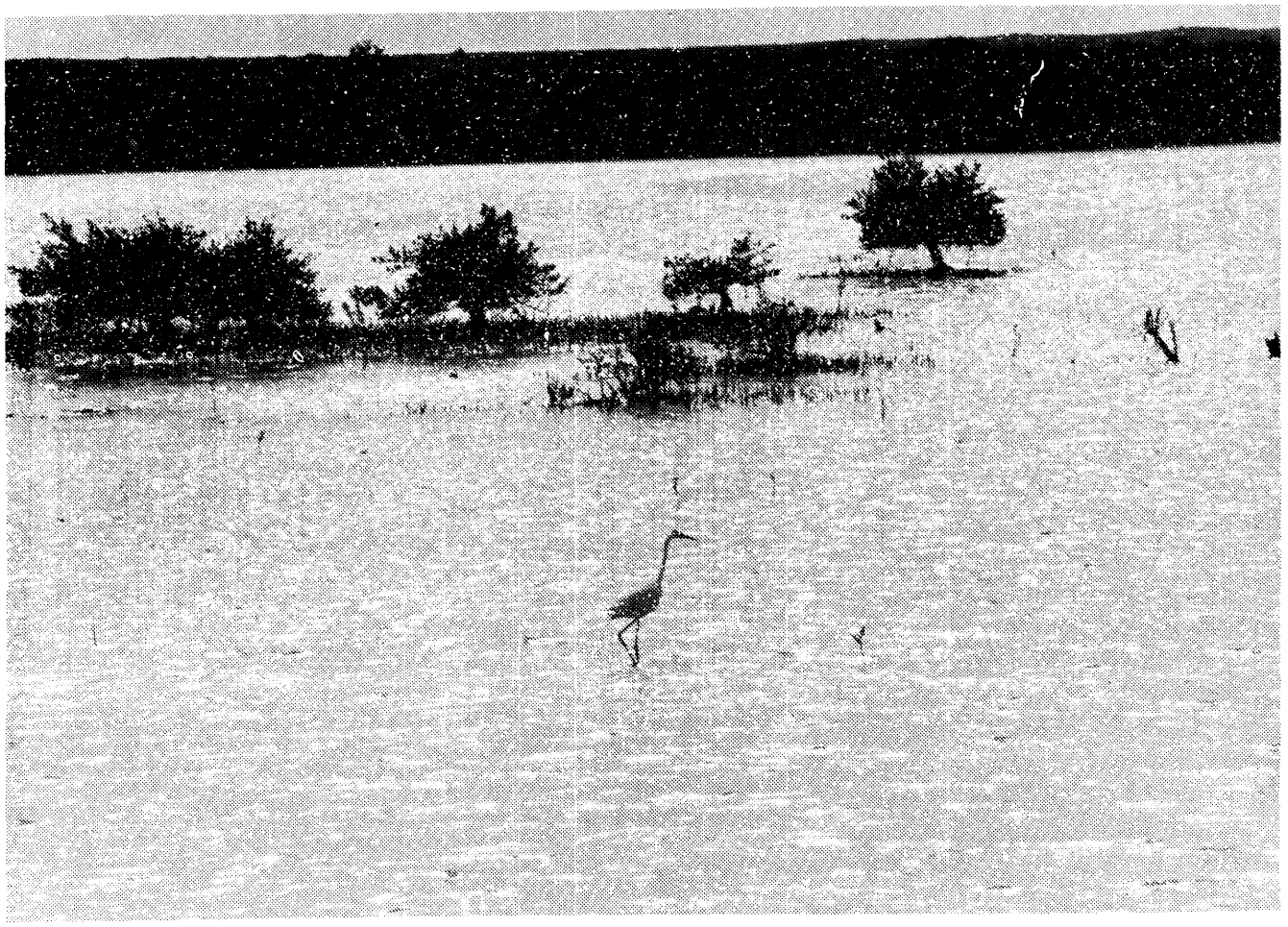


مطالعه فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه ارومیه

*** دکتر نظام الدین دانشور**

**** دکتر حبیب اشعثی سرخابی**

*عضوهئیت علمی گروه شیمی کاربردی ، دانشکده شیمی - دانشگاه تبریز

**عضوهئیت علمی گروه شیمی کاربردی، دانشکده شیمی - دانشگاه تبریز

واژه‌های کلیدی: دریاچه ارومیه، نمکهای موجود در دریاچه ارومیه، انتقال جرم دردریاچه ارومیه، ثابت K برای دریاچه ارومیه.

