

Technical Note

The Hydraulic Simulation of the Effects of Dikes Constructed for Reducing the Evaporation Area; Case study: Urmia Lake, Iran

R. Samadzadeh Fahim^{1*}, M. Zarghami²
and V. Nourani³

Abstract

In this paper, firstly, the 3D model of the Urmia Lake was obtained using SURFER software. Then the volume-area diagrams were drawn in different elevations. Afterwards, hydrological balance of Urmia Lake was simulated considering the evaporation volume, inflow surface volume, recharging groundwater volume, precipitation and other influencing parameters by using the System Dynamics. The main advantage of using System Dynamics was its ability to consider the feedbacks of elements within a system. The simulation was performed using VENSIM and after reviewing the results of the lake balance it could be seen that due to the particular situation of the basin, evaporation from the lake, is the most important factor in losing water from the basin. So the construction of dikes could have a significant impact on reducing the evaporation rate from the lake. In this context, various locations for constructing the proposed dikes were recommended. The effects of each dike on evaporation level and hydrological balance were examined in three location scenarios. The results indicated that by construction of dikes in the first scenario, the lake level rises to 1,274 masl (the Ecological Level) after 65 months. This level was achieved in the second scenario after 120 months. In the third scenario in 10 years the lake level did not exceed 1272 masl.

Keywords: Urmia Lake, 3D Model of the Lake, Dikes, Water Balance.

Received: February 14, 2016

Accepted: October 21, 2016

یادداشت فنی

شبیه‌سازی هیدرولیکی تأثیر احداث دایک‌ها در کاهش سطح تبخیر؛ مطالعه موردی: دریاچه ارومیه

رضا صمدزاده فهیم^{۱*}، مهدی زرغامی^۲ و وحید نورانی^۳

چکیده

در مقاله حاضر، مخزن دریاچه ارومیه به کمک نرم‌افزار SURFER به صورت سه‌بعدی مدل شده و نمودار حجم-سطح دریاچه در ترازهای مختلف محاسبه شده‌است. سپس با محاسبه تبخیر، دبی جریان‌های سطحی و زیرزمینی وارده به دریاچه، میزان بارش و سایر عوامل تأثیرگذار، بیلان هیدرولوژیکی دریاچه به روش پویایی سیستم‌ها مدل شده‌است. حسن استفاده از روش پویایی سیستم‌ها، توانایی لحاظ بازخوردها و اثرات برگشتی به صورت پویا است. برای انجام محاسبات مربوط به بیلان از نرم‌افزار VENSIM استفاده گردیده است. پس از بررسی نتایج بیلان دریاچه، مشاهده می‌شود که به سبب موقعیت خاص حوضه، مهمترین عامل خروج آب از دریاچه، تبخیر سطحی می‌باشد؛ بنابراین احداث دایک می‌تواند تأثیر بسزایی را در کاهش سطح تبخیر دریاچه ایفا نماید. در این راستا سه سناریو مکانی برای محل احداث دایک‌ها پیشنهاد شده‌است و تأثیر هر دایک در جهت کاهش سطح تبخیر و بیلان هیدرولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته‌است. نتایج حاکی از آن است که با احداث دایک در سناریوی اول، پس از ۶۵ ماه، تراز دریاچه به ۱۲۷۴ متر (تراز اکولوژیکی) می‌رسد که برای رسیدن به این تراز در سناریوی دوم، ۱۲۰ ماه نیاز است. در سناریوی سوم در مدت ۱۰ سال، تراز دریاچه از ۱۲۷۲ متر فراتر نمی‌رود.

کلمات کلیدی: دریاچه ارومیه، مدل سه‌بعدی، احداث دایک، بیلان آبی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۷/۳۰

1- Master of Science Graduate, Faculty of Civil Engineering, Tabriz University, Tabriz, Iran. Email: re_samadzadeh@yahoo.com

2- Professor, Faculty of Civil Engineering, Tabriz University, Tabriz, Iran.

