Study of Hydrodynamics Behaviour of the Urmie's lake, in Connection with Shahid Kalantarie's Highway

Modaresi, V.
Lecturer of Tabriz Technical Higher Education Center

Abstract :

Shahid kalantarie's highway makes connection between two both side of west and east Azarbaijan centers possible, taking the shortest route on the width of the lake. It is the great project which has the significance effects on both province's social and economical development. The highway's soil loading operation's has been done from the both eastern and western bank.

The water course's span has been opened for the length of 1200 Meter in the middle of the lake, in which the present connecting between two sides are being done by two floating vessels. For compeleting project and joining two sides to each other, there is a need for making bridge over the water course.

For the construction of the bridge some studies on hydraulic and hydrological of the lake's basin and also estimation on existing currents between two parts of the lake on the site of the water course was necessitated finally on hydrodynamic's behaviour for connecting high way on Uromie's lake must be carried out.

This study has done and following results were achieved:

1- Estimation of the proper length for highway's water course's span.

2- Estimation on extreme difference of the probable water level elevation between two side's of the highway.

3- Necessary discharging estimation for the rate of flow of the flood inlet with one thousand year probability.

4- Determining structure's code on lake's side for safeguarding of the water coverage due to lake's flooding with one thousand year probability.

مطالعه رفتار هیدرودینامیکی دریاچه ارومیه در ارتباط با بزرگراه شهید کلانتری

ولی ا... مدرسی*

چکیده

بزرگراه شهید کلانتری که ارتباط بین مراکز استان آذربایجان شرقی و غربی را با کوتاه‌ترین مسیر از طریق عرض دریاچه ارومیه ممکن می‌سازد، پروژه عظیمی است که در توسعه اقتصادی و اجتماعی دو استان اهمیت به سزایی را دارا می‌باشد.

عملیات خاکریزی بزرگراه از دو ساحل شرقی و غربی در حجم عظیمی انجام گرفته و در وسط دریاچه حدوداً به طول هزار و دویست متر دهانه آبگذر بازمانده که ارتباط فعلی بین دو طرف توسط دو شناور بزرگ انجام می‌گیرد و برای تکمیل پروژه و اتصال دو طرف به همدیگر نیاز به ایجاد پل در آبگذر فوق می‌باشد. برای احداث پل ضروری است که مطالعات هیدرولوژی و هیدرولیکی حوضه دریاچه ارومیه و برآورد جریانات موجود بین دو قسمت دریاچه در محل آبگذر و نهایت مطالعه رفتار هیدرودینامیکی دریاچه ارومیه در ارتباط با بزرگراه انجام گیرد.

این مقاله در راستای اهداف فوق به تحقیق پرداخته و به نتایج زیر رسیده است :

۱- برآورد طول مناسب برای دهانه آبگذر بزرگراه

۲- برآورد حداکثر اختلاف ارتفاع سطح آب احتمالی بین دو طرف بزرگراه

۳- برآورد تخلیه مورد نیاز برای دبی‌های ورودی طغیانی با احتمال هزار ساله

٤- تعیین کد سازه‌های کنار دریاچه جهت ایمنی از آب‌گرفتگی در اثر طغیان دریاچه با احتمال هزار ساله

واژه‌های کلیدی : حوضه آبریز، آبگذر، رفتار هیدرودینامیکی، احتمال ۱۰۰۰ساله، بیلان آبی، هیدرومتری، زمان برگشت ۱۰۰۰ ساله.

مقدمه

بزرگراه شهید کلانتری که قسمت اعظم خاکریزی آن به انجام رسیده و ارتباط بین مراکز استان آذربایجان شرقی و غربی را با کوتاه‌ترین مسیر ممکن می‌سازد پروژه عظیمی است که در توسعه اقتصادی و اجتماعی در استان اهمیت به سزایی را دارا می‌باشد. در نقشه ۱ موقعیت بزرگراه شهید کلانتری و دریاچه ارومیه نشان داده شده است.

مقاله‌ای که اینک ارائه می‌گردد خلاصه‌ای از رساله کارشناسی ارشد مؤلف است و علاقمندان می‌توانند برای کسب اطلاعات بیشتر به متن اصلی مراجعه نمایند. رفرانس‌ها و مأخذهای متعددی در کار تهیه رساله مورد استفاده بوده‌اند که از ذکر کلیه آنها در این خلاصه خودداری شده و توصیه می‌شود که برای تکمیل اطلاعات به مأخذ اصلی یاد شده مراجعه گردد.

