

۹



وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن آذربایجان غربی

گزارش مطالعات ژئوشیمیایی و بررسی امکان استحصال

املاح آب دریاچه ارومیه

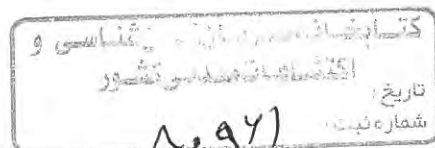
مجری

سازمان صنایع و معادن آذربایجان غربی

توسط

مهندسین مشاور معدن آفرین در

۱۳۸۰



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ذ	چکیده
ژ	قدردانی
	فصل اول- مقدمه
۲	۱-۱-اهداف و روشهای کار
۱۲	۲-۱- دریاچه ارومیه در متون تاریخی
۱۴	۳-۱- تاریخچه مطالعات
۱۷	۴-۱- ویژگیهای جغرافیایی
۲۰	۱-۴-۱- حوزه های آبریز دریاچه ارومیه
۲۲	۱-۴-۲- جزایر دریاچه ارومیه
	فصل دوم- زمین شناسی
۲۶	۱-۲- زمین شناسی اطراف دریاچه ارومیه
۲۶	۱-۱-۲- پرکامبرین
۳۰	۲-۱-۲- دیرینه زیستی پیشین
۳۳	۳-۱-۲- دیرینه زیستی میانی
۳۴	۴-۱-۲- دیرینه زیستی پسین
۳۵	۵-۱-۲- میانه زیستی

صفحه	عنوان
۴۰	۲-۱-۶- نوزیستی
۴۶	۲-۲- زمین شناسی ساختمانی
۴۷	۲-۲-۱- جنبش های زمین ساختی پرکامبرین پسین
۴۷	۲-۲-۲- جنبش های زمین ساختی پالئوزوئیک
۴۷	۲-۲-۳- جنبش های زمین ساختی کیمیری پیشین
۴۸	۲-۲-۴- جنبش های زمین ساختی کیمیری پسین
۴۹	۲-۲-۵- جنبش های زمین ساختی کرتاسه بالایی
۴۹	۲-۲-۶- جنبش های زمین ساختی لارامید
۴۹	۲-۲-۷- جنبش های زمین ساختی آلپی
۵۰	۲-۳- زمین شناسی دریاچه ارومیه
۵۲	۲-۳-۱- نهشته های دریاچه ارومیه
۵۲	۲-۳-۱-۱- نهشته های آواری
۵۳	۲-۳-۱-۲- نهشته های برجا

فصل سوم- اقلیم شناسی

۶۱	۳-۱- وضعیت بارندگی و درجه حرارت منطقه
۷۶	۳-۲- مقایسه تغییرات سالانه دما، بارش و تبخیر
۷۹	۳-۳- رودخانه ها
۸۲	۳-۴- تعادل آب دریاچه ارومیه

صفحه	عنوان
	فصل چهارم- ژئوشیمی
۱۱۱	۴-۱- مرحله اول نمونه برداری
۱۲۱	۴-۱-۱- پتاسیم
۱۲۶	۴-۱-۲- کلسیم
۱۲۶	۴-۱-۳- سدیم
۱۲۹	۴-۱-۴- منیزیم
۱۲۹	۴-۱-۵- برم
۱۲۹	۴-۱-۶- لیتیم
۱۳۳	۴-۱-۷- آرسنیک
۱۳۴	۴-۱-۸- پارامترهای آماری
۱۳۷	۴-۱-۹- حوضچه های استحصال خورشیدی
۱۴۰	۴-۲- مرحله دوم نمونه برداری
۱۴۰	۴-۲-۱- پتاسیم
۱۴۱	۴-۲-۲- سایر عناصر
۱۵۰	۴-۳- مرحله سوم نمونه برداری
۱۵۰	۴-۳-۱- پتاسیم
۱۵۶	۴-۳-۲- سایر عناصر
۱۶۹	۴-۴- مقایسه نتایج سه مرحله نمونه برداری
۱۶۹	۴-۴-۱- پتاسیم

صفحه	عنوان
۱۷۰	۴-۴-۲- سایر عناصر
فصل پنجم- توانایی های معدنی دریاچه ارومیه	
۱۷۶	۵-۱- محاسبه حجم آب و ذخیره املاح مختلف
۱۷۹	۵-۱-۱- مجموع باقیمانده خشک
۱۷۹	۵-۱-۲- پتاسیم
۱۸۰	۵-۱-۳- منیزیم
۱۸۰	۵-۱-۴- سولفات سدیم
۱۸۱	۵-۱-۵- نمک طعام
۱۸۲	۵-۱-۶- برومید
۱۸۲	۵-۱-۷- لیتیم
۱۸۴	۵-۲- استحصال املاح از شورابه دریاچه ارومیه
۱۸۴	۵-۲-۱- حوضچه های تبخیر خورشیدی
۱۸۸	۵-۲-۲- فرآوری
۱۹۶	۵-۲-۳- طرح واحد ۵۰۰۰۰ تنی پتاس
۱۹۸	۵-۳- نتیجه گیری
۲۰۰	۵-۴- پیشنهادات

صفحه	عنوان
	فصل ششم-ضمیمه
۲۰۳	۱-۶- توانایی های معدنی شورابه ها
۲۰۳	۱-۱-۶- اهمیت کودهای شیمیایی
۲۰۴	۱-۲-۶- پتاس
۲۰۹	۱-۳-۶- سولفات سدیم
۲۱۰	۱-۴-۶- کربنات سدیم
۲۱۲	۱-۵-۶- نمک طعام
۲۱۴	۱-۶-۶- برم
۲۱۵	۱-۷-۶- بوراتها
۲۱۷	۲-۶- شورابه های مهم جهان
۲۱۷	۱-۲-۶- دریاچه بزرگ نمک یوتا
۲۱۹	۲-۲-۶- دریاچه نمک سیرلز
۲۲۶	۳-۲-۶- خلیج قره بغاز
۲۲۶	۴-۲-۶- بحرالमित
۲۲۹	۳-۶- شورابه های ایران
۲۳۰	۱-۳-۶- پلایای خور
۲۳۱	۲-۳-۶- مرداب گاوخونی
۲۳۳	منابع

