹۹ درصد ($P=0/01$) وجود دارد. رابطه بین تغییرات کاربری اراضی و تغییرات کیفیت آب رودخانه با استفاده از مدل‌های رگرسیون چند متغیره بررسی شد و نتایج آن بیانگر امکان‌پذیری پیش‌بینی یا برآورد حد آستانه مساحت قابل تخصیص به انواع کاربری‌ها در پایاب سدهای بزرگ بود. کاربری زراعت آبی بیشترین تغییر را پس از احداث سد داشت. مساحت تحت پوشش اراضی آبی در زمان اجرای تحقیق ۷۶ درصد بود.

۱- دانشجوی دکتری مدیریت محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۳- دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.

۴- مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست‌محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور، اهواز، ایران.

بحث و نتیجه‌گیری: در مطالعه حاضر مشخص شد که وسعت مجاز تخصیص اراضی به زراعت آبی در منطقه برابر با ۴۶ درصد مساحت حوضه آبریز پایاب سد کرخه است از این رو افزایش کاربری زراعت آبی عامل اصلی کاهش کیفیت آب رودخانه است.

واژه‌های کلیدی: سدهای بزرگ، کیفیت آب، کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای، مدل های رگرسیون چند متغیره.

The Effects of Constructing and Exploiting Karkheh Storage Dam on the Land Uses and Quality of Regional Water

Shahla Kaabzadeh¹

Jamal Ghodousi^{2*}

jamal.ghodousi@gmail.com

Reza Arjmandi

Nematollah Jaafarzadeh Haghighifard[†]

Admission Date: January 23, 2019

Date Received: January 8, 2018

Abstract

Background and Objective: One of the most important outcomes of dam construction is changing land use and investigating its effect on changing water quality and disturbing ecosystem balance of rivers in dam's downstream. This study was conducted in the downstream watershed of the Karkheh dam locating in the south-west of Iran to analyze influences of land use change resulting of construction of Karkheh dam on water quality of Karkheh river as one of the indicators for destruction of ecosystem balance of the study river.

Method: In order to conduct the study periodical Land Sat TM and ETM+ images were used to assess land use change before and after construction of the dam. Comparative water quality data collected. Hydrometric station was also used to analyze possible existence of correlation and relationship between land use and water quality changes.

Findings: Results of the study indicated that there is a significant correlation between land use change and water quality of the river in the low land of the Karkheh dam at confidence level of 95 and 99 per cent (p -value=0.05 and 0.01). Application of regression models to formulate relationships between area of different types of land use and amount of each one of the observed parameters of water quality indicated that increase in area of irrigated land due to the providing water is the main factor that tended to deterioration of water quality of river trench in downstream of the Karkheh Dam. While allocated land for irrigated land in the study area is about 76%.

Discussion and Conclusion: This study indicated that the allowed area allocated to irrigated agriculture was 46% of total basin of Karkheh dam's downstream. Therefore, increasing irrigated agriculture use was the main reason for reducing the quality of river's water.

1- Department of Environmental Management, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Department of Environmental Management, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*(Corresponding Author)

3- Department of Environmental Management, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Keywords: Large Dam, Land Use, Water Quality, Land Sat Images, Land Allocation.

مقدمه

سراب که منجر به آسیب جدی در روند و فرایند زادآوری حتی انقراض آنها می‌شود، رخداد پدیده تغذیه‌گرایی در مخازن سدها، تغییر محسوس در اکوسیستم رودخانه، تغییر کیفیت آب در اثر تغییر کاربری اراضی در حوضه‌های آبریز پایاب سدها از جمله معضلاتی هستند که بروز آنها پیامدهای مثبت احداث سدهای بزرگ را به چالش می‌کشاند و بایستی این آسیب‌ها کاهش یابند (۱۳-۱۵). فقدان روش جامع و ابزارهای کاربردی مانند مدل‌های مدیریتی جهت ارزیابی چالش‌ها و معضلات محیط-زیستی به‌عنوان پشتیبانی‌کننده تصمیم‌گیری جهت کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی در پایاب سدهای بزرگ که یکی از کاستی‌های مهم در مبحث سدسازی و چالش مدیریت تأمین آب در کشور است. در این راستا فقدان راهکارهای علمی برای برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت اصولی منطبق با خصوصیات محیط‌زیستی، موضوعی است که در مطالعه حاضر از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های کمی به‌منظور دستیابی به راهکار کاهش اثرات محیط‌زیستی ناشی از سدهای بزرگ در اکوسیستم رودخانه‌ها در پایاب آنها در قالب مطالعه موردی در پایاب سد کرخه بررسی شد.

روش بررسی

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

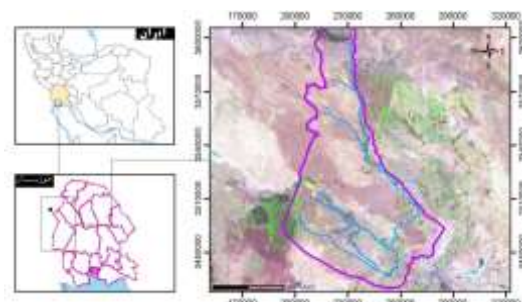
رودخانه کرخه از رودخانه‌های دائمی با دبی متوسط ۱۷۷ مترمکعب برثانیه در غرب ایران است که با مساحت حدود ۵۱۳۳۷ کیلومترمربع در مختصات جغرافیائی ۴۶ درجه ۰۶ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این رودخانه از مناطق میانی و جنوب‌غربی رشته کوه‌های زاگرس سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی حدود ۹۰۰ کیلومتر در امتداد شمال به جنوب، سرانجام در مرز مشترک ایران و عراق به تالاب هورالعظیم و هورالهویزه در جنوب‌غربی استان خوزستان می‌ریزد (شکل ۱).

