

تجزیه و تحلیل اثرات فیزیکی شیمیایی سد استقلال میناب در مرحله‌ی بهره‌برداری با کاربرد روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

لیلا حسینی*^۱، سید علی جوزی^۲ و علی دهقانی^۳
تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۸

چکیده

سد استقلال میناب واقع در ۴ کیلومتری شرق شهرستان میناب در سال ۱۳۶۲ به بهره‌برداری رسید. این سد بمنظور تأمین آب آشامیدنی شهرستان بندرعباس و تأمین آب مورد نیاز اراضی زراعی پایین دست سد، صنعت، مهار کردن سیلاب و تغذیه‌ی مصنوعی احداث شده است. این مطالعه با هدف تجزیه و تحلیل اثرات فیزیکی شیمیایی ناشی از بهره‌برداری این سد بر محیط زیست منطقه به انجام رسیده است. در این پژوهش پس از تعیین محدوده‌ی مطالعاتی در قالب محیط‌های بلا فصل و تحت اثر مستقیم، نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل نمونه‌های آب به انجام رسید. جهت تجزیه و تحلیل اثرات فیزیکی شیمیایی ناشی از سد استقلال میناب از فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۴ (AHP) بهره‌گیری شد. در این روش، بمنظور اولویت‌بندی اثرات فیزیکی شیمیایی، ابتدا مهم‌ترین اثرات ناشی از بهره‌برداری از سد شناسایی و مشخص گردیدند. سپس فراسنج‌های اثرگذار بر سد، با توجه به ویژگی‌های سد و محیط طبیعی آن شناسایی گردیدند. آن‌گاه بر پایه‌ی روش سلسله‌مراتبی، مقایسه‌ی زوجی و اولویت‌بندی بین فراسنج‌های یاد شده به انجام رسید. در این مطالعه، با استعانت از روش بردار ویژه و با بکارگیری نرم افزار Expert Choice کار وزن‌دهی و تعیین اولویت فاکتورهای محیطی انجام پذیرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که از بین اثرات فیزیکی شیمیایی پس از محاسبه‌ی وزن نهایی گزینه‌ی زمین شناسی و گیتاشناسی به دلیل زمین شناسی ویژه‌ی منطقه و وجود کوهستان‌هایی از جنس آهکرس سست با شیب‌های تقریباً عمودی و ناپایدار که سبب فرسایش و ریزش این مناطق و افزایش رسوب، کدورت و بارمعلق در آب دریاچه‌ی پشت سد می‌گردد، به ترتیب با وزن‌های ۰/۳۲۴ و ۰/۱۴۷ در اولویت نخست تا دوم و بارندگی با وزن ۰/۰۶۸، به دلیل اقلیم حوضه‌ی آبخیز سد که گرم و خشک است و همچنین، کمبود اندازه‌ی بارندگی (میانگین بارش در طی سال‌های آبی ۱۳۷۸-۷۹ تا ۸۳-۱۳۸۲ برابر ۱۰۲/۹۴ میلی‌متر بوده است) در اولویت سوم قرار دارد. در نهایت، راه‌کارها و برنامه‌های مدیریتی جهت کاهش، حذف و مهار اثرات زیست محیطی بیان شده است.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل اثرات فیزیکی شیمیایی، کیفیت آب مخزن، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مرحله‌ی بهره‌برداری سد استقلال میناب.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس.
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
۳- کارشناس زمین شناسی شرکت سهامی آب منطقه ای هرمزگان.
*- نویسنده‌ی مسوول مقاله: hosseini_ban@yahoo.com

4- analytical hierarchy process

پیشگفتار

سد به عنوان مانعی در رود، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی را در محل ساختمان، سراب و پایاب آن ایجاد می‌کند. گاهی اوقات این اثرات در جهت بهبود وضع طبیعی است و درپاره‌ای از مواقع اثرات نامناسب زیست‌محیطی را شامل می‌شود (نجمایی، ۱۳۷۶).

روابط بین بخش صنعت و محیط زیست با حذف تدریجی تفکر قدیمی "انسان بر طبیعت" به درک واقعی مفهوم "انسان با طبیعت" نایل شده است. امروزه اندیشه‌ی تعامل انسان با محیط زیست به سرعت گسترش یافته است. این تعاملات در عرصه‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی، صنعتی، سیاسی و فرهنگی رسوخ یافته‌اند، تا جایی که چارچوب فکری غالب تصمیم‌گیرندگان بر پایه‌ی نداشتن تعارض طرح‌های توسعه با مبانی بنیادین حفاظت محیط زیست شکل گرفته است. ظهور و تأکید بر رویکردهایی چون ارزیابی محیط زیست و بوم‌شناسی صنعتی دست‌مایه‌ی چنین تفکر نوپیدایی است (رحمانی، ۱۳۷۵).

از هنگامی که طرح مطالعاتی یک سد شروع می‌شود، اثرات فیزیکی و شیمیایی طرح بر محیط زیست و بالعکس نیز آغاز می‌گردد. به تدریج مطالعات طرح به مراحل بعدی و در نهایت به مرحله‌ی اجرا می‌رسد. تغییرات فیزیکی و شیمیایی ناشی از اقدام‌های اجرایی در محل سد بسیار زیاد، متنوع و تغییرات ریخت‌شناسی و جابه‌جایی‌ها چنان است که گاهی اوقات ساختگاه سد و محدوده‌ی مخزن و یا حتی درپاره‌ای از طرح‌های بزرگ محدوده‌ی وسیع تحت تأثیر قرار می‌گیرد؛ شباهت بین طبیعت دست‌نخورده قبلی و وضعیت در حال اجرا و بهره‌برداری باورکردنی نیست (نجمایی، ۱۳۷۶).

در این مطالعه، بررسی اثرات فیزیکی شیمیایی ناشی از بهره‌برداری از سد استقلال میناب با بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به انجام رسیده است. مقاله‌های متعددی در مورد نحوه‌ی کاربرد این روش در طرح‌های زیست‌محیطی ارائه شده‌اند که در این پژوهش مطالعه‌ی متون زیر به عنوان مروری بر ادبیات پژوهش مورد نظر قرار گرفته است.

مقاله‌ای با عنوان ارزش‌گذاری زیست‌محیطی نیروگاهها بر اساس مواد منتشره‌ی غیر پرتوزا به وسیله‌ی آتاناسیوس (۲۰۰۷) با کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی در یونان به انجام رسیده است. در این مطالعه، اثرات ناسازگار زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌های ۱۰ نوع نیروگاه ارزش‌گذاری شده است که در نهایت نیروگاههای هسته‌ای، آبی، زمین‌گرمایی و بادی به ترتیب به عنوان گزینه‌های برتر انتخاب شده‌اند (آتاناسیوس، ۲۰۰۷). هم‌چنین، ارزیابی اثرات اقتصادی-اجتماعی ناشی از احداث یک کارخانه‌ی بازیافت در هندوستان به وسیله‌ی راماناتان و همکارانش (۲۰۰۱) با کاربرد این روش انجام پذیرفته است. بدین ترتیب که محاسبه‌ی وزن معیارها بر اساس نظرسنجی از مردم روستاها و شهرهای هم‌جوار انجام گشته و تأمین آب به عنوان مهم‌ترین معضل برای افراد شهرنشین و روستایی منطقه مورد بررسی معرفی شده است.