3- Professor, Faculty of Civil Engineering, Tabriz University, Tabriz, Iran.

*- Corresponding Author

۱- کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز.

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز.

۳- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز.

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان پائیز ۱۳۹۷ امکانپذیر است.

۱- مقدمه

۳۷۷۵۱/۶۳ و A_t ، وسعت دریاچه بر حسب km^2 که تابعی از تراز آب دریاچه می‌باشد.

پنج ایستگاه باران‌سنجی طی دوره شاخص ۴۶ ساله به عنوان معرف بارندگی انتخاب شده‌اند. ضریب جریان سطحی مجموعه حوضه‌های آبریز آبراهه‌های واقع در حاشیه دریاچه با لحاظ شیب زمین‌شناسی شوره‌زار $c = 0.21$ تخمین گردیده است (Hassanzadeh et al. 2012). این ضریب جریان برای بارش‌های مازاد بر ۵ میلیمتر در نظر گرفته شده‌است:

$$R = 0.001 \times c \times \frac{|p-5|+(p-5)}{2} \times A_m \quad (2)$$

در رابطه (۲)، R رواناب سطحی ماهانه (MCM)، c ضریب جریان سطحی، p ارتفاع بارندگی (mm) می‌باشد. با توجه به محاسبات نهایی بیلان دریاچه، آب زیرزمینی ورودی به دریاچه ناچیز می‌باشد. در این مقاله، این مقدار، ۱٪ آب‌های سطحی لحاظ شده است.

به دلیل فقدان اندازه‌گیری مناسب تبخیر آب دریاچه و با توجه به داده‌های موجود، در این پژوهش از روش تشتک تبخیر استفاده شده است. تعداد ۵ ایستگاه تبخیر سنجی به عنوان معرف میزان تبخیر انتخاب شده‌است. برای تعیین ارتفاع تبخیر آب شور دریاچه، بایستی در مقادیر تبخیر از تشتک دو ضریب $K_s = 0.82$ (ضریب آب شور به شیرین) و $K_p = 0.925$ (ضریب تبخیر از سطح آزاد آب به تبخیر تشت) را اعمال نمود. البته در مجامع ملی به طور مرسوم ضریب تبخیر را حدود ۰/۶ در نظر می‌گیرند. در این پژوهش از دو ضریب K_s و K_p به عنوان ضرایب اولیه تبخیر استفاده شده است.

۳- بررسی نتایج

۳-۱- مدل‌سازی سه بعدی بستر دریاچه ارومیه

مخزن دریاچه با استفاده از مختصات توپوگرافی در نرم‌افزار SURFER به صورت سه بعدی مدل‌سازی شده است. داده‌های مورد نیاز جهت این کار، از شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی تهیه شده که با استفاده از دستگاه عمق‌سنج صوتی در اردیبهشت ۱۳۹۲ برداشت شده است. با توجه به توپوگرافی بستر، قسمت جنوبی دریاچه نسبت به قسمت شمالی آن، عمق کمتری دارد بنابراین پراکندگی آب در قسمت جنوبی بیشتر است.

۳-۲- شبیه‌سازی حوضه آبریز دریاچه ارومیه

با استفاده از نمودارهای حجم و سطح خروجی از مدل سه بعدی، بیلان حوضه آبریز دریاچه در نرم‌افزار VENSIM به کمک روش پویایی

