بررسی پدیده لایه بندی حرارتی و مغذی شدن در مخازن سدها – مطالعه موردی سد کندک در استان خوزستان

محمد هوشمندزاده ، هادی معاضد ، سیروس نظری

کارشناس عمران-دانشکده مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز و عضو باشگاه پژوهشگران جوان

دانشیار دانشکده مهندسی و علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

معاون عمرانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

hooshmandzadeh_civil@yahoo.com

چکیده

سدها یکی از منابع مهم تامین آب شرب انسان ها هستند لذا حفظ کیفیت آب آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. انسان همواره تلاش کرده است تا بـا انجـام تحقیـق و پژوهش به این مهم دست یابد. یکی از خطراتی که کیفیت آب سدها را تهدید می کند لایه بندی حرارتی و مغذی شدن می باشد. در این مقاله سعی شده است تا با بیان اصول و مبانی این پدیده ها ، مخزن سد کندک در استان خوزستان مورد مطالعه قرار گرفته و راه هایی برای حفظ کیفیت آب آن ارائه شود. نتایج بیانگر آن است کـه بـا توجه به لایه بندی حرارتی شکل گرفته درسد امکان استفاده از آبگیر پایینی و تخلیه لایه ای شور از مخزن، در پایان دوره آبیاری وجود دارد .میزان تخلیه بستگی به حجم ذخیره موجود در مخزن و شرایط اقلیمی آن سال دارد.استفاده از آب مخزن با به کارگیری تمهیداتی برا ی کشاورزی قابل استفاده میباشد ولی کاهش بازده محصول و لزوم اختصاص بخشی از آب برای آبشویی خاک قابل انتظارمی باشد.

کلید واژه ها: **لایه بندی ، مغذی شدن ، TDS ، کندک ، HEC-5**

۱- مقدمه

احداث سدهای بزرگ در دنیا و توسعه روزافزون مخازن ذخیره آب به خصوص در کشورهای در حال توسعه در سالهای اخیر تغییرات زیـادی در وضـعیت طبیعی و زیست محیطی کره زمین بوجود آورده است. ایجاد مخازن بزرگ شاید عظیم ترین اثر مـصنوع بـشر در روی کـره زمـین مـی باشـد . مـساحت وسیعی از زمینها را در بر گرفته است و همین امر مبنای ایجاد اثرات زیادی در خصوصیات طبیعی و زیست محیطی نواحی مختلف کره زمین شده اسـت. . افزایش روزافزون جمعیت کشور و نیازهای تامین آب جهت رفع احتیاجات اساسی ، سبب شده است تا استفاده بهینه از منابع محـدود آب اهمیـت ویـژه ای پیدا کند. وضعیت کیفیت آب سدهای در حال بهره برداری و ساخت کشور نشان می دهد که مساله شوری در ۱۰سد عمده کشور وجود دارد.

۲- اهمیت مطالعه اثرات زیست محیطی سدها

مسائل زیر نشانگر اهمیت روز افزون مسائل زیست محیطی در ساخت و بهره برداری سدها است: ۱- ایجـاد کمیتـه فنـی سدسـازی و محـیط زیـست در سال۱۹۷۲توسط کمیسیون بین المللی سدهای بزرگ. ۲-مساله ارزیابی مدیریت منابع آب و مدیریت سیستماتیک بـرای کـاهش اثـرات منفـی جنبـی و تبدیل آن به اثرات مثبت. ۳-ایجاد برنامه خاص بهره برداری و مدیریت منطقی منابع آب برای توسعه اقتصادی –اجتماعی در سومین برنامـه بـین المللـی آبشناسی.

۱-۲- تاثیر مخزن بر کیفیت آب

مخازن سدها تاثیر مهمی در جنبه های زیست محیطی بر جای می گذارند. هدف اصلی از احداث یـک سـد در کمیـت و کیفیـت آب خلاصـه مـی شـود. مخازن قادرند به عنوان جمع کننده مواد باقی مانده از رودخانه ها عمل کنند ، از تغییرات زیاد پارامترهای کیفیت آب رودخانه ممانعـت کننـد و کیفیـت آب را با مدیریت صحیح اصلاح نمایند. گرچه فاکتورهایی که در کاهش کیفیت آب دریاچه موثر هستند زیادند ، ولـی ایـن پارامترهـا عبارتنـد از آلـودگی های شیمیایی ، فیزیکی و بیولوژیکی که می توانند در گروههای زیر خلاصه شوند: ۱-مواد معلق یا بار جامد ۲- مواد محلول ۳- گازهـای محلـول ۴- آلودگی میکروبی ۵- دما

۲-۲-برنامه ریزی کیفی دریاچه ها و مخازن سدها

شبیه سازی و مدیریت کیفی آب در مخازن و رودخانه ها دارای تفاوت های قابل توجهی می باشند. مواد مغذی مثـل فـسفر و مـواد مـصرف کننـده اکسیژن از آلاینده های اصلی مخازن و دریاچه ها محسوب می شوند. با توجه به زمان ماند قابل توجه این آلاینده ها در سیـستم ، تـاثیر ویـژه ای در وضعیت تغذیه گرایی و کیفیت آب مخازن و دریاچه ها دارند.مدیریت کیفی مخازن و دریاچه ها ، عموماً از طریق کنترل آلودگی های ورودی ، تغییـر شرایط هیدرولیکی ، تغییر وضعیت فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی داخل مخزن و برداشت انتخابی از لایه های مختلف صورت می گیرد.

۳- لایه بندی و تغییرات دمائی در دریاچه سد

Computer For Civil Softeare Engineering Group : www.CCSofts.com , www.CompCivil.com