در ارتباط با احداث بزرگراه شهید کلانتری و مخصوصاً طراحی پل یا هر نوع سازه دیگری در محل آبگذر وسط خاکریز یا کناره‌های آن در خشکی مجموعه مسائلی مطرح می‌گردد که مهمترین آنها عبارتنداز :

الف – مطالعات جامع هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در ارتباط با بیلان دریاچه و جریانات قابل پیش‌بینی جهت عبور از گذرگاه یا گذرگاه‌های بین دریاچه جنوبی و شمالی که بعد از احداث جاده به وجود خواهد آمد [۱ و ۵].

ب- مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و بررسی سنگ و مواد کف بستر دریاچه در محل احداث جاده و شناسایی کامل مسائل زمین‌شناسی در ارتباط با مصالح قرضه‌ای جهت خاکریز [٤].

ج- مطالعات محیطی و اکولوژیک به منظور تعیین

* مربی مرکز آموزش عالی فنی تبریز

عوارض احتمالی محیطی که ناشی از احداث جاده می‌باشد [٦].

د - بررسی مقاومت مصالح ساختمانی مختلف در مقابل اثرات خورندگی آب دریاچه [٥].

و موارد دیگری که بحث در مورد جزئیات آنها در این مجمل امکان ندارد. بدیهی است انجام کلیه مطالعات مذکور طرح ممکن نبوده و نیاز به تخصص‌های متعددی دارد و تا جایی که اطلاع حاصل گردیده است صاحب‌نظران مختلفی در این موارد بررسی‌های خود را شروع کرده‌اند. زمینه مطالعاتی این رساله در ارتباط با مسائل مطرح شده در بند اول می‌باشد و هدف نهایی دست‌یابی به ارقام طراحی جهت تعیین دهانه آبگذر بین دو قسمت دریاچه می‌باشد. برای نیل به این هدف با بررسی ورودی‌های حداکثر شامل جریانات سطحی و بارش‌های جوی نوسانات سطح دریاچه مورد شناسایی قرار گرفته و عوامل ثانوی مؤثر در نوسانات سطح شامل اثرات باد نیز مورد مطالعه بوده‌اند. این بررسی منجر به ارقامی گردیده است که با شناخت شرایط طراحی می‌توان دهانه آبگذر را به سهولت انتخاب کرد که خلاصه مطالعات مختصراً ارائه می‌گردد.

در نقشه‌های شماره۲ و ۳ موقعیت حوزه‌های آبریز دریاچه آورده شده است.

۱- داده‌ها و روش‌های مطالعاتی

عوامل اصلی مربوط به ورودی‌های دریاچه با اتکاء به ارقام هیدرومتری رودخانه‌ای و داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های واقع در حوضه دریاچه ارومیه جمع‌آوری و با روش‌های آماری مورد تحلیل قرار گرفته است [۱۲]. جهت آشنایی بیشتر با روش‌های آماری به طور خلاصه توضیحاتی در مورد روش‌های آماری مختلف آورده شده است.

۱-۱- روش محاسبات آماری

با توجه به نتایج برآوردها جریان‌های ورودی طغیانی روزانه (٢٤ ساعته) و حد اکثر بارش‌های روزانه و حداکثر نوسانات روزانه اشل سطح آزاد دریاچه را مد نظر قرار داده و با تبدیل این ارقام کرانه‌ای به ارقام طرح، از روش‌های آماری استفاده می‌گردد. با توجه به این که پارامترهای فوق سری‌های زمانی کرانه‌ای حداکثر را تشکیل می‌دهند این سری‌ها با روش‌های آماری مختلفی قابل تحلیل می‌باشد که مهمترین آنها روش گامبل[1] و روش لاگ پیرسن نوع سوم[2] می‌باشد [۱۱]. در این تحلیل روش گامبل به کار گرفته شده است زیرا طول مدت آماربرداری در جریان‌های رودخانه‌ای و بارش‌ها و اندازه‌گیری‌های مستقیم در دریاچه طولانی نبوده در نتیجه بهتر است تحلیل به روشی صورت پذیرد که تعداد نمونه در محاسبه کمیت احتمالی دخالت نماید. روش گامبل در بین روش‌های شناخته شده بین‌المللی تنها روشی است که تعداد نمونه را در محاسبه مقادیر احتمالی نقاط مشاهداتی شرکت می‌دهد.