سد استقلال میناب با حجم اولیه‌ی مخزن ۳۵۰ میلیون مترمکعب و حجم مفید ۲۷۰ میلیون مترمکعب از نوع سدهای بتنی وزنی پایدار بوده که روی رود میناب ساخته شده است. ارتفاع سد از کف ۵۲/۵ متر و سطح دریاچه‌ی آن ۲۱۰۰ هکتار است (مهندسين مشاور آب و رزان، گزارش نهایی، ۱۳۷۲). بیشینه‌ی ارتفاع حوضه، ۲۷۳۱ متر از سطح دریا در کوه شاه و کمینه‌ی آن در محل سد میناب با ارتفاع ۴۰ متر از سطح دریا می‌باشد. بخش اعظم حوضه از ارتفاعات، تپه‌ماهورها و مناطق پرشیب تشکیل شده است. وسعت دشت‌ها تنها در حدود یک سوم کل حوضه، یعنی ۳۵۰۶ کیلومتر مربع است. از مهم‌ترین دشت‌های این حوضه می‌توان به دشت‌های رودان، مسافرآباد و جغین اشاره کرد (مهندسين مشاور آب و رزان، جلد ششم، ۱۳۷۲).

رود میناب از دو شاخه‌ی اصلی رودان و جغین تشکیل شده است. این دو رود در محلی به نام برنطین که حدود ۲۰ کیلومتری شمال سد میناب است، به یکدیگر پیوسته و از به هم پیوستن آن‌ها رود میناب بوجود می‌آید (مهندسين مشاور آب و رزان، جلد پنجم، ۱۳۷۲). حوضه‌ی آبخیز تا محل ورودی رود میناب به خلیج فارس حدود ۱۱۵۸۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. محیط آن حدود

کیفیت آب مخزن سد پرداخته شد. جهت بررسی میزان کیفیت آب، نمونه‌برداری از دریاچه‌ی سد در دو نقطه‌ی ورودی به آبگیر سد و ورودی به تصفیه‌خانه در قالب فراسنج‌های فیزیکو شیمیایی و زیستی در مرداد و آذر ۱۳۸۸ با استفاده از روش‌های اشاره شده در روش معیار و معیار مؤسسه‌ی پژوهش‌های صنعتی ایران آزمایش‌های انجام و نتایج مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای انجام نمونه‌برداری جهت آزمایش میکروبی از شیشه‌های در پیچ‌دار تمیز که قبلاً آن‌ها خوب شسته و سترون شده بودند، استفاده گردید. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه تصفیه‌خانه‌ی میناب که یکی از آزمایشگاه‌های معتمد سازمان حفاظت محیط زیست در استان می‌باشد، منتقل شدند. برای نمونه‌برداری جهت آزمایش سایر فراسنج‌های فیزیکو شیمیایی حجم این نمونه‌ها نباید کم‌تر از یک لیتر باشد. پس از نمونه‌برداری دمای نمونه را کمی پایین‌تر از دمای آن در محل نمونه‌گیری حفظ و به آزمایشگاه انتقال داده شد تا آزمایش‌های مربوطه انجام گیرد و سپس از نتایج دو محل اندازه‌گیری شده میانگین‌گیری به عمل آمد. در نهایت با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده، ۹ فراسنج شاخص آب شامل: TDS، COD، EC، BOD5، DO، SAR، pH، سختی و مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت آب انتخاب و ارزش‌گذاری گردیدند. بمنظور اولویت‌بندی شاخص‌های تعیین شده از روش تحلیل سلسله مراتبی بهره‌گیری شد. بدین منظور با استفاده از نرم افزار Expert Choice وزن نسبی معیارها و زیر معیارها و وزن نهایی گزینه‌ها تعیین گردیدند. پایان، مهم‌ترین اثرات بر اساس معیارهای تعیین شده اولویت‌بندی و راهکارهای کاهش اثرات سوء ارایه گردیدند. در زیر مراحل بکارگیری این شیوه به تفصیل اشاره می‌گردد:

تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی^۱

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سامانه‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این روش امکان تنظیم کردن مسأله را

۶۵۴/۵ و طول آبراهه نیز ۱۷۷/۵ کیلومتر می‌باشد. روی هم رفته، حوضه‌ی آبخیز سد استقلال از نظر شکل کلی حالت کشیده داشته و رودهای آن در صورت بارش رگباری دارای وضعیت سیلابی هستند (نهال طهماسبی، ۱۳۸۶). در این مطالعه، با توجه به اهمیت سد استقلال به عنوان مهم‌ترین تأمین‌کننده‌ی آب‌شرب شهرستان بندرعباس، به بررسی اثرات فیزیکو شیمیایی آن با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداخته شده است. در شکل ۱ موقعیت حوضه‌ی آبخیز و سد استقلال میناب آمده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با هدف تجزیه و تحلیل و بررسی اثرات فیزیکو شیمیایی ناشی از بهره برداری سد استقلال میناب، گام‌های زیر به ترتیب به انجام رسیدند:

- مروری بر ادبیات پژوهش و جمع آوری داده‌های پایه؛
- شناسایی و پیش بینی فراسنج‌های تأثیرگذار سد بر محیط زیست منطقه؛
- تعیین محدوده‌ی مطالعاتی در قالب محیط‌های بلافصل و تحت اثر مستقیم؛
- شناسایی محیط زیست محدوده‌ی مورد مطالعه؛
- تعیین فراسنج‌های زیست محیطی تحت اثر در قالب محیط فیزیکی - شیمیایی؛
- شناسایی پیامدهای ناشی از احداث سد بر محیط طبیعی؛
- تجزیه و تحلیل اثرات و اولویت‌بندی آن‌ها با بکارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)؛
- ارایه‌ی پیشنهاد و راهکارهای کاهش اثرات سوء؛ همان گونه که اشاره شد، در این مطالعه جهت تجزیه و تحلیل اثرات، اولویت‌بندی و تعیین مهم‌ترین اثرات ناشی از بهره‌برداری سد از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد. بدین منظور، نخست وضعیت موجود محیط زیست منطقه بررسی گردید. جمع آوری داده‌های لازم از راه مطالعات کتابخانه‌ای و عملیات میدانی شامل بازدید از سد و حوضه آبخیز آن صورت گرفت. در ادامه به بررسی

^۱ - hierarchy tree

در معادله‌ی ذکر شده، a_{ij} ترجیح عنصر λ بر λ است و w_i نیز وزن عنصر λ و λ یک عدد ثابت است. در این روش وزن عنصر λ (یعنی w_i) بر اساس تعریف بالا برابر است با:

$$i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1$$

دستگاه معادله‌های بالا به صورت $A = \lambda \cdot w$ می‌باشد که در واقع همان ماتریس مقایسه‌ی زوجی، یعنی $\{A = [a_{ij}]\}$ و بردار وزن w و λ یک عدد وار است. برای هر ماتریس A ، دترمینان ماتریس $(A - \lambda \cdot I)$ محاسبه شده و مساوی صفر قرار داده می‌شود تا مقادیر λ محاسبه گردد. سپس بزرگ‌ترین λ در رابطه‌ی $(A - \lambda_{\max} I) \cdot w = 0$ قرار داده شده و مقادیر وزن نسبی (w_i) ها برای هر یک از معیارها و وزن نهایی گزینه‌ها محاسبه می‌گردد. در این مطالعه، هر گزینه‌ای که مقدار بیش‌تری کسب کند، دارای اثراتی بیش‌تر است. بمنظور اولویت‌بندی اثرات فیزیکی شیمیایی سد استقلال میناب در این مطالعه، از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد. این نرم‌افزار قادر است وزن نسبی معیارها و زیرمعیارهای در نظر گرفته شده را نسبت به یکدیگر و سطوح بلافاصله بالاتر با بکارگیری روش بردار ویژه تعیین کند. در نهایت وزن نهایی گزینه‌ها محاسبه و بر اساس معیارهای تعیین شده اولویت‌بندی می‌شود.