چکیده

دریاچه ارومیه با چیچست در آذربایجان ایران واقع شده و از نظر وسعت بیستمین دریاچه جهان است. وجود مواد شیمیائی قابل ملاحظه در آب دریاچه مذکور به ویژه ترکیبات با ارزش پتاسیم و منیزیم امکان استحصال نمک‌های درون آب دریاچه را به‌طور جدی مورد توجه قرار داده است. در این مطالعه مجموعاً ۱۸۲ نمونه با توجه به روشهای استاندارد از اعماق و مناطق مختلف دریاچه در دو نوبت بهار (۹۲ نمونه) و پائیز (۹۰ نمونه) تهیه شده و مقادیر سیزده عامل فیزیکی و شیمیایی برای هریك از نمونه‌ها اندازه‌گیری و سپس نتایج به صورت مقادیر میانگین همراه با انحراف معیار δ_{n-1} گزارش شده است.

در بهار آب دریاچه از نظر غلظت ناهمگن بوده و به سه منطقه «شمالی»، «جنوب غربی»، «مرکزی و جنوب شرقی» تقسیم بندی می‌شود. این ناهمگنی در عمق نیز ملاحظه می‌گردد. در پائیز آب دریاچه از نظر غلظت درسطح و در عمق روی هم رفته همگن است و این گویای این واقعیت است که در طول تابستان انتقال جرم عظیمی مابین مناطق مذکور صورت می‌گیرد و این پدیده می‌تواند عامل بسیاری از تحولات مختلف جنبی باشد. نتایج این کار می‌تواند در تعیین مناسب‌ترین محل و عمق برای برداشت آب از دریاچه به منظور استحصال مواد درون آن وایجاد دیگر تاسیسات ساختمانی کمك نماید. در این کار پژوهشی مقدار ثابت K برای رابطه تبدیل هدایت ویژه ($\mu s\,cm^{-1}$) به TDS (ppm) برای دو فصل بهار و پائیز به ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۳۲ محاسبه شده است.

مقدمه و کلیات

دریاچه ارومیه در میان دریاچه‌های جهان با مساحت متوسط پنج هزار کیلومتر مربع مقام بیستم را داشته و یکی از پرآب‌ترین و مرتفع‌ترین (۱۲۹۷ متر از سطح دریا) دریاچه‌های کشور است. این دریاچه در آذربایجان ایران، در غرب شهر تبریز و شرق شهر ارومیه قرار گرفته است. طول دریاچه حدود ۱۴۰ کیلومتر و عرض آن ۲۰ الی ۵۰ کیلومتر متغیر می‌باشد. عمق آب در قسمت‌های شمالی حدود شش متر ولی در بعضی مناطق جنوبی به ۱۲ الی ۱۵ متر می‌رسد. سی رودخانه بزرگ و کوچك از جهات مختلف به ویژه جنوب شرقی بدان وارد می‌شوند که در اردیبهشت ماه آب رودخانه‌های مذکور به حداکثر و در اواخر تابستان به حداقل مقدار می‌رسد با توجه به تبخیر سطحی آب دریاچه در تابستان، کاهش نزولات جوی و تقلیل آب رودخانه‌ها سطح دریاچه در اواخر مهرماه به پائین‌ترین مقدار تقلیل می‌یابد. در وسط دریاچه مجمع الجزایری مرکب از پنجاه و شش جزیره وجود دارد که بزرگترین آنها عبارتند از جزایر قویون داغی، اشك داغی، اسپیر، آرزو و دوقوزلر. دریاچه ارومیه دارای بنادری است که در امر ارتباط تسهیلاتی را فراهم می‌آورند از جمله ابن بنادر می‌توان از شرفخانه، گلمانخانه، رحمانلو دانالو و سفیدگنبد نام برد[۱].

اولین مطالعه علمی بر روی کیفیت آب دریاچه در سال ۱۳۰۲ هجری شمسی (۱۹۲۳ میلادی) توسط ا.گ. خلوبین همکار پتروف دانشمند روسی بر روی نمونه‌ای که از شمال غربی دریاچه نزدیك قریه قوشچی برداشت شده بود انجام یافت. مطالعات مذکور در سال ۱۳۱۷ هجری شمسی در انستیتو پاستور توسط آقای دکتر مقدم بر روی نمونه‌ای که از ناحیه‌ای به نام حیدرآباد (مابین ارومیه و مهاباد) تامین شده بود ادامه یافت [۱].

موضوع مطالعه کیفیت نمونه‌هایی از آب دریاچه ارومیه در سالهای اخیر موضوع چندین رساله دکترای داروسازی در دانشگاه تبریز بوده است[۵و۲].

وجود مواد شیمیایی قابل ملاحظه در آب دریاچه ارومیه به ویژه ترکیبات با ارزش پتاسیم و منیزیم امکان استحصال نمك‌های درون آب دریاچه را به‌طور جدی مورد توجه قرار داده است. با وصف این‌که ایجاد تاسیسات صنعتی به این منظور مستلزم قبول هزینه‌های سنگینی است، لذا ضرورت مطالعه وسیع و آماری کیفیت آب دریاچه مطرح می‌باشد. لازم به ذکر است که مطالعات قبلی با توجه به محدود بودن تعداد نمونه‌ها و پراکندگی غیر منظم در مناطق، اعماق و زمانهای مختلف حاوی چنان نارسائی‌های جدی است که شناخت کامل دریاچه را ناممکن می‌سازد.