فرم خطی شده معادل گامبل به صورت زیر می‌باشد :

$$Q = \overline{Q} + SK$$

این عبارت در حالتی که k در حالت حد باشد یعنی موقعی که n به بی‌نهایت نزدیک می‌گردد قابل قبول است و برای نمونه‌های محدود k بر مبنای اندازه نمونه به نحوی که در جدول ۱ نشان داده شده است تغییر می‌نماید که بر مبنای آن کاغذ احتمال گامبل طراحی و جهت حل نموداری مسائل به کار می‌رود. در این تحلیل حل عددی مسئله بیشتر مورد نظر بوده است و لذا نموداری از تطابق ارائه نشده است. گرچه در رابطه فوق n وجود ندارد ولی فرم تصحیح شده k که در محاسبات عددی به کار می‌رود به صورت جدولی است که k را در ارتباط با n ارائه می‌دهد. نمونه‌ای از جدول مطرح شده در زیر ارائه می‌گردد :

در این رابطه مقدار k در ارتباط با میانگین سری $\overline{Q}$ و انحراف معیار سری s وارد مسئله می‌گردد که فاکتور فرکانس k به تعداد نمونه‌های آماری و دوره برگشت بستگی دارد و تنها در این روش است که k در ارتباط با مقدار n نشان دهنده تعداد نمونه (مشاهدات سری نمونه‌ای) تعیین می‌گردد و قوانین احتمالی که با سری‌های به تعداد نسبتاً کم تطبیق داده می‌شود این مسئله از اهمیت ویژه برخوردار است.

بر اساس تجاربی که از مشاهده ارقام حاصل از دبی در حوضه دریاچه ارومیه و تطبیق آن با قوانین احتمال متعدد

[1] Gumbel

[2] Log Pearson type III

جدول ۱- مقادیر پارامتر k برای توزیع کرانه‌ای گامبل

زمان برگشت به سال	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۰۰۰
احتمال وقوع ٪	۱۰	۵	٤	۲	۱/۲۳	۱	۰/۱
احتمال عدم وقوع ٪	۹۰	۹۵	۹٦	۹۸	۹۸/٦۷	۹۹	۹/۹۹
تعدادنمونه ۵	۲/۲٦	۳/۱۷	۳/٤٤۸	۳/۳٤	٤/۸۵۵	۵/۲۲	۸/۱۲۷
۱۰	۱/۸۵	۲/٦۱	۲/۸٤۷	۳/۵۹	٤/۰۲٤	٤/۳۲	٦/۷٤۸
۱۵	۱/۷۰۳	۲/٤۱۰	۲/٦۳۱	۳/۳۲۱	۳/۷۲۱	٤/۰۰۵	٦/۲٦۵
۲۰	۱/٦۲۵	۲/۳۰۲	۲/۵۱۷	۳/۱۷۹	۳/۵٦۳	۳/۸۳٦	٦/۰۰٦
۲۵	۱/۵۷۵	۲/۲۳۵	۲/٤٤٤	۳/۰۸۸	۳/٤٦۳	۳/۷۲۹	۵/۸٤۲
۳۰	۱/۵٤۱	۲/۱۸۸	۲/۳۹۳	۳/۰۲٦	۳/۳۹۳	۳/٦۵۳	۵/۷۲۷
٤۰	۱/٤۹۵	۲/۱۲٦	۲/۳۲٦	۲/۹٤۳	۳/۳۰۱	۳/۵۵٤	۵/٤۷٦
۵۰	۱/٤٦٦	۲/۰۸٦	۲/۲۸۳	۲/۸۸۹	۳/۲٤۱	۳/٤۹۱	۵/٤۷۸
٦۰	۱/٤٤٦	۲/۰۵۹	۲/۲۵۳	۲/۸۵۲	۳/۲۰۰	۳/٤٤٦	۵/٤۱۸
۷۰	۱/٤۳۰	۲/۰۳۸	۲/۲۳۰	۲/۸۲٤	۳/۱٦۹	۳/٤۱۳	۵/۳۵۹
۷۵	۱/٤۲۳	۲/۰۲۹	۲/۲۲۰	۲/۸۱۲	۳/۱۵۵	۳/٤۰۰	۵/۳٤۰
۱۰۰	۱/٤۰۱	۱/۹۹۸	۲/۱۸۷	۲/۷۷۰	۳/۱۰۹	۳/۳٤۹	۵/۲٦۱

توضیح : ارقامی که در جدول اصلی نبوده به طوری تقریبی محاسبه شده است.