در اکثر مایعات به دلیل افزایش حرارت ، چگالی کاهش می یابد ، ولی درباره آب این مساله همیشه صادق نیست. به گونه ای که بیشترین چگالی آب تقریباً در۴درجه سانتیگراد اتفاق می افتد. از صفر درجه (نقطه انجماد آب) تا۴درجه سانتیگراد ، چگالی آب به شکل غیر خطی افزایش می یابد و پس از ۴درجه تا۱۰۰درجه سلسیوس ، چگالی آب بصورت غیر خطی کاهش می یابد. یکی از معمولترین پدیده ها در دریاچه ها و مخازن ایجاد لایه بندی حرارتی است . در مخازن بزرگ سدها ، در زمانی که ماند آب طولانی باشد ، معمولاً در اعماق بیشتر از ۱۰متر لایه بندی دمائی (Thermal Stratificatin) رخ می دهد.در این حالت کیفیت آب در اعماق پایین مخزن سدها و دریاچه ها دچار تغییر میشود. هنگامی که آب لایه بندی می شود کیفیت آب قابل قبول اغلب می تواند از لایه بالایی آن بدست آید به دلیل اینکه این لایه با باد در اختلاط است. مورفولوژی ساختگاه سد ، نحوه بهره برداری از مخزن ، دمای جو در ناحیه ای که سد ساخته شده و دمای سیلاب ورودی به سد آثار مهمی بر لایه بندی دمایی در اعماق دریاچه سد خواهد داشت. لایه بندی دمایی در نتیجه تغییرات دائمی فیزیکی- دینامیکی در محل دریاچه سد و در اثر دو عامل متضاد اتفاق می افتد. باید توجه کرد که آب دریاچه سد می تواند به عنوان یک منبع ذخیره حرارتی در منطقه عمل کند. لایه های سطحی آب دریاچه با جذب انرژی خورشیدی مقدار زیادی انرژی در خود ذخیره نموده و در فصول سرد آن را به جو اطراف رها می نمایند. لایه بندی نتیجه موازنه حرارتی بین آب مهار شده و سایر ورودی ها به مخزن می باشد. حرارت ورودی شامل تشعشع اتمسفری و خورشیدی ، تبادل حرارتی میان آب و اتمسفر و حرارت حاصل از جریان های ورودی به مخزن می باشد. حرارت آب می تواند در اثر تشعشع سطحی از آب ، تبخیر ، انتقال گرما و دبی خروجی از دست برود. لایه بندی به مفهوم ایجاد لایه هایی از جرمهای سیال است که به دلیل اختلاف در دانسیته یا درجه حرارت یا مواد محلول و معلق ایجاد می شود.در مخازن عمیق تفاوت درجه حرارت میان لایه های بالا و پایین ممکن است به بیش از ۱۵درجه سانتیگراد نیز برسد. با نظر به اینکه در طول فصل تابستان آثار لایه بندی حرارتی در مقایسه با بقیه فصول بیشتر است و در این فصل احتیاج به آب جهت مصارف مختلف نیز فزونی می یابد بنابراین توجه بیشتر به این پدیده ضروری است.در مواقعی که لایه بندی دمایی در دریاچه سد وجود نداشته باشد ، جریان خروجی آب از آبگیر تحتانی از تمام ستون آبی که در مقابل دریچه یا دهانه قرار دارد ، اتفاق می افتد و در بقیه مواقع اگر آبگیری از لایه سرد صورت گیرد ، جریان خروجی آب سرد خواهد بود . این آب برای مصارف شرب و صنعت مناسب تر است ولی احتمالاً به خاطر عدم وجود مقدار کافی اکسیژن ، جمعیت ماهیان را تقلیل می دهد. حال اگر این جریان آب سرد در نواحی گرم رها گردد ، سبب افزایش برخی از گونه ها خواهد شد. بر اساس برخی از گزارشات کاهش دمای لایه زیرین در کاهش تخمگذاری حشرات تاثیر داشته و از جمعیت آنها کاسته است. لایه بندی دمایی یکی از مهم ترین عوامل در تعیین کیفیت آب دریاچه می باشد . ولی عامل دما به تنهایی نمی تواند برای آبگیری از سطح تراز معینی از آب دریاچه تعیین کننده باشد . بلکه کدورت آب ، مغذی شدن و ظهور گازهای نامناسب نیز باید مد نظر باشد. چون دما در تجزیه مواد آلی و واکنشهای شیمیایی تاثیر دارد ، بنابراین وجود لایه بندی دمایی در دریاچه سد نمایانگر تغییرات کیفی آب در سطوح تراز مختلف آب دریاچه است. در هوای سرد زمستان ، بادهای سردی که در روی سطح دریاچه می وزد ، سبب پایین افتادن دمای لایه های سطحی می گردد و این روند تا به جایی می رسد که دمای لایه سطحی از دمای لایه زیرین کمتر می شود. در این حالت جرم مخصوص آب در سطح دریاچه از جرم مخصوص آب در لایه زیرین بیشتر می شود . با این تحول ، حرکت عمودی جریان آب در مخزن دریاچه سد آشکار شده و لایه یا ناحیه بین لایه سطحی و زیرین از بین می رود . این حالت را دگرگونی دریاچه می نامند. گاهی اوقات بطور طبیعی نیز در دریاچه سدها جابجایی لایه ها صورت می گیرد. این وضعیت بیشتر در نواحی گرم که دریاچه سد در طول تابستان انرزی زیادی را در لایه های سطحی آب جذب می کند، اتفاق می افتد. در این گونه مواقع لایه های سطحی آب دریاچه گرم تر از لایه های زیرین است و بر اساس قانون وزن مخصوص ، این لایه ها در سطح دریاچه باقی می مانند. ولی با فرا رسیدن پاییز و زمستان دمای لایه های سطحی آب به سردی می گراید و حتی امکان دارد دمای این لایه ها سردتر از لایه های زیرین شود. از اینرو لایه های سطحی آب با وزن مخصوص بیشتر تمایل دارند جای خود را با لایه های زیرین که وزن مخصوص کمتری دارند عوض نمایند که این امر سبب تداخل و اختلاط لایه بندی می گردد. در مجموع باید دید که آیا اختلاط لایه بندی در یک ناحیه خاص به زیست محیط صدمه می زند یا خیر؟ با توجه به این اثرات است که می توان تصمیم لازم را برای تخفیف و تسکین آن گرفت. مشاهدات عینی نشان می دهد که در نواحی حاره ای ، لایه بندی دمایی در مخازن عمیق نسبت به مخازن دریاچه های نواحی معتدل و یا نواحی شمالی ، در طول مدت بیشتری تداوم دارد.

۱-۳- پتانسیل لایه بندی

به دلیل اینکه لایه بندی یک روند اساسی تاثیر گذار بر کیفیت آب در دریاچه ها و مخازن می باشد ، تعیین وجود و مشخصات لایه بندی برای منابع آبی ، مساله ای ضروری می باشد. ساده ترین روش جهت تشخیص نوع لایه بندی ، اندازه گیری مستقیم کیفیت آب و دما در لایه های مختلف مخزن یا دریاچه است. برای مخازن سدهای پیشنهادی یا مخازن و دریاچه هایی که فاقد اندازه گیری های میدانی می باشند ، روش هایی برای تخمین پتانسیل لایه بندی پیشنهاد شده است.پتانسیل لایه بندی دریاچه ها و مخازن به تبادلات دمایی ، عمق دریاچه ، ویژگی های جریان های ورودی و خروجی و اختلاط ناشی از باد بستگی دارد. جانسون و فورد (۱۹۸۶)نشان دادند زمانی که عمق متوسط دریاچه از۱۰متر و متوسط زمان ماند سالیانه از۲۰روز بیشتر می شود ، پتانسیل لایه بندی وجود خواهد داشت. نورتون و همکاران(۱۹۶۸) عدد فرود اصلاح شده را جهت بررسی پتانسیل لایه بندی مخازن و دریاچه ها بصورت زیر پیشنهاد کردند:

$$F_d = \sqrt{\frac{1}{ge}\frac{LQ}{DV}} \qquad (1)$$

که در آن F_d عدد فرود اصلاح شده بدون بعد ، g شتاب جاذبه زمین بر حسب متر مربع بر ثانیه ، e تغییرات قائم