فهرست شکل

صفحه	عنوان
۶	۱- شبکه نمونه برداری از دریاچه ارومیه
۱۸	۲- موقعیت جغرافیایی دریاچه ارومیه
۲۸	۳- نقشه زمین شناسی اطراف دریاچه ارومیه (برحسب واحدهای سنگی)
۵۹	۴- تطابق رسوبات کف دریاچه ارومیه
۶۶-۶۸	۵- مقایسه نمودارهای رگرسیون بین حرارت و دما
۶۹	۶- نمودار رگرسیون متوسط دما و بارش در سالهای مختلف
۸۰	۷- موقعیت رودخانه های مهم در بخش غربی و جنوب دریاچه ارومیه
۹۲	۸-۱- نمودار میله ای آبدهی شهرچای در فصول مختلف
۹۳	۸-۲- نمودار میله ای آبدهی سیمینه رود (تازه کند) در فصول مختلف
۹۴	۸-۳- نمودار میله ای آبدهی روضه چای در فصول مختلف
۹۵	۸-۴- نمودار میله ای آبدهی مهاباد چای در فصول مختلف
۹۶	۸-۵- نمودار میله ای آبدهی نازلو (تپیک) در فصول مختلف
۹۷	۸-۶- نمودار میله ای آبدهی نازلو (آباجالو) در فصول مختلف
۹۸	۸-۷- نمودار میله ای آبدهی سیمینه رود (پل میان دو آب) در فصول مختلف
۹۹	۸-۸- نمودار میله ای آبدهی گذارچای در فصول مختلف
۱۰۰	۸-۹- نمودار میله ای آبدهی زولاچای در فصول مختلف
۱۰۱	۸-۱۰- نمودار میله ای آبدهی زرینه رود در فصول مختلف
۱۰۲	۸-۱۱- نمودار میله ای آبدهی باراندوز چای در فصول مختلف

صفحه	عنوان
۱۰۳-۱۰۵	۹- نمودار میله ای دبی سالانه رودخانه های مختلف دریاچه ارومیه
۱۰۶	۱۰- نمودار مقایسه ای سهم دبی رودخانه های شارژ کننده دریاچه ارومیه
۱۰۷	۱۱-۱- نمودار مقایسه ای بین دبی و بارش
۱۰۸	۱۱-۲- نمودار مقایسه ای بین دبی و بارش
۱۰۹	۱۲- حوضه آبریز تلخه رود
۱۲۳	۱۳-۱- نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه - فصل پاییز
۱۲۴	۱۳-۲- نقشه پتانسیل K در عمق ۰/۵ تا ۵ متر - فصل پاییز
۱۲۵	۱۳-۳- نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه - فصل پاییز
۱۲۷	۱۴- نقشه پتانسیل Ca در دریاچه ارومیه - فصل پاییز
۱۲۸	۱۵- نقشه پتانسیل Na در دریاچه ارومیه - فصل پاییز
۱۳۰	۱۶- نقشه پتانسیل Mg در دریاچه ارومیه - فصل پاییز
۱۳۱	۱۷- نقشه پتانسیل Br در دریاچه ارومیه - فصل پاییز
۱۳۲	۱۸- نقشه پتانسیل Li در دریاچه ارومیه - فصل پاییز
۱۵۰	۱۹- نقشه هم تراز عیار K - فصل زمستان
۱۵۱	۲۰-۱- نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه - فصل زمستان
۱۵۲	۲۰-۲- نقشه پتانسیل K در عمق ۰/۵ تا ۵ متر - فصل زمستان
۱۵۳	۲۰-۳- نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه فصل زمستان

صفحه	عنوان
۱۵۴	۲۱- نقشه پتانسیل عناصر سدیم، کلسیم، منیزیم و برم - فصل زمستان
۱۶۳	۲۲-۱- نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه - فصل بهار
۱۶۴	۲۲-۲- نقشه پتانسیل K در عمق ۰/۵ تا ۵ متر - فصل بهار
۱۶۵	۲۲-۳- نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه - فصل بهار
۱۶۸	۲۳- نقشه پتانسیل عناصر سدیم، کلسیم، منیزیم و برم - فصل بهار
۱۷۲	۲۴-۱- مقایسه نقشه پتانسیل K در سه فصل نمونه برداری در سطح دریاچه
۱۷۳	۲۴-۲- مقایسه نقشه پتانسیل K در سه فصل نمونه برداری عمق ۰/۵ تا ۵ متر
۱۷۴	۲۴-۳- مقایسه نقشه پتانسیل K در سه فصل نمونه برداری در بستر دریاچه
۱۷۷	۲۵- نقشه سه بعدی محدوده مورد مطالعه
۱۹۱	۲۶- جدا سازی پتاسیم از شورابه حاوی سولفات به روش Hadzeriga
۱۹۳	۲۷- فرآیند پیشنهادی برای استحصال پتاس (روش Garret)
۲۲۲	۲۸- ستون چینه شناسی ردیفهای تبخیری دریاچه سیرلز
۲۲۳	۲۹- برش دریاچه سیرلز