در تحلیل‌ها و تحقیقات به دست می‌آید، در این ناحیه می‌توان به نتایج حاصل از قانون گامبل اعتماد بیشتری داشت. با توجه به موارد مندرج در این تحلیل قانون گامبل به صورت اصلی انتخاب گردیده است معادله اصلی این قانون به صورت زیر می‌باشد:

$$(1-\frac{1}{T_r}) = e^{-e^{-\alpha(\frac{x-\overline{X}}{s})}}$$

X : متغیر

$\overline{X}$: میانگین متغیرها

S: انحراف معیار سری

T_r : زمان برگشت

ایستگاه‌های هیدرومتری واقع بر روی رودخانه‌های اصلی حوضه به نحوی احداث گردیده‌اند که جوابگوی نیازهای رودخانه‌ای بوده و در نتیجه مجموع جریانات ورودی به دریاچه از طریق این ارقام با دقت قابل قبولی شناسایی نمی‌گردد. علیهذا این ارقام مورد بررسی قرار گرفته و برای دست‌یابی به نتایج قابل انطباق با شرایط دریاچه‌ای موارد زیر نیز شناسایی و بررسی شده‌اند.

α : پارامتر تبدیلی جهت جایگزینی با مدسری آماری است .

رقم داخل پرانتز احتمال عدم وقوع حادثه را تعیین می‌کند که با تبدیلات ریاضی ساده‌ای معادله فوق به صورت خطی زیر در می‌آید :

$$-\frac{1}{\alpha}\left[Ln(-Ln(1-\frac{1}{T_r}))\right]S + \overline{X} = X$$

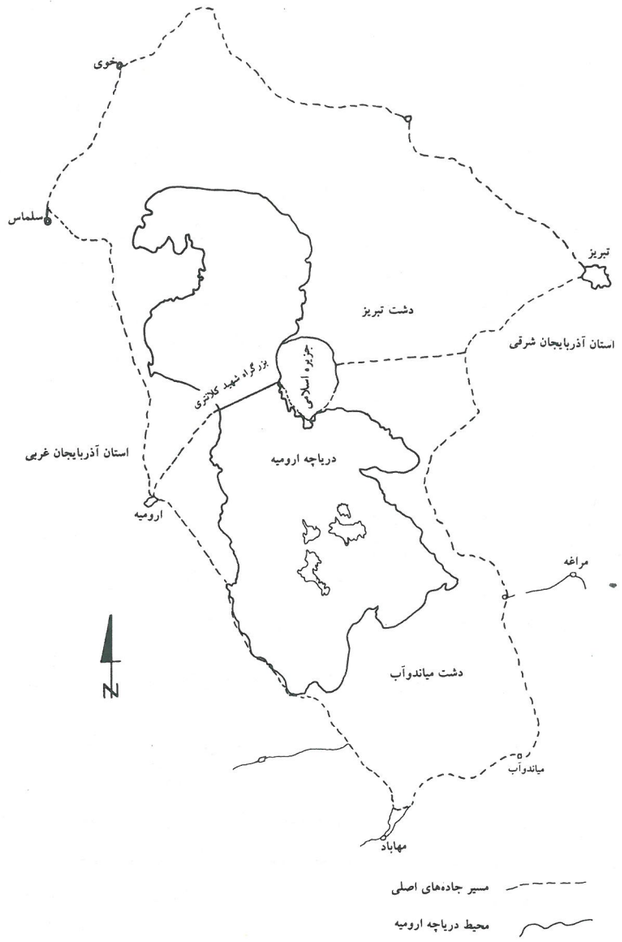
که با مقایسه با فرم کلاسیک معادله به مقدار ضریب k شناخته می‌شود.

$$KS + \overline{X} = X$$

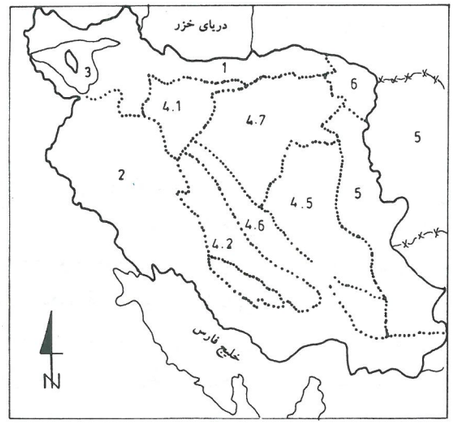
$$k_n = \frac{\sqrt{6}}{\pi}0.5772 + Ln.Ln(\frac{T_r}{T_r - 1})$$

- بررسی وسعتی از حوضه آبریز کل دریاچه که جریان‌های سطحی اندازه‌گیری شده در ارتباط با آن می‌باشد[۸].