دریاچه ارومیه به عنوان بزرگترین دریاچه کشور و با مساحت حوضه آبریز ۵۲۰۰۰ کیلومترمربع در حال خشک شدن کامل قرار دارد. به دلیل خشکسالی‌های اخیر و برداشت بیش از حد از منابع آب حوضه، تراز آب دریاچه به ۱۲۷۰/۳ متر رسیده است. این در حالی است که حداکثر تراز دریاچه در سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵، ۱۲۷۷/۹ متر بوده است (Urmia Lake Restoration Program, 2013). مطالعات انجام گرفته بیانگر این مطلب است که احداث سد‌ها در حدود ۲۵٪، تغییرات بارش بر سطح دریاچه حدود ۱۰٪ و اضافه برداشت از منابع آب سطحی ۶۵٪ در کاهش تراز آب دریاچه در سال‌های اخیر تأثیر داشته است (Hassanzadeh et al., 2012). کارگروه مدیریت پایدار منابع آب و کشاورزی در بسته مطالعاتی خود در رابطه با ارزیابی گزینه‌های مدیریت سطح دریاچه ارومیه، به بررسی میزان تأثیر گزینه‌های مطرح در مورد تفکیک دریاچه در شرایط مختلف هیدرولوژیکی پرداخته‌اند. برای این منظور برنامه‌ای در MATLAB توسعه داده و با استفاده از منطق TOPSIS، اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری کرده‌اند. با بررسی پژوهش‌های انجام شده نتیجه می‌شود که تاکنون درباره بررسی تأثیر دایک‌ها در دریاچه ارومیه با استفاده از روش پویایی سیستم‌ها بر مبنای نقشه سه‌بعدی بستر، تحقیقی گزارش نشده‌است. لذا به عنوان نوآوری این تحقیق با ارائه سناریوهای مختلف، می‌توان در جهت بررسی کاهش سطح تبخیر دریاچه گام جدیدی برداشت. لازم به ذکر است که ایده محققین در این پژوهش قطع جریان دریاچه و ایجاد دایک نیست؛ بلکه بررسی علمی این مسأله و ارزیابی شرایط پیش روی دریاچه در صورت احداث دایک می‌باشد.

۲- روش پژوهش

۲-۱- شبیه‌سازی بیلان هیدرولیکی دریاچه

سری آینده ۱۷ ایستگاه واقع در پایاب کلیه رودخانه‌های بزرگ منتهی به دریاچه ارومیه با مجموع سطح حوضه آبریز ۳۷۹۳۲ کیلومترمربع به عنوان کل آب ورودی به دریاچه در نظر گرفته شده است. جریان سطحی تولید شده در سطوح واقع بین حوضه آبریز آخرین ایستگاه‌های هیدرومتری و دریاچه، که از آن به عنوان حاشیه دریاچه نام می‌بریم، بایستی به عنوان بخشی از کل جریان‌های ورودی در محاسبات بیلان لحاظ گردد.

$$A_m = A_t - A_s - A_l \quad (1)$$

در عبارت فوق، A_m ، وسعت حوضه حاشیه دریاچه بر حسب km^2 و A_t ، وسعت کل حوضه دریاچه که برابر با 51876 km^2 می‌باشد. A_s ، وسعت مجموع حوضه آبریز ایستگاه‌های هیدرومتری که برابر با km^2

۳-۳- صحت‌سنجی نتایج

برای مقایسه تراز آب دریاچه حاصل از مدل (محاسباتی) و تراز آب اندازه‌گیری شده (مشاهداتی) می‌توان از برخی معیارهای آماری نظیر ضریب تعیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده کرد.

سیستم‌ها طی دوره شاخص ۴۶ ساله (۱۳۹۱-۱۳۴۶)، شبیه‌سازی شده است. پس از اعمال تأثیر پارامترهای بیلان هیدرولیکی دریاچه به مدل، نمودار تراز ارتفاعی در ماه‌های دوره شاخص ارائه گردیده است. نمودار بدست آمده از مدل باید با نمودار مشاهداتی از دریاچه مطابقت داشته باشد. نتایج داده‌های حجم-سطح که در محیط VENSIM شبیه‌سازی شده، در شکل ۲ آورده شده است.