نتایج

تعیین محدوده‌ی مورد بررسی

بمنظور پیش‌بینی اثرات محتمل ناشی از بهره‌برداری سد استقلال بر محدوده‌ی مورد مطالعه، محیط زیست محدوده‌ی تحت تأثیر در قالب محیط‌های بلافاصله، تحت تأثیر مستقیم و غیرمستقیم تعیین گردید.

الف) منطقه‌ی بلافاصله: شامل دو بخش بالادست (ساختگاه سد مخزنی و محدوده‌ی دریاچه‌ی سد) و پایین‌دست (محل شبکه‌ی آبیاری و زهکشی) است.

ب) منطقه‌ی تحت تأثیر مستقیم: این منطقه در دو شهرستان میناب و رودان واقع شده است.

ج) منطقه‌ی تحت تأثیر غیرمستقیم: شامل حوضه‌ی آبخیز میناب که کل شهرستان‌های میناب و رودان و بخش‌هایی از شهرستان حاجی آباد در استان هرمزگان، بخش‌هایی از

به صورت سلسله‌مراتبی فراهم کرده و هم‌چنین، امکان در نظر گرفتن معیارهای گوناگون کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرایند گزینه‌های گوناگون را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت معیارها و زیرمعیارها را نیز دارد، افزون بر این، بر مبنای مقایسه‌ی زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. ساختار فرایند سلسله‌مراتبی با هدف تعیین مهم‌ترین اثرات فیزیکی شیمیایی سد استقلال میناب در مرحله‌ی بهره‌برداری به انجام می‌رسد. در این مطالعه، ۵ معیار اصلی اقلیم، زمین شناسی، آب‌شناسی، گیاهشناسی و خاکشناسی که هر یک به زیرمعیارهایی تقسیم می‌شوند، مورد توجه قرار گرفت.

عامل‌های مؤثر در اقلیم به چهار زیر معیار بارندگی، دما، تأثیر خرد اقلیم و تبخیر طبقه‌بندی گردیدند، مقایسه‌ی زوجی بین آن‌ها صورت گرفت و وزن‌دهی شد.

معیار آب‌شناسی به دو زیر معیار آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی تقسیم شد. معیار آب‌های سطحی به زیرمعیارهای دیگر اثر بر محیط فیزیکی شیمیایی و محیط زیستی تقسیم، دو مؤلفه با یکدیگر مقایسه‌ی زوجی شده و سپس اثر بر محیط فیزیکی شیمیایی خود به گزینه‌های شاخص کیفیت آب طبقه‌بندی گردید و پس از مقایسه‌ی زوجی وزن دهی شد (شکل ۲).

وزن‌دهی^۱

برای اولویت‌بندی معیارهای گوناگون در ارزشیابی گزینه‌ها، به هر یک از معیارها وزنی اختصاص داده می‌شود. در این پژوهش، هر یک از معیارهای انتخابی و زیرمعیارها به روش مقایسه‌ی زوجی^۲ وزن‌دهی گردید. در جدول ۱ مقادیر ترجیح در این روش ارائه شده است.

در این روش، وزن معیارها (W_i) به گونه‌ای تعیین می‌شود که روابط زیر صادق باشند:

$$a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n = \lambda \cdot w_1$$

$$a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n = \lambda \cdot w_2$$

$$a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n = \lambda \cdot w_n$$

^۱- weighing

^۲- pair wise comparison

خاکشناسی

حدود ۶۰ درصد از محدوده‌ی مورد مطالعه را کوهها و تپه‌ها تشکیل می‌دهند که اصولاً یا فاقد خاک بوده و یا دارای خاک‌های بسیار کم‌عمق و با مساحت ناچیز می‌باشند. از ۴۰ درصد بقیه، حدود ۵ درصد، یعنی خاک‌هایی که در محدوده‌های فلات‌ها، واریزه‌ها و آبرفت‌های بادبزنی شکل، اراضی مخلوط و متفرقه قرار دارند، بیش‌تر با محدودیت سنگریزه و قلوه‌سنگ در طبقات سطحی و زیرین و سبکی بافت خاک مواجه هستند (مهندسین مشاور آب و رزان، جلد پنجم، ۱۳۷۲).

محیط زیست

الف) پوشش گیاهی منطقه

بخش شمالی حوضه دارای آب و هوای استپی گرم بوده تا جایی که پوشش گیاهی مخصوص مناطق استپی، یعنی *Artemisian* ظاهر می‌شود. بخش جنوبی حوضه دارای آب و هوای بلوچی بوده و هر چه به طرف جنوب آن نزدیک‌تر شویم، گیاهان از رطوبت بیش‌تری بهره‌مند شده و به گیاهان سواحل عمانی *Acacia sp.* شباهتی بیش‌تر دارند. (مهندسین مشاور آب و رزان، گزارش نهایی، ۱۳۷۲). بیش‌تر گیاهان موجود در منطقه مرتعی و دارای ارزش دارویی می‌باشند که به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود: خارشتر ایرانی (*Alhagi persarum*)، کور (*Caparis spinosa*)، شیشم (*Dalbergia sisco*)، پرخ (*Euphorbia-larica*) (سلطانی پور، ۱۳۸۰ و مهندسین مشاور آب و رزان، گزارش نهایی، ۱۳۷۲).

ب) حیات وحش منطقه

حوضه‌ی آبخیز سد استقلال میناب از نوع زیستی بی نظیر و غنی برخوردار است. گونه‌های حمایت شده‌ای مانند خرس سیاه آسیایی (*Ursus thibetanus*)، پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*)، قوچ (*Ovis orientalis*)، هوبره (*Chlamydotis undulate*)، شاهین (*Falco peregrinus*)، لاک پشت مهمیزدار (*Testudo graeca*) در این منطقه دیده شده‌اند (محیط زیست استان هرمزگان، ۱۳۸۷).

شهرستان‌های بافت، جیرفت، کهنوج، عنبرآباد، منوجان و قلعه گنج را در استان کرمان در برمی‌گیرد (شکل ۳).

وضعیت محیط زیست منطقه‌ی مورد نظر

محیط فیزیکی شیمیایی

اقلیم و آب و هوا

اقلیم حوضه‌ی آبخیز سد استقلال میناب گرم و خشک بوده و دارای وضعیت بارندگی مدیترانه‌ای است. بر اساس آمار موجود از ایستگاه هواشناسی برنطین و فاریاب طی سال‌های ۷۹-۱۳۷۸ تا ۸۳-۱۳۸۲، میانگین دمای سالانه به ترتیب ۲۶/۸۶ و ۲۵/۱۶ درجه‌ی سانتیگراد برآورد شده است (نهاد طهماسبی، ۱۳۸۶).

آبشناسی

الف) آب‌های سطحی

حوضه‌ی آبخیز میناب به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم می‌شود. بخش شمالی حوضه شامل رودهای سیخوران و زهمکان، بخش مرکزی شامل هفت رود شارب، شور، شورانی، شیرین، دژ، منوجان و زیارتعلی، بخش جنوبی شامل رودهای میناب، جغین، بادکش، کلپ و رودان می‌باشد (نهاد طهماسبی، ۱۳۸۶).

ب) آب‌های زیرزمینی

دشت‌های واقع در این محدوده شامل: فاریاب - گلاشکرد، مسافرآباد - کردی شیرازی، نودژ، رودان، منوجان ده کهنان، جغین توکهور و میناب می‌باشد که در کل سطحی در حدود ۴۳۸۰ کیلومتر مربع دارند (مهندسین مشاور آب و رزان، جلد ششم، ۱۳۷۲).