فهرست جدولها

صفحه	عنوان
ر	۱- متوسط ترکیب شیمیایی آب دریاچه ارومیه و ذخایر مربوطه
۷	۲- موقعیت و عمق ایستگاههای نمونه برداری
۶۲-۶۵	۳- آمار بارندگی و دما بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۸
۷۰-۷۱	۴- آمار دما، تبخیر و بارش بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۸
۸۱	۵- آمار آبدهی رودخانه های تغذیه کننده دریاچه ارومیه
۸۴-۹۱	۶- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه برحسب مترمکعب در ثانیه
۱۱۲	۷- تجزیه شیمیایی عناصر مختلف در ده نمونه از آب دریاچه ارومیه
۱۱۳-۱۱۸	۸- نتایج آزمایشات فصل پاییز-عنصر پتاسیم-داده های خام
۱۱۹-۱۲۰	۹- نتایج اندازه گیری سدیم، منیزیم، کلسیم، برم، لیتیم و آرسنیک-فصل پاییز
۱۲۱	۱۰- تجزیه شیمیایی پتاسیم در ۶ نمونه از حوضچه های تبخیر خورشیدی
۱۲۲	۱۱- میزان خطای آزمایشگاه در نمونه های کتلی
۱۳۵	۱۲- پارامترهای آماری و ضریب همبستگی بین متغیرها (۶ متغیر)
۱۳۶	۱۳- پارامترهای آماری و ضریب همبستگی بین متغیرها (۱۵ متغیر)
۱۴۲-۱۴۷	۱۴- نتایج آزمایشات فصل زمستان-عنصر پتاسیم-- داده های خام
۱۴۸-۱۴۹	۱۵- نتایج اندازه گیری سدیم، منیزیم، کلسیم، برم، لیتیم و آرسنیک-فصل زمستان
۱۵۷-۱۶۲	۱۶- نتایج آزمایشات فصل بهار-عنصر پتاسیم--داده های خام
۱۶۶-۱۶۷	۱۷- نتایج اندازه گیری سدیم، منیزیم، کلسیم، برم، لیتیم و آرسنیک-فصل بهار
۱۷۱	۱۸- مقایسه متوسط غلظت عناصر در سه فصل نمونه گیری

صفحه	عنوان
۱۸۳	۱۹-ذخیره نمکهای مختلف دریاچه ارومیه
۱۸۹	۲۰-ارتباط همزمان حلالیت نمک NaCl و KCl در حرارت و چگالی مختلف
۱۹۷	۲۱-محصولات قابل بازیابی از یک واحد ۵۰۰۰۰ تنی
۱۹۸	۲۲-متوسط ترکیب شیمیایی دریاچه ارومیه
۲۰۷	۲۳-کانی های پتاسیم
۲۱۹	۲۴-مقایسه ترکیب شیمیایی شورابه دریاچه نمک یوتا و دریاچه ارومیه
۲۲۴	۲۵-ترکیب شیمیایی شورابه دریاچه سیرلز
۲۲۵	۲۶-ترکیب کانی شناسی نمک پایینی دریاچه سیرلز
۲۲۶	۲۷-مقایسه ترکیب شیمیایی خلیج قره بغاز و دریاچه ارومیه
۲۲۷	۲۸-نسبت مولکولی عناصر مختلف شورابه بحرالमित
۲۲۸	۲۹-مقایسه ترکیب شیمیایی شورابه بحرالमित و دریاچه ارومیه
۲۳۱	۳۰-ترکیب شیمیایی پلایای خور
۲۳۲	۳۱-ترکیب شیمیایی شورابه گاوخونی

فهرست عکسها

صفحه	عنوان
۵	۱-نمایی از دستگاه نمونه گیری آب
۱۳۹	۲-نمایی از استحصال نمک از شرابه دریاچه ارومیه

چکیده

دریاچه ارومیه در شمال غرب کشور و بین استانهای آذربایجان غربی و شرقی قرار گرفته است. ۶۱۰ کیلومتر مربع وسعت دارد و نزدیکترین فاصله آن به ارومیه ۱۷ کیلومتر است. حداکثر عمق دریاچه ۹ متر و عمق متوسط آن ۴ متر می باشد و حدود ۱۹ میلیارد متر مکعب شورابه در آن ذخیره شده است. ۱۳ رودخانه کوچک و بزرگ آنرا تغذیه می نمایند. دریاچه ارومیه به دلیل بسته بودن تحت تاثیر نوسانات بارش و تبخیر می باشد. در زمانهای پر باران و یا کم باران، ممکن است سطح دریاچه یک متر بالا یا پایین برود. بررسی های آماری نشان می دهد که در دهه گذشته به طور متوسط سالانه ۳۲ سانتی متر سطح آب پایین رفته است. نوسانات سطح آب پرودیک است اما روند کلی تابع مقدار بارش است که آن نیز روند نزولی دارد.

از لحاظ زمین شناسی دریاچه ارومیه منشا تکتونیکی دارد و مربوط به پهنه خرد شده ای میان پهنه عربستان و اورومیا و خرده ورق های ایران و ترکیه می باشد. در اطراف دریاچه ارومیه سنگهای گوناگون رسوبی، آذرین و دگرگونه با ضخامت بیش از ۱۵۰۰۰ متر تشکیل شده است (شهرابی، ۱۳۶۶). قدیمی ترین آنها به پرکامبرین تعلق دارد و تا عهد حاضر که نهشته های دریاچه و اطراف آن را تشکیل می دهند ادامه دارد.

در مطالعه حاضر نیمی از دریاچه ارومیه تحت پوشش نمونه برداری در یک شبکه منظم ۵ کیلومتری قرار گرفته است. ۱۱۵ ایستگاه نمونه برداری با استفاده از GPS انتخاب و در سه نوبت نمونه برداری شده است که جمعا ۶۳۰ نمونه تهیه و همگی برای عنصر پتاسیم آزمایش شده اند. از تعداد ۱۱ نمونه آزمایش کامل به عمل آمده است. و جمعا ۶۹ نمونه در سه نوبت برای عناصر سدیم، منیزیم، کلسیم، آرسنیک، برم و لیتیم آزمایش شدند.