چگالی بدون بعد $\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)^2$ در مخزن (تقریباً معادل $10^{-6} m^{-1}$)، L طول مخزن (متر)، Q متوسط دبی ورودی به مخزن بر حسب متر مکعب بر ثانیه، D متوسط عمق مخزن (m) و V حجم مخزن بر حسب متر مکعب بر ثانیه است. هنگامی که $F_d >> 0.32$ باشد، مخزن پتانسیل اندکی برای لایه بندی حرارتی داشته و زمانی که $F_d << 0.32$ باشد، مخزن دارای یک لایه بندی قوی بوده و در صورتی که $F_d \approx 0.32$ باشد، مخزن بصورت متناوب لایه بندی می شود. اختلاط ناشی از باد نیز بر الگوی لایه بندی حرارتی مخزن تاثیر گذار است.

۴-مطالعات موردی انجام شده برای سدهای ساخته شده در کشور

۴-۱-مطالعات لایه بندی حرارتی در مخزن سد لتیان

سد لتیان در ۳۵کیلومتری شمال شرق تهران و بر روی رودخانه جاجرود احداث شده است و به لحاظ تامین آب شرب شهر تهران از اهمیت خاصی برخوردار است. از سوی دیگر به دلیل ورود آلودگی نسبتاً زیاد از شاخه جاجرود و رشد و توسعه قابل ملاحظه شهری و گردشگری در این حوزه، یکی از سدهایی است که به نظر می رسد در آینده نزدیک به خصوص با انتقال مستقیم آب از سد لار به تهران با مشکل جدی کیفیتی مواجه شود.

۴-۲- مطالعات لایه بندی حرارتی در مخزن سد بوکان

سد مخزنی بوکان بر روی رودخانه زرینه رود و در فاصله ۳۶کیلومتری شرق بوکان در استان کردستان واقع است. مطالعات صورت گرفته توسط آقای سارنگ و همکاران برای سد بوکان نشان می دهد که روند کامل یک لایه بندی حرارتی از زمان شکل گیری پایدار تا زوال نسبی آن مشاهده می شود.

۴-۳-مطالعات لایه بندی حرارتی در مخزن سد چراغ ویس

سد چراغ ویس در فاصله ۱۹کیلومتری شهر سقز و بر روی رودخانه چم خان در استان کردستان واقع است. بررسی مطالعات لایه بندی حرارتی در مخزن این سد توسط آقای بنی سعید و همکاران با استفاده از مدل یک بعدی HEC5Q صورت گرفته است. نتایج شبیه سازی بیانگر آن است که مخزن دارای یک سیکل لایه بندی بوده و در حدود ۹ماه از سال ادامه پیدا می کند. این لایه بندی از فروردین ماه شروع شده و در ماههای تابستان به اوج خود می رسد و در آذرماه با کاهش انرژی ورودی به مخزن لایه بندی حرارتی ضعیف شده و کم کم از بین می رود . در زمستان مخزن کاملاً مخلوط می شود و مجدداً از بهار لایه بندی آغاز می گردد و عمق برداشت تاثیر زیادی در کیفیت آب خروجی خواهد داشت.

۴-۴- مطالعات لایه بندی حرارتی در مخازن چاه نیمه سیستان

مخازن چاه نیمه سیستان در جنوب شرقی ایران در دشت سیستان ودر مجاورت مرز افغانستان یکی ازکم باران ترین مناطق کشور محسوب می شود. با توجه به نقش حیاتی آب چاه نیمه برای شهرهای زاهدان و زابل ، مدیریت صحیح این مخازن بسیار مهم است. این مخازن با عمق متوسط ۱۷متر جزء مخازن با عمق متوسط می باشند. بررسی پروفیل های دمایی این مخزن در آذر و اسفند۱۳۷۹و مهرماه۱۳۸۰موید این مطلب است که لایه بندی دمایی در این مخزن مشاهده نمی شود. به نظر می رسد که شرایط آب و هوایی حاکم بر منطقه و بادها و طوفانهای ۱۲۰روزه در عدم تشکیل لایه بندی موثر باشد.

۴-۵-مطالعات لایه بندی حرارتی در مخزن سد ماملو

سد ماملو در پایین دست سد لتیان و برای تامین آب تهران ساخته شده است. نتایج مدل سازی نشان می دهد که در بیش از ۹ماه از سال لایه بندی حرارتی ادامه دارد و مخزن در ۶۰روز از سال در ماههای دی ، بهمن و اسفند فاقد لایه بندی است

۶-مغذی شدن آب دریاچه سد

کیفیت آب در مخازن همانند دریاچه ها تحت تاثیر فرایند مغذی شدن قرار دارد. مغذی شدن یا اوتریفیکاسیون فرایندی است که در اعماق آب دریاچه ها به خاطر جمع شدن بیش از حد مواد غذایی در میان رسوبات و پیکره آب مخزن یا دریاچه و فعالیت میکروارگانیسم هاوبه تبع آن رشد بی رویه گیاهان آبزی رخ داده و سبب ضایع شدن کیفیت آب دریاچه سد می گردد.این پدیده در زمانهای پیشین یک فرایند کند بوده ولی در دهه های اخیر به خاطر شسته شدن کودهای شیمیایی ، مواد پاک کننده و رها سازی فاضلابهای صنعتی ، روستایی ، شهری و کشاورزی (کودها و سموم کشاورزی)به رودخانه ها و پوشش گیاهی سبب افزایش مواد غذایی نظیر ازت، کربن ، سیلیسیم و فسفر شده که سلول ها جهت رشد به میزان نسبتاً بالایی از آن ها نیاز دارند. ایجاد یک سد ممکن است منتج به پیشرفت ، توسعه شهرنشینی ، کشاورزی و صنعت در بالادست سد شود. به همین دلیل این امر خود به افزایش فضولات کشاورزی ،شهری و صنعتی یاری رسانده و در پایان این مواد به دریاچه سد تخلیه می شوند. آبگیری سدها به ویژه در مناطق جنگلی که مخزن یا دریاچه سد از گیاهان و مواد آلی پاک نگردیده است همیشه با افزایش سطح مواد غذایی و معدنی همراه است. بنابراین یک محیط مغذی و فعال جهت فعالیتهای زیستی میکروارگانیسم ها فراهم می آورد و از سوی دیگر آثار منفی آن سبب کاهش کیفیت آب می شود. ارزیابی چگونگی تجزیه مواد آلی در دریاچه سدها و سهم مواد غذایی آلی و معدنی آب کار آسانی نیست . به دلیل اینکه هرماده پیچیده در اثر یک روند خاص شیمیایی تجزیه می شود و در همین حال واکنشهای گوناگونی بین مواد جدید در دریاچه بوجود می آید. وجود مواد آلی نیز خود مقوله پیچیده ای بوده و بر اساس اینکه دریاچه سد در مناطق جنگلی یا نواحی خشک ساخته شود ، مقدار آن متفاوت

