

مقایسه روند تغییرات کمی و کیفی آب دریاچه ارومیه با تأکید بر اطلاعات کرانه جنوب خاوری آن

امیر شمشکی^{۱*} و غلامحسین کرمی^۲

^۱دانشجوی دکتری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

^۲دانشیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۸

چکیده

تراز آب دریاچه ارومیه از حدود بیست سال پیش، با افت شدیدی رو به رو شده است. به همراه تغییرات کمی، کیفیت آب دریاچه نیز تغییرات زیادی یافته است. در این نوشتار تلاش گردیده تا با شناخت رابطه میان کیفیت و کمیت آب، شناخت بیشتری از روند تغییرات کمی دریاچه در گذشته زمین شناسی آن به دست آید تا بر این اساس، عوامل مؤثر و نقش آنها در خشک شدن دریاچه با دقت بیشتری شناسایی شود. پیرو این شناخت می توان برنامه ریزی و مدیریت مناسب تری در راستای احیا این دریاچه ارائه و یا با اطمینان بیشتری طرح های پیشنهادی را ارزیابی کرد. بر پایه نتایج این پژوهش، در تراز بیش از ۱۲۸۶ متر، آب دریاچه از حالت شور خارج می شود و در رده آب های لب شور تا شیرین قرار می گیرد. بنابراین، در پلیوستوسن پایانی که تراز آب دریاچه از ۱۲۹۷ متر بیشتر بوده است، به نظر می رسد که آب دریاچه شیرین بوده باشد. در تراز پایین تر از ۱۲۷۳ متر، دریاچه به پلایا تبدیل می شود. در حال حاضر که تراز آب دریاچه ارومیه حدود ۱۲۷۰ متر است، محیطی پلایایی بر آن حاکم است. در این محیط، افزایش بارندگی ها و جریان های ورودی با افزایش سریع حجم مخزن و در برابر آن، کاهش یا قطع بارندگی ها و جریان های ورودی و افزایش دما و تبخیر، با کاهش سریع حجم مخزن همراه خواهد بود. این بررسی نشان می دهد که برای احیای دریاچه ارومیه لازم است که بیش از ۹/۵ میلیارد متر مکعب آب به آن وارد شود.

کلیدواژه ها: دریاچه ارومیه، تغییرات کمی آب، تغییرات کیفیت آب، پلایا.

*نویسنده مسئول: امیر شمشکی

E-mail: shemshaki@shahroodut.ac.ir

۱- پیش نوشتار

دریاچه ارومیه با زیست بومی کم نظیر، یکی از بزرگ ترین دریاچه های بسته دنیا به شمار می آید که متأسفانه از حدود بیست سال پیش، تراز آب آن با افت شدیدی رو به رو شده است. به همین دلیل، در این سال ها بررسی های بسیاری توسط پژوهشگران مختلف در موضوعات و شاخه های گوناگون در رابطه با این دریاچه انجام پذیرفته است. از جمله این موضوعات، می توان به بررسی های کیفی آب دریاچه ارومیه اشاره کرد. (Abich, 1856) اولین پژوهشگری است که از این دیدگاه آب این دریاچه را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. به این ترتیب، از کیفیت آب دریاچه ارومیه بیش از یکی و نیم قرن اطلاعات و داده وجود دارد. اولین گزارش علمی از وضعیت کمی این دریاچه به سال ۹۸۲ میلادی و به عبارت دیگر، بیش از هزار سال پیش باز می گردد. در این گزارش، درازا و پهنای دریاچه ارومیه به ترتیب ۵۰ و ۳۰ فرسنگ بیان شده است (Anonymous, 982). در گزارشی دیگر، در سال ۱۸۰۰ میلادی (حدود ۲۱۵ سال پیش) در اثر یک دوره خشکسالی شدید، بیشینه تراز آب دریاچه تنها حدود ۷۵ سانتی متر آورده شده است (Tamaddon, 1971). نوسانات تراز آب دریاچه ارومیه به طور پیوسته از ۱۱۵ سال پیش یعنی سال ۱۹۱۰ موجود است (Chander, 2012). در این پژوهش، داده ها و اطلاعات موجود پس از درستی سنجی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و تلاش شده است تا ضمن شناخت بهتر از روند تغییرات درازمدت کیفیت آب دریاچه ارومیه و عوامل مؤثر در این تغییرات، این روند با روند تغییرات کمی مقایسه شود.

در گذشته، پژوهش های مشابهی در شماری از دریاچه های شور دنیا توسط پژوهشگران مختلف انجام پذیرفته است؛ که از میان آنها می توان به کارهای Van Afferden and Hansen (2004)، Comin et al. (1990) و Sharpe et al. (2008) اشاره کرد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱. محدوده مورد مطالعه

دریاچه ارومیه با مساحتی حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلومتر مربع در شمال باختر ایران، میان سه استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان در موقعیت ۳۷ درجه

تا ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه تا ۴۶ درجه طول خاوری قرار دارد (شکل ۱). مساحت این دریاچه در حال حاضر حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع و تراز آب آن حدود ۱۲۷۰ متر است. تراز آب دریاچه ارومیه در سال ۱۳۷۴ و به عبارت دیگر پیش از آغاز روند خشک شدن آن، حدود ۱۲۷۸ متر بوده است. نمودار تغییرات تراز و سطح آب این دریاچه به ترتیب در شکل های ۲ و ۳ ارائه شده است.