نام عنصر	مقدار عنصر	ترکیب احتمالی	ذخیره	واحد
K(g/l)	۱/۴۸	KCl, K ₂ SO ₄	۲۷۲۳۲۰۰۰K	تن
Mg(g/l)	۵/۴۸	Mg(OH) ₂	۲۴۴۰۱۳۰۰۰	تن
Ca(g/l)	۳/۵۳	CaCO ₃ , CaSO ₄	۲۹۰۰۰۰۰۰۰	تن
Na(g/l)	۸۶	ClNa	۳۹۶۹×۱۰ ^۶	تن
Br(ppm)	۱/۱۶	Br ₂ O ₃	۲۷۷۸۴	کیلوگرم
Li(ppm)	۱۳/۴۴	-	۲۴۸۴۰۰	کیلوگرم

جدول ۱- متوسط ترکیب شیمیایی آب دریاچه ارومیه و ذخایر مربوطه

نتایج حاصل از سه مرحله نمونه برداری نشان داده است که پتاسیم دارای مقدار متوسط ۱/۴۸ گرم در لیتر است و حداکثر غنی شدگی در پایان زمستان می باشد با این وجود دامنه تغییرات شدید نیست. منیزیم به طور متوسط ۵/۴۸ گرم در لیتر است و حداکثر غنی شدگی در آذر ماه با متوسط ۶/۰۸ گرم در لیتر مشاهده شده است. کلسیم به طور متوسط ۳/۵۳ گرم در لیتر در ترکیب آب شرکت کرده است. حداکثر تهی شدگی در آذرماه است که به ۲/۶۳ گرم در لیتر کاهش یافته است. سدیم به عنوان عنصر اصلی املاح دریاچه دارای متوسط ۸۶ گرم در لیتر است. برم به طور متوسط ۱/۱۶ گرم در متر مکعب و لیتیم با متوسط ۱۳/۴۴ گرم در متر مکعب عناصر فرعی و با ارزش دریاچه ارومیه می باشند. آرسنیک با متوسط ۱/۰۴ گرم در متر مکعب و حداکثر تهی شدگی ۰/۶۹ گرم در متر مکعب در آذرماه به عنوان آلودگی محلی شناخته شده است.

مجموع باقیمانده جامد دریاچه به بیش از ۵ میلیارد تن می رسد. سهم پتاسیم برحسب K₂O حدود ۲۷ میلیون تن و برحسب سولفات پتاسیم حدود ۶۰ میلیون تن می باشد. ۲۴۴ میلیون تن منیزیا و ۴۶۶ میلیون تن سولفات سدیم محاسبه شده است. برومید حدود ۲۸ تن و لیتیم حدود ۲۵۰ تن

برآورد گردیده است. نمک طعام به عنوان محصول جانبی دارای ذخیره بالقوه حدود ۴ میلیارد تن می باشد.

قدردانی

جناب آقای مهندس زرگر ریاست محترم سازمان صنایع و معادن آذربایجان غربی همواره مشوق مشاور بوده و مساعدتهای ایشان راهگشا بوده است. جناب آقای مهندس حجتی به عنوان مسئول پروژه در تمام مراحل مشاور را همراهی نموده اند و حمایتهای ایشان در پیشبرد اهداف طرح نقش اساسی داشته است. جناب آقای دکتر علیپور به عنوان مهندس ناظر کمکهای سودمندی داشته اند. جناب آقای مهندس برمک مدیر کل اسبق معادن استان در مدت مسئولیت خود ما را یاری نموده اند. سازمان محیط زیست ارومیه در تردد دریاچه با مشاور همکاری نمودند همچنین در کسب مجوز تردد در دریاچه سازمان محیط زیست کشور مشاور را مساعدت نموده است. همکاران محترم صنایع و معادن استان آذربایجان غربی به طرق مختلف یاری دهنده طرح بوده اند. جناب آقای دکتر جهانگیری مدیریت واحد تحقیقات پژوهشگران شیمی در تمام مراحل طرح نسبت به انجام آزمایشات با دقت کافی اهتمام ورزیده اند. جا دارد از همه عزیزان سپاسگزاری گردد.

فصل اول

مقدمه

۱- اهداف و روشهای کار

۲- دریاچه ارومیه در متون تاریخی

۳- تاریخچه مطالعات

۴- موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی

۱-۱- اهداف و روشهای کار

مطالعه ژئوشیمیایی و بررسی امکان استحصال املاح آب دریاچه ارومیه عنوان اجرای پروژه است شرح عملیات و مطالعات مورد نظر کارفرما که در قرارداد قید شده است به شرح زیر می باشد.

۱- جمع آوری اطلاعات و منابع و گزارشات مطالعات انجام شده قبلی.

۲- نمونه برداری از بخش غربی آب دریاچه ارومیه در فصول مختلف و مقاطع زمانی مشخص از سه عمق مختلف به تعداد ۶۰۰ نمونه .

۳- نمونه برداری از نمک های استحصالی از حوضچه های نمک گیری اطراف دریاچه در مقاطع زمانی مشخص به تعداد ۳۰ نمونه .

۴- انجام مطالعات آزمایشگاهی و تعیین مقادیر یونهای سدیم ، پتاسیم ، منیزیم ، کلسیم ، کلر ، سولفات ، برم ، فلوئور ، ید ، لیتیم ، بر ، PH و T.D.S .