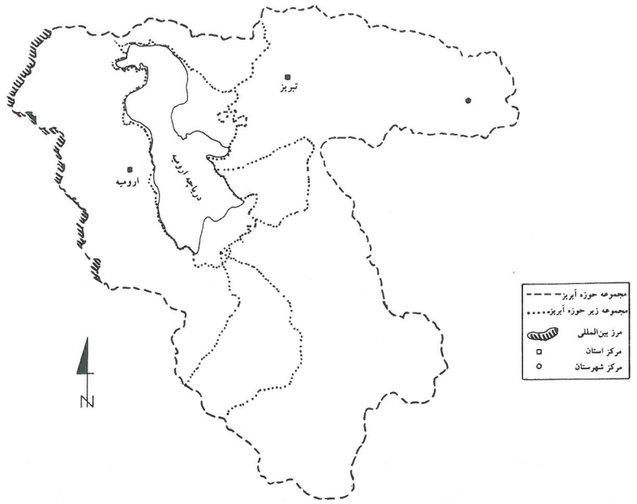
- شناسایی وسعتی از حوضه آبریز کل دریاچه که جریان‌های سطحی اندازه‌گیری شده شامل آن نمی‌گردد که عبارتند از : زمین‌های باتلاقی اطراف دریاچه و مسیل‌ها و میان حوضه‌های کناری دریاچه و قسمت‌هایی



نقشه ۱- موقعیت بزرگراه شهید کلانتری مجاور دریاچه ارومیه



نقشه ۲- موقعیت حوضه ۳ نسبت به سایر حوضه‌ها و موقعیت دریاچه ارومیه در داخل حوضه ۳
(حوضه آبریز دریاچه ارومیه)



نقشه ۳- حدود تقسیمات زیر حوضه‌های آبریز دریاچه ارومیه (حوضه ۳)

از وسعت حوضه‌های آبریز رودخانه‌ای که در پایین دست ایستگاه‌های اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند.

- و بالاخره قسمت سوم از مجموع مساحت‌های مطالعه شده سطح آزاد خود دریاچه می‌باشد.با بررسی جریانات حداکثر اندازه‌گیری شده در رودخانه‌ها و مرتبط با ساختن ارقام به وسعت حوضه‌های آبریز و با در نظر گرفتن ضریب جریانی معادل ۱۰۰درصد [۷] برای سطوح باتلاقی و مجموعه‌های کوچک آبی و اعمال تطابق مقادیر جریان برای سایر سطوح ذکر شده در فوق با ضریب جریانی معادل ٤٥ درصد [۷] و با تحلیل آماری کلیه داده‌های مربوط به جریان و رگبارها که در سطح حوضه و دریاچه نازل می‌گردد، جریانات ورودی کل به دریاچه با زمان برگشت‌های مختلف به شرح زیر برآورد شده است:

- با زمان برگشت ۲۵ سال(m^3/sec)

Q_{25} = ٥٣٢٩/٧٧٢ (m^3/sec)

- با زمان برگشت ۱۰۰ سال

Q_{100} = ٧١٦٨/٣٢ (m^3/sec)

- با زمان برگشت ۱۰۰۰سال

Q_{1000} =١٠١٩٤/٩٣١ (m^3/sec)

حداکثر بارش‌های روزانه (٢٤ ساعتی) [۸] نیز با کاربرد روش‌های تحلیل آماری به شرح زیر برآورد گردیده است، این ارقام در مورد سطح دریاچه قابل کاربرد است:

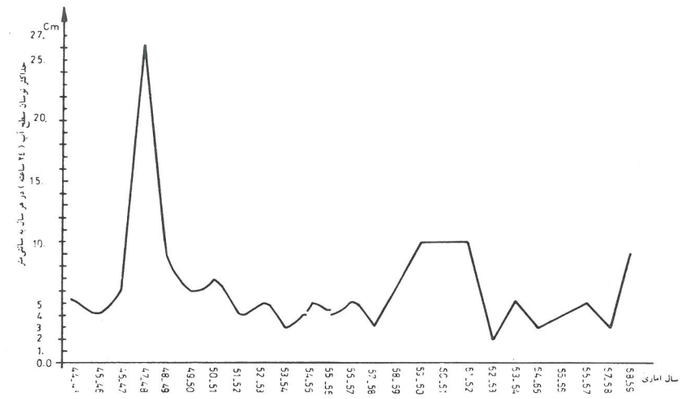
- با زمان برگشت ۲۵ سال، P_{25}=٤٦ (mm)
- با زمان برگشت ۱۰۰ سال، P_{100}=٥٨ (mm)
- با زمان برگشت ۱۰۰۰ سال ، P_{1000}=٧٨ (mm)