۲-۲. داده های کیفی آب دریاچه ارومیه

اولین بررسی هیدروشیمیایی آب دریاچه ارومیه توسط Abich (1856) انجام گرفته است. از این زمان به بعد، مطالعات دیگری به وسیله پژوهشگران مختلف روی کیفیت آب این دریاچه انجام شده که از آن جمله می توان به (Hunt, 1868)، (Gunther and Manely, 1899) در جزیره کبودان، (Kholpin, 1923) در ساحل قوشچی، (Adarangi, 1941) در ناحیه شرفخانه، (Djonidi, 1970) در نواحی گلنخانه و حیدرآباد، (Daneshgar, 1975) در ناحیه شرفخانه، (Javanbakht, 1975) در ناحیه گلنخانه، (Azami-Oskoei, 1975) در نواحی حیدرآباد و رحمانلو، (Saber, 1978) در نواحی قوشچی، رشکان، حیدرآباد، گلنخانه و شرفخانه، (Kelts and Shahrabi, 1986) در یک ایستگاه در شمال دریاچه، (Kargamejad, 1986) در ناحیه رحمانلو، (Daneshvar and Ashasi-Sorkhabi, 1997) در ۲۹ ایستگاه شمالی، ۲۳ ایستگاه جنوبی و ۳۵ ایستگاه مرکزی و جنوب خاوری دریاچه، (Touloei et al., 1997) در ایستگاه هایی در شمال خاور، شمال و جنوب دریاچه در سال های مختلف (1987، 1973 و 1992)، (Emamali-Sabzi, 1993) در ناحیه گلنخانه، (Jamshidi, 2002) در ناحیه رشکان، (Esmaili-Daheht et al., 2010) در ۴ ایستگاه در شمال تا جنوب دریاچه و (Karbassi et al., 2010) در ۴۸ ایستگاه در سرتاسر دریاچه اشاره کرد (Asem and Mahmoudi, 2013). (Asghari Moghaddam and Mahmoudi, 2008) یک نمونه از آب جنوب خاوری دریاچه را در باختر شهر بناب تجزیه شیمیایی و با کیفیت آب زیرزمینی دشت مراغه مقایسه کردند (Asghari Moghaddam and Mahmoudi, 2008). (Jabbari et al., 2014) کیفیت فیزیکی شیمیایی آب دریاچه را در ۵ نقطه مورد بررسی قرار دادند. (Amiri et al., 2015) آب دریاچه را از دیدگاه کیفی در دو فصل تر و

بر پایه رابطه تراز و میزان کل جامدات محلول آب، از تراز حدود ۱۲۸۶ متر به بالا میزان TDS به کمتر از ۱۰ گرم بر لیتر می‌رسد. در این شرایط آب دریاچه ارومیه از حالت شور خارج می‌شود و در رده آب‌های لب‌شور تا شیرین قرار می‌گیرد. بررسی Salehipour Milani et al. (2015) نشان داده که ۸ سطح پادگانه‌ای پیرامون دریاچه ارومیه از ارتفاع ۱۲۹۷ متر تا ۱۳۶۶ متر در پلیوستوسن پایانی وجود دارد. به این ترتیب، آب دریاچه در این زمان شور نبوده است.

۳-۳. نسبت‌های یونی

با هدف شناسایی منشأ یون‌ها و همچنین عوامل مؤثر بر تغییرات کیفی آب دریاچه، نسبت‌های یونی سدیم به کلر (Na/Cl) و منیزیم به کلسیم (Mg/Ca) به دست آمد که در جدول ۲ ارائه شده است.

چنانچه نسبت یونی سدیم به کلر برابر یک باشد، نشان می‌دهد که منشأ اصلی این یون‌ها انحلال هالیت است. در نمونه‌های یاد شده هر چند که منشأ اصلی این یون‌ها هالیت است، اما به نظر می‌رسد که بر اثر فعالیت‌های انسانی از جمله ورود پساب‌های صنعتی و خانگی به دریاچه و در نتیجه افزایش میزان کلرید، نسبت یونی Na/Cl کاهش یافته است. بر این اساس، بیشترین میزان تأثیر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت آب بخش جنوب خاوری دریاچه ارومیه در سال ۲۰۰۷ میلادی (سال ۱۳۸۶) بوده است. گفتنی است که اصغری‌مقدم و محمودی (۱۳۸۷) در بررسی محدوده دشت مراغه- بناب نتیجه گرفتند که پساب‌های شهرک صنعتی مراغه بر کیفیت منابع آب زیرزمینی این دشت و آب دریاچه در پایین‌دست آن، تأثیر چشمگیری داشته‌اند.