۵- ورود اطلاعات و انجام عملیات کامپیوتری و تجزیه و تحلیل داده ها و تهیه گزارش نهایی شامل نقشه های تهیه شده و مشخص نمودن وضعیت و ترکیب شیمیایی آب دریاچه و املاح موجود در آن و اعلام نظر در خصوص امکان و روش استحصال انواع نمک های محلول و انجام محاسبات و برآورد مقدماتی ذخیره قابل استحصال انواع نمک های موجود و ارائه پیشنهادات لازم جهت انجام مطالعات مراحل بعدی.

باتوجه به اینکه مبادله قرارداد و اجرای عملیات دریایی به درازا کشید، مشاور با موافقت کارفرما کار خود را پیش از امضا قرارداد آغاز نمود (قرارداد در تاریخ ۷۹/۹/۱۲ مبادله شده است) به طوریکه نمونه گیری از دریاچه در اوایل مهرماه آغاز گردید و باطی مدت ۱۸ روز دوره نمونه گیری در همان

ماه خاتمه یافت . خوشبختانه چون هنگام نمونه گیری بارندگی فصلی آغاز نشده بود. دریاچه دارای غلظت بالا و شرایط اواخر تابستان را دارا بود. باتوجه به اینکه در آغاز کار نیمی از سال گذشته بود و امکان نمونه گیری در چهار فصل میسر نمی گشت لذا مشاور با نظر کارفرما فصول نمونه گیری را از چهار فصل به سه فصل باحفظ تعداد نمونه های مندرج در شرح خدمات تغییر داد. تغییر یاد شده طی نامه شماره ۹/۱۰۰۱۴ مورخ ۷۹/۱۰/۱۸ به مشاور ابلاغ گردید.

۱-۱-۱- نمونه برداری

نمونه گیری به وسیله یک دستگاه نمونه گیر آب (Water sampler) انجام شده است. (عکس ۱) این وسیله اجازه می دهد تا نمونه در عمق دلخواه برداشت شده و دریاچه محفظه نمونه گیر در همان عمق بسته شود و لذا از تداخل آب در مسیر جلوگیری می نماید. باتوجه به حداکثر عمق دریاچه در محدوده شبکه نمونه گیری (۹ متر) نمونه گیری حداکثر در ۳ عمق انجام شده است. در کل شبکه یک نمونه سطحی ۲۰ سانتیمتر زیر سطح آب برداشت شده است که آنرا نمونه سطحی نامیده ایم (s) . سطح دوم عمق ۵ متری می باشد. آنجا که دریاچه دارای عمق بیشتر از ۵ متر بوده است، نمونه دوم در این عمق برداشت شده است و آنرا نمونه میانه نامیده ایم (m). و نمونه سوم بالاتر از کف دریاچه برداشت شده است که آن را نمونه عمیق نامیده ایم (d). بنابراین در اعماق بیش از ۵ متر سه نمونه سطحی، میانه و عمیق داریم اما در سایر نقاط به جز نقاط ساحلی که بسیار کم عمق است دو نمونه برداشت شده است که یک نمونه سطحی و نمونه دیگر مربوط به بالای سطح کف می باشد و نقاطی که دریاچه بسیار کم عمق بوده است به برداشت یک نمونه سطحی اکتفا شده است .

شماره گذاری نمونه ها به این ترتیب صورت گرفته است که خطوط شرقی - غربی با حروف A تا Y و خطوط شمالی - جنوبی با اعداد ۱ تا ۷ مشخص گردیده است (شکل ۱) و لذا محل تقاطع این

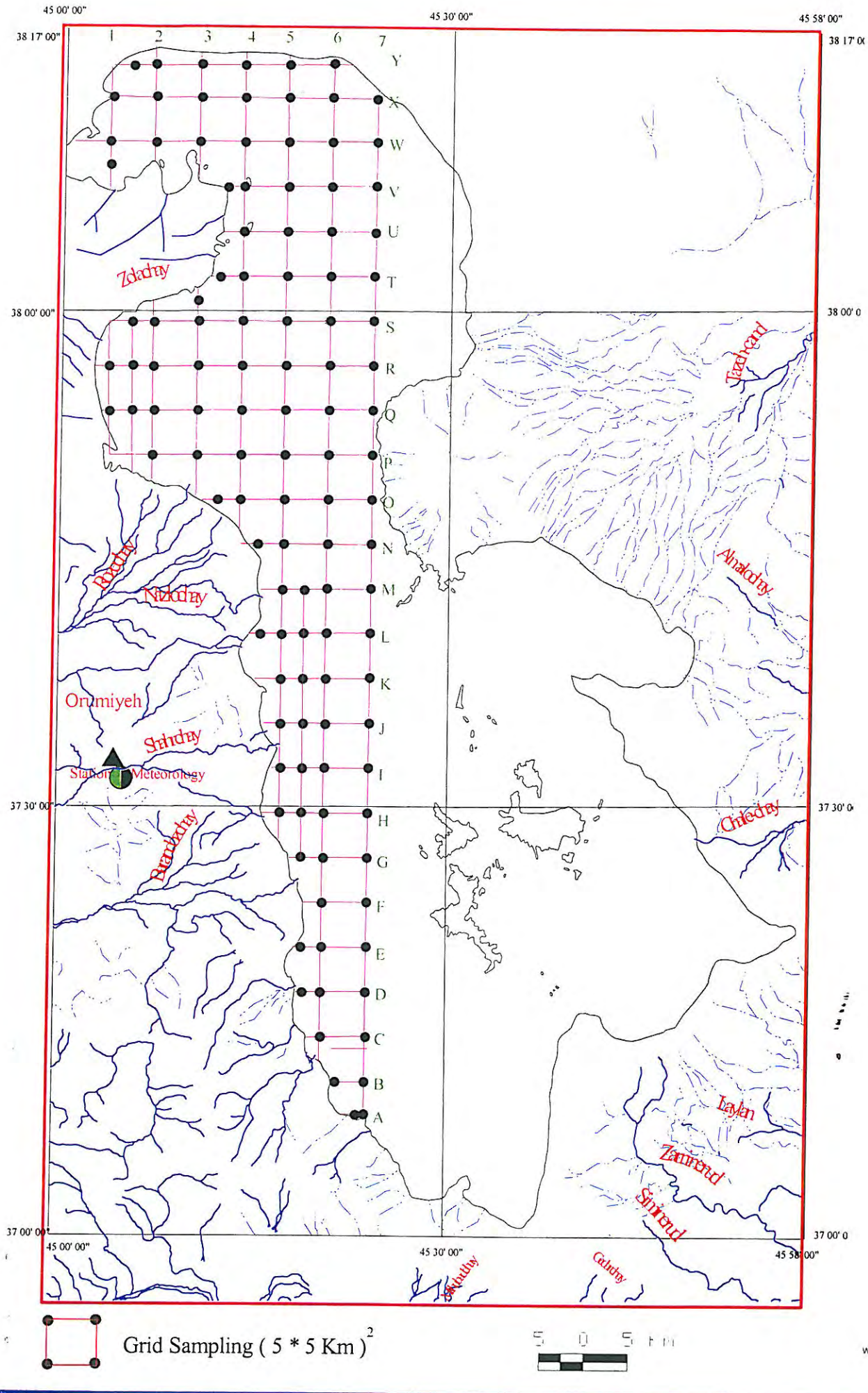
خطوط یک حرف و یک عدد مانند A7 (جدول ۲) نقطه ای از شبکه و محل نمونه برداری رامشخص می نماید. همانطور که گفته شد در هر ایستگاه حداقل یک نمونه و حداکثر سه نمونه گرفته شده است. لذا حرف دوم (حرف کوچک) از هر شماره نمونه مربوط به عمق نمونه گیری می باشد. نمونه های سطحی با حرف S و نمونه های میانه با حرف m و نمونه های عمیق با حرف d ارائه شده است. به طور مثال Ss6 از ایستگاه S6 و از سطح نمونه برداری شده است، Xm4 از ایستگاه X4 و از عمق میانه برداشت شده است و Vd7 نمونه ای است از ایستگاه V7 که در کف نمونه گیری شده است. هرگاه ایستگاه نمونه برداری در شبکه با ساحل و یا جزیره برخورد نموده است با حفظ فاصله از ساحل نمونه گیری انجام شده است و شماره با عنوان ۱-۱ نامگذاری شده است. مختصات دقیق هر ایستگاه به وسیله دستگاه GPS اندازه گیری و ثبت شده است (جدول ۲).

