

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره پنج، مردادماه ۹۸

مدل سازی و تحلیل حساسیت کیفیت آب خروجی مخزن سد میمه با استفاده از

نرم افزار CE-QUAL-W2

نیما حیدرزاده *

n.heidarzadeh@khu.ac.ir

نسیم نیساری تبریزی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: کیفیت آب دریاچه‌ها و مخازن سدها همواره متأثر از عوامل مختلفی می‌باشد. مقادیر بارش، دبی ورودی و خروجی، کیفیت آب ورودی و تراز بهره‌برداری از جمله عوامل تأثیرگذار بر کیفیت آب هستند. آگاهی از چگونگی و میزان تأثیر عوامل ذکر شده بر کیفیت آب در دوره‌های مختلف سال می‌تواند کمک موثری به انتخاب بهترین تراز آب‌گیری و در نتیجه مدیریت کیفی آب نماید. **روش بررسی:** در این تحقیق با کاربرد مدل دو بعدی CE-QUAL-W2 با استفاده از آمار موجود، شرایط کیفی آب مخزن سد میمه از نقطه نظر TDS خروجی برای دوره ۵ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد مقدار TDS خروجی در محل دریچه در تمامی دوره ۵ ساله مورد بررسی از مقادیر مجاز تعیین شده توسط استاندارد فائو برای آبیاری تجاوز نموده است. همچنین به منظور تعیین عوامل تأثیرگذار بر TDS و انتخاب راه‌کار مناسب جهت بهبود کیفیت آب خروجی از مخزن، تحلیل حساسیت پارامترهای مختلف صورت گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که کیفیت آب ورودی تأثیرگذارترین عامل بر کیفیت آب خروجی از دریچه می‌باشد، به نحوی که تغییر ۲۰ درصدی TDS جریان ورودی باعث تغییر ۱۷ تا ۲۰ درصدی TDS جریان خروجی شده است و عواملی نظیر دمای جریان، ضرایب پوشش باد، ضریب ویسکوزیته و ضریب پخش ادی تأثیرات قابل توجهی را دارا نبوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی کیفی آب، CE-QUAL-W2، مخزن میمه، TDS، تحلیل حساسیت

۱- استادیار گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۲- کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست، دانشگاه خوارزمی تهران

Modeling and sensitivity analysis of water quality in Meymeh reservoir using CE-QUAL-W2 Software

Nima Heidarzadeh ^{1*}

n.heidarzadeh@khu.ac.ir

Nasim Neisari Tabrizi ²

Admission Date: February 6, 2016

Date Received: January 11, 2015

Abstract

Background and Objective: Water quality of lakes and reservoirs is affected by many factors. Precipitation, inflow and outflow, inlet water quality and water abstraction level are the most important ones. Informing about the magnitude of the factors can help us to choose the best abstraction level and water quality management in different periods of a year, efficiently.

Method: In this study, water quality of the Meymeh reservoir, an under-construction dam, was evaluated by modeling of TDS using the 2-dimensional CE-QUAL-W2 software with available data, for a 5-year period.

Findings: The modeling results show that the amount of outflow TDS in all five years has exceeded the FAO permissible level for irrigation. Also, in order to evaluate the impacts of several factors on outflow TDS and choose the suitable solution to improve the quality of water, a sensitivity analysis was performed.

Discussion and Conclusion: The results of the sensitivity analysis showed that the quality of inflow water is the most effective factor on the outflow water quality, so that a 20% change in inflow TDS causes 18-20% change in outflow TDS and the other factors such as temperature, initial values of TDS in reservoir, wind sheltering coefficients (WSC), eddy viscosity and the diffusivity coefficient (AX, DX) do not have significant impacts.

Keywords: CE-QUAL-W2, Meymeh reservoir, Sensitivity analysis, TDS, Water quality modeling

مقدمه

مخازن سدها وجود دارد. با در نظر گرفتن عواملی مانند میزان دقت محاسباتی، وسعت و نوع داده‌های مورد نیاز، نوع کاربری مدل و شرایط موجود، می‌توان بهترین گزینه مدل را برای سیستم آبی مورد نظر انتخاب نمود. مدل‌هایی که به بررسی

کاربرد مدل‌های ریاضی جهت شبیه‌سازی کیفی آب و واکنش-های موثر بر کیفیت آن در منابع آب‌های سطحی در دو دهه گذشته رشد چشم‌گیری داشته است. به طور کلی مدل‌های کیفی متنوعی در جهت بررسی و پیش‌بینی کیفیت آب در

1- Assistant Professor, Department of Civil, Faculty of Technical and Engineering, University of Kharazmi, Tehran, Iran. * (Corresponding Author)

2- MSc. of Environmental Engineering, Department of Civil, Faculty of Technical and Engineering, University of Kharazmi, Tehran, Iran

در شبیه‌سازی کیفیت آب با خطای کم‌تر از ۱۰ درصد نسبت به مقدار اندازه‌گیری شده نشان داد. براین الیس^۷ و مارک دارتی^۷ در سال ۲۰۰۲ مطالعات خود را بر روی مخزن سد اکوکان در کشور آمریکا انجام داده و حساسیت این مخزن را با استفاده از نرم‌افزار CE-QUAL-W2 و نسخه از پیش کالیبره‌شده مدل کیفیت آب مخزن که توسط ادل جورج^۸ از دانشگاه صنعتی ویرجینیا تهیه شده بود، آنالیز کردند. آن‌ها حساسیت مدل را با دو برابر کردن و نصف کردن مقادیر اکسیژن‌خواهی رسوب (SOD) و تاثیر آن بر اکسیژن محلول مخزن در قسمت‌های کم عمق و عمیق و در فصول مختلف سال تحلیل نمودند (۵). سالیوان^۹ و راند^{۱۰} (۶) برای شبیه‌سازی هیدرودینامیک دما و کیفیت آب دریاچه هنری هگ^{۱۱} در اورگان آمریکا برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ از مدل دو بعدی CE-QUAL-W2 استفاده کردند. آن‌ها با تغییر ۲۰ درصدی پارامترهای ضریب محو نور، سرعت باد، فسفر، نیتروژن، اکسیژن‌خواهی رسوب ورودی و میزان رشد جلبکی عوامل موثر بر دما و کیفیت آب این دریاچه را تحلیل حساسیت نمودند. هم‌چنین چانگ^{۱۲} و اوه^{۱۳} (۷) مخزن سد دی-چانگ^{۱۴} در کشور کره جنوبی را با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی CE-QUAL-W2 مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنالیز حساسیت آن‌ها نشان داد که ضریب پوشش باد، ضریب شزی و ضریب تبادل گرمایی رسوبات بیش‌ترین تاثیر را در شکل‌گیری لایه‌بندی حرارتی داشته است. از طرفی، تاثیر دمای آب ورودی طی سالیان بارش نرمال بسیار زیاد بوده در حالی که طی سال‌های خشک تاثیر به‌سزایی نداشته است.

با توجه به اهمیت سد میمه در تأمین بخش مهمی از آب کشاورزی دشت دهلران در استان ایلام، در این تحقیق سعی شده شرایط کیفی آب مخزن این سد از لحاظ شوری و چگونگی روند تغییرات آن در طول سال ارزیابی گردیده و مهم‌ترین پارامترهای

شرایط کیفی آب در دریاچه‌ها و مخازن سدها می‌پردازند، از دیدگاه بعد محاسباتی در چهار گروه طبقه‌بندی می‌گردند که عبارتند از: الف) مدل‌های صفربعدی، ب) مدل‌های یک‌بعدی، ج) مدل‌های دوبعدی و د) مدل‌های سه‌بعدی. از آن میان مدل دوبعدی CE-QUAL-W2 (در طول و عمق) به دلایلی چون تعریف متغیرهای کیفی متعدد، دقت محاسباتی بالا، تعریف دقیق واکنش‌های درون مخزن در برنامه، امکان استفاده در کلیه شرایط آب و هوایی، امکان استفاده برای پیکره آبی تقریباً پیچیده (از نظر هندسی)، نمایش گرافیکی برای کاربر، مدل سازه‌های کنترل خروجی و نیز توانایی انجام شبیه‌سازی برای دوره‌های زمانی کوتاه مدت و بلند مدت، کاربرد وسیعی در بررسی و پیش‌بینی خصوصیات کیفی آب دریاچه‌ها، خورها و مخازن سدها پیدا کرده است. محمدی و همکاران (۱) با استفاده از نرم‌افزار CE-QUAL-W2 و WASP6 پارامترهای نترات و فسفات رودخانه پسیخان را مدل‌سازی کرده و مقادیر به دست‌آمده از هر دو مدل را با مقادیر واقعی مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که مدل CE-QUAL-W2 نسبت به مدل WASP6 تطابق بیش‌تری با داده‌های مشاهداتی دارد. تای‌کو^۱ و همکاران (۲) با استفاده از مدل CE-QUAL-W2 اقدام به شبیه‌سازی مخازن تچی^۲ و تی‌سینگ^۳ وون^۴ در کشور تایوان نمودند. آن‌ها به کمک این مدل پارامترهای کیفی مختلف از قبیل مواد مغذی، اکسیژن محلول و جلبک‌ها را به مدت دو سال در این دو مخزن شبیه‌سازی کرده و با مقادیر میدانی به‌دست‌آمده از هر دو مخزن مقایسه نمودند. بهادر^۵ و همکاران (۳) توانایی و ویژگی مدل‌های شبیه‌سازی را مورد مطالعه قرار داده و مدل‌های مختلف را مقایسه کردند. زیفی^۶ و همکاران (۴) به منظور شبیه‌سازی پارامترهای متعددی برای دریاچه پرسپ و برای سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ مدل CE-QUAL-W2 را به کار بردند. نتایج توانایی مدل را

- 9- Sediment oxygen demand
- 10- Annett B. Sullivan
- 11- Stewart A. Rounds
- 12- Hnry Hagg
- 13- S.W. Chung
- 14- J.K. Oh
- 15- Daecheong

- 1- Tai Kuo
- 2- Te-chi
- 3- Tseng-Wen
- 4- Bhadur
- 5- Zyfi
- 6- Brian ellis
- 7- Mark dougherty
- 8- Adil godrej