بررسی‌های Moller et al. (2007) بر آب دریای مرده (بحرالمت) نشان می‌دهد که نسبت یونی منیزیم به کلسیم در دریاچه‌های بسته با افزایش میزان تبخیر، بیشتر می‌شود. بررسی این نسبت در نمونه‌های آب دریاچه ارومیه، بیانگر افزایش میزان آن از ۱۲/۶۵ در سال ۱۹۸۵ به ۳۵/۰۵ در سال ۲۰۰۸ است. به عبارت دیگر در یک بازه زمانی ۲۳ ساله از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۷، میزان Mg/Ca حدود ۲/۸ برابر شده است. گفتنی است که در بازه زمانی یاد شده، دمای هوای محدوده مطالعاتی حدود ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است.

بر پایه شکل ۷، روند تغییرات نسبت یونی Mg/Ca از حدود تراز ۱۲۷۳ متر تغییر می‌کند. در ترازهای بیشتر از ۱۲۷۳ متر، نسبت یاد شده، بازه تغییرات کمی دارد.

۳-۴. رابطه میان تراز و حجم آب دریاچه بر پایه روابط کیفی

با استفاده از رابطه تغییرات مقدار کل جامدات محلول (TDS) با حجم دریاچه (V) (شکل ۴) و تغییرات مقدار کل جامدات محلول با تراز آب دریاچه (L) (شکل ۵)، میان حجم و تراز آب دریاچه ارومیه رابطه زیر برقرار است:

$$V=9.9L-12600 \quad (1)$$

در رابطه بالا، V بر حسب میلیارد متر مکعب و L بر حسب متر است. بر پایه این رابطه، از تراز ۱۲۷۲/۷ متر، حجم دریاچه به سوی صفر میل می‌کند. به عبارت دیگر از حدود تراز ۱۲۷۳ متر، محیط آبی از حالت دریاچه خارج و به محیط پلایا تبدیل می‌شود. نکته قابل توجه این که روند تغییرات نسبت یونی Mg/Ca نیز از همین تراز به‌طور چشمگیری تغییر می‌یابد.

۳-۵. رابطه میان تراز و حجم آب دریاچه بر پایه روابط کمی

رابطه میان حجم (V) و تراز آب (L) دریاچه ارومیه، بر پایه مدل تولید شده با استفاده پردازش تصاویر ماهواره‌ای به شکل زیر است (Sima and Tajrishy, 2013):

$$V=0.28(L-1264.29)1.9 \quad (2)$$

در رابطه بالا، V بر حسب میلیارد متر مکعب و L بر حسب متر است. به این ترتیب، حجم دریاچه ارومیه در تراز ۱۲۷۳ متر حدود ۱۷/۱ میلیارد متر مکعب و در تراز فعلی (حدود ۱۲۷۰ متر) برابر ۷/۶ میلیارد متر مکعب است. بنابراین، در شرایط موجود با ورود ۹/۵ میلیارد متر مکعب آب، تراز این دریاچه به ۱۲۷۳ متر خواهد رسید که کمترین تراز لازم برای تبدیل شرایط حاکم پلایایی به محیط دریاچه‌ای است.

خشکک در مجاورت ساحل دشت ارومیه، با هدف تعیین پتانسیل تداخل آب شور دریاچه به آبخوان این دشت، مورد بررسی کردند. میزان آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی، pH، دما، TDS، EC، شوری، قلیائیت و سختی از جمله عامل‌هایی هستند که در بیشتر این مطالعات ارائه شده‌اند. در برخی از این مطالعات، میزان برخی یون‌های فرعی مانند نترات، نیتريت، برم، آهن، روی، مس، آمونیم و ید و همچنین عامل‌هایی مانند دانسته و سختی، بررسی شده‌اند. حسین‌پور (۱۳۹۰) داده‌های پیوسته‌ای را از میزان شوری و چگالی آب دریاچه ارومیه در محل ایستگاه‌های گل‌منخانه، میانگدر و شرفخانه، از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ ارائه کرده است.

کل محل‌های نمونه‌برداری از آب دریاچه ارومیه، در شکل ۴ نشان داده شده است.

۳-۲. تجزیه و تحلیل‌های آماری

بی‌شک در بازه زمانی یاد شده، تجزیه شیمیایی آب دریاچه با روش‌ها و دقت‌های متفاوتی انجام پذیرفته است. بر این اساس، پیش از ورود این داده‌ها به مجموعه داده‌های مورد پردازش، میزان خطای آنها با توجه به میزان توازن میان مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها به دست آمد و مواردی که میزان خطای آنها بیش از خطای مجاز (۵ درصد) بوده، حذف شد. به این ترتیب نتایج تجزیه و تحلیل‌های اکتبر ۱۹۷۴ توسط Azami-Oskoei (1975) و تجزیه و تحلیل‌های جولای ۲۰۰۵ تا فوریه ۲۰۰۶ توسط Esmaili-Daheht et al. (2010)، با ۱۳/۷ و ۱۲/۱ درصد خطا، در پردازش پایانی مورد استفاده قرار نگرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱. تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی

نتایج تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی آب جنوب خاور دریاچه ارومیه (پیرامون ایستگاه رحمانلو) به همراه عامل‌های آمار توصیفی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر پایه جدول ۱، میزان تغییرات کل مواد جامد محلول در آب دریاچه ۴۰ درصد است. در میان آنیون‌ها، بی‌کربنات با ضریب تغییرات ۰/۸۳ و در میان کاتیون‌ها، منیزیم با ضریب تغییرات ۰/۵۱ بیشترین میزان تغییر را دارند. به جز دو یون یاد شده، ضریب تغییرات دیگر آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی، به‌طور نسبی شبیه هم و حدود ۰/۳ است. میزان دامنه ضریب تغییرات pH حدود ۰/۲ و بسیار کم بوده است.

۳-۲. رابطه میزان کل جامدات محلول و کمیت آب دریاچه

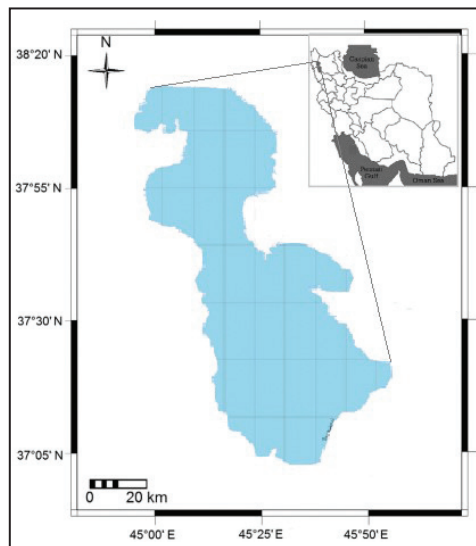
با توجه به میزان شوری، رابطه خطی مستقیمی میان میزان هدایت الکتریکی آب (EC) با میزان کل جامدات محلول (TDS) وجود ندارد. در شورابه‌ها و آب‌هایی که شوری زیادی دارند، بازه تغییرات EC در مقایسه با میزان تغییرات TDS کاهش چشمگیری می‌یابد. بنابراین، میزان هدایت الکتریکی شاخص مناسبی برای بررسی میزان مواد محلول در این نوع آب‌ها نیست. با توجه به اینکه تعیین دقیق میزان کل جامدات محلول در محیط آزمایشگاه، زمان‌بر و تا حدودی دشوار است، به‌طور معمول آمار موجود از این عامل کافی و مناسب نیست. از سوی دیگر، عامل شوری با آسانی بیشتری در صحرا قابل اندازه‌گیری است. چنانچه همراه با میزان شوری، اطلاعات میزان چگالی آب نیز موجود باشد، از حاصل ضرب این دو عامل، می‌توان میزان کل جامدات محلول را به دست آورد. خوشبختانه اطلاعات پیوسته و مناسبی از دو عامل یاد شده از آب دریاچه ارومیه از سال ۱۹۹۵ به بعد وجود دارد که در این مطالعه داده‌های موجود در پایان نامه کارشناسی ارشد حسین‌پور (۱۳۹۰) برای برآورد میزان کل جامدات محلول آب دریاچه در طول زمان استفاده شده است. در شکل ۵، نمودار تغییرات مقدار کل جامدات محلول با حجم دریاچه بر پایه آمار موجود از پیرامون ایستگاه رحمانلو (جدول ۱) و در شکل ۶ نمودار تغییرات مقدار کل جامدات محلول با تراز آب دریاچه بر پایه مقدار کل جامدات محلول برآورد شده از آمار میزان شوری و چگالی، ارائه شده است.

نمودارهای ارائه شده در شکل‌های ۵ و ۶، رابطه خطی با ضریب همبستگی بسیار زیاد به میزان ۰/۹۷، میان میزان کل جامدات محلول آب دریاچه را با میزان حجم مخزن و تراز آب آن نشان می‌دهند.