خواهد بود. در نواحی جنگلی بطور معمول میزان مواد آلی که داخل دریاچه می شود ، از حدود ۹۰۰-۳۰۰و در نواحی معتدله در حدود ۴۰۰تن در هکتار می باشد، ولی در نواحی خشک کویری و فاقد مقدار اندکی از مواد آلی در دریاچه ذخیره می گردد. مقدار فسفر و ازت حاصل از تجزیه این مواد فاکتور مهمی در فرایند مغذی شدن دریاچه می باشد.برای نمونه در مناطق معتدله مقدار فسفر ناشی از تجزیه مواد آلی در دریاچه سد به حدود ۵۰کیلوگرم در هکتار می رسد. دریاچه ها و مخازن ذخیره آب سدها را می توان بر اساس میزان و مقدار مواد غذایی آنها و توانایی مخزن جهت تداوم و برقراری یک جمعیت بیو لوژیک طبقه بندی نمود. از جمله: ۱- دریاچه هایی با سطح مغذی شدن کم و ناچیز یا Oligrotrophic .

۲- دریاچه هایی با سطح مغذی شدن متوسط Mesotrophic. ۳- دریاچه هایی با سطح مغذی شدن شدید Eutrophic

در حالت باروری و یا مغذی شدن شدید دریاچه ، افزایش رویش آلگها و سایر گیاهان آبی تا حدی کیفیت آب را پایین می آورد. معمولاً این وضعیت را تروپیفک یا (Eutrophication) می نامند. چون دما در فعالیت شیمیایی و بیولوژیکی اثر مستقیم دارد ، بنابراین در نواحی که دمای بالاتری داشته باشد ، به خصوص دمای بالاتر از ۳۵درجه سانتیگراد ، انرژی زیادی در مخزن دریاچه ذخیره می شود و فرایند مغذی شدن تشدید می شود و حتی با مواد غذایی دریاچه وقوع این فرایند امکان پذیر می شود. کربن و ترکیبات آلی به اندازه کافی در سیستم های منابع آب وجود دارند ، لذا رشد جلبک ها (جز جلبک دیاتومه که بوسیله سیلیسیم محدود می شود) بوسیله فسفر یا نیتروژن محدود می گردد. چون بعضی از جلبک ها توانایی جذب نیتروژن را دارا می باشند ، در اکثر مراجع از فسفر به عنوان عامل محدود کننده اصلی تغذیه گرایی مخازن و دریاچه ها یاد می شود. لازم به ذکر است که مدل سازی نیتروژن به دلیل اکسیژن خواهی فرایند اکسیداسیون آمونیاک به نیترات در فرایند نیتریفیکاسیون و سمی بودن غلظت بالای آمونیاک یونیزه نشده برای ماهی ها و ارگانیزم ها از اهمیت فراوانی برخوردار است ولی ارتباطی با مغذی بودن نیتروژن ندارد. بر اساس تحقیقات EPA فسفر عامل محدود کننده اصلی در کنترل تغذیه گرایی بوده و حالات مختلف مغذی شدن در جدول( ) ارائه شده است.

طبقه بندی مخزن از نظر تغذیه گرایی	کلروفیل a $\left(\frac{\mu g}{L}\right)$	فسفر کل $\left(\frac{\mu g}{L}\right)$	عمق Secchi (متر)
Oligotrophic			
Mesotrophic			
Eutrophic			

علائم پیشرفت فرآیند مغذی شدن بصورت زیر ظاهر می شود:۱- توسعه و افزایش پلانکتونها و گیاهان ذره بینی و رشد و نمو علفهای هرز در سواحل و کناره های دریاچه های سدها. ۲- کاهش زلالیت و صافی آب که در نتیجه افزایش موجودات ذره بینی و مواد شناور در آب که خود موجب تغییر رنگ آب می شوند ، صورت می گیرد. ۳-کاهش مقدار اکسیژن محلول ، به ویژه در مجاورت بستر دریاچه و لایه های سطحی آب. ۴- تصعید گازهایی از جمله هیدروژن سولفوره که در نتیجه تجزیه مواد آلی بوسیله موجودات ذره بینی غیرهوازی به عمل می آید. ۵-تجمع مقادیر زیادی مواد پوسیده و لجن گونه ، در بستر رودخانه. ۶- ظهور حباب های گاز هیدروژن سولفوره ، متان و اتان در سطح آب دریاچه سد و آزاد شدن آهن ، منگنز و آلومینیم در آب

۶-۱- علائم و نتایج مغذی شدن آب مخازن سدها

این علائم بطور خلاصه عبارتند از:۱- آب شیرین چنین دریاچه ها و مخازن آبی برای مصارف شهری و صنعتی قابل استفاده نخواهد بود و در صورتی که مجبور به استفاده از چنین آبی باشند ، هزینه تصفیه و گندزدایی آن بسیار بالا خواهد بود. اگر پدیده مغذی شدن بصورت شدید اتفاق بیفتد ، عناصر سنگین در آب افزایش می یابند. ۲- به دلیل وجود مواد ریز معلق ، این جریان آب در سیستم های صنعتی سبب گرفتگی فیلترها می شود.۳- فراوانی گازهایی مانند اتان و بالارفتن درجه اسیدیته ، همراه با مواد آلی تجزیه نشده سبب به خطر افتادن دامهایی می شود که در این نواحی زندگی و از این آب تغذیه می نمایند. ۴- وجود مواد زیان آور ، گازها ، مواد محلول و .... سبب می شود که استفاده از این آب برای استحمام در برخی از افراد حساسیت پوستی ایجاد شود. ۵- فراهمی و فراوانی گیاهانی نظیر آلگها بطور مستقیم در سلامتی مردمی که در نزدیکی محل زندگی می کنند ، موثر است و به خصوص در برخی از مواقع سبب توسعه و شیوع بیماری می گردد.۶- بوی نامطبوع هیدروژن سولفوره برای جوامعی که در اطراف سد زندگی می کنند ، مشمئز کننده خواهد بود. در صورت وزش باد در جهت موافق ، این بو به نقاط شهرنشین دوردست منتقل می شود و محیط غیر قابل زیست را برای مردم ناحیه فراهم می سازد.۷-افزایش رویش گیاهان در سواحل دریاچه و تجمع خاک دانه ها سبب باتلاقی شدن سواحل دریاچه می شود و از حجم مفید دریاچه می کاهد.