با هدف شناخت وسیع و کامل دریاچه مذکور از مناطق و اعماق مختلف آب دریاچه در دو مقطع زمانی اردیبهشت ۱۳۶۶ و مهرماه همان سال یکصدو هشتادو دو نمونه تهیه و در دانشکده

شیمی دانشگاه تبریز مورد مطالعه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت که نتایج حاصل پس از محاسبه میانگین مندرج است. با توجه به این‌که نمونه‌برداری در هر مقطع زمانی از نقاط و عمق‌های مختلف به عمل آمده، لذا تعیین پروفیل غلظت در سطح و در عمق امکان‌پذیر شده است. با یادآوری این مطلب که ایجاد تاسیسات ارتباطی در داخل دریاچه ارومیه به ویژه ساختمان بزرگراه شهید کلانتری که غرب و شرق دریاچه را به یکدیگر متصل می‌نماید دردست اقدام است، انجام این نوع مطالعات وسیع ضرورت و اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

بخش تجربی

مجموعاً یکصدو هشتاد و دو نمونه با رعایت ضوابط کامل نمونه‌برداری علمی و فنی[۶] در حجم کافی از اعماق و مناطق مختلف دریاچه در دو نوبت اردیبهشت ماه (۹۲ نمونه) و مهرماه (۹۰ نمونه) تهیه و در ظرفهای پلاستیکی دربسته به آزمایشگاه منتقل گردیده است. و اعماق نمونه‌برداری از ۰/۲ متر الی ۵/۵ متر متغیر بوده‌اند. مناطق نمونه‌برداری شده در شکل ۱ منعکس گردیده است.

اندازه‌گیری هر یك از عوامل با توجه به روشهای استاندارد تجزیه آبها[۷] و مطابق روشهای تجزیه آب دریاها[۶] انجام یافته و در ضمن با تهیه محلولهای آب دریای مصنوعی و استفاده از روش افزایش استاندارد کارآئی و دقت هریك از روشها مورد بررسی قرار گرفته است.

در این اندازه‌گیری‌ها از اسپکتروفتومتر مدل SE 550 ساخت کارخانه پرکین المر و کنداکتومتر مدل PW 9509 ساخت کارخانه فیلیپس به همراه سل مخصوص که قابلیت اندازه‌گیری هدایت ویژه در محدوده ۰/۱ الی $mscm^{-1}$ ۱۹۹۹ را دارا می‌باشد، استفاده شده است. جهت اندازه‌گیری pH از دستگاه مدل PW 9422 ساخت کارخانه فیلیپس استفاده شده و برای تعیین جرم مخصوص پیکنومتری به حجم ۹/۳۷۴ میلی‌لیتر (دمای ۲۰ °C) به کار گرفته شده است. در اندازه‌گیری باقی مانده خشك تبخیر اولیه به کمك حمام بخار انجام و سپس در دمای ۱۸۰ °C خشك و پس از خنك سازی در داخل دسیکاتور به کمك ترازوی الکتریکی با حساسیت یك دهم میلی‌گرم توزین لازم انجام یافته و برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم، فتومتر شعله‌ای مدل ۴۱۰ ساخت کشور انگلستان کارخانه کورنینگر بکار گرفته شده است.

عوامل اندازه‌گیری شده برای هریك از نمونه‌ها عبارتند از: pH، باقی مانده خشك در ۱۸۰ °C ، هدایت ویژه، سیلیس، کاتیونهای سدیم، منیزیم، کلسیم، پتاسیم و آنیونهای کلرید، سولفات، بی‌کربنات، برومید، فسفات و نیترات. این نتایج به صورت مقادیر میانگین برای مجموعه داده‌ها همراه با انحراف معیار δ_{n-1} در هر مورد گزارش شده است.