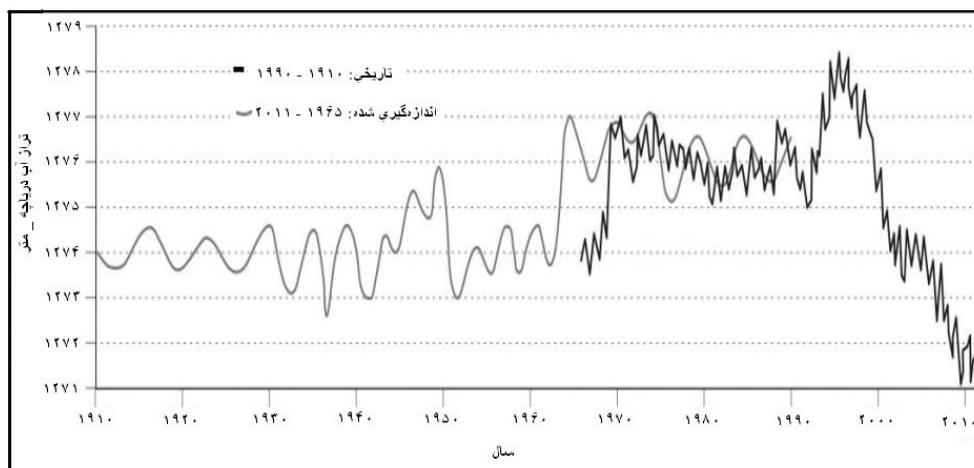
۴- نتیجه گیری

بخش از دریاچه چشمگیر است. بازه تغییرات نسبت یونی منیزیم به کلسیم که یکی از شاخص‌های میزان تبخیر آب است، از تراز حدود ۱۲۷۷ متر تا ۱۲۷۳ متر، کم و حدود ۵ واحد است. در ترازهای کمتر از ۱۲۷۳ این روند با تغییری ناگهانی همراه است و بازه تغییرات آن زیاد و حدود ۱۷ واحد می‌شود. علت این رویداد می‌تواند از بین رفتن پیکره اصلی مخزن دریاچه و تبدیل آن به پلایا در ترازهای کمتر از ۱۲۷۳ متر باشد. در حالت پلایا، افزایش بارندگی‌ها و جریان‌های ورودی با افزایش سریع حجم مخزن و در برابر آن، کاهش یا قطع بارندگی‌ها و جریان‌های ورودی و افزایش دما و تبخیر، با کاهش سریع حجم مخزن همراه خواهد بود. به همین دلیل، بازه تغییرات کمی و کیفی آب به‌طور نسبی بسیار بیشتر می‌شود. با توجه به موارد یاد شده، برای احیای دریاچه ارومیه لازم است که برنامه‌ریزی و مدیریت مناسبی، برای ورود بیش از ۹/۵ میلیارد متر مکعب آب انجام پذیرد.

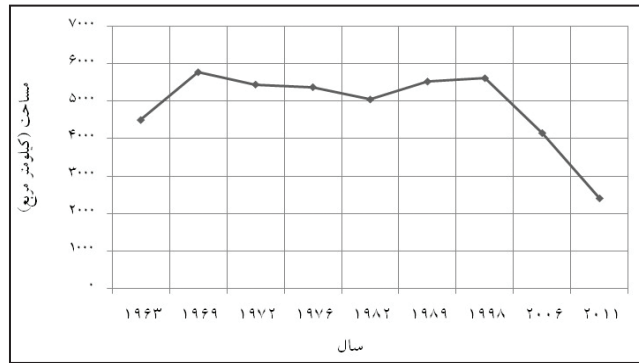
مطالعه حاضر با هدف مقایسه و تحلیل تغییرات کمی و کیفی آب دریاچه ارومیه با تأکید بر اطلاعات جنوب خاوری آن انجام پذیرفته است. این مطالعه نشان می‌دهد که میان تغییرات تراز و حجم آب دریاچه با میزان کل جامدات محلول آب آن، رابطه‌ای خطی با ضریب همبستگی زیاد برقرار بوده است. با توجه به اینکه افزایش سطح دریاچه به دلیل تفاوت در تغییرات توپوگرافی سواحل همسان نیست، وجود این رابطه خطی می‌تواند بیانگر آن باشد که نقش جریان‌های ورودی شامل سطحی و زیرزمینی در مقایسه با تبخیر از سطح دریاچه و انحلال مواد بستر، در تغییرات کیفیت آب دریاچه بسیار مهم‌تر است. از سوی دیگر، با افزایش میزان شوری آب، میزان تبخیر کاهش می‌یابد و با ثابت فرض کردن دیگر عامل‌ها، این رابطه نمی‌تواند خطی شود. نسبت یونی سدیم به کلر در ساحل جنوب خاوری دریاچه نشان می‌دهد که فعالیت‌های انسانی از جمله ورود پساب‌های صنعتی و خانگی در کیفیت آب این



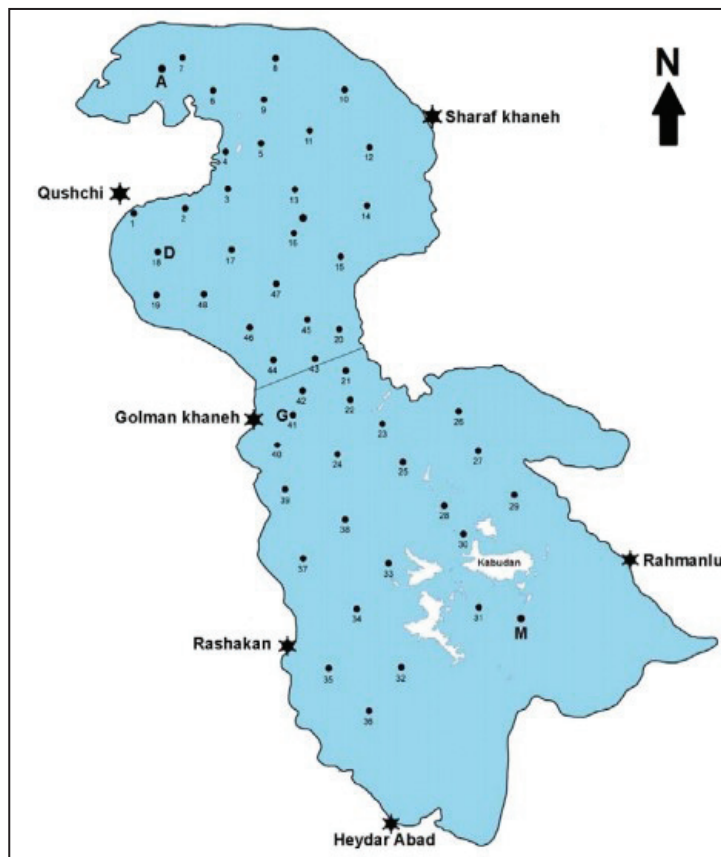
شکل ۱- موقعیت مکانی دریاچه ارومیه.