شرایط آب و هوایی، امکان استفاده برای پیکره آبی تقریباً پیچیده (از نظر هندسی)، نمایش گرافیکی برای کاربر، مدل سازه‌های کنترل خروجی و نیز توانایی انجام شبیه‌سازی برای دوره‌های زمانی کوتاه مدت و بلند مدت، کاربرد وسیعی در بررسی و پیش‌بینی خصوصیات کیفی آب دریاچه‌ها، خورها و مخازن سدها پیدا کرده است. محمدی و همکاران (۱) با استفاده از نرم‌افزار CE-QUAL-W2 و WASP6 پارامترهای نیترا و فسفات رودخانه پسیخان را مدل‌سازی کرده و مقادیر به دست آمده از هر دو مدل را با مقادیر واقعی مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که مدل CE-QUAL-W2 نسبت به مدل WASP6 تطابق بیشتری با داده‌های مشاهداتی دارد. تای کوه و همکاران (۲) با استفاده از مدل CE-QUAL-W2 اقدام به شبیه‌سازی مخازن تپچی و تی سنگ ون در کشور تایوان نمودند. آن‌ها به کمک این مدل پارامترهای کیفی مختلف از قبیل مواد مغذی، اکسیژن محلول و جلبک‌ها را به مدت دو سال در این دو مخزن شبیه‌سازی کرده و با مقادیر میدانی به دست آمده از هر دو مخزن مقایسه نمودند. بهادر و همکاران (۳) توانایی و ویژگی مدل‌های شبیه‌سازی را مورد مطالعه قرار داده و مدل‌های مختلف را مقایسه کردند. زیفی^۵ و همکاران (۴) به منظور شبیه‌سازی پارامترهای متعددی برای دریاچه پرسپ و برای سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ مدل CE-QUAL-W2 را به کار بردند. نتایج توانایی مدل را در شبیه‌سازی کیفیت آب با خطای کم‌تر از ۱۰ درصد نسبت به مقدار اندازه‌گیری شده نشان داد. برایان الیس^۶ و مارک دارتی^۷ در سال ۲۰۰۲ مطالعات خود را بر روی مخزن سد اکوکان در کشور آمریکا انجام داده و حساسیت این مخزن را با استفاده از نرم‌افزار CE-QUAL-W2 و نسخه از پیش کالیبره شده مدل کیفیت آب مخزن که توسط ادل جورج^۸ از دانشگاه صنعتی ویرجینیا تهیه شده بود، آنالیز کردند. آن‌ها حساسیت مدل را با دو برابر کردن و نصف کردن مقادیر اکسیژن‌خواهی رسوب (SOD) و تاثیر آن بر اکسیژن محلول مخزن در قسمت‌های کم

تاثیرگذار بر غلظت TDS خروجی از مخزن با استفاده از مدل هیدرودینامیکی دو بعدی CE-QUAL-W2 بررسی شود.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

ساخت‌گاه سد مخزنی میمه در ۱۵ کیلومتری شمال غرب شهر دهلران در استان ایلام واقع شده است. حوضه آبریز مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی واقع شده است. این سد جزء حوضه‌های آبریز گرمسیری در استان ایلام می‌باشد. هدف از ساخت سد میمه تامین آب مصرف کشاورزی اراضی دشت پهله و هم‌چنین توسعه شبکه آبیاری و زه‌کشی دهلران می‌باشد. جدول (۱) مشخصات سازه‌ای و هیدرولوژیکی سد میمه را نشان می‌دهد (۸).

کاربرد مدل‌های ریاضی جهت شبیه‌سازی کیفی آب و واکنش‌های موثر بر کیفیت آن در منابع آب‌های سطحی در دو دهه گذشته رشد چشم‌گیری داشته است. به طور کلی مدل‌های کیفی متنوعی در جهت بررسی و پیش‌بینی کیفیت آب در مخازن سدها وجود دارد. با در نظر گرفتن عواملی مانند میزان دقت محاسباتی، وسعت و نوع داده‌های مورد نیاز، نوع کاربری مدل و شرایط موجود، می‌توان بهترین گزینه مدل را برای سیستم آبی مورد نظر انتخاب نمود. مدلهایی که به بررسی شرایط کیفی آب در دریاچه‌ها و مخازن سدها می‌پردازند، از دیدگاه بعد محاسباتی در چهار گروه طبقه‌بندی می‌گردند که عبارتند از: الف) مدل‌های صفربعدی، ب) مدل‌های یک‌بعدی، ج) مدل‌های دوبعدی و د) مدل‌های سه‌بعدی. از آن میان مدل دوبعدی CE-QUAL-W2 (در طول و عمق) به دلایلی چون تعریف متغیرهای کیفی متعدد، دقت محاسباتی بالا، تعریف دقیق واکنش‌های درون مخزن در برنامه، امکان استفاده در کلیه

6- Brian ellis
7- Mark dougherty
8- Adil godrej
9- Sediment oxygen demand

1- Tai Kuo
2- Te-chi
3- Tseng-Wen
4- Bhadur
5- Zyfi

آنالیز حساسیت آن‌ها نشان داد که ضریب پوشش باد، ضریب شزی و ضریب تبادل گرمایی رسوبات بیش‌ترین تأثیر را در شکل-گیری لایه‌بندی حرارتی داشته است. از طرفی، تأثیر دمای آب ورودی طی سالیان بارش شمال بسیار زیاد بوده در حالی که طی سال‌های خشک تأثیر به‌سزایی نداشته است.

با توجه به اهمیت سد میمه در تأمین بخش مهمی از آب کشاورزی دشت دهلران در استان ایلام، در این تحقیق سعی شده شرایط کیفی آب مخزن این سد از لحاظ شوری و چگونگی روند تغییرات آن در طول سال ارزیابی گردیده و مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر غلظت TDS خروجی از مخزن با استفاده از مدل هیدرودینامیکی دو بعدی CE-QUAL-W2 بررسی شود.

عمق و عمیق و در فصول مختلف سال تحلیل نمودند (۵). سالیوان^۱ و راند^۲ (۶) برای شبیه‌سازی هیدرودینامیک دما و کیفیت آب دریاچه هنری هگ^۳ در اورگان آمریکا برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ از مدل دو بعدی CE-QUAL-W2 استفاده کردند. آن‌ها با تغییر ۲۰ درصدی پارامترهای ضریب محو نور، سرعت باد، فسفر، نیتروژن، اکسیژن‌خواهی رسوب ورودی و میزان رشد جلبکی عوامل موثر بر دما و کیفیت آب این دریاچه را تحلیل حساسیت نمودند. هم‌چنین چانگ^۴ و اوه^۵ (۷) مخزن سد دی-چانگ^۶ در کشور کره جنوبی را با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی CE-QUAL-W2 مورد مطالعه قرار دادند. نتایج

جدول ۱- مشخصات کلی سد میمه (۸)

Table 1. Meymeh dam general specifications (8)

مشخصات هیدرولوژیکی				مشخصات سازه‌ای			نوع سرریز	نوع سد
حجم مفید مخزن بعد از رسوب‌گذاری			حجم مخزن در تراز نرمال (MCM)	نسبت عرض به ارتفاع	ارتفاع سد (m)	طول تاج (m)		
۵۰ ساله (MCM)	۳۰ ساله (MCM)	۱۵ ساله (MCM)						
۱۳/۹	۳۷/۸	۵۵/۷	۷۳/۶	۱۸	۶۰	۱۰۸۷	خاکی با هسته رسی	

- معرفی مدل CE-QUAL-W2

نسبتاً طولانی و باریک جهت نمایش پارامترهای کیفی به صورت نیم‌رخ قائم و طولی بسیار مناسب می‌باشد (۹).

- انتخاب داده‌ها

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق شامل داده‌های هواشناسی^۷ جریان ورودی و خروجی مخزن سد میمه و داده‌های مربوط به مشخصات هندسی مخزن این سد می‌باشد. دوره مدل‌سازی از روز اول فروردین ۱۳۸۴ تا ۲۹ اسفند ۱۳۸۸

مدل CE-QUAL-W2 که توسط گروه مهندسين ارتش آمریکا توسعه یافته است، قابلیت بالایی در شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرودینامیکی و کیفی دارا می‌باشد. با وجود این‌که این مدل برای مخازن سدها توسعه یافته است ولی می‌تواند برای رودخانه‌ها و خورها نیز به‌کار رود. مدل دو بعدی CE-QUAL-W2 از روش حل اختلاف محدود استفاده نموده و قابلیت شبیه‌سازی توزیع قائم و طولی انرژی حرارتی و مواد شیمیایی و بیولوژیکی انتخاب شده در توده آبی را در طول زمان دارد. این مدل هم‌چنین قادر به شبیه‌سازی حجم، سطح آب، چگالی، سرعت‌های قائم و طولی و غلظت اجزای کیفی آب بوده و برای مخازن و دریاچه‌های

5- J.K. Oh
6- Daecheong
7- Meteorological data

1- Annett B. Sullivan
2- Stewart A. Rounds
3- Henry Hagg
4- S.W. Chung

طولانی‌تر شدن زمان اجرای مدل می‌گردد. شکل (۱) تقسیم-بندی هندسی مخزن را نشان می‌دهد. داده‌های کیفیت آب ورودی به مخزن از برازش رابطه دبی-TDS برای داده‌های درازمدت کیفی ایستگاه هیدرومتری پل دهلران واقع در پایین دست سد و داده‌های اندازه‌گیری شده در شاخه فرعی سیول حاصل آمد. رابطه (۱) ارتباط بین TDS و دبی را در محل ایستگاه دهلران نشان می‌دهد.

$$TDS = 7223.Q^{-0.35}$$

$$TDS = 5753.Q^{-0.17}$$

نرمال و سال سوم، چهارم و پنجم، سال خشک محسوب می‌شوند (۱۰). به علت عدم وجود ایستگاه اندازه‌گیری داده‌های هواشناسی در محل سد، از اطلاعات ایستگاه سینوپتیک دهلران که نزدیک‌ترین ایستگاه به مخزن می‌باشد، استفاده گردید. روابط و معادلات مورد استفاده در محاسبه دمای آب به شرح روابط (۲) تا (۷) ارائه شده‌است.