۸- به دلیل کاهش مقدار اکسیژن محلول و افزایش گازهای مضره ، آبزیان از جمله ماهیان قادر به ادامه زندگی و حیات در چنین آبی نخواهند بود.

۶-۲- راههای تخفیف و تسکین پدیده مغذی شدن

راههای کاهش پدیده مغذی شدن عبارتند از:۱- برنامه تمیز نمودن سد از مواد آلی ، درختان ، درختچه ها ، علف ها و بوته ها قبل از آبگیری. ۲- توصیه برای جلوگیری از رهاسازی فاضلاب شهری ، روستایی و صنعتی به رودخانه ها.

۳-کاهش مصرف کودهای شیمیایی و سموم و یا استفاده حداقل از این قبیل مواد و جلوگیری از شسته شدن آنها و ورود به رودخانه. ۴- قطع علف های هرز ، نیزارهای بستر و سواحل کناری دریاچه ها ، استفاده از ماهیان علف خوار که قادرند در تخفیف پدیده مغذی شدن موثر باشند. ۵- طرح

تخلیه کننده ها و آبگیرها در سطوح تراز مختلف برای استفاده از آب با کیفیت مناسب دریاچه جهت مصارف گوناگون. ۶-افزودن مواد خنثی کننده به دریاچه برای تقلیل اسیدیته و بالا آوردن PH آب. ۷- تصفیه جریان آب خروجی از دریچه جهت بالابردن کیفیت آب آشامیدنی توسط ازن ، فیلترها ، کلرها و .....

در حالت باروری یا مغذی شدن شدید دریاچه ، ازدیاد رویش آلگها و سایر گیاهان آبی تا حدودی کیفیت آب را پایین می آورد . معمولاً این وضعیت را تروفیک(Trophic) می نامند. به خاطر اینکه دما در فعالیت شیمیایی و بیولوژیکی تاثیر مستقیم دارد ، بنابراین در مناطقی که دمای بالاتری داشته باشد ، به خصوص دمای بالاتر از ۳۵درجه سانتیگراد ، انرژی زیادی در مخزن دریاچه ذخیره می گردد و فرایند مغذی شدن تشدید می شود و حتی با مواد غذایی دریاچه وقوع این پدیده امکان پذیر می شود . این مساله به معنای آن نیست که در نواحی معتدل این فرایند اتفاق نمی افتد، بلکه در این مناطق نیز وقوع این پدیده از اهمیت زیادی برخوردار است. روش های مختلفی برای تعیین و ارزیابی اثرات مواد آلی در دریاچه سدها ارائه شده است ، از جمله از نسبت سطح حوزه آبریز که در معرض سیلاب قرار می گیرد به حجم خروجی آب سالانه از مخزن استفاده می شود. فسفر و ازت رها شده از تجزیه مواد آلی به عنوان یک عامل مهم در رشد و نمو پلانکتونها و آلگها به حساب می آید. از سوی دیگر در نواحی سردسیر ، دمای پایین در محل دریاچه خود به عنوان عامل کنترل کننده رشد و نمو پلانکتونها است . در نواحی گرم و با طولانی شدن زمان ماند آب در دریاچه سد ، بخصوص در سدهای با تنظیم چند ساله ، این فرایند تشدید می شود. از طرفی حجم دریاچه نیز از عوامل مهمی است که باید در نظر گرفته شود.

۷- مدل رایانه ای HEC5Q

این مدل بوسیله مرکز مهندسی هیدرولوژی ارتش آمریکا برای شبیه سازی سیستم مخزن رودخانه توسعه داده شده است. یک مدل عمودی یک بعدی بوده که قادر به شبیه سازی DO ، BOD ، سه ماده محلول(ماندگار) و سه ماده نامحلول (غیرماندگار) و نیز فیتوپلانکتونها می باشد. در این مدل مخازن به صورت مجموعه ای از سطوح افقی یک بعدی فرض می شوند که در آن هر لایه با مشخصه های مساحت ، ضخامت و حجم مشخص می گردد. در هرکدام از لایه ها ، آب به شکل کاملاً مخلوط فرض شده و هر لایه افقی در راستای طولی و عرضی کاملاً هموزن در نظر گرفته می شود و در نتیجه فقط بعد عمودی لایه در محاسبات منظور می گردد. جریانهای ورودی و خروجی بصورت چشمه ها و چاهک ها در هر لایه همزمان منظور شده وبه شکل یکنواخت در طول المان از ابتدای مخزن تا سد مخلوط می شود. لذا امکان مشاهده تغییرات در طول مخزن وجود ندارد . جابجایی عمودی توسط موقعیت ورودی و خروجی از مخزن مشخص می شود. بنابراین تخمین ناحیه توزیع و تخلیه انتخابی برای ورودی و خروجی اهمیت فراوانی در استفاده از مدل دارد. جهت محاسبه تخلیه انتخابی از روش (WES)و برای موقعیت ورودی از معیار دبلر(Debler) استفاده شده است.

۷-۱- توانایی ها و محدودیت های مدل

مدل شبیه سازی **HEC5Q** محدود به یک سیستم رودخانه-مخزن با حداکثر ۱۰مخزن و۳۰نقطه کنترل می باشد. در روش کالیبراسیون و روش شبیه سازی سالیانه ، داده های ورودی بایستی روزانه بوده و دوره تناوب شبیه سازی محدود به دوره های یکساله می باشد. در این مدل هر مخزن می تواند دارای یک خروجی کنترل سیلاب ، یک سرریز آزاد و یک سیستم برداشت انتخابی شامل دوبرج (مجرای) آبگیر و هر مجرا می تواند حداکثر دارای۸دریچه برداشت آب باشد. این مدل قادر است درهر مرحله زمانی بهترین حالت برداشت انتخابی از لایه های مخزن را به گونه ای که کیفیت مورد نیاز در خروجی یا نقاط کنترل تا حد امکان حاصل شود ، انتخاب نماید.