نتایج و بحث

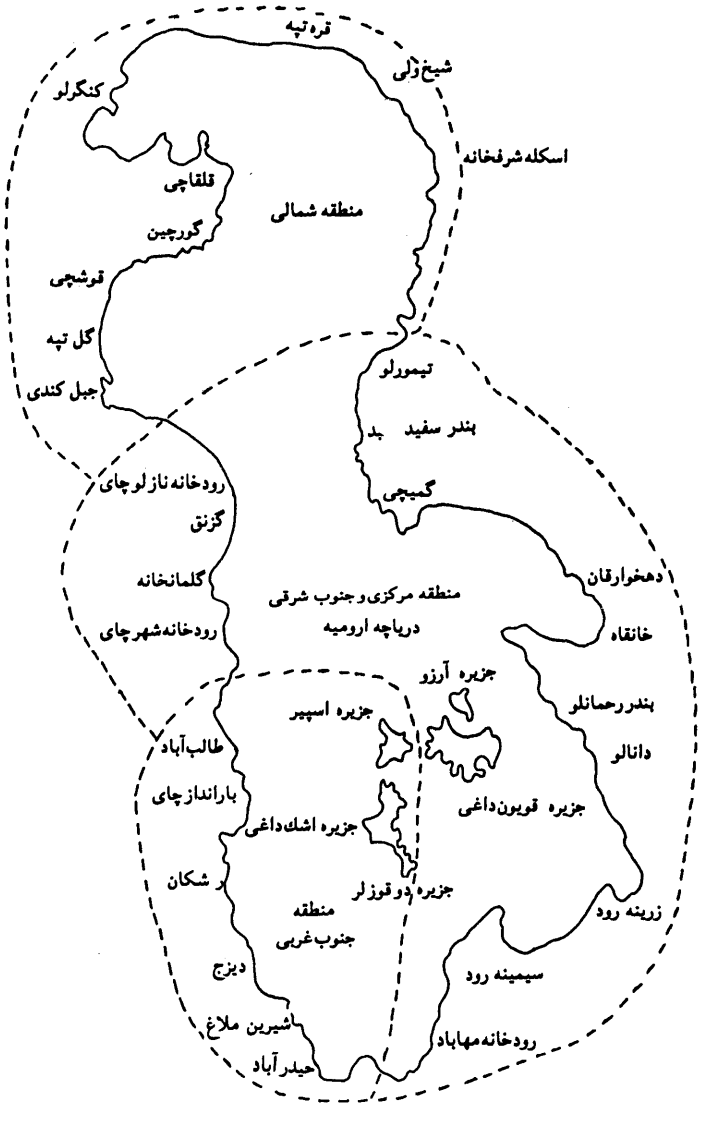
نتایج درشکل ۱ و جداول ۱، ۲و۳ درج شده است. درشکل ۱ کل سطح دریاچه ارومیه در اردیبهشت ماه از نظر غلظت مواد به سه منطقه تقسیم‌بندی گردیده و در جدول ۱ مقادیر هر یك از عوامل کیفی مورد نظر در فصل بهار درمناطق مختلف قید شده است و در جدول ۲ حداکثر و حداقل مقدار عوامل کیفی مذکور در فصل پائیز و بهار با یکدگیر مقایسه شده‌اند و در جدول ۳ نیز ترکیب شیمیایی آب دریاچه ارومیه با ترکیب شیمیایی آبهای بحرالمیت، دریاچه بزرگ نمك در امریکا (G.S.L) و اقیانوسها مقایسه گردیده است.

کیفیت آب دریاچه در اردیبهشت ماه یعنی پرآب‌ترین زمان نسبت به مناطق مختلف به‌طور بارزی تغییر می‌کند و از این نظر می‌توان آنرا در وراء مناطقی که جریان آب شیرین وجود دارد (مصب رودخانه‌ها) به سه منطقه شمالی، جنوب غربی و منطقه مرکزی به علاوه جنوب شرقی تقسیم نمود ، شکل ۱ .

در مناطقی که جریان آب شیرین وجود دارد اختلاف غلظت در سطح و عمق بسیار قابل توجه است در حالی که این اختلاف برای سایر مناطق قابل ملاحظه نبوده و حداکثر دو درصد است. نتایج به صورت میانگین برای مناطق مختلف در جدول ۱

منعکس گردیده است، در این جدول میانگین سه نمونه از اعماق ۰/۲ متر و ۰/۶ متر درمناطقی که جریان آب شیرین وجود دارد قید شده که گویای تفاوت فاحش غلظت درسطح و عمق است، همین آزمایش برای دو نمونه که از مصب دو رودخانه دیگر از اعماق ۰/۶ و ۲/۵ متر تهیه شده بودند انجام و همانند بالا اختلاف غلظت فاحش در سطح و عمق مشاهده گردید.

کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه مذکور در کم آب‌ترین زمان یعنی حدود مهرماه در کلیه مناطق و اعماق مختلف تقریباً برابرند و این امر به معنی نوعی یکنواختی نسبی در کیفیت آب دریاچه در نقاط و عمقهای مختلف می‌باشد. لازم به



شکل ۱ - منطقه بندی غلظت آب دریاچه ارومیه در اردیبهشت ماه

توضیح است که غلظت مواد در این فصل در مقایسه با منطقه شمالی در بهار (غلیظ‌ترین منطقه) به مراتب غلیظ‌تر می‌باشد و این امر به خوبی در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد.