منظور شده است. مبنای روز صفر در این تحقیق ساعت ۱۲:۰۰ نیمه شب ۱۱ دی ۱۳۸۲ (اول ژانویه ۲۰۰۴) است. جهت ایجاد فایل هندسه مخزن در مدل CE-QUAL-W2 از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ موجود استفاده شده است. در این محاسبات طول مخزن به ۲۶ قسمت با طول‌های ۱۰۰ تا ۶۵۰ متری و عمق مخزن به ۲۳ لایه ۲ تا ۴ متری تقسیم شده است. کوچک‌تر شدن طول این قطعات باعث بالا رفتن دقت مدل و از طرفی

$$Q > 3.5m^3 \cdot sec^{-1} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$Q \leq 3.5m^3 \cdot sec^{-1}$$

شکل (۲) دبی جریان ورودی و خروجی از مخزن و شکل (۳) میانگین دبی سالانه ورودی به مخزن سد میمه را نشان می‌دهد. شکل (۴) مقادیر TDS جریان ورودی که از رابطه بالا به دست آمده را نشان می‌دهد. با توجه به میانگین درازمدت آب‌دهی این رودخانه در محل ایستگاه دهلران معادل ۵/۱ مترمکعب بر ثانیه مطابق این شکل سال اول مدل‌سازی سال تر، سال دوم،

جدول ۱- تجزیه واریانس برای چهار جاذب زیستی از نظر میزان نیترات خروجی از جاذب‌ها

Table 1. Variance analysis of four biosorbents in terms of the amount of nitrate output from the adsorbents

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۰/۸۴۴**	۳	تیمارها
۰/۱۲۹	۸	خطا

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

$$\rho C_p V \frac{dT}{dt} = O_1 \rho C_p T_1(t) - O_2 \rho C_p T_2(t) + A J \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$J = J_{\text{net}} + J_{\text{atm}} - (J_{\text{evap}} + J_{\text{cond}} + J_{\text{refl}}) \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$J = \underbrace{J_{\text{netSolar}}}_{\text{NetSolar}} + \underbrace{\sigma(T_{\text{air}} + 273)^4 (A + 0.031 \sqrt{e_{\text{air}}}) (1 - R_L)}_{\text{Atmospheric Longwave}} \quad (\text{رابطه ۴})$$

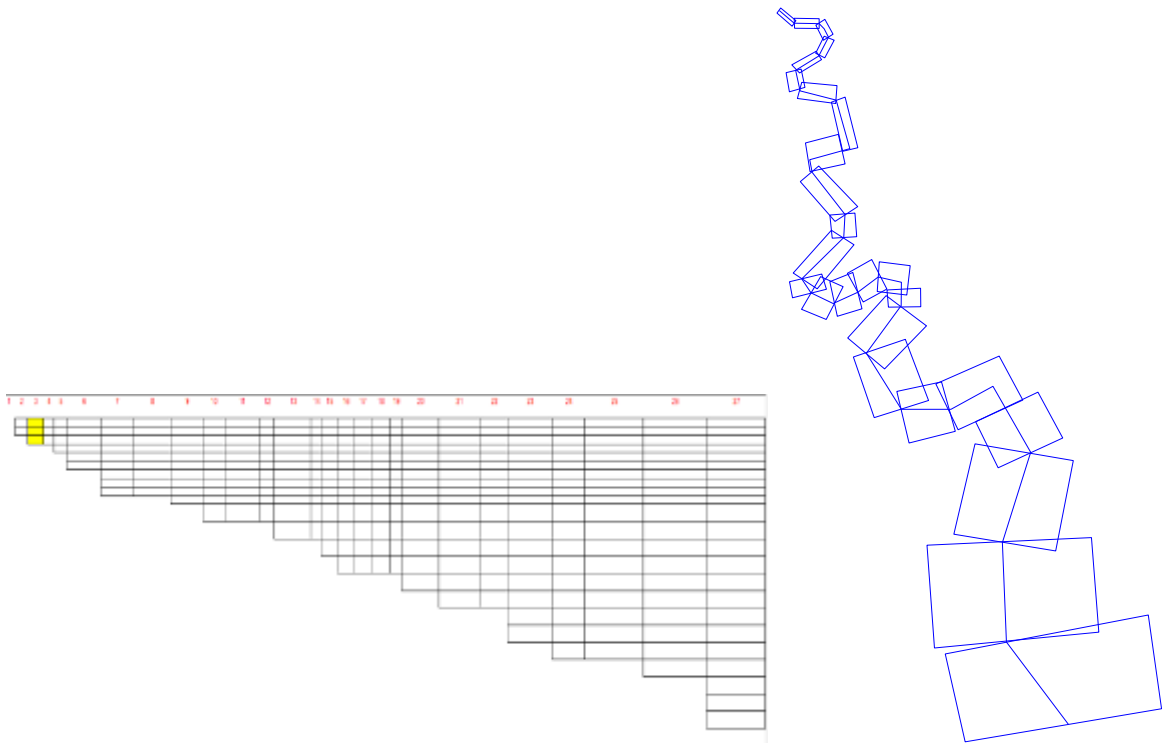
$$e_{\text{sat}}(i) = 4.596 \times \exp(-T_{\text{air}}(i) * 17.27 / (T_{\text{air}}(i) + 273.14)) \quad (\text{رابطه ۵})$$

$$e_{\text{rel}}(i) = 4.596 \times \exp(-T_{\text{air}}(i) * 17.27 / (T_{\text{air}}(i) + 273.14)) \quad (\text{رابطه ۶})$$

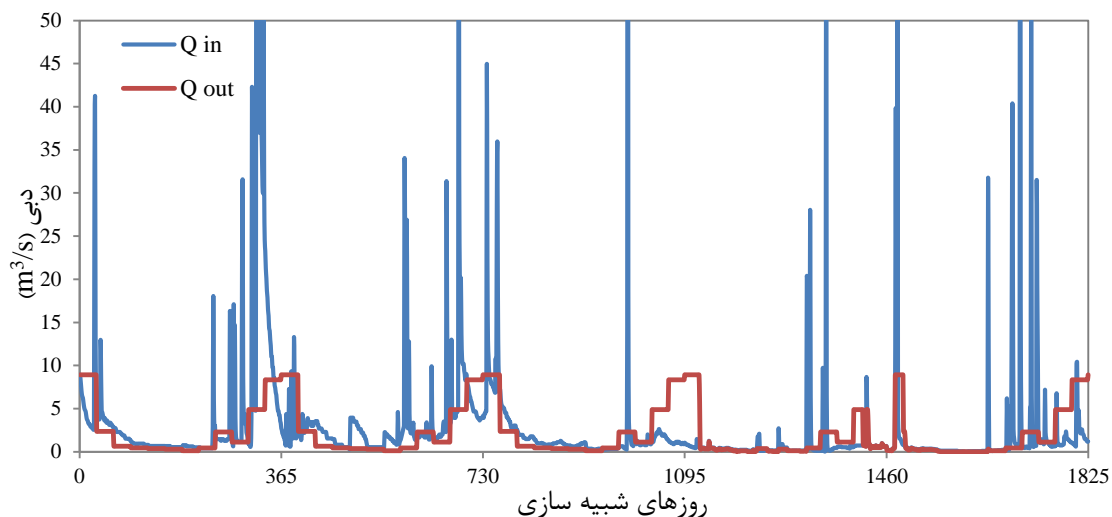
$$e_{\text{act}}(i) = 4.596 \times \exp(-T_{\text{air}}(i) * 17.27 / (T_{\text{air}}(i) + 273.14)) \quad (\text{رابطه ۷})$$

ثابت بازگشت نور، ضریب استفان-بولتزمن و ضریب انتشار نور از سطح آزاد آب است (۱۱). مقادیر دمای هوا روزانه در شکل (۵) نشان داده شده است. شایان ذکر است در استفاده از فرمول‌های فوق فرض پایدار بودن (Steady State) برای رابطه (۲) در نظر گرفته شده است و سپس بر مبنای داده‌های هواشناسی (دمای هوا و نقطه شبنم) در دسترس، به روش حدس و خطا مقدار دمای مخزن برای هر رکورد اطلاعاتی محاسبه گردیده است. جزییات نحوه محاسبه در مرجع (۱۱) آمده است.

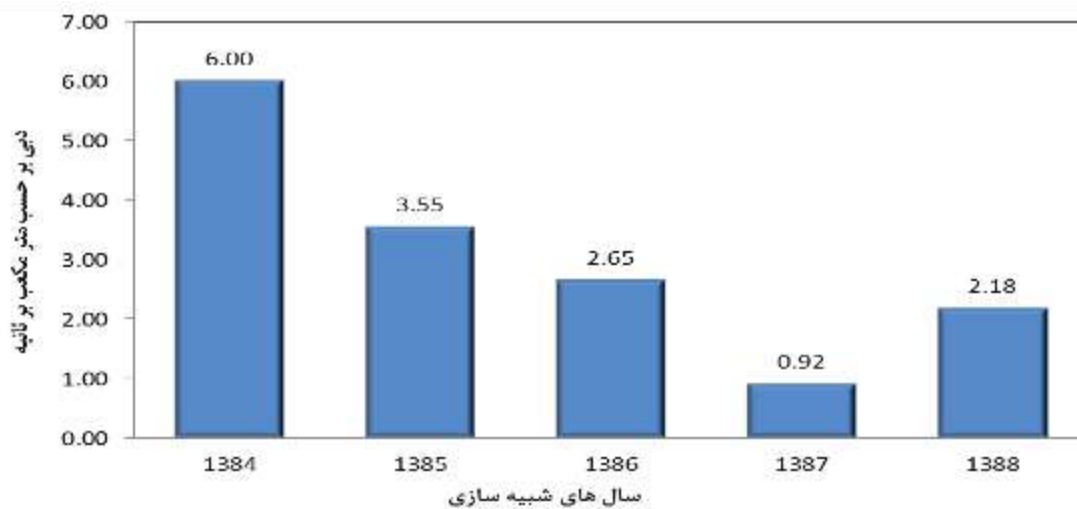
در روابط فوق Q_{in} و Q_{out} به ترتیب دبی ورودی و خروجی، p ، J و A_s ، T_{in} ، C_p به ترتیب چگالی آب، ظرفیت گرمایی ویژه آب، دمای آب ورودی، سطح مقطع جریان و شارژ گرمای ورودی به سیستم است. شار گرمای ورودی به سیستم حاصل شار گرمایی تابش خالص خورشید، امواج با طول بلند اتمسفر، امواج با طول بلند از آب، همرفت و تبخیر می‌باشد. U_w ، e_{air} ، T_{air} و T_s و e_s به ترتیب دمای هوا، فشار بخار هوا، سرعت وزش باد، فشار بخار اشباع و دما در سطح آب است. R_L ، σ و ε ضرایب