احداث سدهای ذخیره‌ای از دیرباز به‌منظور تنظیم جریان رودخانه‌ها و تأمین آب برای مصارف مختلف به خصوص برای زراعت آبی، آب شرب، مصارف خانگی و صنعتی و تولید برق مورد توجه بوده است. تأمین آب، کاهش سیل و گسترش اراضی زراعی آبی در پایاب سدها و تولید برق (به‌ویژه با احداث سدهای بزرگ) همواره به‌عنوان منافع بارز ناشی از احداث آنها محسوب می‌شود. احداث سدهای بزرگ به رغم دارا بودن منافع اجتماعی و اقتصادی موجب آسیب‌های محیط‌زیستی جبران‌ناپذیری می‌شوند (۳-۱). سدهای بزرگ نقش محسوس و قابل ملاحظه‌ای در تغییرات کاربری اراضی در مناطق واقع در پایاب سد دارند (۴-۵). امروزه در مدیریت منابع آب تنها بر مباحث و نکات مهندسی تأکید نمی‌شود بلکه توجه به موضوعات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی و پیامدهای منفی محیط‌زیستی ناشی از آنها مهم است (۶). چنانچه چالش‌های محیط‌زیستی نادیده گرفته شود و اقدامات ضروری برای کاهش و پیشگیری از اثرات منفی و مخرب محیط‌زیستی سدها در مراحل قبل و بعد از احداث و در طول بهره‌برداری از سدها، نادیده گرفته شود، تعادل اکولوژیکی منطقه برهم خورده و اثرات غیرقابل برگشتی در حوضه‌های آبریز سراب و پایاب بروز می‌کند و منجر به تخریب فون و فلور منطقه و آسیب جدی به تنوع‌زیستی می‌شود (۷). متخصصان محیط‌زیست بر لزوم بررسی و تکمیل مطالعات در زمینه اثرات و پیامدهای منفی محیط‌زیستی ناشی از احداث سدهای بزرگ بر روی رودخانه‌ها و ارائه راهکارهای کاربردی مدیریتی و عمرانی و مهندسی تأکید می‌کنند (۸-۱۱). نتایج تحقیقات انجام شده داخل و خارج کشور نشان می‌دهد که آسیب‌های ناشی از احداث سدهای بزرگ بر محیط پیرامون آنها در مراحل احداث و بهره‌برداری تا حدی است که بازیابی اراضی و احیای رویشگاه‌ها و زیستگاه‌هایی که در مخزن سد قرار می‌گیرند، دشوار است (۱۲، ۱۳). انباشت رسوبات ناشی از فرسایش خاک در حوضه آبریز سراب سد، قطع ارتباط اکولوژیکی موزون بین مناطق بالادست و پائین دست سد مانند عدم امکان مهاجرت آبزیان از بخش پایاب به

ویژگی‌های محدوده عملکرد سد کرخه

اطراف رودخانه مساحتی بالغ بر ۱۷۵۳ کیلومتر مربع (۱۷۵۳۰۰ هکتار) داشت.

در مطالعه حاضر بخش پایاب سد کرخه بررسی شد، که مساحتی حدود ۴۶۲۱ کیلومتر مربع (۴۶۲۱۰۰ هکتار) را دارد. بافر مورد مطالعه رودخانه به فاصله ۵ کیلومتر از حاشیه آن در

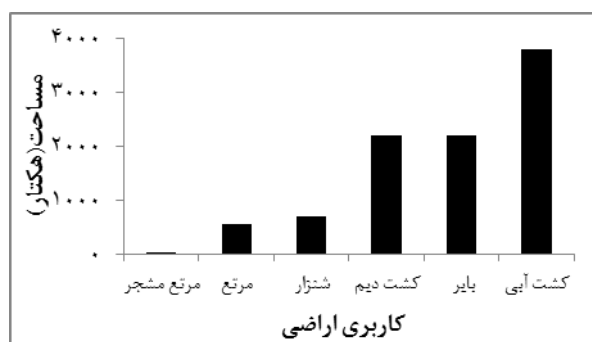


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Geographical location of the study area

مطالعه از اواخر پاییز شروع و تا اوایل بهار ادامه می‌یابد. کاربری اراضی در پایاب سد کرخه براساس نتایج تفسیر تصاویر ماهواره‌ای سنجنده لندست+ETM مشتمل بر مرتع، مراتع مشجر، شنزار، بایر، کشاورزی (دیم و آبی) است. که اراضی آبی با وسعت ۳۸۰۰ هکتار (۴۰ درصد مساحت کل حوضه) و مراتع مشجر با وسعت ۴۳ هکتار (۰/۴۵ درصد، مساحت کل حوضه) به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین گستره بود (شکل ۲).

متوسط جریان آب (دبی متوسط) و رسوب معلق سالانه رودخانه کرخه در محل سد (ایستگاه پای‌پل) در قبل از احداث سد در دوره آماری (۱۳۶۳-۷۱) حدود ۲۱۹/۸۴ مترمکعب بر ثانیه و بعد از احداث سد در دوره آماری (۱۳۸۸-۹۳) در ایستگاه سوسنگرد واقع در پایاب رودخانه در محل ورود به تالاب هورالعظیم حدود ۲۰/۷۶ مترمکعب بر ثانیه بود. اقلیم منطقه خشک و گرم است. دوره بارندگی در منطقه مورد



شکل ۲- مساحت کاربری مختلف اراضی در حوضه آبریز پایاب سد کرخه در زمان تحقیق

Figure 2. Use area of different lands in Karkheh water basin during the research

روش اجرای تحقیق

سازمان نقشه‌برداری استان خوزستان)، زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور)، منابع اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ (موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد

مطالعه حاضر از نوع تحقیقات توصیفی استنباطی است که با استفاده از آمار و اطلاعات موجود مربوط به محدوده مطالعاتی شامل نقشه‌های پایه مشتمل بر توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

یافته ها

- روند تغییرات خصوصیات کیفیت آب رودخانه در پایاب

سد کرخه

میانگین ادواری داده‌های اندازه‌گیری و ثبت شده در ۵ بازه زمانی قبل و بعد از احداث سد کرخه در ایستگاه‌های آب‌سنجی شامل: پای‌پل، عبدالخان، حمیدیه و سوسنگرد در جدول ۱ ارائه شده است. تجزیه و تحلیل آماری این داده‌ها نشان داد که به جز پارامترهای pH و SAR سایر پارامترهای کیفیت آب افزایش یافته‌اند. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که کم‌ترین مقدار هدایت الکتریکی آب (EC) مربوط به دوره آماری قبل از احداث سد و بیش‌ترین مقدار آن در پایین‌دست سد در ایستگاه سوسنگرد و در دوره آماری بعد از احداث سد در بازه زمانی (۱۳۸۸-۱۳۹۳) ثبت شده است. روند افزایشی مجموع مواد محلول در آب (TDS) از سراب رودخانه بعد از سد کرخه به سمت پایاب در ایستگاه آب‌سنجی سوسنگرد حاکی از ورود پساب‌های زهکشی شده در مسیر رودخانه است که نشان‌دهنده تأثیر گسترش اراضی زراعت آبی و اقدامات زراعی بعد از احداث سد است که در مورد سایر پارامترهای بررسی شده کیفیت آب با توجه به روند افزایشی، مقدار آنها نیز صدق می‌کند. نتیجه آزمون‌های مقایسه مقادیر میانگین‌های ادواری هر یک از پارامترهای کیفیت آب نشان داد که اختلاف بین تمامی آنها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P=0/05$) معنی‌دار بود.