در مجموع بررسی‌ها با منظور کردن ارقام فوق و با توجه به احجام حاصله، نوسانات سطح دریاچه با احتمالات مشخص به شرح زیر تعیین گردیده است :

- با زمان برگشت ۲۵ سال ، h_{25}=١٩/٧٢(cm)
- با زمان برگشت ۱۰۰ سال، h_{100}= ٢٥/٥٧(cm)
- با زمان برگشت ۱۰۰۰ سال، h_{1000}=٣٥/٢٦ (cm)

نتایج به دست آمده از تحلیل‌های فوق که متکی به ارقام مشاهداتی غیر مستقیم در مورد نوسانات سطح دریاچه بوده‌اند با ارقام نوسانات حداکثر سطح دریاچه که سری‌های زمانی آن نیز با روش احتمالاتی مورد بررسی قرار گرفته‌اند مقایسه گردیده و نتایج به دست آمده در نمودار ۱ ارائه گردیده است. بررسی مقایسه نتایج حاصل از تحلیل آماری داده‌های غیر مستقیم و داده‌های مستقیم نوسانات سطح دریاچه اطمینان بیشتری را در مورد ارقام حاصل به وجود آورد. اختلاف بسیار کم ارقام قابل اغماض است.

اینک با اتکا به ارقام به دست آمده می‌توان با بررسی بیلان آبی کلی دریاچه و تفکیک ارقام به دریاچه شمالی و جنوبی جریانات ورودی به هر قسمت را مستقلاً محاسبه و با شناسایی اختلاف، مقادیر جریانات بین دو



نمودار ۱- حداکثر نوسانات روزانه در هر سال

دریاچه را تخمین زد. با توجه به موارد فوق و گسترش دادن ارقام در سطوحی که قبلاً" بیان گردید نتایج مفید حاصل می‌شود.

- حداکثر نوسان روزانه دریاچه جنوبی با زمان برگشت ۱۰۰۰ ساله :

$h_{1000,s} = ۴۱/۱۸۲$ (cm)

- حداکثر نوسان روزانه دریاچه شمالی با زمان برگشت ۱۰۰۰ ساله :

$h_{1000,n} = ۲۴/۳۴$ (cm)

- حداکثر نوسان روزانه کل دریاچه با زمان برگشت ۱۰۰۰ساله :

$h_{1000,t} = ۳۵/۲۶$ (cm)

- حداکثر اختلاف سطح دو دریاچه با زمان برگشت ۱۰۰۰ساله :

$h_{1000,s-n} = ۱۷$ (cm)

- حداکثر اختلاف سطح دریاچه جنوبی با کل دریاچه با زمان برگشت ۱۰۰۰ ساله :

$h_{1000,t-s} = ۸$ (cm)

- حداکثر اختلاف سطح دریاچه شمالی با کل دریاچه با زمان برگشت ۱۰۰۰ ساله :

$h_{1000,t-n} = ۹$ (cm)

با بررسی نحوه رفتار هیدرودینامیکی دریاچه می‌توان نتایج دیگری نیز به دست آورد. در این زمینه رقم مربوط به حداکثر نوسان سطح آزاد آب در اثر باد معادل ۱۰ سانتی‌متر و مبنای زمانی انتقال جریان در سطح دریاچه ۲۴ ساعت به دست آمده است. بر این اساس تحلیل‌های انجام یافته نشان می‌دهد که اگر طغیان‌های ۱۰۰۰ ساله در نظر گرفته شوند زمان طغیان حدود ٤ روز باید در نظر گرفته شود. سرعت جریان دریاچه‌ای نیز به طور میانگین معادل ۰/۳۸ متر در ثانیه به دست آمده است.

۱-۲- استفاده از ارقام طراحی در محاسبه دبی جریان از آبگذر بین دو دریاچه

ارقامی که بر اساس تحلیل آماری فوق به دست آمده‌اند ارقام طراحی می‌باشند که برای محاسبه دبی عبوری از آبگذر بین دو دریاچه به کار می‌روند. برای انجام محاسبات طراحی بر مبنای ارقام فوق می‌توان دو راه حل را دنبال کرد.