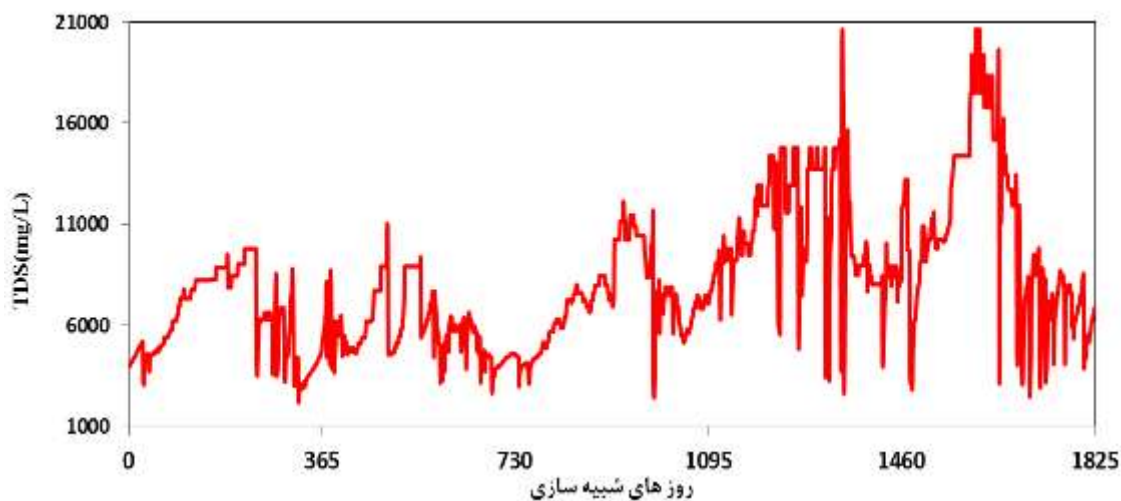
شکل ۱- پلان قطعه بندی و پروفیل لایه بندی مخزن میمه
Figure 2. Segmentation plan and layers profile of Meymeh reservoir



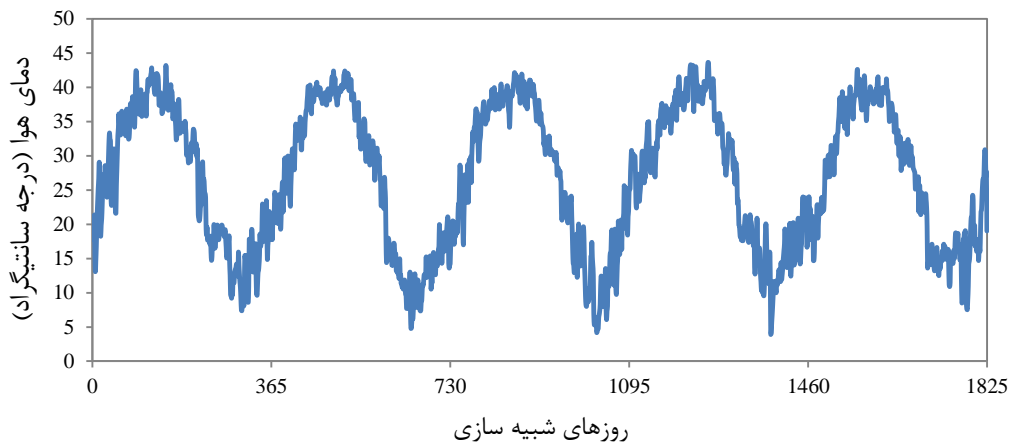
شکل ۲- دبی ورودی و خروجی روزانه مخزن سد میمه
Figure 3. Daily inflow and outflow of Meymeh dam



شکل ۳- میانگین دبی سالانه ورودی به مخزن سد میمه در دوره شبیه سازی
Figure 4. Average annual inflow of Meymeh dam during simulation period



شکل ۴- غلظت جامدات محلول ورودی به سد میمه (mg/L)
Figure 5. TDS concentration of inflow of Meymeh dam (mg/L)



شکل ۵ - دمای هوای روزانه

Figure 5. Daily air temperature

انجام گرفت. شایان ذکر است ضریب پوشش باد، شاخصی از شرایط جغرافیایی و توپوگرافی منطقه و موثر بر سرعت باد است. هر چه این ضریب عدد بزرگتری باشد، تاثیر موانع در کاهش سرعت باد کم تر می شود (۱۲). هم چنین ضرایب ویسکوزیته ادی و ضریب پخش ادی عمدتاً عمل پخش ناشی از مومنوم جریان را لحاظ می نمایند (۱۳).

-تحلیل حساسیت پارامترهای ورودی

جهت بررسی میزان تاثیر هر یک از پارامترهای ورودی به مدل بر میزان TDS خروجی از مخزن از تحلیل حساسیت استفاده گردیده است. برای این منظور پس از ساخت مدل با داده های ورودی واقعی و محاسبه مقادیر TDS خروجی، با ثابت نگه داشتن تمامی پارامترها و تغییر (افزایش و کاهش) ۲۰ درصدی یک پارامتر و محاسبه تغییرات TDS خروجی، میزان تاثیر آن پارامتر بررسی می گردد. جدول (۲) حالت های مختلف تحلیل حساسیت در این تحقیق را نشان می دهد.

- شبیه سازی کیفی مخزن

بر اساس اطلاعات جمع آوری شده، مدل شبیه سازی کیفی مخزن با استفاده از نرم افزار CE-QUAL-W2 به منظور بررسی پارامتر کیفی TDS تهیه گردید. مهم ترین مفروضاتی که در انجام مدل سازی استفاده شده است، به شرح ذیل می باشد.

۱. مدل سازی با فرض مقدار غلظت TDS اولیه ۶۹۰۰ میلی-گرم بر لیتر انجام گرفته است. جهت منطقی شدن ارزیابی نتایج غلظت TDS در پایان دوره شبیه سازی ۲ ساله، پس از یک بار اجرای مدل، به عنوان شرایط اولیه برای مدل شبیه سازی مخزن میمه در طول ۵ سال تعریف گردید.
۲. مدل سازی با فرض دمای اولیه ۲۵ درجه سانتی گراد برای کل مخزن انجام گرفته است.
۳. شروع دوره مدل سازی از روز اول فروردین سال ۱۳۸۴ منظور شده است.
۴. نتایج TDS خروجی در قطعه ۲۷ که نزدیک ترین قطعه به سرریز می باشد و در لایه ۱۴ که محل دریچه می باشد مورد بررسی قرار گرفته است.

به منظور تعیین پارامترهای تاثیرگذار بر TDS مخزن به خصوص در محل دریچه، بر روی پارامترهای ارتفاع دریچه، TDS و دمای جریان ورودی، مقدار TDS اولیه مخزن، ضریب پوشش باد، ضریب ویسکوزیته ادی^۱ و ضریب پخش ادی^۲ تحلیل حساسیت

جدول ۲- حالت‌های مختلف تحلیل حساسیت

Table 2. Different scenarios of sensitivity analysis

حالت	شرح
۰	حالت پایه با تراز دریاچه ۲۹۶ متر و ($WSC=0/9$) و ($AX=DX=1$)
۱	افزایش تراز دریاچه به تراز ۳۰۰ متری
۲	کاهش تراز دریاچه به تراز ۲۹۲ متری
۳	کاهش ۲۰ درصدی TDS جریان ورودی
۴	افزایش ۲۰ درصدی TDS جریان ورودی
۵	کاهش ۲۰ درصدی دمای جریان ورودی
۶	افزایش ۲۰ درصدی دمای جریان ورودی
۷	کاهش ۲۰ درصدی TDS اولیه مخزن
۸	افزایش ۲۰ درصدی TDS اولیه مخزن
۹	$WSC=0/5$
۱۰	$AX=DX=0/1$

نتایج

پیش از ارایه نتایج حاصل از مدل‌سازی ذکر این نکته ضروری است به دلیل آن‌که سد میمه در زمان تحقیق حاضر در دست اجرا بوده و بنابراین آب‌گیری نشده است، امکان کالیبراسیون نتایج نیز وجود ندارد. لیکن از جنبه صحت‌سنجی نتایج نرم‌افزار CE-QUAL-W2 برای TDS مطالعات مشابه دیگری وجود دارد که با نتایج مشاهده‌ای واقعی مقایسه گردیده و نشان می‌دهد این نرم‌افزار با دقت قابل قبولی امکان پیش‌بینی TDS را در لایه‌های مختلف مخازن سدها دارا است. به عنوان نمونه، داده‌های در دسترس برای سد کرخه و مقایسه آن با مقادیر واقعی در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳- نتایج صحت‌سنجی مدل CE-QUAL-W2 برای TDS در سد کرخه در فاصله سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۵ (۱۲)*

Table 3. Validation results of CE-QUAL-W2 model for TDS of Karkheh dam during 2005-2006 (12)

عمق (متر)	میانگین TDS (mg/L)		میانگین خطا %
	مشاهده‌ای	CE-QualW2	
۰	۴۰۶	۴۳۰	۵/۷
۵	۴۳۳	۴۳۱	۰/۹
۱۰	۴۳۴	۴۳۳	۱/۰
۱۵	۴۷۱	۴۳۵	-۶/۵
۲۰	۴۵۹	۴۴۵	-۱/۵
۲۵	۴۶۳	۴۶۸	۹/۴
۳۰	۴۵۲	۴۹۰	۹/۵
۳۵	۴۷۵	۵۰۱	۶/۲
۴۰	۵۰۰	۵۱۴	۳/۴
۴۵	۵۰۶	۵۱۸	۲/۸
۵۰	۵۳۷	۵۱۴	-۳/۶
۵۵	۵۳۵	۵۰۵	-۳/۰
۶۰	۵۲۲	۴۹۲	-۴/۹