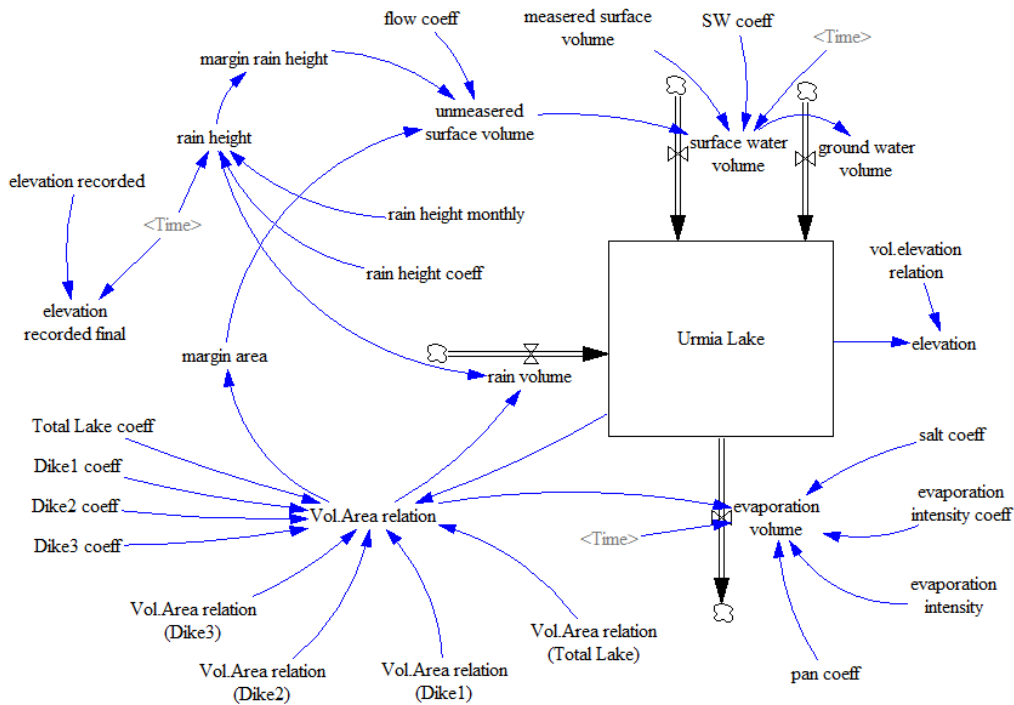


Fig. 1- Hydraulic simulation of the Urmia Lake Balance using VENSIM
 شکل ۱- شبیه‌سازی هیدرولیکی بیلان دریاچه ارومیه در محیط نرم‌افزار VENSIM

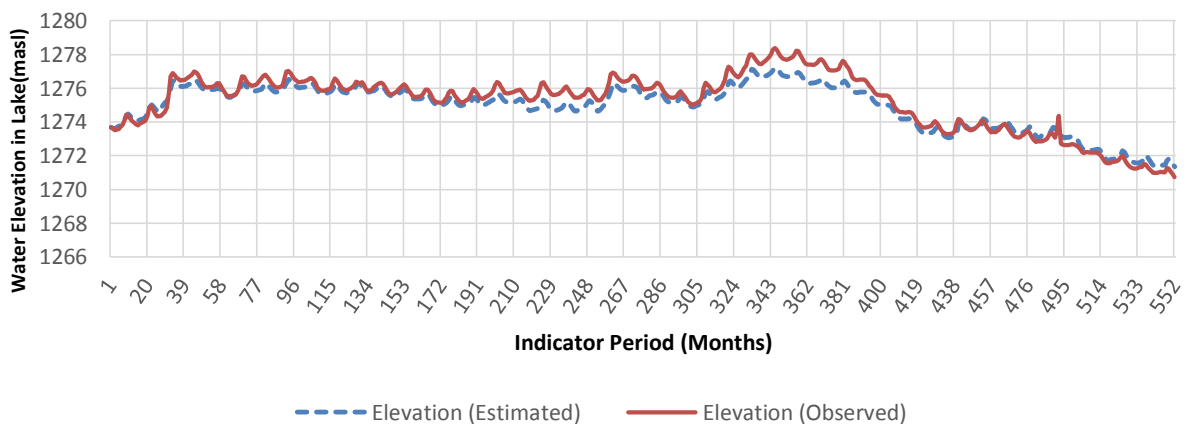


Fig. 2- Comparing estimated monthly water surface elevation obtained from the model using SURFER output data on volume-surface with observed data (evaporation factor =0.68)