۷-۲-ورودی های مدل

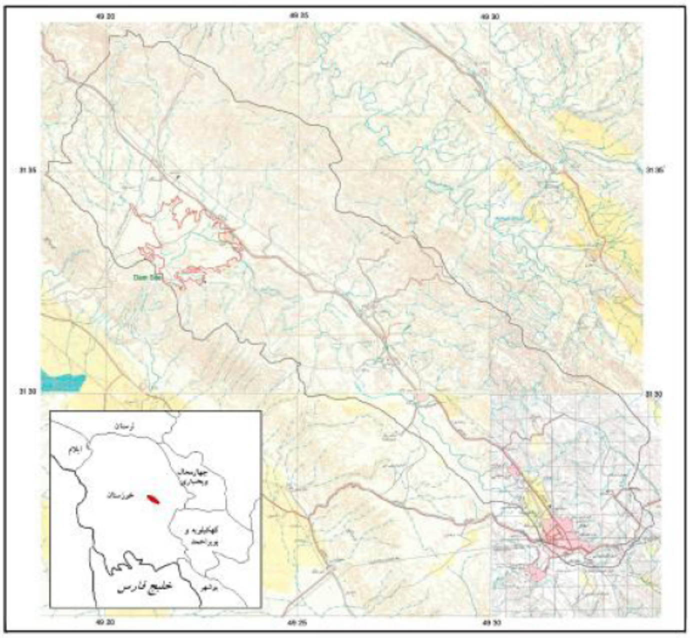
ورودی های مدل را می توان به۴گروه اصلی به شرح زیر تقسیم نمود:

گروه اول :اطلاعات مربوط به مشخصات کمی و کیفی مخزن می باشد. این اطلاعات شامل مشخصات مخزن مانند طول مخزن ، ضریب انتشار موثر ، عرض موثر مخزن ، دمای اولیه و پروفیل کیفیت آب در مخزن ، ضرائب مختلف مدلسازی و نیز خصوصیات سرریز ، تخلیه کننده سیل و آبگیرها می باشد.

گروه دوم:اطلاعات مربوط به رودخانه می باشد ، این اطلاعات شامل دبی ورودی ، کیفیت و دمای آب ، هندسه آبراهه ، تراز خط انرژی ، نرخ زوال مواد نامحلول ، پارامترهای هوادهی و نیز معیارهای کیفی برای آب می باشد.

گروه سوم:اطلاعات مربوط به تبادل حرارتی می باشد. این اطلاعات شامل دمای هوا ، تشعشع موج کوتاه خورشیدی ، ضریب مبادله حرارتی و سرعت باد می باشد.

گروه چهارم: توابع هدف و وزنهای نسبی اختصاص داده شده به پارامترهای کیفیت آب می باشد. در این بخش اهمیت نسبی پارامترهای کیفیت تعریف می گردد.



تصویر۱- موقعیت جغرافیایی سد کندک در استان خوزستان

www.CCSofts.com , www.CompCivil.com

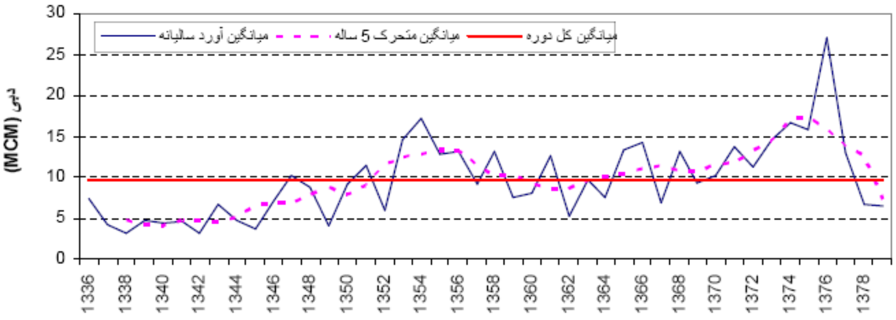
۸- بررسی اثر لایه بندی حرارتی مخزن سد کندک در استان خوزستان

سد کندک به منظور تامین آب کشاورزی منطقه کندک در ناحیه غرب شهرستان هفتگل واقع است. رودخانه کندک که تامین کننده اصلی آب این سد به شمار می رود رودخانه ای فصلی بوده که در برخی از مواقع سال دبی آن به شدت کاهش می یابد. نتایج مدلسازی لایه بندی حرارتی با استفاده از نرم افزار HEC5 بیانگر آن است که تخلیه انتخابی مخزن در ماههای غیر آبیاری به منظور ذخیره سازی سیلابها باعث بهبود نسبی کیفیت آب مخزن می شود.

۸-۱- ورود اطلاعات مدل

۸-۱-۱- دوره شبیه سازی

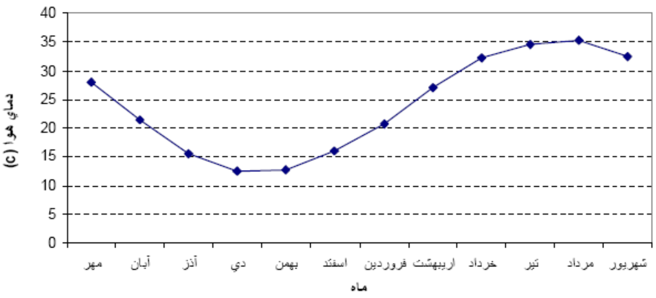
به منظور شبیه سازی مخزن لازم است یک دوره شاخص انتخاب گردد تا نتایج بدست آمده از اجرای مدل قابل تعمیم باشد . انتخاب دوره شاخص بر اساس دبی جریان رودخانه در محل سد انجام می گیرد . اطلاعات مربوط به دبی متوسط ماهیانه برای یک دوره آماری ۴۵ ساله از سال آبی ۳۶-۱۳۳۵ تا ۸۰-۱۳۷۹ در محور پیشنهادی برای سد بازسازی شده است . نمودار(۱) تغییرات دبی متوسط سالیانه ، دبی متوسط کل دوره و میانگین ۵ ساله را برای دوره آماری مذکور نشان می دهد . با توجه به این نمودار ، سال های ۶۳-۱۳۶۲ تا ۶۷-۱۳۶۶ معادل سال های ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۸ به عنوان یک دوره متوسط شاخص انتخاب شده و مخزن در این دوره شبیه سازی شده است . به منظور اجرای مدل چهار دسته اطلاعات مورد نیاز می باشد . در ادامه هر یک از چهار دسته معرفی شده اند . همانگونه که در بخش قبل اشاره شد ، با توجه به اطلاعات دبی ورودی ، دوره متوسط سال های۶۳-۱۳۶۲ تا ۶۷-۱۳۶۶ معادل سال های ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۸ به عنوان دوره شاخص انتخاب شده و فایل ورودی برای دوره مذکور تکمیل گردیده است .