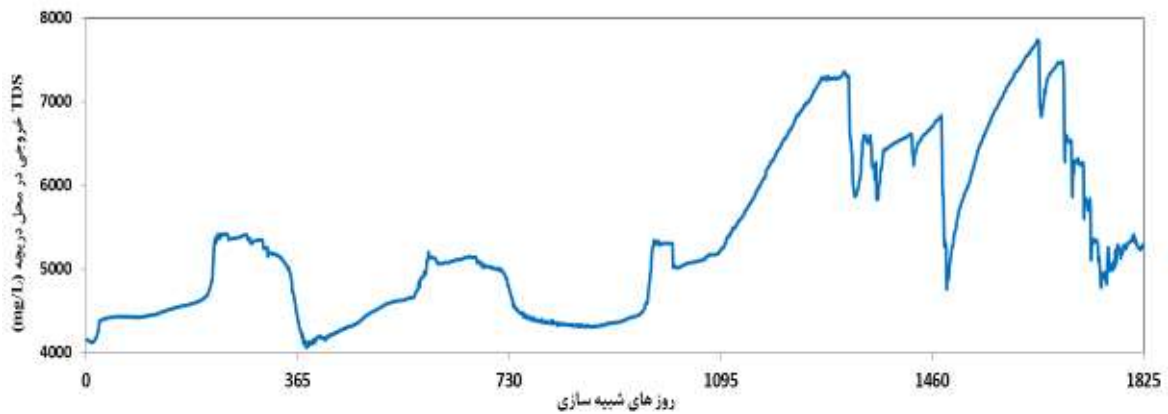
* (میانگین‌ها برای ۱۳ دوره اندازه‌گیری صورت گرفته است)

مشابهی در مدل استفاده گردیده است و انتظار می‌رود که نتایج با دقت قابل قبولی همراه باشد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد این مدل قادر است با خطای میانگین کمتر از ۱۰ درصد، مقدار TDS را در لایه‌های مختلف مخزن پیش‌بینی نماید. در تحقیق حاضر نیز از شرایط و ضرایب

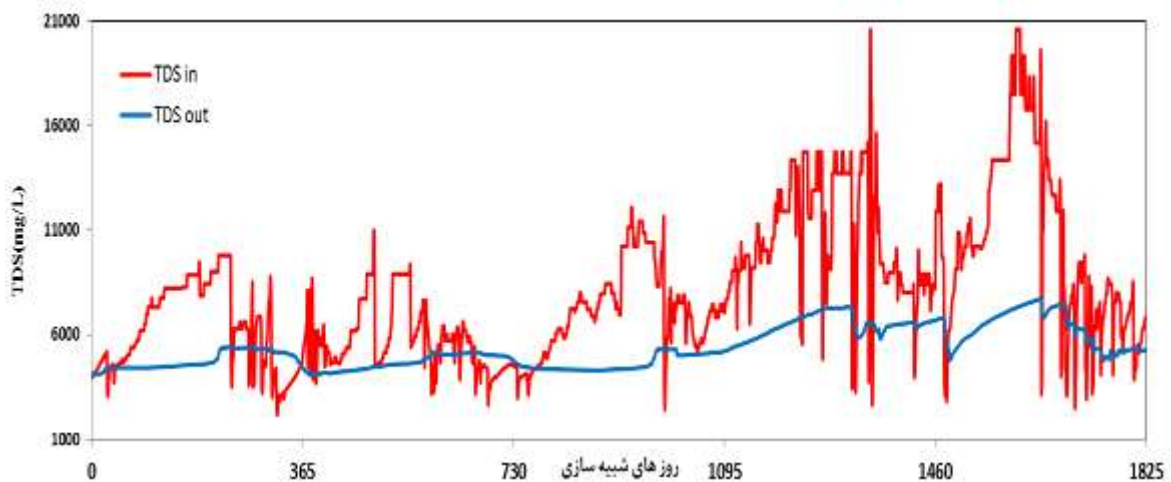
در بیش تر مواقع مقداری بسیار کم تر از TDS جریان ورودی دارد. نتایج نشان می دهد، میانگین TDS جریان ورودی و خروجی در سال های تر مقداری کم تر از مقدار مشابه در سال های خشک دارد. با بررسی دقیق تر داده ها مشاهده می شود در زمانی که دبی ورودی بیش تری نسبت به روزهای قبل وارد مخزن می شود، TDS خروجی از مخزن مقداری بیش از TDS ورودی مخزن دارد. به طور کلی اثر تعدیل کنندگی مخزن در TDS خروجی (نسبت به ورودی) را می توان در شکل (۷) و نیز در جدول (۴) ملاحظه نمود.

شکل (۶) مقادیر TDS خروجی محاسبه شده توسط نرم افزار CE-QUAL-W2 را در محل دریاچه نشان می دهد. مقدار TDS در تمامی دوره مدل سازی ۵ ساله، با مقدار حداقل ۴۰۰۰ و حداکثر ۷۷۳۳ میلی گرم بر لیتر، از حد مجاز تعیین شده توسط استانداردها برای استفاده کشاورزی فراتر رفته است. استاندارد فائو آب با TDS بیش از ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر را برای آبیاری نامناسب قلمداد نموده است. TDS خروجی در محل دریاچه در طول سال های چهارم و پنجم مدل سازی مقداری بیش تر نسبت به سال های ابتدایی داشته است. این افزایش با توجه به کاهش دبی ورودی و افزایش TDS جریان ورودی طبیعی به نظر می رسد. بررسی مقادیر TDS نشان می دهد، TDS جریان خروجی



شکل ۶- غلظت TDS آب خروجی از مخزن (mg/L)

Figure 6. Outflow TDS concentration of Meymeh dam (mg/L)



شکل ۷- غلظت TDS ورودی در مقایسه با TDS جریان محل دریاچه (mg/L)

Figure 7. Comparison of inflow TDS and outflow TDS form the gate (mg/L)

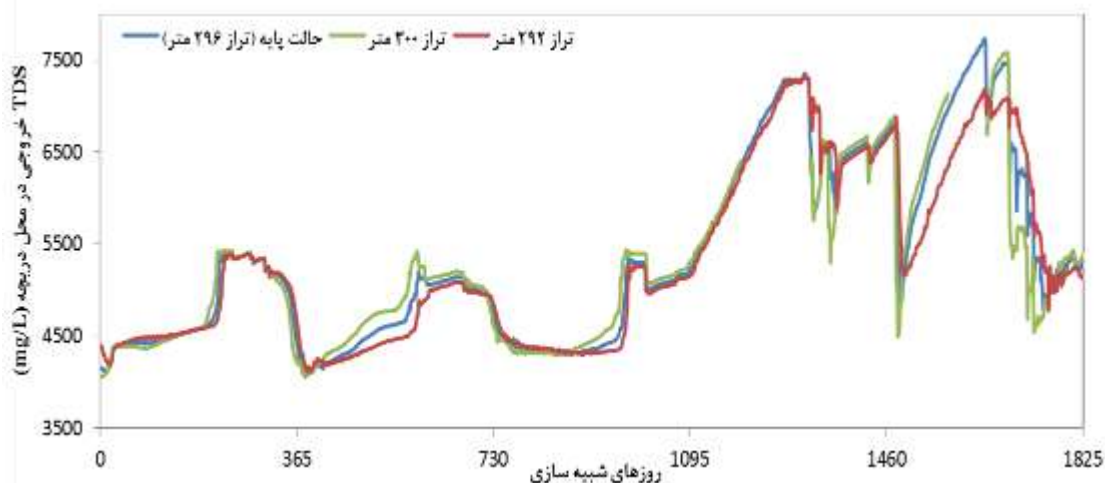
جدول ۴- مقادیر میانگین غلظت TDS ورودی و خروجی در مخزن میمه در سال‌های مختلف شبیه‌سازی دوره ۵ ساله
Table 4. Average values of the outlet/inlet TDS in Meymeh reservoir in several years of 5-year simulation period

سال	میانگین TDS جریان ورودی (mg/L)	میانگین TDS جریان خروجی (mg/L)	میانگین دبی سالانه (m ³ /S)	درصد مواقع افزایش TDS خروجی به ورودی
۱	۶۳۶۱	۴۷۷۲	۶/۰۰	۲۳/۰
۲	۵۸۲۱	۴۶۷۴	۳/۵۵	۲۵/۵
۳	۷۱۷۳	۴۶۴۹	۲/۶۵	۱۱/۵
۴	۱۰۵۶۰	۶۴۵۰	۰/۹۲	۴/۷
۵	۱۰۴۱۳	۶۲۹۰	۲/۱۸	۱۰/۴

تحلیل حساسیت پارامترهای ورودی

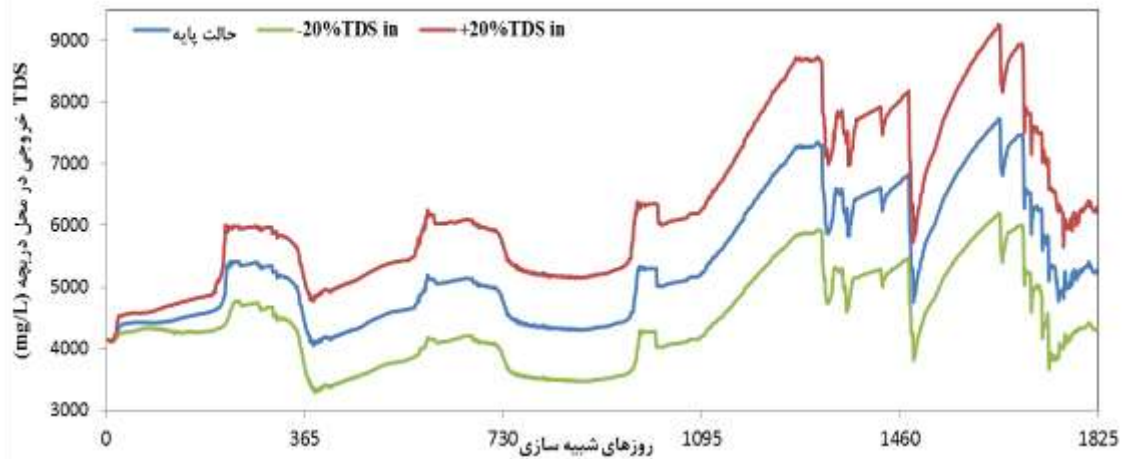
با توجه به کیفیت نامطلوب آب خروجی از مخزن به منظور بررسی و ارائه راه‌کار مناسب، تحلیل حساسیت پارامترهای اصلی ورودی بر روی TDS جریان خروجی انجام شده تا تاثیر هر یک از آنها مشخص گردد. تغییر ۴ متری ارتفاع دریچه مخزن از تراز ۲۹۶ متری سرریز به ترازهای ۳۰۰ متری و ۲۹۲ متری نشان داد که مخزن میمه حساسیت چندانی به ارتفاع دریچه نداشته و تغییر ارتفاع دریچه در بیش‌تر فصول نتوانسته مقدار TDS خروجی را تغییر دهد. شکل (۸) میزان تغییرات TDS محل دریچه در اثر تغییرات ارتفاع دریچه را برای مدت ۵ ساله نشان می‌دهد.