زمین شناسی

حوضه‌ی آبخیز رود میناب از دیدگاه زمین شناسی بین مناطق زمین شناسی زاگرس، مکران و ساندج - سیرجان قرار گرفته و محدوده‌ی آن به وسیله‌ی گسل‌های مهم و شناخته شده‌ای مشخص می‌شوند (مهندسین مشاور آب و رزان، جلد پنجم، ۱۳۷۲).

محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی

از نظر تقسیمات کشوری، محدوده‌ی حوضه‌ی آبخیز سد استقلال میناب در استان‌های کرمان و هرمزگان قرار دارد، اندازه‌ی جمعیت در شهرستان‌های جیرفت، بافت، عنبرآباد، منوجان، قلعه گنج و کهنوج به ترتیب ۱۶۴۱، ۱۵۰۸۶، ۱۳۱۳، ۷۲۵۲، ۲۸۳۴ و ۵۲۳۴ نفر و در شهرستان‌های میناب، رودان و حاجی آباد به ترتیب ۹۰۲۵۸، ۶۷۳۵۰ و ۱۹۳۸ نفر می‌باشند (سالنامه‌ی آماری استان هرمزگان، ۱۳۸۶ و سالنامه‌ی آماری استان کرمان، ۱۳۸۶).

در محدوده‌ی مطالعاتی مورد نظر، آثار تاریخی مربوط به سده‌ها و دوره‌های گوناگون وجود دارند که دلالت بر قدمت منطقه دارد. تعداد این آثار ۱۳۰ مورد می‌باشد که ۹۷ اثر در شهرستان میناب و ۳۳ اثر در محدوده‌ی شهرستان رودان واقع گردیده‌اند (عقیلی و همکاران، ۱۳۸۵).

پیش بینی مهم‌ترین اثرات بر محیط فیزیکی شیمیایی

فرسایش: سد استقلال در محلی واقع است که ارتفاعات از جنس آهکرس سست باشیب‌های تقریباً عمودی مشاهده می‌شود. برخورد امواج سبب فرسایش و ریزش این مناطق می‌گردد؛ بنابراین، وجود آبگیر سد تاثیر منفی بر فرسایش دارد.

رسوب‌گذاری در آبگیر: بر اساس محاسبات اولیه‌ی طراحان سد، حجم رسوب آبگیر در حدود ۲ میلیون متر مکعب در سال در نظر گرفته شده و بر این اساس، حجم مرده‌ی سد در حدود ۹۰-۸۰ میلیون متر مکعب در طول عمر آن محاسبه گردیده است. میزان رسوب ته نشین شده در آبگیر، طی اندازه‌گیری‌هایی که در سال‌های ۶۴، ۷۷ و ۸۴ صورت گرفته، به ۸۶/۳ میلیون مترمکعب می‌رسد. فعالیت‌هایی نظیر آبیاری، وجود آبگیر سد و رود در بالادست آن سبب افزایش رسوب ورودی در دریاچه‌ی سد می‌گردند.

پایداری شیب: ساختگاه سد استقلال در محلی است که در جناح چپ و راست آن، کوهستان‌هایی از جنس آهکرس سست با شیب‌های تقریباً عمودی مشاهده می‌گردد. برخورد امواج و فرسایش در پایه‌های این ارتفاعات

در سطح تراز آبگیر موجب گردیده است که به تدریج این ارتفاعات ریزش کرده و وارد آبگیر سد شوند. ثبت امواج بلند در دریاچه‌ی سد، هنگامی که هیچ‌گونه سیلابی وارد نشده و باد نیز ثبت نگردیده است نشان می‌دهد که این فرایند ادامه دارد.

سیل: به دلایل ویژه‌ی جغرافیایی در این منطقه تغییرات حجم آورد سالانه طی سال‌های گوناگون بسیار شدید است. از جمله در سال‌های تر و مرطوب خطر سیلاب و طی سال‌های خشک خطر کم آبی و خشکسالی، وجود دارد. آمار آورد سالانه در محل سد طی سال‌های ۸۸-۱۳۵۴ نشان می‌دهد که کم‌ترین آورد سالانه در حدود ۴/۶۵ و بیش‌ترین آن ۱۶۱۸/۷۲ میلیون متر مکعب بوده است که به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۵۵ رخ داده است. پس از احداث سد میناب، اگرچه خطرات سیل به صفر نرسید، اما زیان‌های آن بسیار کاهش یافته است.

زیست‌شناسی، اثر روی ماده‌ی آلی: سد استقلال یکی از نخستین سدهای کشور است که در منطقه‌ای گرم و در ارتفاع کم از سطح دریا ساخته شده است. بر اساس ویژگی‌های محیط، از جمله ورود سیلاب‌ها از مناطق روستایی و کشاورزی حاوی مواد آلی، فاضلاب‌ها، پس‌ماند گیاهان بومی و زراعی، کود و سم، با دمای بالای محل، عمق زیاد دریاچه، تبخیر قابل توجه از آبگیر و طولانی بودن زمان ماندآب در دریاچه به دلیل تنظیم چند ساله (carry over)، می‌توان انتظار داشت که کیفیت آب دست‌کم از نظر آشامیدن و مصارف شهری مناسب نباشد و این امر بویژه در پی چند سال خشکی تشدید می‌گردد. همچنین، در نمونه‌هایی که در دو فصل گرم و خشک و گرم و مرطوب از دریاچه‌ی سد گرفته شده و نمودار آن نیز در شکل ۴ مشاهده می‌شود، میزان شاخص‌های زیستی نشان داده شده است که در آن اندازه‌ی BOD، COD و کلیفرم افزون بر حد معیار است.

شیمی - فیزیک، pH: در نواحی نزدیک به استوا مانند منطقه‌ی میناب، به دلیل دمای زیاد آب و کارمایه‌ی ورودی زیاد خورشیدی، حتی اگر بار مواد غذایی ورودی کم باشد، پدیده‌ی مغذی شدن آب مخزن در مدتی کوتاه رخ می‌دهد. در سد میناب این پدیده همراه با تجزیه‌ی مواد آلی تشکیلات مخزن و عدم پاکسازی آن از گیاهان و

هدف پژوهش انجام پذیرفت و اولویت نهایی آن صورت گرفت.

اولویت‌بندی مهم‌ترین اثرات فیزیکی شیمیایی

درمقایسه‌ی زوجی پنج معیار در نظر گرفته شده‌ی سطح دوم نسبت به هدف (اثرات فیزیکی شیمیایی) می‌باشد.

با قراردادن امتیازها در نرم افزار وزن نسبی، معیارهای سطح دوم بدست آمده است که زمین شناسی با وزن ۰/۳۳۶ دارای رتبه‌ی نخست و خاکشناسی با وزن ۰/۱۳۲ رتبه‌ی پنجم را به خود اختصاص داده اند (شکل ۶).

در سطح سوم مقایسه‌ی زوجی میان فراسنج‌های مؤثر در اقلیم صورت می‌گیرد. این چهار فراسنج از نظر درجه‌ی اهمیت با هم برابر و مقدار ۰/۲۵ را دارا می‌باشند. در بین فراسنج‌های مؤثر در اقلیم، بارندگی با وزن ۰/۴۰۵ در رتبه‌ی نخست و تبخیر با وزن ۰/۰۵۸ در رتبه‌ی چهارم قرار گرفته است (شکل ۷).

در سطح چهارم اثر آب‌های سطحی بر دو محیط فیزیکی شیمیایی و زیستی سنجیده می‌شود که هر دوی آن‌ها دارای ارجحیت ۰/۵ هستند. در این سطح اثر بر محیط فیزیکی شیمیایی با وزن ۰/۵۸۳ رتبه‌ی نخست و اثر بر محیط زیستی با وزن ۰/۴۱۷ در رتبه‌ی دوم قرار می‌گیرند (شکل ۸).