درجدول ۳ غلظت سازنده‌های اصلی آب دریاچه ارومیه برای مقدار متوسط نود نمونه مربوط به فصل پائیز و دو دریاچه شور مهم و آب اقیانوسها[۸] جهت مقایسه ارائه شده‌اند. از مقایسه نتایج می‌توان چنین استنباط نمود که مقدار کاتیونهای منیزیم و پتاسیم در آب دریاچه ارومیه نسبت به دو دریاچه مورد نظر به‌طور بارزی کم است ولی در مقایسه با آب اقیانوسها بیشتر می‌باشد. در آب دریاچه مورد نظر مقدار سولفات از بحرالمیت و اقیانوس بیشتر ولی از G.S.L کمتر است. مقدار سدیم موجود در آب دریاچه ارومیه حدود G.S.L و اقیانوس بوده ولی نسبت به بحرالمیت به‌طور بارزی کمتر است. مقدار کلسیم در آب دریاچه ارومیه از آب اقیانوس و G.S.L بیشتر ولی از بحرالمیت به‌طور بارزی کمتر است. مقدار برومید برای آب دریاچه شور بحرالمیت جهت مقایسه دردسترس نیست ولی مقایسه برومید آب دریاچه ارومیه ($۱۸۶ Br^{-}mgkg^{-1}$) با آب دریاچه G.S.L در منطقه غلیظ ($۱۶۰ Br^{-}mgkg^{-1}$) نشان می‌دهد که مقدار برومید در دریاچه ارومیه قابل ملاحظه است[۸].

مقادیر دو آنیون نیترات و فسفات موجود در آب دریاچه ارومیه برای کلیه نمونه‌ها (۱۸۲ نمونه) از نیم میلی‌گرم در لیتر کمتر است و این مقدار از نظر طرحهایی که احیاناً به منظور استحصال مواد شیمیایی موجود دردریاچه ارومیه پیاده شوند دارای اهمیت قابل توجهی نیستند.

از مقایسه نتایج مندرج در جداول ۱، ۲ و شکل ۱ می‌توان چنین استنباط نمود که با شروع فصل بهار و ذوب شدن برفها و افزایش نزولات جوی و در نتیجه پرآب شدن رودخانه‌ها، نوعی اختلاف غلظت درمناطق مختلف دریاچه بوجود می‌آید. در اثر این اختلاف غلظت انتقال جرم عظیمی به ویژه مابین دو منطقه غلیظ و رقیق که همجوار هستند انجام می‌گیرد که در عمل این انتقال جرم به صورت حرکت آب در سطح به سمت شمال و در عمق

جدول ۱ - مقادیر عوامل کیفی آب دریاچه ارومیه در فصل بهار و در مناطق مختلف

عوامل کیفی	مناطقی که جریان آب شیرین وجود دارد (۱)		منطقه شمال (۲) (اعماق مختلف)۵		منطقه جنوب غربی (۳) (اعماق مختلف)۵		منطقه مرکزی و جنوب شرقی (۴) (اعماق مختلف)۵	
	عمق ۰/۲ متر	عمق ۰/۶ متر	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
pH	۷/۸۲ ± ۰/۰۶	۷/۸۶ ± ۰/۰۵	۷/۷۴ ± ۰/۰۳		۷/۷۶± ۰/۰۴		۷/۷۹± ۰/۰۴	
باقی مانده خشک در ۱۸۰ ℃ گرم در لیتر	۵ ±۴	۱۷۶ ± ۲۱	۲۳۵ ±۳		۲۲۵± ۴		۲۱۱ ±۱۶	
جرم مخصوص g/ml ۲۰ ℃	۱/۰۰۱ ±۰/۰۰۲	۱/۱۶۱ ± ۰/۰۳۸	۱/۱۴۶ ± ۰/۰۰۲		۱/۱۴۰ ± ۰/۰۰۲		۱/۱۳۸ ±۰/۰۰۴	
هدایت مخصوص ۲۰ °c ms/cm	۷/۲۵± ۵/۷۵	۱۵۲ ± ۶	۱۸۵± ۱		۱۸۰ ±۲		۱۷۴ ± ۷	
Na^+ meq/l (۶)	۶۷/۵ ± ۶۲/۵	۲۵۹۰ ± ۳۱۵	۳۴۲۶ ± ۲۵		۳۲۴۲ ± ۴۰		۳۱۲۳ ± ۲۲۲	
Mg^{++} meq/l	۱۴/۵ ± ۹/۵	۳۶۹/۵ ± ۴۲/۵	۴۷۴ ± ۴		۴۵۴ ± ۶		۴۲۹ ± ۲۶	
Ca^{++} meq/l	۴ ± ۱	۲۸ ± ۱۰	۳۶ ± ۲		۳۷ ± ۲		۳۴ ± ۴	
K^+ meq/l	۰/۵۳ ± ۰/۰۷	۲۵/۵ ± ۲/۵	۳۳ ± ۱		۳۲ ± ۱		۳۱ ± ۳	
Cl^- meq/l	۷۵ ± ۶۵	۲۸۰۱/۵± ۳۳۸/۵	۳۶۹۰ ± ۳۷		۳۵۴۸ ± ۵۷		۳۳۳۶ ± ۲۲۳	
$SO^=_4$ meq/l	۴/۵ ± ۳/۵	۱۷۶ ± ۲۲	۲۲۵ ± ۴		۲۱۶ ± ۵		۲۰۶ ± ۱۳	
HCO^-_3 meq/l	۲/۵ ± ۰/۰	۴/۶ ± ۰/۳	۵ ±۰/۲		۵ ± ۰/۱		۵ ± ۰/۲	
Br^- meq/l	۰/۱۶ ± ۰/۰۹	۱/۸ ± ۰/۲	۲/۴۵ ± ۰/۰۵		۲/۳۵± ۰/۰۵		۲/۲۵±۰/۱۵	
SiO_2 ppm	۳/۸ ± ۱/۶	۱/۹ ± ۰/۲	۱/۷ ±۰/۴		۱/۷ ± ۰/۶		۱/۹ ± ۰/۴	