کشاورزی، آمارهای هواشناسی شامل نزولات جوی، دمای هوا و تبخیرگردآوری شده از ایستگاه‌های باران‌سنجی، کلیماتولوژی و سینوپتیک موجود در محدوده مورد مطالعه و مناطق مجاور آن، آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مطالعات انجام شده در حوضه آبریز رودخانه کرخه در قالب گزارش‌های مربوط به مطالعات محیط‌زیست، منابع طبیعی، منابع آب، آبخیزداری، کشاورزی به کارفرمایی ارگان‌های ذی‌ربط، از یک‌سو و آمار و اطلاعات کمی و کیفی گردآوری و مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM, TM مربوط به سنوات مختلف ۱۳۷۱، ۱۳۷۴، ۱۳۸۲، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۱ برای مطالعات مربوط به تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی و نقشه تهیه شده در زمان اجرای تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۱ از سوی دیگر، برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده توصیفی و موضوعی (نقشه‌ها) از بسته نرم افزار ۹/۳ ARC - GIS از طریق ایجاد بانک اطلاعاتی استفاده شد. داده‌های کیفیت آب شامل پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه کرخه که از ایستگاه‌های آب‌سنجی پای‌پل، عبدالخان، حمیدیه و سوسنگرد، به‌ترتیب واقع در بالادست و پایاب سد کرخه در ۵ مقطع زمانی (۱۳۶۳-۷۱)، (۱۳۷۱-۷۹) قبل از احداث سد کرخه و مقاطع زمانی (۱۳۸۳-۱۳۷۹)، (۱۳۸۸-۱۳۸۳)، (۱۳۸۸-۱۳۹۳)، بعد از احداث آن جمع‌آوری شد و تجزیه و تحلیل این پارامترها با بهره‌گیری از بسته‌های نرم‌افزار Excel و Spss و به‌کارگیری روش‌های آزمون همبستگی و مدل‌های رگرسیون انجام شد.

جدول ۱- میانگین پارامترهای آب در مقاطع زمانی قبل و بعد از احداث سد در ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه پایاب سد کرخه

Table 1. Mean of water parameters before and after time intervals of dam construction in the studied stations of the Karkheh dam's downstream

پارامتر کیفیت آب	دوره زمانی	پای‌پل	عبدالخان	حمیدیه	سوسنگرد	روند تغییرات
EC (میکروموس برسانتی مترمربع)	قبل از احداث	۷۲۸/۱۸	۱۱۵۱/۸۹	۱۴۱۰/۴۳	۱۷۰۱/۵۱	افزایشی
	بعد از احداث	۱۱۶۴/۰۲	۱۳۱۳/۰۱	۱۵۴۵/۹۷	۲۰۲۴/۴۰	
TDS	قبل از احداث	۶۳۱/۳۴	۷۸۶/۷۹	۹۰۵/۶۸	۱۰۷۵/۶۲	افزایشی

(میلی گرم بر لیتر)	بعد از احداث	۷۷۲/۳۷	۸۸۰/۷۷	۹۹۷/۱۹	۱۳۳۱/۵۵	
pH	قبل از احداث	۸/۰۸	۸/۱	۸/۰۵	۸/۰۷	کاهشی
	بعد از احداث	۷/۸۶	۷/۹۴	۷/۸۵	۷/۹۲	
Na%	قبل از احداث	۳۹/۴۶	۴۱/۱۸	۴۱/۳۳	۴۲/۰۰	افزایشی
	بعد از احداث	۴۲/۳۹	۴۴/۶۲	۴۴/۹۴	۴۸/۷۵	
SRA میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۲/۵۲	۲/۵۶	۳/۳۴	۳/۴۵	کاهشی
	بعد از احداث	۲/۹۵	۳/۱۱	۳/۸۴	۴/۷۶	
Na میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۴/۱۵	۴/۲۵	۶/۴۳	۷/۲۲	افزایشی
	بعد از احداث	۴/۸۴	۵/۳۱	۷/۰۱	۱۰/۰۴	
Mg میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۲/۶۳	۲/۴۸	۳/۳۵	۳/۴۶	افزایشی
	بعد از احداث	۲/۸۴	۲/۷۳	۳/۷۳	۴/۱۴	
Ca میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۴/۱۲	۴/۱۲	۵/۱۵	۵/۲۹	افزایشی
	بعد از احداث	۵/۰۶	۴/۹۳	۵/۴۶	۶/۴۹	
So₄ میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۴/۱۱	۴/۶۰	۶/۰۵	۶/۳۱	افزایشی
	بعد از احداث	۴/۸۷	۵/۲۳	۶/۹۵	۸/۶۸	
Cl میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۴/۵۵	۴/۷۸	۶/۱۳	۷/۰۷	افزایشی
	بعد از احداث	۵/۶۳	۵/۸۲	۷/۰۲	۹/۹۹	
HCO₃ میلی اکی والان بر لیتر	قبل از احداث	۳/۱۱	۲/۳۸	۲/۶۱	۲/۴۵	افزایشی
	بعد از احداث	۳/۳۲	۲/۸	۲/۸۳	۲/۸۴	

- روند تغییرات کاربری های اراضی در حوضه آبریز پایاب سد کرخه

نتیجه بررسی تغییرات کاربری اراضی در ۵ مقطع زمانی قبل و بعد از احداث سد با استفاده از تفسیر تصاویر ماهواره ای سنجنده لندست TM و ETM+ و نتایج به دست آمده از گزارش مطالعات و بررسی های میدانی در زمان انجام تحقیق نشان داد که ۶ نوع کاربری اراضی شامل زراعت دیم، زراعت آبی، مرتع، مرتع مشجر و شنزار و اراضی بایر در منطقه وجود دارد. بررسی مساحت تحت پوشش هر یک از انواع کاربری های اراضی در

بازه های زمانی قبل و بعد از احداث سد کرخه در حوضه آبریز پایاب سد نشان دهنده روند افزایشی سطح اراضی آبی و دیم بود (جدول ۲). که با روند کاهشی اراضی بایر، مراتع مشجر و غیر مشجر بیانگر تبدیل آنها به اراضی زراعی از یک سو و گسترش شنزارها از سوی دیگر است (جدول ۲ و شکل ۳). مقایسه آماری میانگین ادواری مساحت تحت پوشش هر یک از انواع کاربری اراضی نیز در سطح اطمینان ۹۹ درصد ($P=0/01$) معنی دار بود.