در جدول های مربوط به نتایج آزمایشات به منظور جلوگیری از تداخل نمونه های سه فصل، فصل پاییز را با A، فصل زمستان را با W و فصل بهار را با S قبل از شماره نمونه آورده ایم و شماره آزمایشگاه ذکر شده است. در این جدول عمق نمونه برداری نیز ذکر شده است مثلاً نمونه AT4 از مرحله اول نمونه برداری (فصل پاییز) دارای شماره آزمایشگاهی ۴۱۰۰ و دارای عمق ۸ متر می باشد. در شبکه نمونه برداری ۱۱۵ ایستگاه تعیین شده است. همانگونه که در بند ۴ شرح خدمات اشاره شد. اندازه گیری شیمیایی ۱۱ عنصر و ۲ پارامتر برای همه نمونه ها پیش بینی شده بود اما پس از مبادله قرارداد با توجه به حجم زیاد آزمایشات از لحاظ مالی کارفرما از مشاور خواست تا آنجا که به طرح لطمه وارد نمی شود و بخصوص آنجا که انجام آزمایشات تکراری و بی حاصل است از تعداد آزمایشات بکاهد. لذا مشاور پیشنهاد نمود تعدادی از نمونه های برداشت شده به نحوی که در کل دریاچه توزیع شود با معیار فوق آزمایش گردند و سپس در مورد انتخاب عناصر و پارامترهای لازم تصمیم گیری به عمل آید. ۱ نمونه انتخابی از شمال تا جنوب و عمق های مختلف با شماره های



عکس ۱- نمایی از دستگاه نمونه گیری آب (دریاچه ارومیه - پاییز ۷۹)