۱- تعداد نمونه ۳ ۲- تعداد نمونه ۲۹

۳- تعداد نمونه ۲۳ ۴- تعداد نمونه ۳۵

۵- نمونه‌برداری از اعماق مختلف ۰/۲ متر الی ۵/۵ متر انجام گرفته است

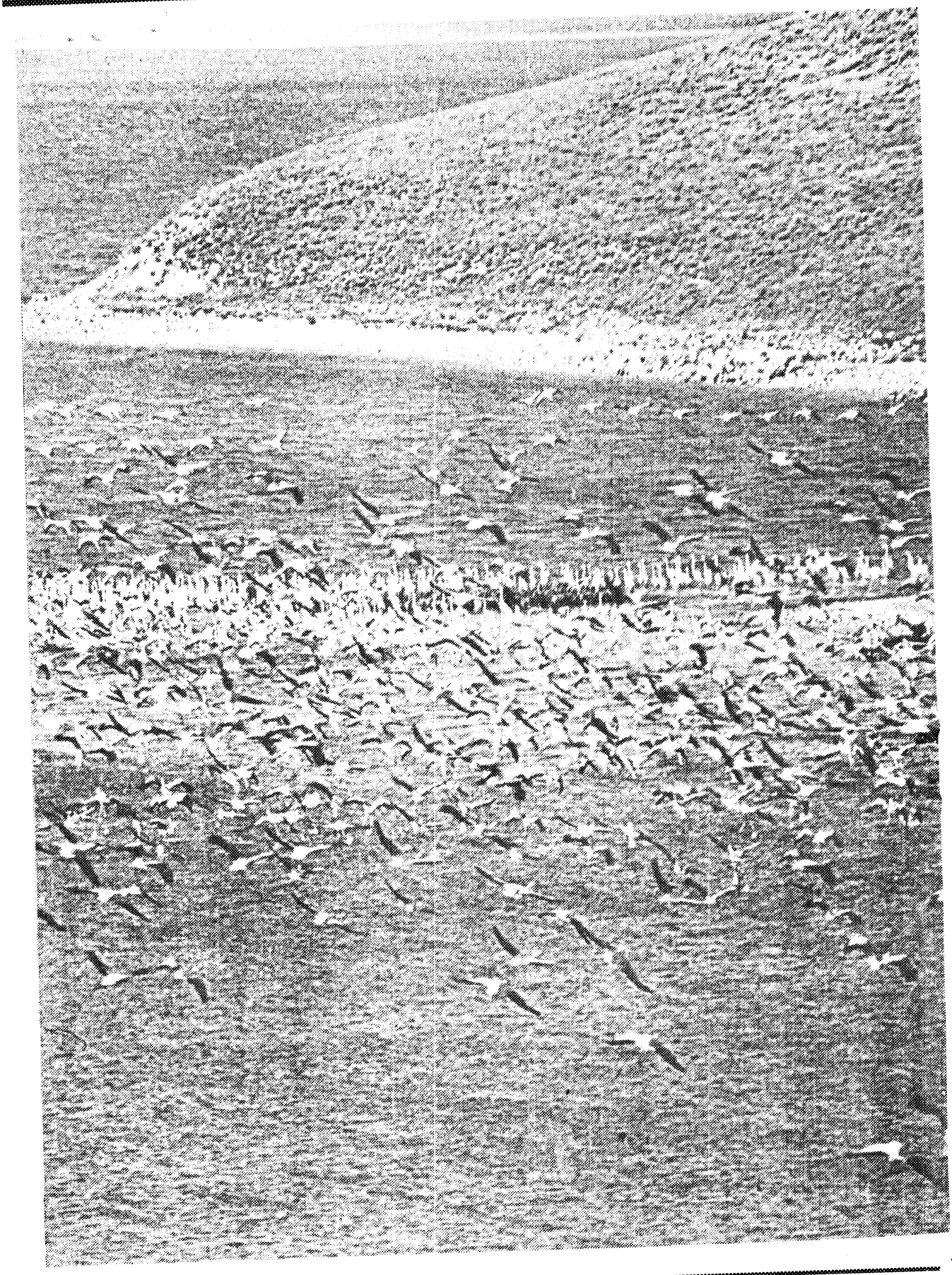
۶- میلی‌اکی‌والان در لیتر

جدول ۲ـ مقادیر عوامل کیفی آب دریاچه ارومیه از مناطق مختلف در فصل پائیز و مقایسه آن با غلیظ‌ترین منطقه دریاچه در فصل بهار

عوامل کیفی	فصل پائیز (اعماق مختلف) و مناطق مختلف	فصل بهار منطقه غلیظ منطقه شمالی(اعماق مختلف)
pH	۷/۷۲ ± ۰/۰۷	۷/۷۴ ± ۰/۰۳
باقی مانده خشک در ۱۸۰ °c گرم در لیتر	۲۵۱ ± ۲/۵	۲۳۵ ± ۳
جرم مخصوص g/ml ۲۰ °c	۱/۱۵۹ ± ۰/۰۰۱	۱/۱۴۶± ۰/۰۰۲
هدایت مخصوص ms/cm,۲۰ °c	۱۹۱ ± ۲	۱۸۵ ± ۱
Na^{+} meq/l	۳۷۴۲ ± ۴۰	۳۴۲۵ ± ۲۵
Mg^{++} meq/l	۵۱۱ ± ۶	۴۷۴ ± ۴
Ca^{++} meq/l	۳۴ ± ۴	۳۶ ± ۲
K^{+} meq/l	۳۶ ± ۱	۳۳ ± ۱
Cl^{-} meq/l	۴۰۴۸ ± ۴۸	۳۶۹۰ ± ۳۷
$SO^{=}_{4}$ meq/l	۲۳۷ ± ۴	۲۲۵ ± ۴
HCO^{-}_{3} meq/l	۴/۸ ± ۰/۳	۵/۰۵ ± ۰/۱۵
Br^{-} meq/l	۲/۷ ± ۰/۰	۲/۴۵ ± ۰/۰۵
SiO_2 ppm	۲ ± ۰/۳	۱/۶ ± ۰/۴

جدول ۳ـ مقایسه ترکیب شیمیایی آب دریاچه ارومیه با آبهای بحرالمیت و دریاچه بزرگ نمك (G.S.L) و اقیانوسها

سازنده‌ها	غلظت در آب شور بر حسب درصد وزنی هر یك از سازنده‌ها در محلول				g /۱۰۰ g مواد جامد محلول			
	G.S.L	بحرالمیت	ارومیه	اقیانوس	G.S.L	بحرالمیت	ارومیه	اقیانوس