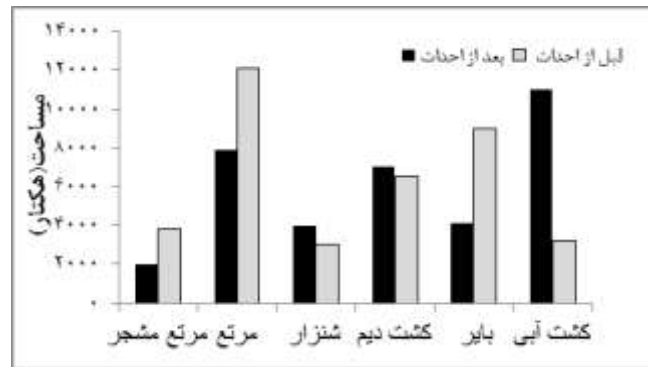
جدول ۲- مساحت تحت پوشش انواع کاربری اراضی در ۵ بازه زمانی منتهی به ایستگاه‌های آب سنجی در حوضه آبریز پایاب سد کرخه (مساحت بر حسب کیلومتر مربع)

Table 2. The covered area of all lands` uses during 5 time intervals ending to hydrology stations of the Karkheh dam`s downstream (area based on km²)

کاربری	ایستگاه	۱۹۹۱	۱۹۹۵	۲۰۰۳	۲۰۰۸	۲۰۱۳	روند تغییرات
بایر	پای پل	۲۸۰۰	۲۷۰۰	۲۵۰۰	۲۴۰۰	۲۲۰۰	کاهشی
	عبدالخان	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۶۰۰	۵۰۰۰	۴۲۰۰	کاهشی
	حمیدیه	۱۹۶۰۰	۱۵۰۰۰	۹۰۰۰	۶۰۰۰	۵۸۰۰	کاهشی
شنزار	سوسنگرد	۵۵۰۰	۵۰۰۰	۱۴۰۰	۲۰۰۰	۲۱۰۰	کاهشی
	پای پل	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰۰	۴۱۰	۷۰۰	افزایشی
	عبدالخان	۲۰۰	۷۵۰۰	۷۰۰۰	۶۹۰۰	۶۳۰۰	کاهشی
کشت آبی	حمیدیه	۷۱۰۰	۳۶۰۰	۳۰۰۰	۶۶۰۰	۳۲۰۰	کاهشی
	سوسنگرد	۷۰۰	۶۰۰	۲۳۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	افزایشی
	پای پل	۴۰۰	۷۰۰	۱۱۰۰	۳۳۰۰	۳۸۰۰	افزایشی
کشت دیم	عبدالخان	۲۲۰۰	۲۹۰۰	۹۸۰۰	۱۱۲۰۰	۱۴۷۰۰	افزایشی
	حمیدیه	۱۶۰۰	۴۷۰۰	۱۲۷۰۰	۱۶۵۰۰	۲۷۲۰۰	افزایشی
	سوسنگرد	۲۸۰۰	۴۶۰۰	۹۱۰۰	۱۰۲۰۰	۱۱۸۰۰	افزایشی
مرتع	پای پل	۱۶۰۰	۲۴۰۰	۱۵۰۰	۲۱۰۰	۲۲۰۰	افزایشی
	عبدالخان	۱۰۲۰۰	۷۶۰۰	۷۵۰۰	۱۰۳۰۰	۱۱۷۰۰	افزایشی
	حمیدیه	۸۵۰۰	۱۰۵۰۰	۹۸۰۰	۱۰۴۰۰	۱۲۹۰۰	افزایشی
مرتع مشجر	سوسنگرد	۷۵۰۰	۶۷۰۰	۶۱۰۰	۶۵۰۰	۶۸۰۰	افزایشی
	پای پل	۳۶۰۰	۳۰۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰	۵۵۷	کاهشی
	عبدالخان	۱۸۳۰۰	۱۷۰۰۰	۱۵۶۰۰	۱۳۰۰۰	۱۰۰۰۰	کاهشی
مرتع مشجر	حمیدیه	۲۱۲۰۰	۲۰۵۰۰	۲۰۰۰۰	۱۸۶۰۰	۱۰۱۰۰	کاهشی
	سوسنگرد	۷۲۰۰	۶۶۰۰	۴۷۰۰	۳۶۰۰	۲۵۰۰	کاهشی
	پای پل	۱۰۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۵۹۰	۴۳	کاهشی
مرتع مشجر	عبدالخان	۶۴۰۰	۴۳۰۰	۳۸۰۰	۲۹۰۰	۲۴۰۰	کاهشی
	حمیدیه	۲۱۰۰	۵۸۰۰	۵۶۰۰	۲۰۰۰	۹۰۰	کاهشی
	سوسنگرد	۱۸۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۷۰۰	۵۰۰	کاهشی

بود (جدول ۲ و شکل ۳) و کمترین تغییر نیز مربوط به اراضی مرتعی و مراتع مشجر در بازه‌های زمانی مورد مطالعه است (جدول ۲ و شکل ۳).

مقایسه میانگین مساحت تحت پوشش هر یک از انواع کاربری‌ها در دوره‌های قبل و بعد از احداث سد در سطح اطمینان ۹۹ درصد ($p=0/01$)، معنی‌دار بود. بیشترین تغییر مساحت مربوط به اراضی آبی و بعد از آن مربوط اراضی دیم و شنزار



شکل ۳- مقایسه میانگین وسعت کاربری اراضی در مقاطع زمانی قبل و بعد از احداث سد کرخه

Figure 3. Comparing the mean of the land use area before and after time intervals of Karkheh dam's construction

استثنای پارامتر اسیدیته آب (pH) که فاقد تغییرات ادواری بوده، در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد ($P=0/05$ و $0/01$)، همبستگی معنی‌دار وجود دارد. به طوری که همبستگی بین تغییرات ادواری وسعت اراضی بایر و مراتع غیر-مشجر و مشجر از نوع همبستگی منفی و همبستگی بین تغییرات ادواری وسعت اراضی زراعی آبی و مراتع غیرمشجر و مشجر از نوع همبستگی مثبت است. به بیان دیگر افزایش وسعت زراعت آبی به عنوان پیامد مثبت حاصل از احداث سد کرخه عامل افزایش مقدار پارامترهای کیفیت آب در بازه رودخانه واقع در پایاب سد کرخه به عنوان پیامد منفی محیط-زیستی است. (جدول ۳).