در سطح آخر که گزینه‌ها در آن قرار دارند، ارجحیت هر فراسنج برابر با ۰/۱۱۱ است. با محاسبه‌ی وزن آن‌ها در نرم افزار TDS با وزن ۰/۲۳۷ رتبه‌ی نخست، EC با وزن ۰/۱۸۴ رتبه‌ی دوم، COD با وزن ۰/۱۲۱ رتبه‌ی سوم و آخرین رتبه، یعنی نهم به DO با وزن ۰/۰۵ تعلق می‌گیرد (شکل ۹).

در این پژوهش پس از مقایسه‌ی زوجی معیارهای هر سطح نسبت به سطوح بالاتر و وزن دهی هر یک از عوامل تحت تأثیر بر اساس معیارها و زیرمعیارهای تعیین شده، با محاسبه‌ی وزن نهایی در سامانه‌ی AHP هرگزینه‌ای که وزن بیش‌تری را کسب نمود، واجد اهمیت بالاتر شناخته شد. با توجه به مطالعات انجام شده، زمین شناسی با وزن ۰/۳۲۴ دارای اولویت نخست و تأثیر خرد اقلیم با وزن ۰/۰۲۸ در اولویت نهم نمره‌دهی و کم‌ترین وزن نسبی

خاشاک، از دلایل تسریع پدیده‌ی مرگ دریاچه است. همچنین، آبیاری زمین‌های کشاورزی در بالادست حوضه سبب شستن کودها، سموم و ... گردیده، در نتیجه این مواد به درون مخزن سد وارد شده و سبب کاهش کیفیت و افزایش مواد مغذی آب دریاچه می‌گردد. شکل ۵ وضعیت عناصر موجود در آب مخزن را در دوره‌ی نمونه‌برداری نشان می‌دهد. به دلیل ورود کودها و سموم غلظت سولفات، کربنات و کلرور افزایش یافته است.

تبخیر: اندازه‌ی تبخیر از سطح دریاچه‌ی سد به دلیل گرمای شدید و خشکی نسبی منطقه زیاد بوده که حجم‌های میانگین، بیشینه و کمینه‌ی آن طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۰ به شرح زیر می‌باشد:

میانگین: ۱۲۳۷۹۵۶۴/۱۱ بی‌شینه: ۲۱۹۲۵۰۰۰
کمینه: ۸۷۶۵۰۰۰

در نتیجه، نمک محلول در این حجم‌ها به آب دریاچه‌ی سد اضافه گردیده و کیفیت آب جریان‌های سیلابی در مخزن کاهش می‌یابد.

جریان رود در نتیجه‌ی احداث سد: پس از احداث سد، به دلیل خشکسالی‌های ممتد و مشکلات برای تأمین آب مورد نیاز مردم، حقایق زیست محیطی کاهش فراوان یافته است؛ بنابراین، میزان آب ورودی به دریا کاهش یافته و حجم مواد معلق ورودی رسوبات به تالاب تیاب کلاهی کاستی پذیرفته است.

سطح آب زیرزمینی: احداث سد میناب اثراتی مهم بر وضعیت آب‌های زیرزمینی هم در بالادست و هم در پایین دست داشته است. روی هم رفته، با توجه به بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های به عمل آمده، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که احداث سد میناب سبب پایین‌آمدن سطح آب زیرزمینی در دشت میناب طی سال‌های ۸۸-۱۳۶۵ شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، بمنظور تجزیه و تحلیل اثرات فیزیکی شیمیایی ناشی از سد استقلال میناب به روش تحلیل سلسله‌مراتبی، ابتدا بر اساس نمره‌دهی جداول و مقایسه‌ی زوجی معیارهای مربوط به هر سطح نسبت به معیارهای هم سطح و سطوح بالایی، وزن دهی گزینه‌ها نسبت به

به ستاد حوادث نامترقبه‌ی شهرستان میناب، استان هرمزگان و رادیو و تلویزیون محلی فرستاد.

- با توجه به وجود فعالیت‌های کشاورزی و مناطق مسکونی در بالادست سد و ورود فاضلاب به رود، این عوامل بر کیفیت آب مؤثرند و از آنجا که تأمین آب شرب از اهداف این سد می‌باشند، کیفیت آب خروجی از سد دارای اهمیت است. بمنظور مدیریت و مهار کردن آلودگی ناشی از فاضلاب خانگی می‌بایست اقدام‌هایی از جمله: جمع‌آوری فاضلاب خانگی و کود با استفاده از روش‌های نوین، تصفیه‌ی فاضلاب بالادست، دفع بهداشتی زباله و بازیافت و جلوگیری از توسعه‌ی روستایی در جهت خطر آلودگی رود صورت پذیرد.

- بمنظور مهار آلودگی‌های کشاورزی: کاهش میزان کود و سموم مصرفی، جلوگیری از توسعه‌ی کشاورزی متمرکز و با تراکم زیاد انجام گیرد. کشت محصولاتی که نیاز به کود یا سم کم‌تری دارند، ترویج گردد.

- اعمال روش زیستی در مبارزه با آفات زراعی به جای سموم ترویج شود.

- مطالعات و تمهیدات لازم جهت بهبود کیفیت آب آشامیدنی (بوژه از نظر بو) با استفاده از کربن فعال و یا ازن زنی صورت پذیرد.

- برنامه‌ی پایش کیفیت آب در مخزن سد: این برنامه شامل اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی آب نظیر DO، BOD، COD، pH، نیتريت، کلیفرم و ... آب مخزن در هر سه ماه یک بار است. در صورت بالا بودن این فراسنج‌ها در مخزن از حد مجاز، روش‌های مهار کردن برای کاهش اثراتی نظیر رویش گیاهان آبی، جلبک و تشدید آلودگی لازم خواهد بود. این فعالیت‌ها عبارتند از: هوادهی آب ضمن حرکت در سطح حوضه و پیش از رسیدن به مخزن با استفاده از گابیون‌هایی در بستر رود جهت تعدیل شیب، ایجاد برکه‌هایی در پشت آن جهت تجزیه‌ی بخشی از مواد زاید و هواگیری آب ضمن سقوط رود از فراز آن‌ها پیش از رسیدن به سازه‌ی بعدی.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت مالی شرکت سهامی آب منطقه‌ای هرمزگان و همکاری دانشگاه هرمزگان صورت

به آن داده شد. در شکل ۱۰ طرح‌واره‌ای از محیط نرم افزار Expert Choice که در آن وزن دهی عوامل تحت اثر به انجام رسیده، نمایش داده شده است. براساس شکل ۱، معیارهای گیتاشناسی با وزن ۰/۱۴۷، بارندگی با وزن ۰/۰۶۸، تبخیر با وزن ۰/۰۶۲، محدودیت‌های خاک با وزن ۰/۰۵۷، قابلیت‌های خاک با وزن ۰/۰۵۷، اثر بر محیط زیست با وزن ۰/۰۴۰ و TDS با وزن ۰/۰۳۶، به ترتیب اولویت‌های دوم تا هشتم را به خود اختصاص داده‌اند.