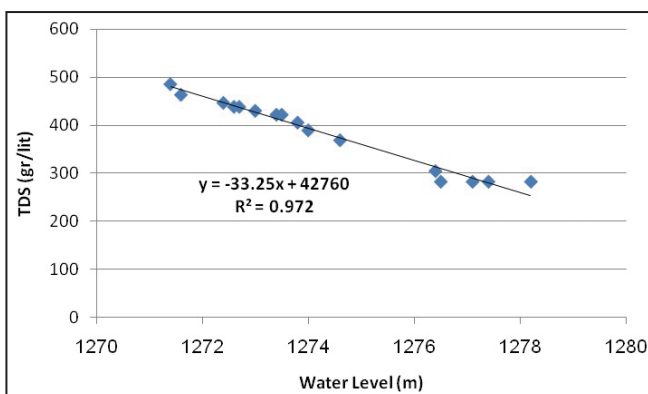
شکل ۲- نمودار تغییرات تراز آب دریاچه ارومیه از سال ۱۹۱۰ تا ۲۰۱۰.



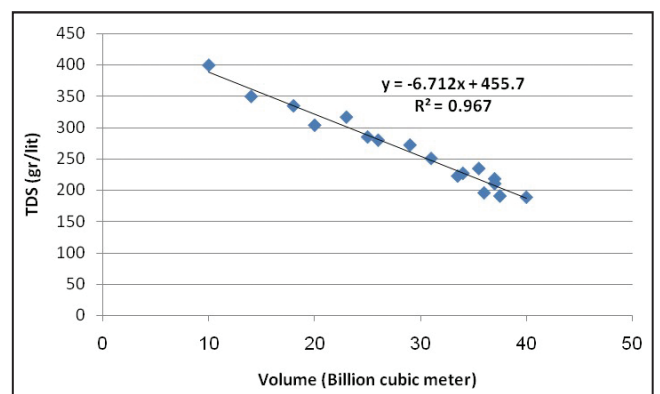
شکل ۳- نمودار تغییرات سطح دریاچه ارومیه از سال ۱۹۶۳ تا ۲۰۱۱.



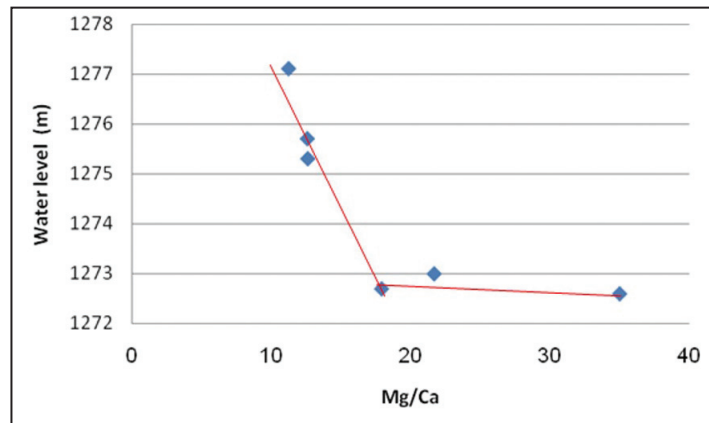
شکل ۴- موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری از آب دریاچه.



شکل ۶- نمودار تغییرات کل جامدات محلول آب دریاچه ارومیه با تراز آن.



شکل ۵- نمودار تغییرات کل جامدات محلول آب دریاچه ارومیه با حجم آن.



شکل ۷- نمودار تغییرات نسبت یونی Mg/Ca آب دریاچه ارومیه با تراز آب.

جدول ۱- نتایج تجزیه‌های فیزیکی‌شیمیایی آب جنوب خاور دریاچه ارومیه (پیرامون ایستگاه رحمانلو) به همراه عامل‌های آمار توصیفی.