راه حل اول با فرض معلوم بودن سطح مقطع جریان در محل آبگذر دبی را تعیین خواهد کرد و راه حل دوم بر این اساس متکی خواهد بود که با قبول حداکثر نوسان مجاز بین دو طرف خاکریز جاده طول دهانه را می‌توان تعیین کرد. برای روشن شدن دقیق مسئله و نحوه محاسباتی نمونه‌ای از محاسبه ارائه می‌گردد. اگر فرض شود که حداکثر نوسان بین سطح دو دریاچه نیم متر باشد و اگر نوسان ۱۰ سانتی‌متری مربوط به سرعت باد حذف شود نوسان مورد نظر که در محاسبه وارد خواهد شد ٤۰ سانتی‌متر می‌گردد. زمان مورد نظر برای طغیان حداکثر ٤ روز خواهد بود. یک روز نیز به طول خواهد کشید تا انتقالات صورت گیرد و تبادل بین دو دریاچه صورت پذیرد. در این صورت روز اول ۱۷ سانتی‌متر اختلاف سطح آب ظاهر خواهد شد که اختلاف ناشی از این مسئله شامل ۲۳=۱۷-٤۰ سانتی‌متر باید در عرض سه روز تخلیه شود. که رقم مذکور به طور میانگین شامل

جدول ۲- طول دهانه آبگذر (L) به ازای تخلیه‌های متفاوت و عمق‌های مختلف دهانه به متر

H / q	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۷/٥	S	ΔH	Z	Δh
٤۱۲/۳	٥٤۲/٥	۳٦۱/۷	۲۷۱/۳	۲۱۷	۱۸۰/۹	۱٥٥	۱٤٤/۷	۱۰۸٥	۰/۷	۱۲۸۱/۷	۱
۸۲٤/٦	۱۰۸٥	۷۲۳/٤	٥٤۲/٥	٤۳٤/۱	۳٦۱	۳۱۰	۲۸۹/٤	۲۱۷۰	۰/٦۱	۱۲۸۱/٦	۲
۱۲۳۷	۱٦۲۷/٦	۱۰۸٥/۱	۸۱۳/۸	٦٥۱/۱	٥٤۲/٥	٤٦٥	٤۳٤	۳۲٥٥	۰/٥۳	۱۲۸۱/٦	۳
۱٦٤۹/۳	۲۱۷۰/۱	۱۱٤٦/۸	۱۰۸٥/۱	۸٦۸/۱	۷۲۳/٤	٦۲۰/۱	٥۷۸/۷	٤۳٤۰	۰/٤٤	۱۲۸۱/٦	٤
۲۰٦۱/٦	۲۷۲۱/۷	۱۸۰۸/٥	۱۳٥٦/٤	۱۰۸٥/۱	۹۰٤/۳	۷۷٥/۱	۷۲۳/٤	٥٤۲٥	۰/۳٥٥	۱۲۸۱/٦	٥
۲٤۷٤	۲۳٥٥/۲	۲۱۷۰/۲	۱٦۲۷	۱۳۰۲/۱	۱۰۸٥/۱	۹۳۰	۸٦۸/۱	٦٥۱۰	۰/۲۷	۱۲۸۱/٥	٦

q: دبی آبگذر (مترمکعب در ثانیه)
S: سطح مقطع جریان (مترمربع)
Z: حداکثر ارتفاع سطح آب در اثر طغیان از سطح آزاد دریای آزاد (برحسب متر)
Δh: ارتفاع تخلیه روزانه از دریاچه جنوبی به سانتی‌متر
H: عمق آب در آبگذر (متر)
ΔH: حداکثر اختلاف ارتفاع که ممکن است ایجاد شود (بر حسب متر)

۷/٦۷=۲۳÷۳ سانتی‌متر در روز خواهد بود. این رقم برای تخلیه دریاچه جنوبی با ارقام زیرین مطابقت داده می‌شود :

سانتی‌متر $= \frac{۲/۷ \times ۱۹۳٥ = ۷/٦۷}{٥٤۹۷/٥}$

$q=\frac{27}{100}=۳٥٦۲/٥ \times ۱۰^{٦}\ s) \div (۸٦٤۰۰) = ۱۱۱۳/۲۸۰$

مترمکعب در ثانیه (دبی عبوری)

$s = \frac{q}{v} = ۲۹۲۹/۷$ مترمربع

$L = \frac{s}{h} = ۲۹۲۹/۷ = ٤۱۸/٥$ طول دهانه

ارقام ۱۹۳٥ و ٥٤۹۷/٥ به ترتیب بیان کننده سطح دریاچه شمالی و سطح کل دریاچه بر حسب کیلومتر می‌باشند. رقم ۳٥٦۲/٥ اختلاف ارقام فوق می‌باشد که بیان کننده سطح دریاچه جنوبی است.