راهکارهای زیست محیطی

حذف کامل اثرات منفی یک پروژه در عمل، امکان پذیر نیست، اما اغلب می‌توان از شدت و دامنه‌ی آن‌ها تا حد بسیار زیادی کاست. چنین اقدام‌هایی با نام کلی تخفیف اثرات است. افزون بر این، با اقدام‌های اصلاحی نظیر حذف، کاهش، مهار کردن نوع و میزان آلودگی و یا کاهش و جبران اثر نامطلوب زیست محیطی آن که شامل جبران برخی از پیامدهای زیست محیطی نیز می‌گردد، می‌توان به تجدید کیفیت، احیای دوباره و یا جبران زیان دست یافت. موارد زیر جهت تخفیف و کاهش مهم‌ترین اثرات پیشنهاد می‌گردد:

- باتوجه به وقوع سیلاب‌های زیاد در منطقه، هنگام وقوع سیلاب‌های رسوب‌دار، جهت تخلیه‌ی رسوب‌ها به جای سرریز نمودن جریان‌های صاف، جریان غلیظ (turbidity current) را از تخلیه‌کننده‌ی زیری خارج نماید.

- باتوجه به افزایش میزان رسوب وارده از بالادست حوضه‌ی آبخیز سد استقلال میناب به دلیل فرسایش زیاد برای کاهش رسوب ورودی به دریاچه از راه ایجاد سدهایی در بالادست سد می‌توان اقدام نمود.

- بمنظور مقابله با سیل لازم است محدوده‌ی اراضی مجاور رود میناب که در معرض خطر سیل قرار دارند، برای سیلاب‌های با دوره‌ی برگشت گوناگون و مناسب مشخص گردد تا بر اساس آن کاربری اراضی تعیین گردد.

- از راه نصب سامانه‌های هشدار دهنده‌ی سیل بر روی رود میناب، می‌توان در صورت وقوع سیل، هشدارهای لازم را

۸- مهندسین مشاور آب ورزان . ۱۳۷۲ . طرح توسعه منابع آب و آبخیزداری حوضه سد استقلال میناب . گزارش نهایی شرکت سهامی آب منطقه ای هرمزگان .

۹- مهندسین مشاور آب ورزان . ۱۳۷۲ . طرح توسعه منابع آب و آبخیزداری حوضه سد استقلال میناب. جلد ششم . شرکت سهامی آب منطقه ای هرمزگان .

۱۰- مهندسین مشاور آب ورزان . ۱۳۷۲ . طرح توسعه منابع آب و آبخیزداری حوضه سد استقلال میناب. جلد پنجم . شرکت سهامی آب منطقه ای هرمزگان.

۱۱- محیط زیست استان هرمزگان . ۱۳۸۷ . گزارش غیر مجلد.

۱۲- نجمایی، م . ۱۳۷۶ . سد و محیط زیست . انتشارات وزارت نیرو . کمیته ملی سدهای بزرگ ایران.

۱۳- نهال طهماسبی، م . ۱۳۸۶ . بررسی علل آلودگی منابع آب سطحی در حوضه ی آبخیز سد استقلال میناب . شرکت سهامی آب منطقه ای هرمزگان.

14- Athanasios, I. 2007. Objective and subjective eEvaluation of power plants and their non-radioactive emissions using the analytic hierarchy process , Department of Engineering and Management of Energy Resources , University of Western Macedonia , Greece.

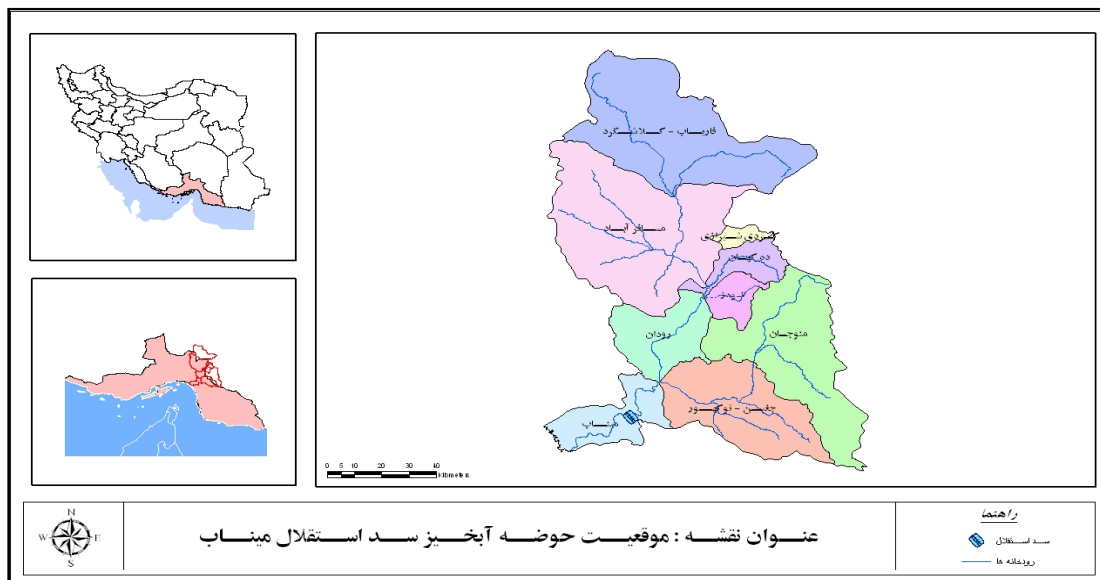
15- Ramanathan , R. 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact, Indira Gandni Institute of Development Research, Santosh Nagar, Goregan (East) Mumbai, India, Journal of Environmental Management.

گرفته است و از جناب آقای مهندس معزی نیا، معاون مطالعات پایه‌ی منابع آب و عضو هیئت مدیره‌ی شرکت آب منطقه‌ای سپاسگزاری می‌شود؛ هم‌چنین، از جناب آقای مهندس مؤیدی، معاون حفاظت و بهره‌برداری شرکت آب منطقه‌ای، به خاطر راهنمایی‌ها و همکاری‌های صمیمانه و همه‌جانبه‌ی ایشان که موجبات ارتقای این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