- تأثیر تغییرات ادواری کاربری اراضی بر تغییر مقدار پارامترهای کیفیت آب در بازه پایاب سد کرخه و رابطه بین آنها

تأثیرپذیری مقدار پارامترهای کیفیت آب (براساس شاخص مقادیر میانگین ادواری پارامترهای اندازه‌گیری شده) از تغییرات ادواری متناظر مساحت هر یک از انواع کاربری‌های اراضی در قبل و بعد از احداث سد کرخه مبتنی آزمون همبستگی بین آنها نشان داد که بین تغییرات ادواری مساحت اراضی بایر، زراعی آبی و مراتع غیر مشجر و مشجر با مقادیر میانگین ادواری پارامترهای کیفیت آب شامل: EC, TSS, pH, Na%, HCO_3^{-1} , Cl^{-1} , So_4^{-2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+1} , SAR به

جدول ۳- نتیجه آزمون همبستگی بین تغییر کاربری اراضی با تغییر پارامترهای کیفیت آب در مقاطع زمانی ۵ گانه حوضه آبریز پایاب سد کرخه

Table 3. The result of correlation test between land use change through water quality parameters in 5 time intervals of Karkheh water's downstream

مرتع. مشجر		مرتع		کشت. آبی		بایر		
St	CC	St	CC	St	CC	St	CC	
۰/۰۱	-۰/۹*	۰/۰۹	-۰/۹*	۰/۰۰	۱/۰*	۰/۰۱	-۰/۹*	Na%
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۹	-۰/۹*	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۱	-۰/۹**	SAR
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۰	-۱/۰**	Na
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۱	-۰/۹**	Mg
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۰	-۱/۰**	Ca
۰/۱۹	-۰/۹*	۰/۰۰	-۰/۹*	۰/۰۰	۱/۰*	۰/۰۱	-۰/۹*	SO4
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۰	-۱/۰**	Cl
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۰	-۱/۰**	HCO3
۰/۰۱	-۰/۷	۰/۰۹	-۰/۹*	۰/۰۱	-۰/۹*	۰/۰۱	۰/۹*	PH
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۰	-۱/۰**	TSS
۰/۰۹	-۰/۷	۰/۰۰	-۰/۱**	۰/۰۰	۱/۰**	۰/۰۰	-۱/۰**	EC

CC = Correlation Coefficient, (ضریب همبستگی). St = Sig. ۹۵٪: * و ۹۹٪ سطح اطمینان: **، (سطح اطمینان)

کاربری‌ها در مناطق پایاب سد در منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه آن با حدود اعتماد ۵ درصد.

ب- مدل گام به گام برای مشخص کردن مهم‌ترین نوع کاربری مؤثر در کاهش کیفیت آب رودخانه در بازه پایاب سد در منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه آن. با حدود اعتماد ۵ درصد.

ج- مدل پسرو برای مشخص نمودن مرجح‌ترین نوع کاربری اراضی مؤثر در کاهش کیفیت آب رودخانه در بازه پایاب سد در منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه آن. با حدود اعتماد ۱ درصد.

د- مدل پیشرو برای تعیین مهم‌ترین و مرجح‌ترین نوع کاربری مؤثر در کاهش کیفیت آب رودخانه در بازه پایاب سد در منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه آن. با حدود اعتماد ۵ درصد.

برای بررسی رابطه بین تغییرات ناشی از کاربری‌های مؤثر بر تغییر کیفیت آب و مشخص نمودن حد آستانه وسعت مجاز هر یک از کاربری‌ها به عنوان ابزار و مدل مدیریت کنترل کیفیت آب در حوضه آبریز پایاب سد کرخه رگرسیون چند متغیره. بر اساس مدل های توأم (ENTER)، گام به گام (Stepwise)، پسرو (Backward) و پیشرو (Forward) انجام شد (جداول ۴ تا ۷). نتایج مدل‌های چهارگانه رگرسیون برای تخمین یا برآورد وسعت مجاز انواع کاربری‌های اراضی (رزاعت آبی، زراعت دیم و مرتع) به شرح زیر است:

الف- مدل توأم برای مشخص نمودن ساختار رابطه پارامترهای کیفیت آب با کاربری‌های مؤثر بر آنها جهت پیش‌بینی حد مجاز هر یک از انواع کاربری اراضی به نحوی که منتج و موجب کاهش کیفیت آب بیش از مقادیر مجاز برای مصارف مورد نظر نشود. یا به عبارت دیگر حداکثر وسعت مجاز هر یک از

نتایج آزمون اسپیرمن نشان داد که بین کاربری اراضی کشت دار وجود دارد.

آبی با تغییر پارامترهای کیفیت آب بیشترین همبستگی معنی-

جدول ۴- مدل‌های پیش‌بینی حد آستانه وسعت هریک از کاربری‌های اراضی درحوضه آبریز پایاب سدکرخه براساس مدل

Enter

Table 4. Area threshold perdition models for each of the land use types to manage water quality at the downstream of Karkheh Dam based on ENTER regression model