شکل ۱- شبکه نمونه برداری دریاچه ارومیه



No.	Sample No.	X COORD	Y COORD	depth (m)	No.	Sample No.	X COORD	Y COORD	depth (m)
1	A6	37,11,04	45,20,13	-1.5	59	Q1-1	37,54,16	45,05,03	-5.5
2	A7	37,11,04	45,23,35	-2.0	60	Q2	37,54,16	45,06,44	-6.5
3	B6	37,13,46	45,20,13	-1.5	61	Q3	37,54,16	45,10,06	-7.5
4	B7	37,13,46	45,23,35	-3.5	62	Q4	37,54,16	45,13,28	-8.5
5	C6	37,16,28	45,20,13	-2.4	63	Q5	37,54,16	45,16,51	-7.0
6	C7	37,16,28	45,23,35	-5.3	64	Q6	37,54,16	45,20,13	-6.0
7	D5	37,19,10	45,16,51	-1.5	65	Q7	37,54,16	45,23,35	-5.0
8	D6	37,19,10	45,20,13	-2.5	66	R1	37,56,58	45,03,22	-5.0
9	D7	37,19,10	45,23,35	-5.3	67	R1-1	37,56,58	45,05,03	-6.0
10	E5	37,21,52	45,16,51	-0.5	68	R2	37,56,58	45,06,44	-6.0
11	E6	37,21,52	45,20,13	-2.5	69	R3	37,56,58	45,10,06	-7.5
12	E7	37,21,52	45,23,35	-5.3	70	R4	37,56,58	45,13,28	-8.0
13	F6	37,24,34	45,20,13	-3.1	71	R5	37,56,58	45,16,51	-7.5
14	F7	37,24,34	45,23,35	-5.4	72	R6	37,56,58	45,20,13	-6.0
15	G5	37,27,16	45,16,51	-1.3	73	R7	37,56,58	45,23,35	-5.0
16	G6	37,27,16	45,20,13	-5.0	74	S1-1	37,59,40	45,05,03	-5.0
17	G7	37,27,16	45,23,35	-6.0	75	S2	37,59,40	45,06,44	-6.0
18	H4	37,29,58	45,13,28	-0.7	76	S3	37,59,40	45,10,06	-7.5
19	H5	37,29,58	45,16,51	-3.5	77	S4	37,59,40	45,13,28	-8.0
20	H5-1	37,29,58	45,18,32	-4.0	78	S5	37,59,40	45,16,51	-7.5
21	H6	37,29,58	45,20,13	-5.5	79	S6	37,59,40	45,20,13	-6.0
22	H7	37,29,58	45,23,35	-6.0	80	S7	37,59,40	45,23,35	-4.0
23	I5	37,32,40	45,16,51	-1.0	81	SA	37,59,40	45,10,06	-6.5
24	I5-1	37,32,40	45,18,32	-4.5	82	T3-1	38,02,22	45,11,47	-7.5
25	I6	37,32,40	45,20,13	-5.5	83	T4	38,02,22	45,13,28	-8.0
26	I7	37,32,40	45,23,35	-5.5	84	T5	38,02,22	45,16,51	-7.5
27	J4	37,35,22	45,13,28	-0.7	85	T6	38,02,22	45,20,13	-8.5
28	J5	37,35,22	45,16,51	-3.5	86	T7	38,02,22	45,23,35	-5.5
29	J5-1	37,35,22	45,18,32	-5.0	87	U4	38,05,04	45,13,28	-6.0
30	J6	37,35,22	45,20,13	-5.5	88	U5	38,05,04	45,16,51	-7.5
31	J7	37,35,22	45,23,35	-6.5	89	U6	38,05,04	45,20,13	-9.0
32	K5	37,38,04	45,16,51	-4.0	90	U7	38,05,04	45,23,35	-8.0
33	K5-1	37,38,04	45,18,32	-4.5	91	V3	38,07,46	45,10,06	-2.0
34	K6	37,38,04	45,20,13	-4.5	92	V4	38,07,46	45,13,28	-6.5
35	K7	37,38,04	45,23,35	-5.0	93	V5	38,07,46	45,16,51	-7.5
36	L5-1	37,40,46	45,18,32	-3.5	94	V6	38,07,46	45,20,13	-8.5
37	L6	37,40,46	45,20,13	-5.0	95	V7	38,07,46	45,23,35	-8.0
38	L7	37,40,46	45,23,35	-5.5	96	VA	38,07,46	45,03,22	-3.0
39	M5	37,43,28	45,16,51	-3.0	97	W1	38,10,28	45,03,22	-3.5
40	M5-1	37,43,28	45,18,32	-4.5	98	W2	38,10,28	45,06,44	-5.0
41	M6	37,43,28	45,20,13	-6.0	99	W3	38,10,28	45,10,06	-4.5
42	M7	37,43,28	45,23,35	-7.0	100	W4	38,10,28	45,13,28	-7.5
43	N4	37,46,10	45,13,28	-1.0	101	W5	38,10,28	45,16,51	-7.0
44	N5	37,46,10	45,16,51	-5.0	102	W6	38,10,28	45,20,13	-8.0
45	N6	37,46,10	45,20,13	-6.0	103	W7	38,10,28	45,23,35	-6.5
46	N7	37,46,10	45,23,35	-6.5	104	X1-1	38,13,10	45,05,03	-4.5
47	O3-1	37,48,52	45,11,47	-3.5	105	X2	38,13,10	45,06,44	-4.0
48	O4	37,48,52	45,13,28	-6.5	106	X3	38,13,10	45,10,06	-4.5
49	O5	37,48,52	45,16,51	-8.0	107	X5	38,13,10	45,16,51	-5.0
50	O6	37,48,52	45,20,13	-6.5	108	X6	38,13,10	45,20,13	-4.5
51	O7	37,48,52	45,23,35	-4.5	109	X7	38,13,10	45,23,35	-4.0
52	P1-1	37,51,34	45,05,03	-1.0	110	Y1-1	38,14,31	45,05,03	-2.0
53	P2	37,51,34	45,06,44	-3.5	111	Y2	38,14,31	45,06,44	-2.0
54	P3	37,51,34	45,10,06	-6.0	112	Y3	38,14,31	45,10,06	-2.5
55	P4	37,51,34	45,13,28	-7.0	113	Y4	38,14,31	45,13,28	-4.0
56	P5	37,51,34	45,16,51	-8.2	114	Y5	38,14,31	45,16,51	-4.5
57	P6	37,51,34	45,20,13	-6.5	115	Y6	38,14,31	45,20,13	-3.5
58	P7	37,51,34	45,23,35	-4.5				Average	-4.6