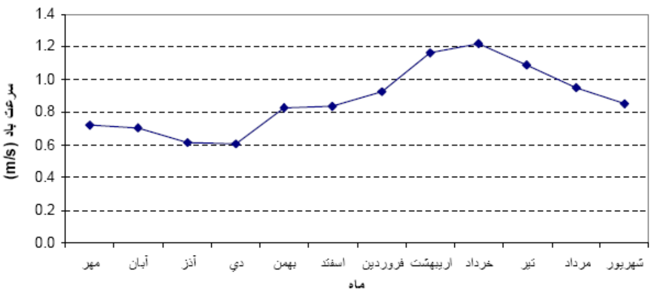
نمودار۱– تغییرات دبی متوسط سالیانه ، دبی متوسط کل دوره و میانگین ۵ ساله

۸-۱-۲- اطلاعات هوا شناسی

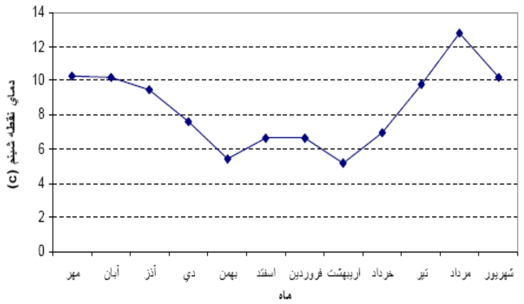
این بخش شامل اطلاعاتی چون دمای هوا ، سرعت باد ، دمای نقطه شبنم و ساعات آفتابی می باشند . در این پروژه اطلاعات مزبور از آمار بازسازی شده به طور متوسط ماهیانه تهیه شده است . نمودارهای (۲) تا (۵) تغییرات این پارامتر ها را در طول دوره شبیه سازی نشان می دهد .



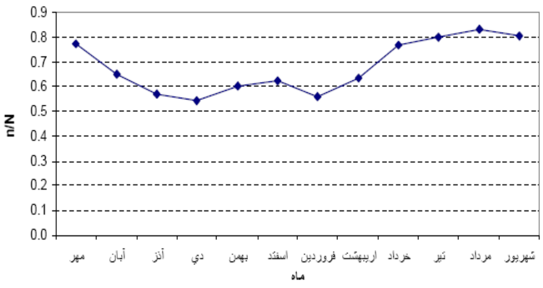
نمودار۲–نمودار تغییرات متوسط ماهیانه دمای هوا در محل سد



نمودار۳– نمودار تغییرات متوسط ماهیانه سرعت باددر محل سد



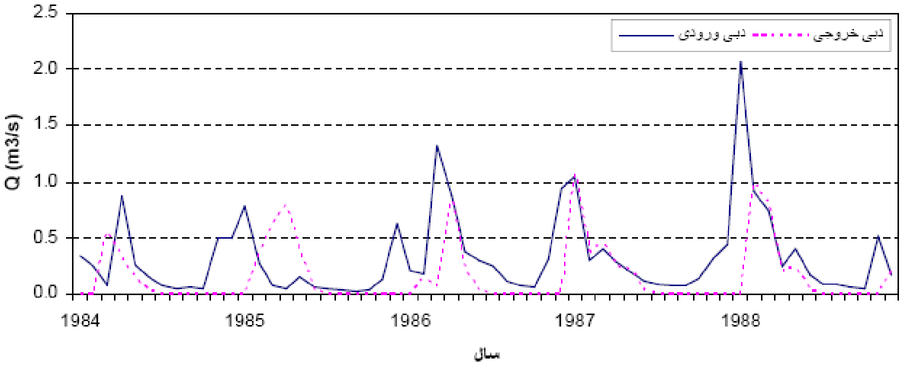
نمودار۴– نمودار تغییرات متوسط ماهیانه دمای نقطه شبنم درمحل سد



نمودار۵– تغییرات متوسط نسبت ساعات آفتابی

۸-۱-۳- اطلاعات آبدهی

این بخش از اطلاعات شامل دبی جریان ورودی به سد و همچنین دبی خروجی از سد می باشد . برای تهیه اطلاعات دبی ورودی از نتایج مطالعات هیدرولوژی استفاده شده است.به منظور تعیین دبی خروجی از سد از مطالعات برنامه ریزی منابع آب استفاده شده و مقادیر به دست آمده از این مطالعات برای مصا رف شرب و کشاورزی به صورت متوسط ماهیانه به مدل معرفی شده است . شکل (۶)نمودار تغییرات دبی ورودی به سد و خروجی از آن را که به مدل معرفی شده است نشان می دهد.



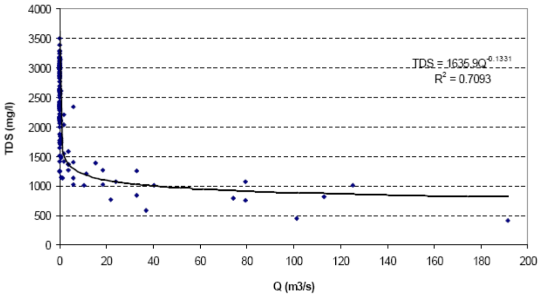
نمودار(۶)- تغییرات دبی ورودی و خروجی از مخزن سد در دوره ۵ساله

۸-۱-۴- مشخصات هندسی سد و مخزن

این اطلاعات شامل نمودار سطح و حجم مخزن در ترازهای مختلف، تراز آبگیرها و سرریز، طول مخزن در تراز نرمال و عرضی متوسط مخزن در ترازهای مختلف می باشد که این اطلاعات از گزارش مشخصات فنی سد استخراج شده است.

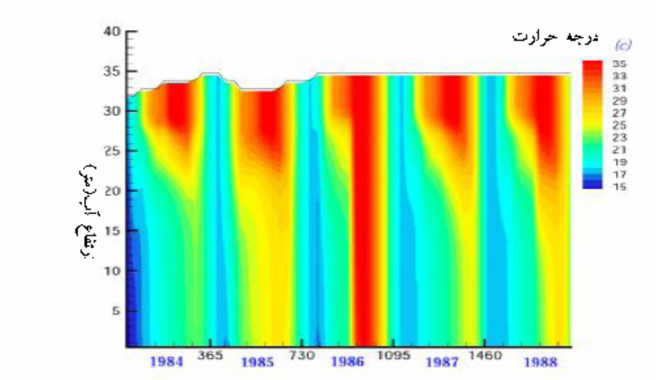
۸-۱-۵- پارامترهای کیفیت آب ورودی به مخزن

پارامترهای کیفیت آب ورودی شامل دمای آب و کل مواد جامد محلول است است که ضروری است به مدل معرفی گردد. اطلاعات موجود شامل ۶ ماه اندازه گیری روزانه در فاصله زمانی آذر ماه ۱۳۸۴ تا اردیبهشت ۱۳۸۵ از رودخانه کندک در ایستگاه گزین و پل کندک می باشد.به منظور توسعه اطلاعات دمای آب ورودی به مخزن برای دوره ۵ ساله شبیه سازی از رابطه همبستگی بین دمای هوا و دمای آب استفاده شده است.برای معرفی TDSورودی به رودخانه در دوره شبیه سازی ۵ساله از رابطه همبستگی بین دبی جریان و TDSدر دوره ۶ماهه اندازه گیری استفاده شده است ، نمودار(۷)