بررسی تاثیر TDS جریان ورودی نشان داد با افزایش و کاهش ۲۰ درصدی مقادیر TDS جریان ورودی، مقادیر TDS خروجی به جز سال اول که بیش‌تر تحت تاثیر TDS اولیه مخزن است، بین ۱۷ تا ۲۰ درصد تغییر می‌کند. پروفیل قطعه ۲۷ نشان می‌دهد TDS جریان ورودی بر لایه‌های بالایی مخزن تاثیر زیادی دارد و در بیش‌تر فصول لایه‌های زیرین هم‌چنان مقدار TDS اولیه مخزن را حفظ کرده‌اند. شکل (۹) تاثیر تغییر TDS جریان ورودی را در همه فصول و سال‌ها نشان می‌دهد.



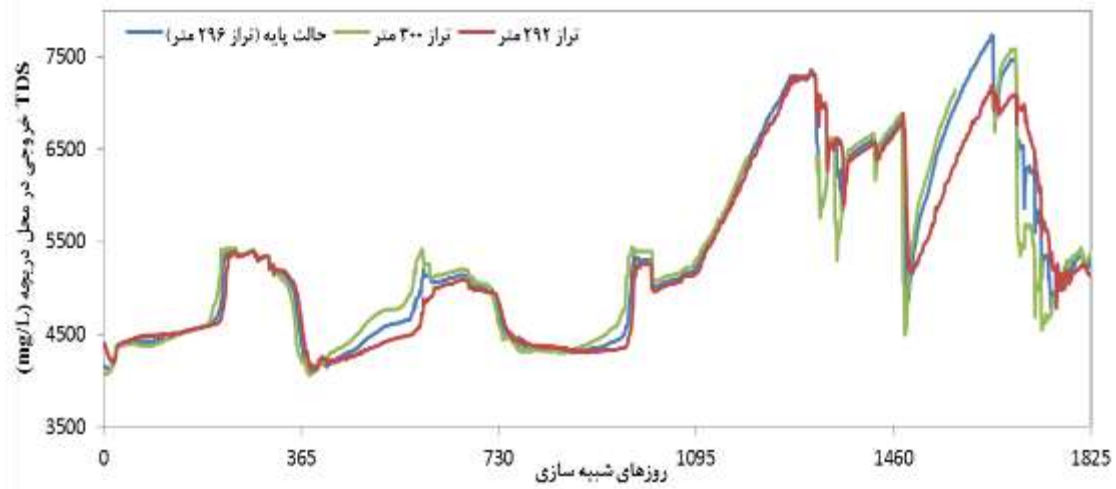
شکل ۸- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات تراز دریچه خروجی

Figure 8. Changes in outflow TDS affected by the outlet gate level changes



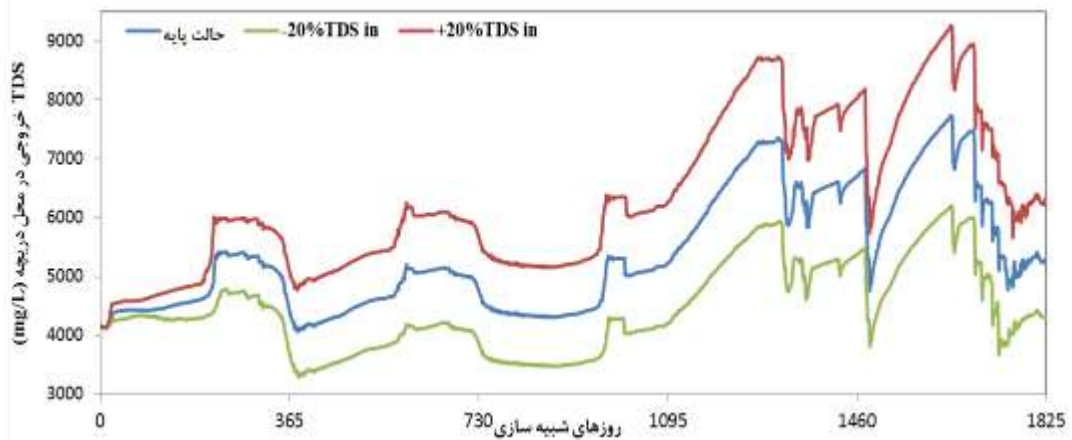
شکل ۹- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات TDS جریان ورودی

Figure 10. Changes in outflow TDS affected by the inflow TDS changes



شکل ۸- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات تراز دریچه خروجی

Figure 8. Changes in outflow TDS affected by the outlet gate level changes

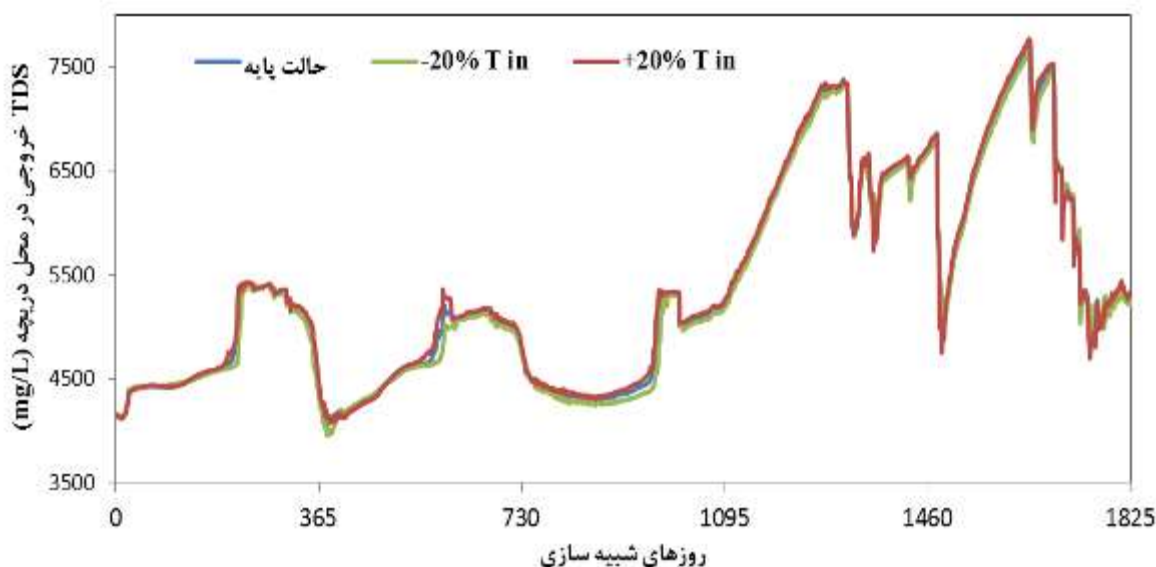


شکل ۹- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات TDS جریان ورودی

Figure 9. Changes in outflow TDS affected by the inflow TDS changes

۱۰). تغییر دمای جریان در بیشترین حالت توانسته است تا ۱/۵ درصد TDS محل دریچه را تغییر دهد.

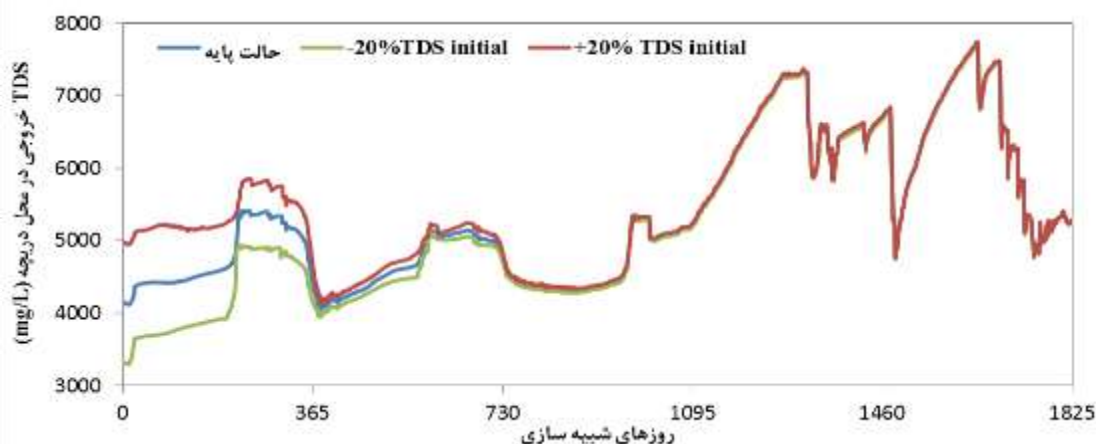
همچنین کاهش دما باعث کاهش ناچیز TDS خروجی و افزایش دما باعث افزایش ناچیز TDS در محل دریچه می‌شود (شکل



شکل ۱۰- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات دمای جریان ورودی
Figure 10. Changes in outflow TDS affected by the inflow water temperature changes

۲۷ تاثیر این تغییر در لایه‌های فوقانی بیش از لایه‌های زیرین می‌باشد. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که لایه‌های زیرین کمتر از لایه‌های بالایی از تغییرات سایر عوامل تاثیر پذیرفته و تغییر چندانی ندارند.