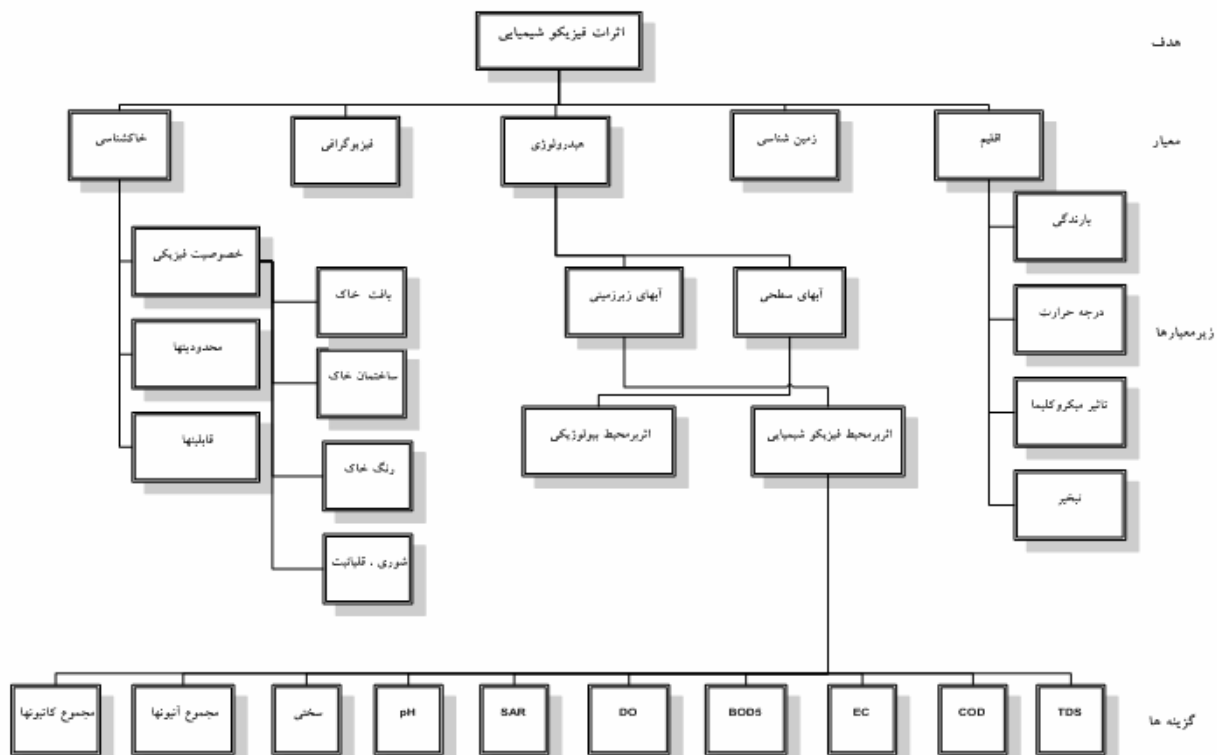
منابع

- ۱- رحمانی ب. ۱۳۷۵ . بنیادهای جغرافیایی اقتصاد ایران ، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.
- ۲- سلطانی پور، م. ا. ۱۳۸۰ . گیاهان داروئی استان هرمزگان . نشریه تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران . جلد هشتم .
- ۳- سالنامه آماری استان هرمزگان. ۱۳۸۶ . معاونت برنامه ریزی استانداری استان هرمزگان . دفتر آمار و اطلاعات
- ۴- سالنامه آماری استان کرمان. ۱۳۸۶ . معاونت برنامه ریزی استانداری استان کرمان. دفتر آمار و اطلاعات .
- ۵- عقیلی، ش.، س. سرلک، ع. نوروزی. ۱۳۸۵ . الف. گزارش اولین فصل بررسی های باستان شناسی دشت میناب . اداره کل میراث فرهنگی استان هرمزگان .
- ۶- عقیلی، ش.، س. سرلک، ع. نوروزی. ۱۳۸۵ . ب. گزارش دومین فصل بررسی های باستان شناسی دشت میناب. اداره کل میراث فرهنگی استان هرمزگان .
- ۷- عقیلی، ش.، س. سرلک، ع. نوروزی. ۱۳۸۵ . ج. گزارش نخستین فصل بررسی های باستان شناسی دشت رودان. اداره کل میراث فرهنگی استان هرمزگان .

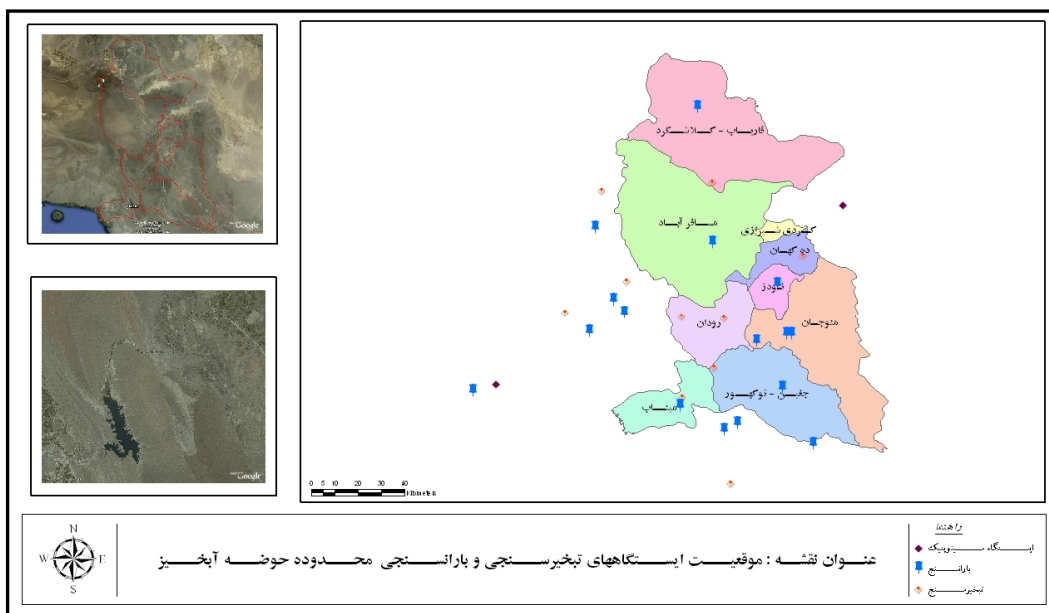
پیوست‌ها



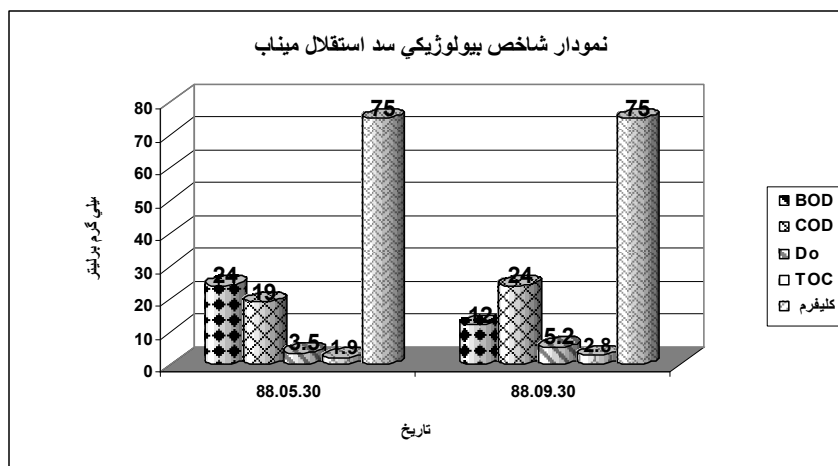
شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز سد استقلال میناب.



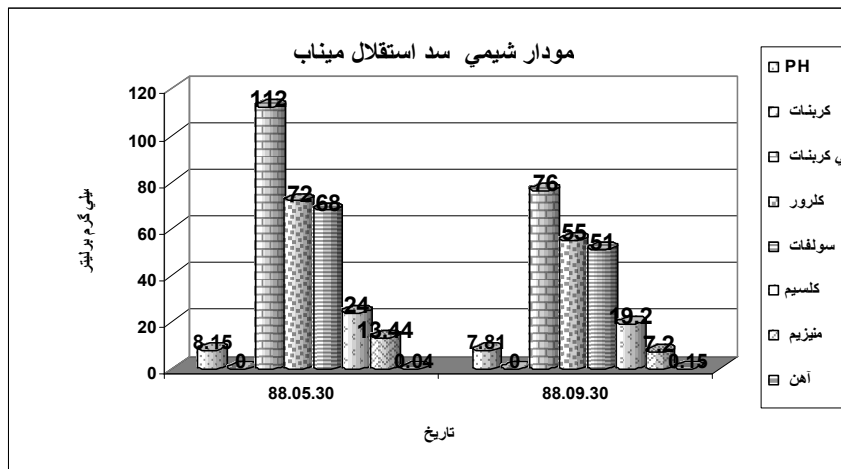
شکل ۲- ساختار فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تعیین مهمترین اثرات فیزیکی شیمیایی



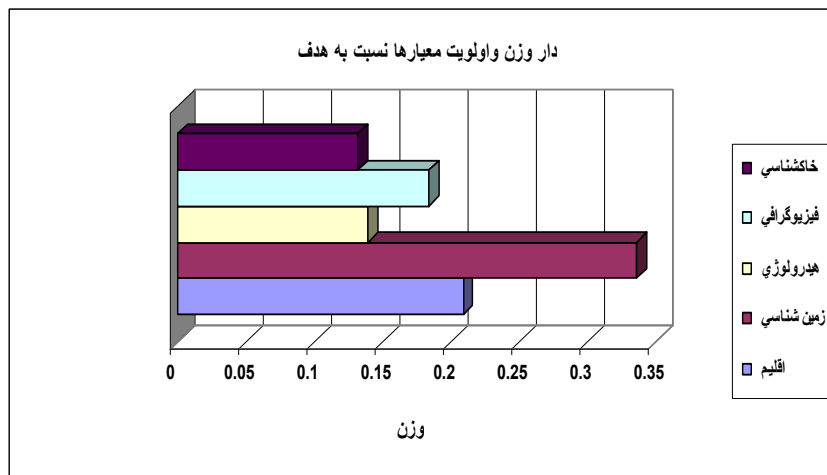
شکل ۳- موقعیت محدوده‌ها و ایستگاههای حوضه‌ی آبخیز سد استقلال.