شکل ۲- مقایسه ارتفاع مشاهداتی و ارتفاع بدست آمده از مدل در بازه زمانی ماهانه، با داده‌های حجم-سطح خروجی از SURFER (ضریب تبخیر = ۰/۶۸)

سناریوی اول: انسداد پل جاده شهید کلانتری به صورت کامل و تقسیم دریاچه به دو قسمت شمالی و جنوبی، **سناریوی دوم:** احداث دایک در مسیر مورب بین پل میانگذر و جزیره اسپیر، **سناریوی سوم:** احداث دایک در امتداد جزایر اسپیر و کبودان

بعد از بررسی نتایج ارزیابی بین تراز آب مشاهداتی و شبیه‌سازی شده، ضریب تعیین و جذر میانگین مربعات برای نتایج نرم‌افزار SURFER (شکل ۲)، ۰/۹۶۸ و ۰/۵۳۱ بدست آمد.

۴-۳- سناریوهای پیشنهادی دایک‌ها

برای بررسی تأثیر دایک‌ها فرض شده است که کلیه جریان‌های ورودی و خروجی دریاچه مطابق داده‌های سال آبی ۱۳۹۱ باشد. بر همین اساس، تراز ارتفاعی دریاچه پس از احداث دایک، برای بازه زمانی ۱۰ ساله پیش‌بینی گردیده است. شبیه‌سازی این سناریوها، مطابق روابط علت معلولی موجود در شکل ۱ در نرم‌افزار VENSIM صورت گرفته است. شکل ۴ تأثیر هر سناریو را در افزایش تراز آب دریاچه نشان می‌دهد.

با توجه به نقشه سه بعدی بستر دریاچه، سه سناریو برای احداث دایک پیشنهاد گردیده است. محل این دایک‌ها با در نظر گرفتن تراز اکولوژیک و با مشورت نظر کارشناسان مربوط و مطالعات کارگروه مدیریت پایدار منابع آب و کشاورزی پیشنهاد شده است؛ به طوری که هم تأثیر قابل توجهی در کاهش سطح تبخیر داشته باشد و هم بتواند قسمت بیشتری از دریاچه را حفظ نماید. جهت انتقال آب به قسمت شمالی دریاچه پس از احداث دایک‌ها، مسیر شماتیکی در شرق دریاچه در نظر گرفته شده است. محل این کانال با لحاظ موقعیت دو رودخانه پرآب و مهم زرنه‌رود و سیمینه‌رود تعیین شده است.

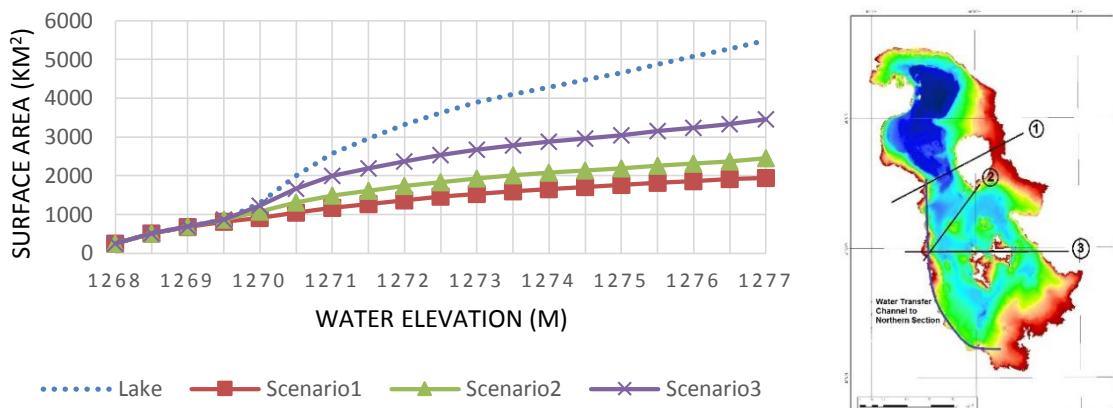


Fig. 3- a) recommended scenarios for dike locations to preserve the northern section of the lake, and b) surface area of the northern section after construction of the dike