نتایج تحلیل حساسیت تغییر غلظت اولیه TDS در مخزن نشان می‌دهد، تغییرات TDS اولیه مخزن بر مقادیر TDS قطعه ۲۷ در سال اول بیشترین تاثیر را نسبت به سال‌های دیگر داشته است (شکل ۱۱). با گذشت زمان این تاثیر کمتر شده و در سال‌های پایانی ناچیز می‌باشد. هم‌چنین با توجه به پروفیل قطعه



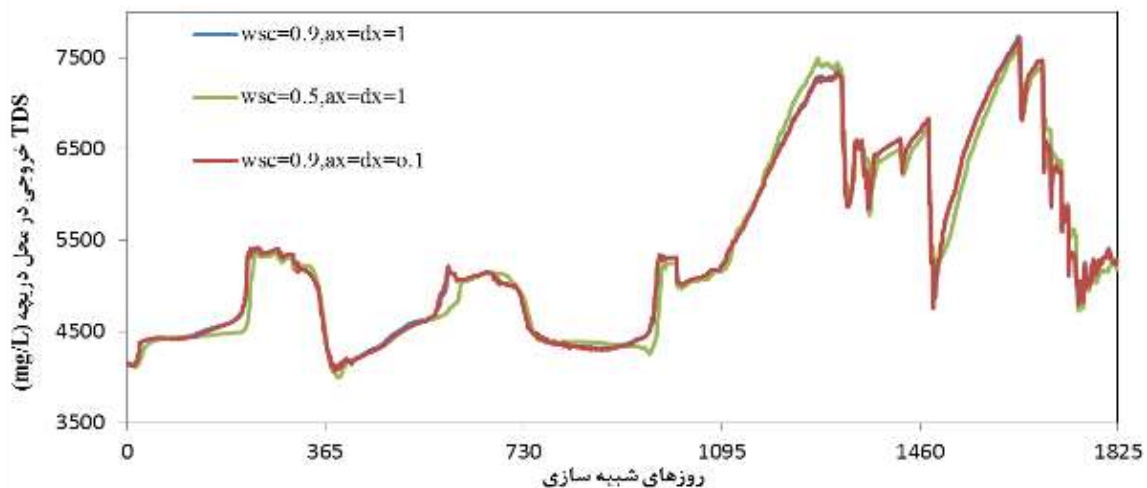
شکل ۱۱- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات TDS اولیه مخزن
Figure 11. changes in outflow TDS affected by the changes in the initial TDS of the reservoir

درصدی TDS در محل دریچه شده است. نتایج نشان می‌دهد تاثیر شرایط توپوگرافی منطقه اطراف بر پوشش باد مخزن و در واقع سرعت باد نیز می‌تواند باعث تغییر TDS آب خروجی از

تغییر ضریب پوشش باد از مقدار ۰/۹ به ۰/۵ تغییر بسیار کمی در TDS قطعه ۲۷ ایجاد کرده است. تغییر این ضریب در بیشترین حالت ممکن در شهریور ۱۳۸۸، باعث تغییر ۴/۶

مخزن گردد. هم‌چنین نتایج تحلیل حساسیت پارامترهای ضریب ویسکوزیته ادی (AX) و ضریب پخش ادی (DX) در شکل (۱۲) نشان داده شده است. TDS مخزن در هیچ یک از لایه‌ها و در تمام مدت مدل‌سازی واکنشی به تغییر این ضرایب نشان نداده است. حساس نبودن مخزن به این ضریب نشان از عدم پخش TDS مخزن ناشی از مومنوم جریان دارد. در رابطه با تاثیر تغییر ضرایب پوشش باد، ویسکوزیته ادی و پخش ادی در مطالعات گذشته بررسی‌هایی صورت گرفته که لزوماً در مورد TDS نبوده است. مطالعات مخزن‌سازین نشان داده است که ضریب WSC یکی از پارامترهای موثر در دمای آب می باشد به طوری که با افزایش و یا کاهش مقدار آن ضریب به میزان ۰/۲ دمای سطح آب در دو لایه به میزان یک درجه به صورت معکوس تغییر می‌کند. هم‌چنین تغییر ضرایب AX و DX از ۱ تا ۱۰، حساسیت کم سرعت جریان برای پارامترهای ضریب پخش در راستای افقی را نشان می‌دهد (۱۳ و ۱۴). از طرفی، مطالعات سد کرخه و آنالیز حساسیت دما و اکسیژن محلول مخزن به ضریب پوشش باد نشان داد که با افزایش ضریب پوشش باد، دما در سطح کاهش می‌یابد (۱۲). هم‌چنین مطالعات مخزن هنری‌گ نشان داد تغییر ۲۰ درصدی WSC باعث تغییر

دمای مخزن به مقدار ۲ درجه سانتی‌گراد به صورت مستقیم شده است (۶). مطالعات مخزن دی‌چانگ نیز با تغییر ۲۰ و ۵۰ درصدی مقادیر AX و DX و WSC نشان‌دهنده تاثیر چشم‌گیر ضریب WSC بر دمای مخزن و بی تاثیر بودن ضرایب AX و DX بر دما می‌باشد (۷). در تمامی مطالعات یاد شده، بین ضرایب مورد بررسی، عمده‌ترین تاثیر بر دمای مخزن مربوط به ضریب WSC بوده است. بنابراین انتظار می‌رود تغییر این ضریب در مطالعات حاضر چنین اثری را در قالب تغییر دانسیته آب که متاثر از TDS و دما می‌باشد، نشان دهد. از آنجایی‌که در محدوده غلظت نمک موجود در آب سد میمه، تاثیر دما بر دانسیته بیشتر از TDS است، انتظار می‌رود که تغییر در ترتیب قرارگیری لایه‌های دارای TDS متفاوت چندان چشم‌گیر نباشد. بر اساس یافته‌های شکل (۱۳) و نیز جدول (۵) این تغییر ناچیز را می‌توان مشاهده نمود. هم‌چنین تاثیر ضعیف‌تر تغییر دو ضریب دیگر، یعنی dx و ax بر TDS، نیز قابل تشخیص است که هم‌سو با تاثیر ضعیف آن‌ها بر تغییرات دما در مطالعات گذشته نیز می‌باشد.



شکل ۱۲- تغییرات غلظت مواد جامد محلول خروجی در اثر تغییرات ضرایب (WSC) و (AX,DX)

Figure 12. Changes in outflow TDS affected by the changes in WSC, AX, and DX coefficients

هم‌چنین شکل (۱۳) پروفیل قطعه ۲۷ به‌دست آمده از مدل CE-QUAL-W2 و در حالت‌های مختلف تعریف شده در

جدول (۵) درصد تغییرات TDS محل دریاچه در فصول مختلف و با توجه به تغییرات پارامترها و ضرایب مختلف را نشان می‌دهد.

مدل‌سازی، تاثیر چندانی بر لایه‌های زیرین مخزن نداشته و TDS این لایه‌ها تنها با تغییرات پارامتر TDS اولیه مخزن رابطه کمی داشته است. در سال چهارم و پنجم مدل‌سازی که میزان دبی ورودی و ارتفاع آب کاهش یافته است، افزایش TDS جریان ورودی نیز باعث افزایش TDS لایه‌های زیرین شده است. لایه‌های میانی نیز مانند لایه‌های بالایی از تغییر TDS جریان ورودی تاثیر می‌پذیرد.

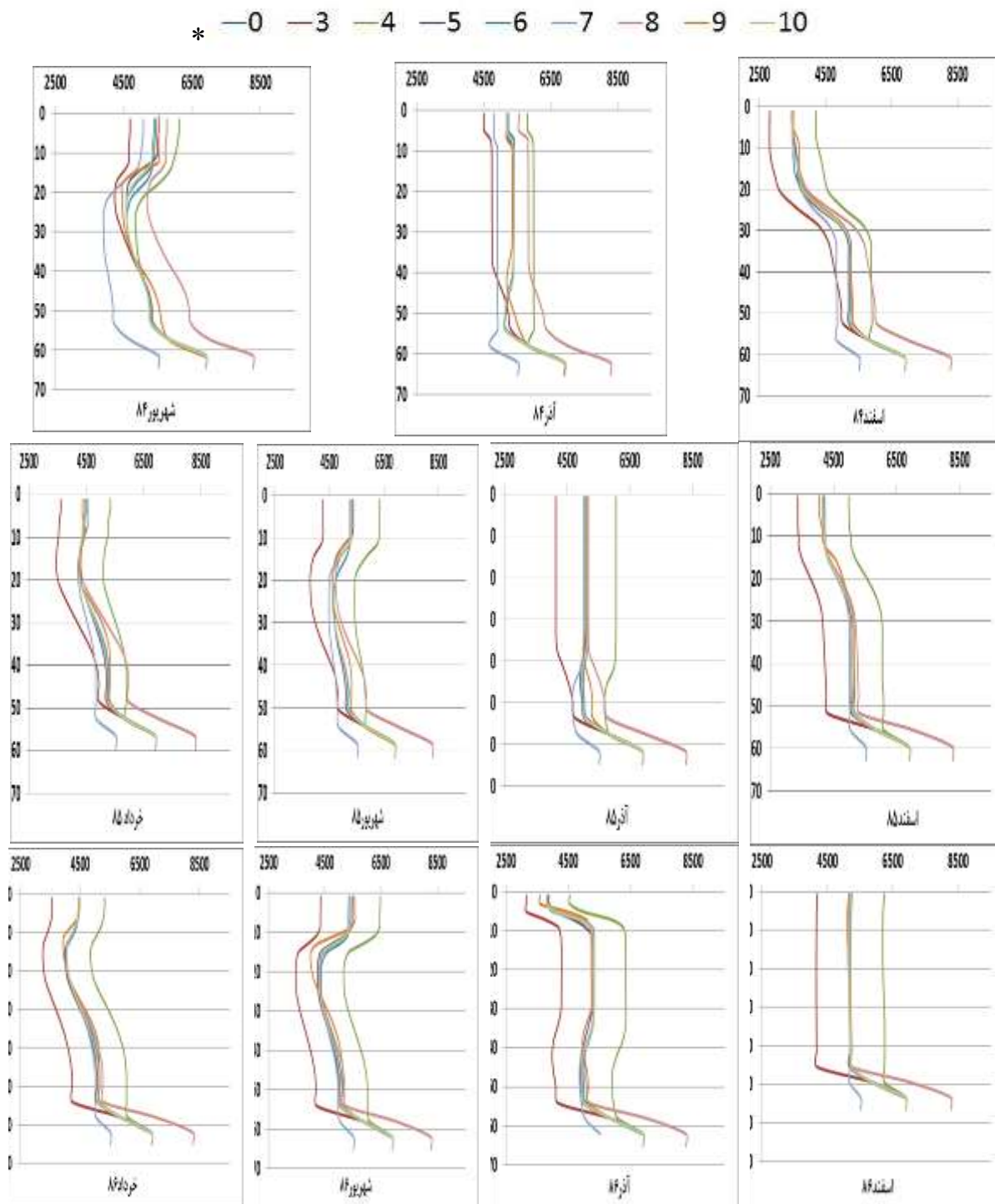
جدول (۲)، به منظور تعیین پارامترهای اثرگذار بر TDS را نشان می‌دهد. در این شکل محور افقی مقادیر TDS بر حسب میلی-گرم بر لیتر و محور افقی ارتفاع بر حسب متر را نشان می‌دهد. نتایج بیان می‌کند که لایه‌های بالایی مخزن در تمام فصول از تغییرات TDS جریان ورودی (حالت ۳ و ۴) تاثیر می‌پذیرد. در سال اول مدل‌سازی علاوه بر TDS جریان ورودی، TDS اولیه مخزن نیز باعث ایجاد تغییر در مقدار TDS این قطعه شده است. تغییرات جریان ورودی و سایر پارامترها در سال‌های اول تا سوم