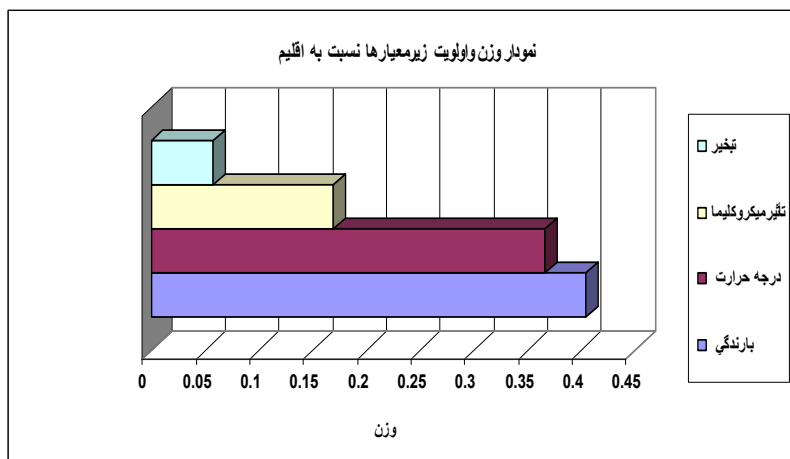
شکل ۴- شاخص زیستی سد استقلال میناب.



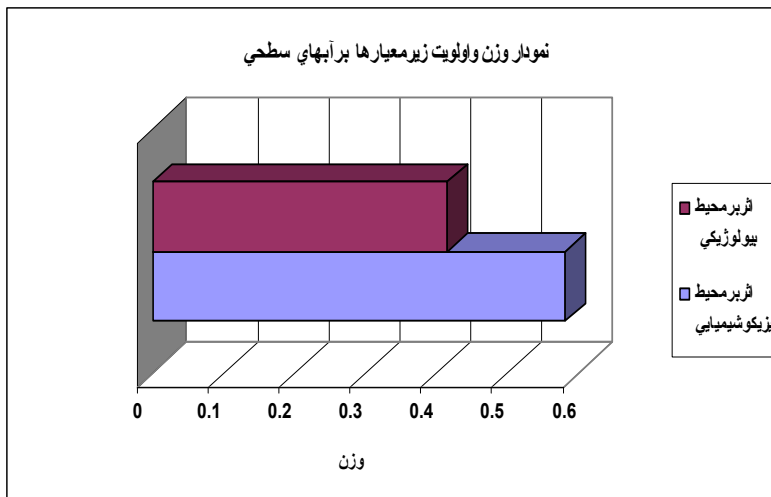
شکل ۵- نمودار شیمیایی سد استقلال میناب.



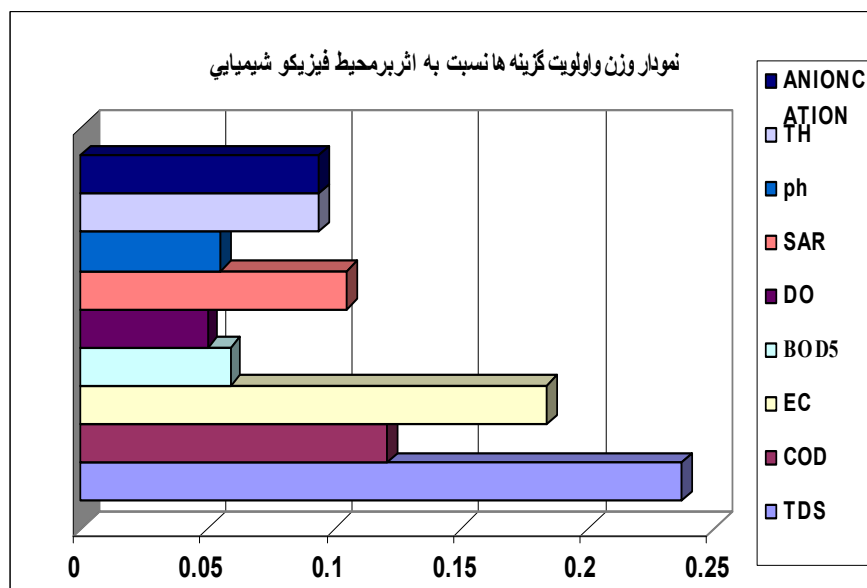
شکل ۶- وزن و اولویت معیارهای سطح اول نسبت به هدف (اثرات فیزیکی شیمیایی).



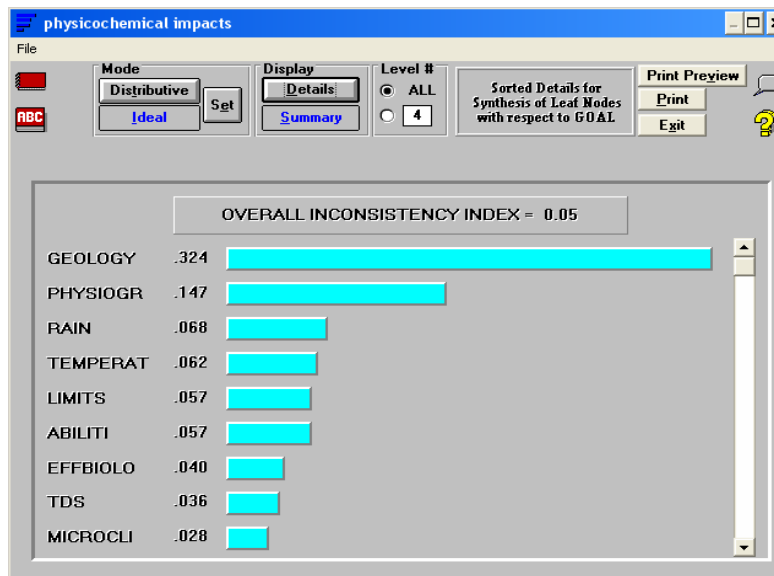
شکل ۷- وزن و اولویت زیر معیارهای سطح سوم نسبت به اقلیم.



شکل ۸- وزن و اولویت زیرمعیارهای سطح چهارم نسبت به آب‌های سطحی.



شکل ۹- وزن و اولویت گزینه‌ها نسبت به اثر بر محیط فیزیکی شیمیایی.



شکل ۱۰- وزن و اولویت نهایی گزینه‌ها نسبت به اثرات فیزیکی شیمیایی.

جدول ۱- مقادیر ترجیح برای روش مقایسه‌ی زوجی.

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)	
۹	Extremely preferred	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	Very strongly preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	Strongly preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	Moderately preferred	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	Equally preferred	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲.۸۰۶۴		ترجیحات بین فواصل

مرجع: قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۳).