شکل ۳- الف- سناریوهای پیشنهادی برای محل احداث دایک‌ها جهت حفظ قسمت شمالی دریاچه، ب- مساحت قسمت شمالی دریاچه پس از احداث دایک

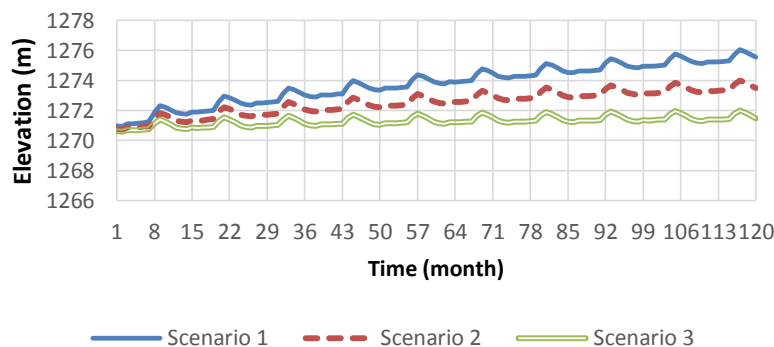


Fig. 4- Predicted water elevation for the restored section of the lake (northern section) in 10 year period after construction of the dike

شکل ۴- تراز پیش‌بینی شده برای قسمت احیا شده دریاچه (شمالی) در بازه زمانی ۱۰ ساله پس از احداث دایک‌ها

۴- نتیجه گیری

با شبیه‌سازی سناریوهای پیشنهادی در مدل بیلان و پیش‌بینی رفتار تراز آب دریاچه ارومیه در بازه زمانی ۱۰ ساله، نتیجه می‌شود که با احداث دایک در سناریوی اول پس از ۶۵ ماه، تراز دریاچه به ۱۲۷۴ متر می‌رسد که برای رسیدن به این تراز در سناریوی دوم، ۱۲۰ ماه نیاز است. در سناریوی سوم در مدت ۱۰ سال، تراز دریاچه از ۱۲۷۲ متر فراتر نمی‌رود. به عبارت دیگر بدون انتقال آب از حوضه‌های دیگر یا سایر عوامل تأثیرگذار در افزایش بیلان آبی دریاچه، حداقل ۵ سال نیاز است تا بعد از احداث دایک فقط ۳۵ درصد دریاچه، به تراز اکولوژیک مورد نظر برسد. در نتیجه صرفاً احداث دایک نمی‌تواند نتیجه مطلوبی در احیای دریاچه داشته باشد. لازم به ذکر است که ایده محققین در این مقاله قطع جریان دریاچه و ایجاد دایک نیست؛ بلکه بررسی علمی این مسأله و ارزیابی شرایط پیش روی دریاچه در صورت احداث دایک می‌باشد.

۵- مراجع

- Hassanzadeh E, Zarghami M, Hassanzadeh Y (2012) Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management* 26:129-145
- Marjani A, Jamali M (2013) Role of exchange flow in salt water balance of Urmia Lake. *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 65:1-16
- Nourani V, Sayyah Fard M (2012) Sensitivity analysis of the artificial neural network outputs in simulation of the evaporation process at different climatologic regimes. *Advances in Engineering Software* 47:127-146
- Sima S, Tajrishy M (2013) Using satellite data to extract volume-area-elevation relationships for Urmia Lake, Iran. *Journal of Great Lakes Research* 39:90-99
- Deputy of Research and Technology (2013) Urmia Lake restoration program. Sharif University of Technology (In Persian)