کلرید	۱۴/۱	۱۷/۵	۱۲/۴۰	۱/۹۴	۵۵/۲	۶۵/۱	۵۷/۶	۵۵/۷
سولفات	۲/۰	۰/۷	۰/۹۸	۰/۲۷	۷/۸	۲/۶	۴/۵	۷/۸
سدیم	۷/۶	۳/۳	۷/۴۳	۱/۰۶	۲۹/۸	۱۲/۳	۳۴/۵	۳۰/۶
منیزیم	۱/۱	۳/۴	۰/۵۴	۰/۱۳	۴/۳	۱۲/۶	۲/۵	۳/۷
پتاسیم	۰/۷	۰/۶	۰/۱۲	۰/۰۴	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۱/۱
کلسیم	۰/۰۱۶	۱/۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۶	۵/۲	۰/۳	۱/۱



به سمت جنوب نمود پیدا می‌کند. این انتقال جرم به گونه‌ای ادامه می‌یابد که درمهرماه غلظت درتمام نقاط دریاچه یکسان می‌گردد این حرکت عظیم سیال درون دریاچه می‌تواند تاثیرات جنبی مختلفی به ویژه از نظر محیط زیست و کارهای ساختمانی بزرگراه شهید کلانتری که غرب و شرق دریاچه رابه یکدیگر متصل می‌نماید داشته باشد. ساختمان این بزرگراه که با سنگ ریزی در قسمت شرق و غرب دریاچه و ایجاد تنگه آبی و در نهایت برقراری پل ارتباطی دردست اقدام است در فصل بهار حدوداً مابین دو منطقه غلیظ و رقیق قرار می‌گیرد. این امر می‌تواند درفصل بهار و تابستان به‌طور جدی پیشرفت کارهای ساختمانی را مختل نماید و در نهایت می‌توان پیش‌بینی نمود که با نزدیک‌تر شدن دو طرف خشکی از شرق و غرب اختلاف پتانسیل جرمی منجر به چنان جریان قوی در دو لایه و دو جهت مخالف شود که اثرات مخرب مکانیکی، سائیدگی و خوردگی بر روی پایه‌های پل ارتباطی ودیگرتاسیسات محتمل موجود درحوالی تنگه ایجاد نماید.