p-value	α	Ad.R	R	R ²	مدل	DV	IV	شماره ردیف
> 95	۰/۰۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	EC = -۶۳۹۸/۷۳ - ۱۷/۵۹ (IL) + ۱۳۸/۴۱ (DF) + ۵۳/۵۵ (RL)	EC	IL.DF.RL	۱
> 95	۰/۰۳	۰/۹۹۸	۱/۰۰	۱/۰۰	TDS = -۵۴۹۰/۲۹ - ۱۶/۶۶ (IL) + ۱۱۷/۴۹ (DF) + ۴۰/۶۱ (RL)	TDS	IL.DF.RL	۲
	۰/۰۱۲	۰/۶۹۲	۰/۹۶	۰/۹۲	PH = ۱۲/۴۱ + ۰/۰۰۹ (IL) - ۰/۰۸ (DF) - ۰/۰۲۲ (RL)	PH	IL.DF.R L	۳
> 95	۰/۰۱	۰/۹۶۸	۰/۹۹	۰/۹۹	HCO ₃ = -۳/۷۰۵ + ۰/۰۰۰۰۵ (IL) + ۰/۱۰۴ (DF) + ۰/۰۴ (RL)	HCO ₃	IL.DF.RL	۴
> 95	۰/۰۱	۰/۸۹۸	۰/۹۸	۰/۹۷	CL = -۱۱۰/۴۴ - ۰/۳۴ (IL) + ۲/۱۳ (DF) + ۰/۸ (RL)	CL	IL.DF.RL	۵
> 95	۰/۰۱	۰/۹۰۱	۰/۹۸	۰/۹۷	SO ₄ = -۸۹/۲۲۴ - ۰/۲۶۲ (IL) + ۱/۷۱۴ (DF) + ۰/۶۷۹ (RL)	SO ₄	IL.DF.RL	۶
> 95	۰/۰۲	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۹۹	Ca = -۲۸/۰۳ - (IL) + ۰/۵۶ (DF) + ۰/۲۳ (RL)	Ca	IL.DF.RL	۷
> 95	۰/۰۱	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	Mg = -۱۴/۰۵۵ - ۰/۰۴ (IL) + ۰/۳۰ (DF) + ۰/۱۱ (RL)	Mg	IL.DF.RL	۸
> 95	۰/۰۱۲	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۸	Na = -۹۱/۴۰ - ۰/۲۶ (IL) + ۱/۷۶۱ (DF) + ۰/۶۸ (RL)	Na	IL.DF.RL	۹
> 95	۰/۰۱۱	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۹	SAR = -۳۳/۹۲ - ۰/۰۸ (IL) + ۰/۶۵ (DF) + ۰/۳۵ (RL)	SAR	IL.DF.RL	۱۰
> 95	۰/۰۳	۰/۵۰	۰/۹۳	۰/۸۷	Na% = -۱۴۳/۴۸ - ۰/۴۴ (IL) + ۳/۳۵ (DF) + ۱/۲۳ (RL)	Na%	IL.DF.RL	۱۱

* R2: ضریب همبستگی، R: ضریب تبیین، Ad.R: ضریب همبستگی تعدیل شده، α : حدود اعتماد، p-value: سطح اصمیان DV: متغییر وابسته،

IV: متغییر مستقل، کاربری اراضی، RL: مرتع، IL: زراعت آبی و DF: زراعت دیم.

جدول ۵ - مدل‌های پیش‌بینی حد آستانه وسعت هریک از کاربری‌های اراضی درحوضه پایاب سدکرخه براساس مدل

Stepwise

Table 5. Area threshold perdition models for each of the land use types to manage water quality at the downstream of Karkheh Dam based on Stepwis regression model

p-value	α	Ad. R	R	R2	مدل	DV	IV	شماره ردیف
> 99	۰/۰۰	۰/۹۵۵	۰/۹۸	۹۶/۰	HCO ₃ = ۱/۷۶۳ + ۰/۰۲۱ (IL)	HCO ₃	IL.DF.RL	۱

> 95	۰/۰۱	۰/۸۸۳	۰/۹۵	۰/۹۱	TDS = - ۳۲۰/۲۴۸+۲۴/۰۵۹(DF)	TDS	IL.DF.RL	۲
> 95	۰/۰۱	۰/۸۷۶	۰/۹۵	۰/۹۰	PH = ۹/۵۸۳ - ۰/۰۳۱(DF)	PH	IL.DF.RL	۳
> 95	۰/۰۱	۰/۸۶۵	۰/۹۴	۰/۸۹	Ca = ۲/۳۴۶ + ۰/۰۵۴(IL)	Ca	IL.DF.RL	۴
> 95	۰/۰۱	۰/۸۵۴	۰/۹۴	۰/۸۹	Mg=-۰/۰۵۵+۰/۰۶۲ (DF)	Mg	IL.DF.RL	۵
> 95	۰/۰۱	۰/۸۴۲	۰/۹۳	۰/۸۸	Na=۲/۹۰۴+۰/۰۶۱(IL)	Na	IL.DF.RL	۶
> 95	۰/۰۲	۰/۸۰۶	۰/۹۲	۰/۸۵	EC=۱۲۵/۴۲۴+۲۵/۱۳۸(IL)	EC	IL.DF.RL	۷
> 95	۰/۰۲	۰/۷۹۱	۰/۹۱	۰/۸۴	SO4=۳/۰۸۲+۰/۰۵۲(IL)	SO4	IL.DF.RL	۸
> 95	۰/۰۳	۰/۷۷۱	۰/۹۱	۰/۸۲	SAR=-۲/۴۲۱+۰/۱۱۱(DF)	SAR	IL.DF.RL	۹
> 95	۰/۰۴	۰/۷۰۴	۰/۸۸	۰/۷۷	Na%=۹/۵۷۱+۰/۰۶۴۸(DF)	Na%	IL.DF.RL	۱۰
> 95	۰/۰۵	۰/۷۰۰	۰/۸۸	۰/۷۷	CL=-۴/۹۸۹+۰/۲۱۸(DF)	CL	IL.DF.RL	۱۱

* R2 : ضریب همبستگی، R: ضریب تبیین ، Ad.R : ضریب همبستگی تعدیل شده، α : حدود اعتماد، p-value : سطح اصمینان DV: متغییر وابسته ، IV : متغییر مستقل ، کاربری اراضی، RL: مرتع، IL: زراعت آبی و DF: زراعت دیم.

جدول ۶- مدل های پیش بینی حد آستانه وسعت هریک از کاربری های اراضی در حوضه پایاب سد کرخه براساس مدل

Backward

Table 6. Area threshold perdition models for each of the land use types to manage water quality at the downstream of Karkheh Dam based on Backward regression model