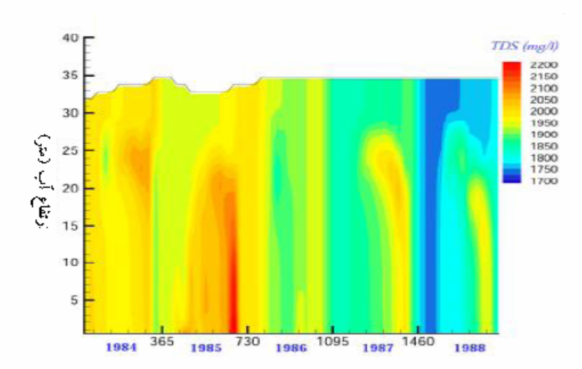


۸-۱-۶- نتایج شبیه سازی TDS و لایه بندی حرارتی

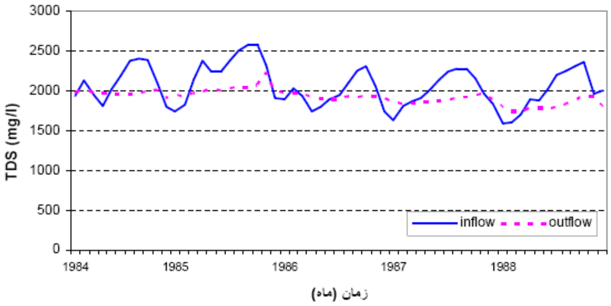
پس از ساخت فایل ورودی، مدل برای دوره مذکور به صورت متوسط ماهیانه اجرا شده است . نتایج شبیه سازی و اجرای مدل در نمودارهایی ارایه شده که در ادامه به تشریح آنها پرداخته می شود .در این مقاله پارامترهای دما و TDSمدل شده اند. شکل(۸) نمودار نتایج شبیه سازی وضعیت دمای آب در عمق را در طول دوره شبیه سازی نشان می دهد . همانگونه که در این شکل مشاهده می شود ، مخزن دارای یک سیکل لایه بندی می باشد که در حدود ۹ ماه از سال ادامه دارد .این لایه بندی از اواخر بهمن ماه آغاز شده و در ماه های تابستان به اوج خود می رسد و در مهرماه با کاهش انرژی ورودی به مخزن لایه بندی ضعیف شده و کم کم از بین میرود .در ماه های آبان، آذر و دی مخزن مخلوط می شود و مجدداً از اواسط زمستان لایه بندی آغاز می شود. نمودار(۹) نتایج شبیه سازی وضعیت TDSرا در طول دوره شبیه سازی نشان می دهد. همانگونه که در این نمودار مشخص است در دوره اختلاط مخزن (اواخر پاییز)تغییرات غلظت این پارامتر در عمق کاهش می یابد و در دوره لایه بندی غلظت بیشتر در لایه های پایینتر مشاهده می شود.آب در شرایط نامطلوب می باشد و لازم است تمهیدات مناسب اندیشیده شود. در نمودار(۱۰) تغییرات TDSورودی و خروجی مخزن نشان داده شده است. همانگونه که در این نمودار مشاهده می شود TDSخروجی از مخزن تعدیل شده و در غالب موارد مقدار آن کمتر از ۲۰۰۰میلی گرم در لیتر می باشد.



نمودار(۸)-وضعیت شبیه سازی دمای آب در طول دوره شبیه سازی



نمودار(۹)-وضعیت شبیه سازی **TDS** در طول دوره



نمودار(۱۰)- تغییرات **TDS**ورودی و خروجی مخزن در طول دوره شبیه سازی

۹- نتیجه گیری

با توجه به اندازه گیری های کیفی انجام گرفته از رودخانه و نتایج به دست آمده از مدل شبیه سازی موارد زیر قابل ارایه می باشد:

-مخزن دارا ی یک سیکل لایه بند ی سالیانه نسبتًا قو ی می باشد که ۹ ماه از سال به طول می انجامد و در ا ین دوره اختلاف دما در لایـه هـا ی TDS درلایه های بالایی و پا یینی حتی ممکن است به بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد نیز برسد .در این دوره اختلاف غلظت بالایی و پایینی به ۲۰۰ میلی گـرم در لیتر نیز میرسد.بین ۱۶۰۰ تا ۲۶۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد که بیش از مقاد یر حدی مجاز برای - TDS در شرا یط طبیعـی، رودخانـه دارای غلظـت شرب و حتی کشاورزی می باشد

خروجی از مخزن در محدوده ۱۷۰۰ تا ۲۲۰۰ نوسان دارد که در غالبا کمتر از ۲۰۰۰ میلی گـرم در - TDS در شـرا یـط پـس از سـاخت سـدخروجی از مخزن بیش از حد TDS رودخانه دارد ولی همچنان غلظت TDS لیتر می باشد . بنابراین ساخت سد اثر تعدیل کننده برنهایی تعیین شده برای شـرب و کشاورزی است.

-با توجه به لایه بندی حرارتی شکل گرفته درسد امکان استفاده از آبگیر پایینی و تخلیه لایه ای شور از مخزن، در پایان دوره آبیاری وجـود دارد .میـزان تخلیه بستگی به حجم ذخیره موجود در مخزن و شرایط اقلیمی آن سال دارد.

-استفاده از آب مخزن با به کارگیری تمهیداتی برا ی کشاورزی قابل استفاده میباشد ولی کاهش بـازده محـصول و لـزوم اختـصاص بخـشی از آب بـرای آبشویی خاک قابل انتظارمی باشد.

مراجع

1- Side Effects of Water Resource Mangement Edited by A.Volker,J.C. Henry ,iahs Publication NO.172,1988

۲- مسجدی ، محمد ; فروزان تبار ، علی اصغر ، بررسی اثرات زیست محیطی سدسازی ، مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران ، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۶۸

۳- مکنون ،رضا ، مخازن سدها و تجربیات زیست محیطی در مدیریت و کنترل ، بولتن فنی سدسازی –شماره۱،آبان ۱۳۶۷، کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

۴- نیک آیین ، بیدختی ، اثرات زیست محیطی سدهای بزرگ ، اولین سمینار سدسازی کشور ، خرداد۱۳۶۶

۵- مکنون ،رضا ، اثرات زیست محیطی سد ، مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران ، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۶۸

6-International Commission on Large Dams ,Bulletin no35

7- International Commission on Large Dams ,Bulletin no37

8-Krenkel, P.A., E.L. Thackston, and Parkers, (1969), “Impoundment and temperature effects on waste assimilation”, Journal of sanitary division, ASCE, Vol. 95.

9-Mikio, H. (1994), “Water quality and its control", IAHR, A.A.Balkema, Rotterdam, Netherlands.

10- Morkofsky, M. and D.R.F. Harleman (1973). “Prediction of water quality in stratified reservoir”,Journal of the hydraulic division, ASCE, Vol.99.

Computer For Civil Softeare Engineering Group : www.CCSofts.com , www.CompCivil.com