علامت اختصاری	EC	TDS	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
W1	310000	215020	7.9	34.0	430.0	3043.5	35.9	32.8	3521.1	224.0
W2	174000	113800	7.8	34.0	429.0	3123.0	31.0	5.0	3336.0	412.0
W3	370000	255500	7.7	37.0	417.5	3145.7	34.6	5.7	3441.7	208.8
W4	370000	325000	7.7	48.1	1045.4	4755.4	51.3	6.6	5064.8	390.6
W5	236000	170000	7.7	19.0	341.0	2150.0	50.3	9.5	2650.0	462.1
W6	400000	377000	7.8	27.1	950.0	5434.8	63.3	22.6	6000.0	456.3
میانگین	310000	242720	7.8	33.2	602.2	3608.7	44.4	13.7	4002.3	358.9
بیشینه	400000	377000	7.9	48.1	1045.4	5434.8	63.3	32.8	6000.0	462.1
کمینه	174000	113800	7.7	19.0	341.0	2150.0	31.0	5.0	2650	208.75
انحراف معیار	88625	97612	0.1	9.8	309.6	1228.6	12.6	11.4	1260.0	113.8
ضریب تغییرات	29	40	1	29	51	34	28	83	31	32
(درصد)										

جدول ۲- نسبت های یونی سدیم به کلر (Na/Cl) و منیزیم به کلسیم (Mg/Ca) در سال‌های مختلف به همراه مساحت و تراز آب دریاچه.

علامت اختصاری	Date	Na/Cl	Mg/Ca	مساحت دریاچه (کیلومتر مربع)	تراز آب دریاچه (متر)
w1	1985	0.86	12.65	5160	1275.3
w2	1987	0.94	12.62	5500	1275.7
w3	1997	0.91	11.28	5650	1277.1
w4	2005	0.94	21.73	4099	1273
w5	2007	0.81	17.95	3841	1272.7
w6	2008	0.9	35.05	3107	1272.6
میانگین	-	0.89	18.55	4560	1274.4
بیشینه	-	0.94	35.05	5650	1277.1
کمینه	-	0.81	11.28	3107	1272.6
انحراف معیار	-	0.1	9.0	1026.9	1.9
ضریب تغییرات	-	0.06	0.49	0.23	0.001

کتابنگاری

اصغری مقدم، ا. و محمودی، ن.، ۱۳۸۷ - تأثیر پسابهای شهرک صنعتی مراغه بر آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت مراغه - بناب، مجله محیط شناسی، شماره ۴۵، ۱۵-۲۲
 حسین پور، ل.، ۱۳۹۰ - مطالعات شیمی فیزیکی دریاچه ارومیه (VIII): محاسبه پارامترهای شیمی فیزیکی: مقدار و سرعت ته‌نشینی نمک از شورابه دریاچه ارومیه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه ارومیه.