شماره ردیف	IV	DV	مدل	R2	R	Ad. R	α	p-value
۱	IL.DF.RL	PH	PH=۹/۵۸-۰/۰۳(DF)	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۰۱	> 99
۲	IL.DF.RL	Mg	Mg= - ۰/۰۵+۰/۰۶(DF)	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۸۵	۰/۰۱	> 95
۳	IL.DF.RL	EC	EC= - ۶۳۹۸/۷۳-۱۷/۵۹(IL)+ ۱۳۸/۴۱(DF) +۵۲/۵۵(RL)	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۱	> 95
۴	IL.DF.RL	HCO3	HCO3=- ۳/۵۵۶+۰/۱۰۱(DF)	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸۴	۰/۰۱	> 95
۵	IL.DF.RL	TDS	TDS= -۵۴۹/۲۹+۱۱۷/۴۹(DF)+ ۴۰/۶۱(RL)5	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۰۳	> 95
۶	IL.DF.RL	Na	Na= -۲۱/۵+۰/۴۱(DF)+۰/۲(RL)	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۰۳	> 95
۷	IL.DF.RL	SO4	SO4=-۲۰/۴+۰/۳۹(DF)+۰/۲(RL)	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۶۹	۰/۰۳	> 95
۸	IL.DF.RL	SAR	SAR= - ۲/۴۲۱+۰/۱۱۱(DF)	۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۷۷	۰/۰۳	> 95
۹	IL.DF.RL	Ca	Ca= - ۱۵/۵۸۴+۰/۳۲۰(DF)	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۰۳	> 95
۱۰	IL.DF.RL	Na%	Na%= - ۹/۵۷۱+۰/۰۶۴۸(DF)	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۷۰	۰/۰۴	> 95
۱۱	IL.DF.RL	CL	CL= - ۴/۹۸۹+۰/۲۱۸(DF)	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۷۰	۰/۰۴	> 95

* R2 : ضریب همبستگی، R: ضریب تبیین ، Ad.R : ضریب همبستگی تعدیل شده، α : حدود اعتماد، p-value : سطح اصمینان DV: متغییر وابسته ، IV : متغییر مستقل ، کاربری اراضی، RL: مرتع، IL: زراعت آبی و DF: زراعت دیم.

جدول ۷- مدل های پیش بینی حد آستانه وسعت هریک از کاربری های اراضی در حوضه پایاب سد کرخه براساس مدل

Forward

Table 7. Area threshold perdition models for each of the land use types to manage water quality at the downstream of Karkheh Dam based on Forward regression model

شماره ردیف	IV	DV	مدل	R2	R	Ad.R	α	p-value
۱	IL.DF.RL	HCO3	$HCO_3 = 1/763 + 0/021(IL)$	0/96	0/98	1/000	0/00	> 95
۲	IL.DF.RL	TDS	$TDS = - 320/248 + 24/059(DF)$	0/91	0/95	0/998	0/011	> 95
۳	IL.DF.RL	PH	$PH = 9/583 - 0/031(DF)$	0/90	0/95	0/692	0/012	> 95
۴	IL.DF.RL	Ca	$Ca = 2/346 + 0/054(IL)$	0/89	0/94	0/968	0/014	> 95
۵	RL-DF-IL	Mg	$Mg = - 0/055 + 0/062(DF)$	0/89	0/94	0/898	0/016	> 95
۶	RL-DF-IL	Na	$Na = 2/904 + 0/061(IL)$	0/88	0/93	0/901	0/018	> 95
۷	IL.DF.RL	EC	$EC = 125/424 + 25/138(DF)$	0/85	0/92	0/99	0/025	> 95
۸	IL.DF.RL	SO4	$SO_4 = 3/082 + 0/052(IL)$	0/84	0/91	0/98	0/028	> 95
۹	IL.DF.RL	SAR	$SAR = - 2/421 + 0/111(DF)$	0/82	0/91	0/94	0/032	> 95
۱۰	IL.DF.RL	Na%	$Na\% = 9/571 + 0/648(DF)$	0/77	0/88	0/97	0/048	> 95
۱۱	IL.DF.RL	CL	$CL = - 4/989 + 0/218(DF)$	0/77	0/88	0/50	0/049	> 95

* R2: ضریب همبستگی، R: ضریب تبیین، Ad.R: ضریب همبستگی تعدیل شده، α : حدود اعتماد، p-value: سطح اطمینان DV: متغیر وابسته، IV: متغیر مستقل، IL: زراعت آبی، DF: زراعت دیم، RL: مرتع.

بحث و نتیجه گیری

۳-۵). این پیامد منفی محیط زیستی در منطقه مورد مطالعه با مطالعات حلاجیان و همکاران (۱۷)۱۳۹۷ و آذرنگ و همکاران (۴)۱۳۹۶ مطابقت دارد. بررسی همبستگی بین مقادیر میانگین پارامترهای کیفیت آب بعد از احداث سد و تغییر کاربری اراضی نشان می دهد که با افزایش ۸/۲ برابری وسعت اراضی کشت آبی در پایاب سد کرخه، کیفیت آب رودخانه کاهش یافته است. در مطالعات مختلف همبستگی معنی دار بین تغییر کاربری اراضی با تغییر کیفیت آب تایید شده است (۱۷-۱۰). عامل کاهش کیفیت آب رودخانه در پایاب سد کرخه تبدیل رویشگاه های طبیعی (اراضی تحت پوشش مراتع) به اراضی زراعی آبی در اثر ورود پساب های کشاورزی و آب شویی و زهکشی آنها در طول زمان است که با نتایج تحقیقات

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بعد از احداث سد وسعت مراتع و اراضی بایر کاهش و اراضی کشت آبی افزایش یافته است. این امر منجر به رشد اقتصادی و در نتیجه رفاه اجتماعی در منطقه شده است که به عنوان دو پیامد مثبت از سد سازی در منطقه مورد مطالعه محقق شده است. مقادیر ادواری پارامترهای شیمیایی و فیزیکی آب شامل EC, TDS, SAR, Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , SO_4^{-2} , Cl^{-1} , HCO_3^{-1} , Na% در بازه های زمانی مورد بررسی در مقایسه با قبل از احداث سد روند افزایشی داشته اند. بعد از احداث سد، کیفیت آب رودخانه کرخه در پایاب سد کرخه کاهش یافته است. با کاهش کیفیت آب رودخانه در پایاب سد تعادل اکوسیستم رودخانه بر هم خورده و اثرات اجتناب ناپذیری بر فون و فلور منطقه دارد (۱۷-).

مشخصات محیط‌زیستی مدل‌ها نیاز به اصلاح دارند. پیشنهاد می‌شود که تحقیقات مشابه در چند حوزه آبریز واقع در پایاب سدهای بزرگ انجام شود و برای جامعیت بخشیدن و کاربردی نمودن مدل‌ها و کاهش خطاهای احتمالی، به اصلاح روابط مربوط به هر یک از مدل‌ها اقدام شود.