لازم به توضیح است که در چهار گزارش قبل (۵-۲) مقدار هدایت مخصوص آب دریاچه مذکور ارقام ۲۸۰، ۳۱۰، ۳۴۰ و ۵۴۰ $mscm^{-1}$ گزارش شده‌اند و این مقدار به طور بارزی از حداکثر مقدار ۱۹۳ $mscm^{-1}$ که در جدول ۲ گزارش شده بیشتر می‌باشد. قابل توجه است که با تغلیظ محلولهای نمک‌دار در اثر تقویت تاثیر متقابل آنیون و کاتیون سرعت افزایش هدایت مخصوص با ازدیاد غلظت کاهش می‌یابد به‌طوری که برای محلول اشباع سدیم کلرید (۲۶ درصد وزنی) هدایت مخصوص ۲۲۵ $mscm^{-1}$ گزارش شده است [۹]. جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلولهای بسیار غلیظ نظیر آب دریاچه ارومیه باید از دستگاه هدایت سنج و سل ویژه‌ای استفاده نمود که قابلیت اندازه‌گیری درحدهای بالا را داشته باشند وگرنه با رقیق سازی آب دریا و اندازه‌گیری هدایت و ضرب نمودن آن دردرجه رقت نمی‌توان به نتایج صحیح دست یافت و بدیهی است در این صورت ارقام حاصل به صورت بی‌رویه‌ای بزرگ خواهد بود.

یادآور می‌شود از رابطه تجربی که براساس آن مقدار تقریبی کل مواد جامد محلول برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم از ضرب کردن هدایت مخصوص، برحسب میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر در یك ثابت K (۰/۷۰ -۰/۶۳= K) بدست می‌آید [۱۰]، نمی‌تواند برای آب دریاچه شور صادق باشد. در مورد آب دریاچه ارومیه به استثناء نقاطی که آب شیرین به آن مناطق وارد می‌شود در بقیه نقاط که هدایت مخصوص آنها در فاصله ۱۶۵ تا ۱۹۵ $mscm^{-1}$ متغیر است، مقدار ثابت K با توجه به داده‌های مندرج در جداول ۱و۲ درحدود ۱/۱۷ و ۱/۳۲ به ترتیب از رقیق به غلیظ تغییر می‌کند.

منابع

۱- محمدجواد جنیدی، (۱۳۴۸)چشمه‌های معدنی ایران، جلد اول - انتشارات دانشگاه تبریز شماره ۲۸.

۲- فیروز اعظمی اسکوئی، (۵۴-۱۳۵۳) «بررسی آب دریاچه رضائیه درمنطقه حیدرآباد» رساله دکترای داروسازی، دانشکده داروسازی دانشگاه تبریز، شماره ۱۳۸۰.

۳- محمدعلی دانشگر، (۵۴-۱۳۵۳) «بررسی آب دریاچه رضائیه درمنطقه شرفخانه» رساله دکترای داروسازی، دانشکده داروسازی دانشگاه تبریز، شماره ۱۴۰۳ .

۴- سیروس جوانبخت، (۵۴-۱۳۵۳) «بررسی آب دریاچه رضائیه درمنطقه گلمانخانه» رساله دکترای داروسازی، دانشکده داروسازی دانشگاه تبریز شماره ۱۴۳۱.

۵- ابراهیم کارگرنژاد، (۶۵-۱۳۶۴) «بررسی آب دریاچه ارومیه درمنطقه رحمانلو» رساله دکترای داروسازی، دانشکده داروسازی دانشگاه تبریز، شماره ۱۸۲۲.

6 . Grasshoff,K.(1983) et. al,Methods of sea Water Analysis 2nd edition Springer - Verlag .

7 Standard Methods for the Examination of water and Waste Water,(1989) AWWA Publication 17th ed .

8 . G. Flint "Great Salt lake Chemicals" Kirk-othmer, Encyclopedia of chemical Technology Second, ed.

9 . Handbook of Chemistry and physics 58th Ed. 1977-78 CRC Pren pp D. 253.

10.Camp,T.R. and Meserue,R.L.(1974) Water and its impurities, Dowden Hutchinson & Ross Inc. Second Ed.