جدول ۵- درصد تغییر TDS خروجی در محل دریچه در حالت‌های مختلف تحلیل حساسیت نسبت به حالت پایه

Table 5. The outlet TDS change in percent at the outlet gate in several scenarios compared with basic scenario

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	حالت *	
										ماه	سال
-۰/۱	-۲/۴	۱۳/۶	-۱۴/۶	۰/۳	۰/۲	۱۳/۸	-۶/۶	۰/۶	۰/۴	شهریور	۱۳۸۴
-۰/۱	-۰/۹	۸/۰	-۹/۲	۰/۱	-۰/۱	۱۰/۸	-۱۲/۲	-۰/۱	۰	آذر	
-۰/۳	۱/۴	۵/۴	-۵/۶	۱/۱	-۱/۵	۱۵/۶	-۱۶/۶	۱۳/۹	-۱۱/۳	اسفند	
-۰/۳	-۰/۴	۲/۲	-۱/۹	-۰/۵	۰/۴	۱۸/۴	-۱۸/۱	۴/۵	-۰/۹	خرداد	۱۳۸۵
-۰/۴	-۰/۱	۲/۶	-۳/۰	۰/۱	-۰/۱	۱۷/۵	-۱۷/۸	۰/۱	۰	شهریور	
۰/۱	-۰/۵	۱/۴	-۱/۴	۰/۹	-۰/۱	۱۸/۹	-۱۸/۷	۰	۰	آذر	
-۰/۱	۰/۸	۱/۵	-۱/۳	۰/۸	-۰/۸	۱۸/۹	-۱۸/۷	۳/۲	-۵/۱	اسفند	۱۳۸۶
-۰/۱	۱/۳	۰/۸	-۰/۶	۰/۵	-۱/۵	-۱۹/۵	-۱۹/۳	۵/۲	-۴/۵	خرداد	
-۰/۴	۰/۱	۰/۷	۰/۵	۰/۸	-۱/۵	۱۹/۸	-۱۹/۵	۲/۷	-۰/۸	شهریور	
۰/۱	-۱/۱	۰/۵	-۰/۳	۰/۵	-۰/۱	۱۹/۶	-۱۹/۴	۰	۰/۱	آذر	۱۳۸۷
۰	-۰/۲	۰/۵	-۰/۳	۰/۷	-۰/۶	۱۹/۸	-۱۹/۶	۰	۰	اسفند	
-۰/۲	۱/۱	۰/۴	-۰/۳	۰/۴	-۰/۷	۱۹/۶	-۱۹/۶	-۲/۲	۰	خرداد	
-۰/۴	۲/۵	۰/۳	-۰/۲	۰/۷	-۰/۷	۱۹/۸	-۱۹/۷	-۱/۳	-	شهریور	۱۳۸۸
-۰/۴	۲/۷	۰/۲	-۰/۲	۱/۰	-۰/۴	۲۰/۵	-۲۰/۲	۵/۰	-۰/۴	آذر	
۰	-۱/۷	۰/۳	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۱۹/۸	-۱۹/۹	۰	۰	اسفند	
۰	-۴/۲	۰/۲	-۰/۲	۰/۳	-۱/۱	۱۹/۹	-۱۹/۹	۰/۵	۰/۲	خرداد	۱۳۸۸
-۰/۳	-۱/۰	۰/۲	-۰/۲	۰/۵	-۱/۰	۱۹/۸	-۱۹/۸	۰	-	شهریور	
۰	۰/۸	۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۱	۱۹/۸	-۱۹/۷	۱۵/۰	-۱۳/۸	آذر	
-۰/۳	-۴/۶	۰/۱	۰/۱	۰/۵	-۰/۱	۱۸/۶۵	-۱۸/۴	۱/۵	-۱/۹	اسفند	

* حالت‌های ۱ تا ۱۰ در جدول (۲) توضیح داده شده است.



شکل ۱۳- پروفیل TDS قطعه ۲۷ از سال ۸۴ تا ۸۶

Figure 14. TDS profile of segment 27, during 2005 to 2007

(* حالت‌های ۱ تا ۱۰ در جدول (۲) توضیح داده شده است)

نتیجه گیری

میزان TDS آب خروجی از دریچه پس از آب‌گیری سد بررسی و تحلیل حساسیت گردد. نتایج حاصل از مدل نشان داد در تمامی دوره مدل‌سازی، مقدار TDS خروجی از دریچه بیش از ۴۰۰۰

در این تحقیق سعی شد تا با استفاده از داده‌های کیفی و هواشناسی موجود برای سد در حال احداث میمه در استان ایلام و با به‌کارگیری نرم‌افزار مدل‌سازی کیفی CE-QUAL-W2،

5. Dougherty, M. and Ellis, B. 2002. CE-QUAL-W2 sensitivity evaluation for Occoquan reservoir.
6. Sullivan, A. B., and Rounds, S. A. 2005. Modeling hydrodynamics, temperature, and water quality in Henry Hagg Lake, Scientific Investigations Report, Oregon.
7. Chung, S.W. and Oh, J.K., 2006. Calibration of CE-QUAL-W2 for a monomictic reservoir in a monsoon climate area, Water Science & Technology Vol 54, 11: 29-37.
8. Mahab Ghods Company, 2013, Reports of Water and Soil Quality Studies in Meymah River Basin, Ilam Regional Water Company (In Persian).
9. Cole, T. M., and Wells, S. A., 2006. A two-dimensional, laterally averaged, hydrodynamic and water quality model, Version 3.5, U.S. Army Corps of Engineers Washington.
10. Farazab Co., 2011, Landscape Design of Meymeh Dam, Ilam Regional Water Company (In Persian).
11. Chapra, S. C., 1997, Surface water quality modeling, McGraw Hill.
12. Afshar. A, and Saadatpour. M., 2009, Nutrition of Dam Reservoirs: Two-Dimensional Modeling of Karkheh Reservoir, Journal of Water and Wastewater, No. 3 (In Persian).
13. Mahab Ghods Company, 2009, Environmental Impact Assessment Studies of Sazaben Dam and Power Plant Design, Iran Water and Power Resources Development Company (In Persian).
14. Mahab Ghods Co., 2012, Two-dimensional modeling report of Shariar reservoir water quality. Second stage studies of shoreline reservoir design and quality of the Shahriar Dam reservoir, East Azarbaijan Regional Water Company (In Persian).

میلی گرم بر لیتر بوده است که این مقدار بسیار بیش تر از مقدار توصیه شده برای استانداردهای آب کشاورزی می باشد. نتایج تحلیل حساسیت بر روی ارتفاع دریچه، مقدار TDS جریان ورودی، دمای جریان ورودی، TDS اولیه مخزن، ضریب پوشش باد، ضریب ویسکوزیته ادی و ضریب پخش ادی گویای تاثیر بیش تر TDS جریان ورودی نسبت به سایر متغیرها می باشد، به نحوی که تغییر ۲۰ درصدی TDS جریان ورودی باعث تغییر ۱۸ تا ۲۰ درصدی TDS جریان خروجی شده است. با توجه به وابستگی مقدار TDS جریان ورودی به دبی ورودی به مخزن، مقدار TDS خروجی از مخزن نیز به دبی ورودی وابسته می گردد. بنابراین در تصمیم های مدیریتی باید به میزان دبی و کیفیت آب ورودی توجه کافی داشته و در جهت کنترل کیفیت آب مخزن از این دو پارامتر استفاده نمود.

Reference

1. Mohammadi. B, Razdar, and Mohammaduli Samani. J, 2008, Investigation of Pasikhan River Water Quality Using CE-QUAL-W2 Model on Nitrate and Phosphate Parameters and Comparison of Simulation Results with WASP Software, Fourth National Congress of Civil Engineering, University of Tehran (In Persian).
2. Tai Kuo, J. Seng Lung, W. Ping Yang, C., Cheng Liu, W., Der Yang, M., and Shan Tang, T. 2006, Eutrophication modeling of reservoirs in Taiwan. Environmental Modeling and Software, 21:829-844.
3. Bahadur, R., Amstutz, D. E., and Samuels, W. B., 2013. Water contamination modeling-a review of the state of the science, Journal of Water Resource and Protection, 5: 142-155.
4. Zyfi, A., Grazhdani, S., and Ahmeti, A., 2014. Application of CE-QUAL-W2 model to water quality simulation in Prespa lakes, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 3, 5: 112-120.