Reference

1. Choi S, Yoon B, Woo H. 2005. Effect of dam-induced flow regime change on downstream river morphology and vegetation cover in the Hwang River, Korea, River Research and Application. 21(2-3):315 - 325.
2. Wildi, W. 2010. Environmental hazards of dams and reservoirs. TerreetEnvironnement. 88187-197.
3. Cooper, Arthur R. Infante, Dana M. Daniel, Wesley M. Wehrly, Kevin E. Wang c, Lizhu. Brenden, Travis O. 2017. Assessment of dam effects on streams and fish assemblages of the conterminous USA. Science of the Total Environment. 586: 879 – 889.
4. Azarang, F., Taloori, A.R, Sedigh, H., & Shafae Bajestan, M. 2017. Investigating the effects of large dams construction on the flow and hydrologic parameters of river (A case study: downstream of reservoir dam). Water and Soil journal (agriculture science and industries). 31(1):1.(In Persian)
5. Wijesundara, C. J. Dayawansa, N. D. K. 2011. Construction of Large Dams and their Impact on Cultural Landscape: A Study in Victoria Reservoir and the Surrounding Area, Tropical Agricultural Research 22(1):211-219.
6. SaitTahmicioglu, M. Anul, N. Ekmekci, F. Durmus. N. 2007. Positive and negative impact of

Ahearn و همکاران، ۲۰۰۵ (۱۸)، Townsend و Chessman. ۲۰۱۰ (۱۵) تطابق دارد. Taleb و Gagneur (۲۰۱۰) نشان داد که احداث سد بر روی رودخانه‌ها باعث افزایش غلظت پارامترهای کیفیت آب و در نتیجه کاهش تدریجی کیفیت آب (در طول زمان) به خصوص در صورت عدم رعایت و تخصیص حق‌آبه محیط‌زیستی رودخانه‌ها خواهد شد، نتایج تحقیقات حلاجیان و همکاران، ۱۳۹۷ (۱۷) نیز مؤید آن است. با به‌کارگیری مدل‌های رگرسیونی ارائه شده در جداول ۴ تا ۷ و نتایج به دست آمده از آنها می‌توان اقدام به برنامه‌ریزی جهت بهینه‌سازی کاربری اراضی در حوضه آبریز پایاب سد کرخه و حوضه‌های آبریز مشابه آن نمود. با به‌کارگیری مدل توأم مشخص شد که حداکثر وسعت مجاز اراضی آبی حوضه آبریز پایاب سد کرخه بایستی ۴۶ درصد مساحت حوضه آبریز باشد و این میزان به‌عنوان حد آستانه برای تخصیص اراضی به زراعت آبی محسوب می‌شود. درحالی‌که مساحت این نوع کاربری اراضی در زمان تحقیق حدود ۷۶ درصد مساحت حوضه آبریز پایاب سد کرخه بود که خود عامل اصلی کاهش کیفیت آب از حد مجاز در اکوسیستم رودخانه کرخه در پایاب سد کرخه است. نتایج مدل‌های ۴ گانه رگرسیون چند متغیره نشان داد که سه کاربری اراضی شامل زراعت آبی، دیم کاری و مرتع غیر مشجر عامل اصلی تغییر غلظت پارامترهای کیفیت آب شامل: Na^+ ، Na^+ ، SAR ، Na^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، SO_4^{2-} ، CL ، HCO_3^- ، pH ، TDS و EC هستند. به‌طوری‌که مهم‌ترین عامل در تغییر غلظت پارامترهای کیفیت آب شامل: HCO_3^- ، Ca^{2+} ، Na^+ و EC ، SO_4^{2-} ، تغییر وسعت اراضی زراعت آبی است. درحالی‌که کاربری اراضی فاقد تأثیر ترجیحی متفاوت بر پارامترهای کیفیت آب بوده، اما مهم‌ترین و مرجح‌ترین عامل در تغییر غلظت پارامترهای کیفیت آب مشتمل بر: HCO_3^- ، Ca^{2+} ، Na^+ و SO_4^{2-} هستند. روابط ارائه شده برای تخصیص اراضی به کاربری‌های مختلف بر اساس شرایط محیط‌زیستی حوضه آبریز پایاب سد کرخه با استفاده از مدل‌های رگرسیون چندگانه (چند متغیره) تدوین شده‌اند؛ اصولاً این نوع مدل‌ها برای استفاده در سایر مناطق باید صحت‌سنجی شده و در صورت نیاز اصلاح شوند. اغلب به دلیل عدم مشابهت شرایط و

14. Salman, M. 2017. Dams and their environmental impacts. MSc. Plant Biology and Biotechnology.
15. Chessman, B. Townsend, S. 2010. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behavior of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia, *Ecological Indicators* 10:620 - 626.
16. Taleb, A. Belaidi, N. and J Gagneur. 2004. Water quality before and after dam building on a heavily polluted river in semi-arid Algeria. *River Res. Applic.* Vol 20: pp 943-956
17. Hallajian, L., Arjmandi, R., & Ghodoosi, J. 2018. Determining environmental water right to optimize water ecosystem management in large dams downstream (A case study: Karkhe River at downstream of Kharkhe dam). Ph.D. dissertation. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. Natural resources and environment faculty. (In Persian)
18. Ahearn, S. Sheibley, W. Dahlgren, R. A., Anderson, M. Johnson, J. Kennethw, T. 2005. Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California, *Journal of Hydrology*. 313(3-4): 234-247.
- dams. *International Congress on River Basin Management*. 2: 759-769.
7. Pirestani, M.R., & Shafghati, M. 2009. The study of environmental effects of dam construction. *Human geography research journal*. 1st year, no. 3. Summer. (In Persian)
8. Awang, Halizah., Daud, Zawawi., Zainuri Mohd, Mohd. 2015. Hydrology Properties and Water Quality Assessment of the Sembrong Dam, Johor, Malaysia. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 195: 2868 – 2873.
9. De Baum, D. 2016. Strategies to Mitigate Environment Damages Caused by Dams. Utah State University.
10. Roff, N.L. and J.C. Schmidt. 2016. How dams can go with the flow. *J. Science*. 2026.
11. WWW.positivenegativeeffects.com. 2017 positive and Negative Effects of Dams.
12. Akindele, E. O., Indabawa, I. I. 2015. A review of the effects of dams on the hydrology, water quality and invertebrate fauna of some Nigerian freshwaters. *The Zoologist*, 13: 28-35
13. Bahroun Sofia. Chib, Warda., 2017. The quality surface water of the dam reservoir Mexa, Northeast of Algeria. *Journal of water and land development*. 34:11-119