بر این اساس محاسبات متعددی در ارتباط با اختلاف سطح دو دریاچه و دبی‌های عبوری به انجام رسیده است که نتایج حاصله در جدول (۱) ارائه گردیده است.

نتیجه‌گیری

جدول ۱ خلاصه محاسبات را نشان می‌دهد و با توجه به تحلیل‌های آماری به کار رفته و زمان برگشت ۱۰۰۰ساله اطمینان کافی برای ارقام حاصل، به دست می‌آید. بر اساس امکانات طراحی از نظر مسائل سازه‌ای می‌توان طول مناسب دهانه آبگذر را بر اساس عمق آب در آبگذر (H) و دبی آبگذر (q) از جدول انتخاب نمود.

بدیهی است برای بررسی دقیق‌تر در مورد رفتار دریاچه و طرح‌های آینده بهتر است شناسایی مسائل زیر نیز به انجام رسد:

- نقشه‌برداری دقیق از منطقه سواحل دریاچه و تهیه دقیق‌ترین نقشه توپوگرافی مخزن دریاچه و مناطق باتلاقی اطراف.
- تأسیس ایستگاه لیمنتری کاملاً" دقیق در محل آبگذر فعلی و محل احتمالی آبگذری که در آینده ساخته خواهد شد.
- تعیین کد دقیق و هماهنگ برای اشل‌های اندازه‌گیری سطح آب دریاچه در بنادر اطراف.
- ساخت مدل هیدرولیکی دریاچه و آبگذر و بررسی بر روی آن.
- تنظیم مدل کامپیوتر برای پیش‌بینی حوادث آینده بر مبنای یافته‌های مستقیم دریاچه‌ای مدل هیدرولیکی.
- ایجاد ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولوژیکی و هواشناسی در رابطه با موارد مورد نیاز مطالعات دریاچه‌ای.

منابع و مراجع

۱- اداره کل راه و ترابری استان آذربایجان غربی،آبان‌ماه ۱۳۶۰.، گزارشی از بزرگراه شهید موسی کلانتری.

۲- امور مطالعات منابع آب آذربایجان غربی، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان، ۱۳۶۳.، گزارشی در مورد دریاچه ارومیه.

۳- امور مطالعات منابع آب آذربایجان غربی، سازمان منطقه‌ای آذربایجان، اردیبهشت ۱۳۶۱.، گزارش اندازه‌گیری دریاچه ارومیه در محور بزرگراه شهید موسی کلانتری.

٤- بربـریان، م.، قرشـی، ا.، ۱۳٦٦.، پـژوهش و بررسی زمین ساخت کاربردی و خطر زمین لرزه – گسلش، دریاچه شناسی و زمین شناسی مهندسی در گستره دریاچه ارومیه.

۵- تحقیقات مهندسی جهاد سازندگی ، مهرماه ۱۳٦۸.، گزارش بزرگراه شهید کلانتری.

٦- جداری عیوضی، ج. ، اردیبهشت ۱۳٦۹.،" جغرافیای آب‌ها " ، انتشارات دانشگاه تهران.

۷- موحد دانش، ع. ا.، ۱۳٦٦، " مقدمه‌ای بر هیدرولوژی " (ترجمه)، چاپ اول.

۸- کمیـته امـور آب جهـاد سازندگی آذربایجان شرقی، ۱۳٦۸، مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی حوضه دریاچه ارومیه، گزارش مقدماتی.

۹- علیزاده، ا.، اسفند ۱۳٦۷، " اصول هیدرولوژی کاربردی " انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۰- مهندسین مشاور جاماب، ۱۳٦۲، " مطالعات حوضه آبریز دریاچه ارومیه ".

۱۱- امور مطالعات منابع آب آذربایجان قسمت مطالعات منابع آب آذربایجان غربی، ۱۳٦۳.، دریاچه ارومیه.

۱۲- نشریات وزارت نیرو سال ٦۹.

13- Alonzo, Quin, D. (1980). " *Design and Construction of Ports and Marine Structures* "

14- Chow , Ven Te, (1982). " *Open Channel Hydraulics* " , McGraw - Hill ,New York.