References

- Abich, H., 1856- Vergleichende chemische Untersuchungen des Wassers des Kaspischen Meers, des Urmia und Wansees. Petersburg
- Adarangi, M., 1941- Chemical analysis on the water of Urmia Lake, Thesis of Pharmacy, Tehran University, Iran.
- Anonymous, 982- The Limits of the World from the East to the West, 39 pp.
- Amiri, V, Nahkaei, M, Lak, R. and Kholghi, M. 2015- Assessment of seasonal groundwater quality and potential saltwater intrusion: a study case in Urmia coastal aquifer (NW Iran) using the groundwater quality index (GQI) and hydrochemical facies evolution diagram (HFE-D), Stoch Environ Res Risk Assess, Published online: 14 June 2015.
- Asem, A. and Mahmoudi, A., 2013- One and a half centuries of physicochemical data of Urmia Lake, Iran: 1852-2008; International Journal of Science and Knowledge, Vol. 2 (1), 57-72.
- Asghari Moghaddam, A. and Mahmoudi, N., 2008- The effect of industrial area sewage on groundwater pollution of Maragheh-Bonab plain.
- Azami-Oskoei F., 1975- The study of Urmia Lake water in Heydar Abad region. PhD Thesis. University of Tabriz, Iran.
- Chander, A., 2012- The drying of Iran's Lake Urmia and its environmental consequences. Environ. Dev. 2(2): 128137.
- Comin, F. A, Julia, R., Comin, M. P and Plana, F., 1990- Hydrogeochemistry of lake Gallocanta (Aragon, NE Spain), Hydrobiologia, 197: 51-66.
- Daneshvar, N., and Ashasi-Sorkhabi, H., 1997- Physico-chemical Characterization of Urmia Lake water, Mohit Shenasi, 17: 34-41.
- Daneshgar, M., 1975- The study of Urmia Lake water in Sharaf Khaneh region. PhD Thesis. University of Tabriz, Iran.
- Djonidi, M., 1970- Mineral Spring waters of Iran. Vol. 1, Tabriz University, Iran.
- Emamali-Sabzi, R., 1993- Separation of some salts from urmia lake by crystallization. MSc Thesis. Tarbiat Moddares University.
- Esmaeili-Dahesht, L., Negarestan, H., Eimanifar, A., Mohebbi, F. and Ahmadi, R., 2010- The fluctuations of physicochemical factors and phytoplankton populations of Urmia Lake, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9 (3): 361-381.
- Günther, R. T. and Manley, J. J., 1899- On the water of the Salt Lake of Urmia, Proceeding of the Royal Society of London, 65, 312-318.
- Hunt, R., 1868- Supplement Ure's dictionary of arts, manufactures and mines, New York.
- Jabbari, H, Samenejad, Z. and Fataei, A., 2014- Physico-chemical quality of water in urmia Lake, National and the 1st International Geosciences Congress, Iran, February 16-19, 2014.
- Jamshidi, N., 2002- Study of chemical characters of Urmia Lake in Rashakan region. Conference of Urmia Lake Bridge and Environmental, 11-12 Dec. 2002, Tehran University, 84-88.
- Javanbakht, S., 1975- The study of Urmia Lake water in Golman Khaneh region. PhD Thesis. University of Tabriz, Iran.
- Karbassi, A., Nabi Bidhendi, G., Pejman, A. and Esmaeili Bidhendi, M., 2010- Environmental Impacts of Desalination on the Ecology of Lake Urmia, Journal of Great Lakes Research 36(3):419-424.
- Kargarnejad, E., 1986- Faculty of Pharmacology; 1996. The study of Urmia lake Water in Rahmanlu region. PhD Thesis. University of Tabriz, Iran.
- Kelts, K. and Shahrabi, M., 1986- Holocene sedimentology of hypersaline Lake Urmia, northwestern Iran. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 54, 105-130.
- Khlopin, V. G., 1923- Materialy Urmiiskoi Ekspeditsii 1916 Goda. Borno- kislyye Istochniki Karsskoi Oblasti i SZ Persii v Fiziko-Khimi-cheskom Otnoshenii (Materials of Lake Urmia expedition of 1916. Boric acid springs of the Kara district and southwestern Persia from the physicochemical point of view). Tr. nauchno- tekhn. izd.
- Moller, P., Rosenthal, E., Geyer, S. and Flexer, A., 2007- Chemical evolution of saline waters in the Jovdan- Dead sea transform and in adjoining areas, Int J Earth Sci(Geol Rundsch), 96: 541-566.
- Saberi, A., 1978- A survey on the physical, chemical, biological and pharmaceutical characteristics of Urmia Lake water and mud, PhD thesis. Tehran University. Iran.
- Salehipour Milani, A., Darvishi Khatoun, J., Tajic, R. and Dehghan Chenari, A., 2015- Study of Urmia lake coastline in quaternary based on geomorphology of lake terrace, Geological survey of Iran.
- Sharpe, S. E., Cablk, E. C. and Thomas, J. M., 2008- The walker basin, Nevada and California: Physical environment, hydrology and biology, Desert research institute
- Sima, S. and Tajrishy, M., 2013- Using satellite data to extract volume-area- elevation relationships for Urmia lake, Iran; Journal of Great lakes research, Vol 39: 90-99.
- Tamaddon, M., 1971- The situation of Iran in first war (History of Rezaiyeh). Page 444 in: Tamaddon Publications, Urmia, Iran.
- Touloie, j. Kabiri Badr, M. and ghazban, F., 1997- Hydrogeochemistry of Urmia Lake, The First Iranian Conference of Marine Geology, 74-83.
- Van Afferden, M. and Hansen, M. A., 2004- Forecast of lake volume and salt concentration in lake Chapala, Mexico, Aquat.Sci, 66: 257-265.

Comparison of quantity and quality changes of the Urmia lake water with emphasis on the southeast bank data

A. Shemshaki^{1*} and Gh. H. Karami²

¹Ph.D. Student, Faculty of Earth Sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

²Associate Professor, Faculty of Earth Sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

Received: 2016 May 01

Accepted: 2016 October 09

Abstract

The water level of Urmia lake during the last twenty years has been significantly declining. Along with changes in quantity, water quality has also substantially changed. In this article, attempts has been made to identify the relationship between water quality and quantity to have a better understanding of the changing history of the lake during the geological past. This can help to better explore the risk factors influencing the drying process of the lake. This understanding can therefore be employed to appropriate planning and management procedures in order to revive this lake effectively. Based on this study, the lake water in the levels higher than 1286 meters (MSL) is brackish to fresh and is not of saline type. Thus, it seems that, in the late Pleistocene, the lake water was of a fresh type where the water level was higher than 1297 meters. The study revealed that the lake become to a playa-type environment in water level of about 1273 MSL. The present water level of 1270 meters suggests that the lake has a dominantly playa-type environment. In this environment, increase in precipitation and inflows will lead to a rapid increase in reservoir volume; and vice versa, a stop or decrease in the precipitation and inflows with an increase of temperature and evaporation will lead to a rapid reduction in reservoir volume. This study estimates that a volume of over 9.5 billion cubic meters of water is necessary to revive the Urmia Lake.

Keywords: Urmia lake, Water quantity changes, Water quality changes, playa.

For Persian Version see pages 101 to 106

*Corresponding author: A. Shemshaki; E-mail: shemshaki@shahroodut