$ACs7, ACm7, APs5, APm5, APd5, AG4, AVs6, AVm6, AV6, AKs7, AKm7$ انتخاب و به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه $AG4$ از شورابه های حوضچه های استحصال نمک و ۱۰ نمونه دیگر از آب دریاچه برداشت شده بود. پس از دریافت نتایج آزمایشات با توجه به حد تغییرات ناچیز در مقدار عناصر و پارامترهای اندازه گیری شده مشاور پیشنهاد نمود کلیه نمونه ها جهت ۶ عنصر پتاسیم، منیزیم، کلسیم، سدیم، برم و لیتیم آزمایش گردند و سپس به طریق محاسبه و استفاده از نتایج کامل ۱۰ نمونه اولیه تعادل یونی شورابه به طور تئوریک اندازه گیری شود. یکنواختی وحدت تغییرات کم در هر سه مرحله آزمایش نیز نشان داد که میتوان به یک محاسبه قابل اطمینان دست یافت. محدودیتهای بعدی کارفرما از لحاظ تعداد آزمایش منجر به تغییر دیگری شد، با توجه به اهمیت پتاسیم که محور اصلی مطالعه راتشکیل می دهد کلیه نمونه ها جهت این عنصر آزمایش شد ولی ۵ عنصر سدیم، منیزیم، کلسیم، لیتیم و برم به میزان یک دهم سایر نمونه ها آزمایش گردید لذا در مرحله اول نمونه برداری ۲۲۸ نمونه، در مرحله دوم ۲۱۰ نمونه و در مرحله سوم ۱۹۲ نمونه جمعاً ۶۳۰ نمونه برای عنصر پتاسیم آزمایش گردید و برای ۵ عنصر دیگر در هر مرحله ۲۳ نمونه و جمعاً ۶۹ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت.

۱-۱-۲- مراحل نمونه برداری

در مرحله اول تعداد کل نمونه برداری از آب دریاچه و شورابه حوضچه های استحصال نمک ۲۲۸ عدد می باشد. که ۶ نمونه از حوضچه های استحصال و ۲۲۲ نمونه از دریاچه گرفته شده است. نمونه برداری بر روی یک شبکه منظم با فاصله نقاط ۵ کیلومتری انجام شده است (شکل ۱). بخش غربی دریاچه ارومیه مرزی توافق شده بین نماینده مشاور و نماینده محترم مجری است و از نظر تقسیمات استانی معتبر نمی باشد. لازم به توضیح است با توجه به دینامیک آب تعیین هر نوع مرز اعم از مرز استانی یا مرز توافق شده نتیجه کار را تغییر نمی دهد.

مرحله اول نمونه برداری در مهرماه ۷۹ انجام شد (فصل پاییز). دمای هوا مطابق با گزارش سازمان هواشناسی ارومیه ۷+ تا ۲۵+ درجه سانتی گراد بوده است. نمونه گیری از شورابه حوضچه های استحصال نمک نیز در این مرحله انجام شد اما در دو مرحله دیگر به دلیل خاتمه کار حوضچه ها برداشت شورابه از حوضچه های استحصال خورشیدی انجام نشد.

مرحله دوم نمونه برداری در آذر ماه ۷۹ صورت گرفت (فصل زمستان). دمای ثبت شده هوا در روزهای نمونه گیری از ۴- تا ۱۰+ درجه سانتی گراد بوده است.

مرحله سوم نمونه برداری در فروردین ۸۰ انجام گردید (فصل بهار) که در این دوره دمای هوا از ۴+ تا ۱۰+ درجه سانتی گراد متغیر بوده است. از لحاظ شرایط کیفی نمونه برداری مهرماه فصلی مساعد با کمترین طوفان و تغییرات جوی بود. نمونه برداری در آذر ماه در شرایطی انجام شد که هوا نامساعد و سرد بود و بدترین شرایط نمونه گیری در فروردین ۸۰ بود که طوفانهای شدید کار را در بسیاری از روزها مختل می نمود و لذا مدت زمان نمونه گیری به بیش از ۱/۵ برابر مدت زمان پیش بینی شده رسید.

تغییر در تعداد نمونه برداری سه مرحله ناشی از حذف نمونه شورابه حوضچه های استحصال خورشیدی در مرحله دوم و سوم و تغییرات خط ساحلی و عدم امکان نمونه برداری ناشی از آن در مرحله بعدی می باشد. با توجه به اینکه دریاچه ارومیه محیطی بسته است و متاثر از میزان درجه حرارت، تبخیر و بارندگی و همچنین میزان آب ورودی رودخانه ها می باشد. یک بررسی آماری که دوره های مختلف پرآبی و کم آبی را منعکس نماید طلب می کند لذا داده های یک دوره ۴۸ ساله از بارندگی و درجه حرارت و یک دوره ۲۷ ساله از میزان تبخیر ثبت شده در ایستگاه ارومیه از سازمان هواشناسی خریداری گردید. داده های یاد شده بر حسب متوسط ماه و سال ارائه شده است.

داده های مربوط به دبی از ۱۱ رودخانه (حوزه آبریز) عمده از سازمان آب آذربایجان غربی خریداری شد این داده ها یک دوره ده ساله از ۶۹ تا ۷۸ را برحسب متوسط ماه و سال دربر می گیرد. اطلاعات چهار رودخانه عمده نیز از سازمان آب آذربایجان شرقی به رایگان دریافت شد. از آنجا که مطالعات مربوط به شرکت منطقه ای معادن آذربایجان بزرگترین کار انجام شده در دریاچه ارومیه است لذا مشاور تلاش نمود تا به نتایج حاصل دست یابد به همین منظور بایکی از کارشناسان آن شرکت قراردادی منعقد نمود تا خلاصه نتایج طرح را برای مشاور به رشته تحریر درآورد اما پس از دریافت قسمتی از گزارش با توجه به بیان کلی و عام و عدم تصریح در اعداد و ارقام مورد نیاز مشاور قرارداد بی نتیجه ماند. سپس مشاور با اطلاع از وجود نسخه ای از کارهای انجام شده در دانشگاه صنعت و معدن باریاست محترم این دانشگاه مکاتبه و تقاضای دریافت اطلاعات نمود که این تلاش نیز بدون پاسخ ماند.

نقشه های پایه با استفاده از اطلاعات نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ منطقه چاپ سازمان جغرافیایی ارتش و سازمان نقشه برداری کشور و نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه که بوسیله سازمان زمین شناسی کشور چاپ و منتشر شده است، تهیه گردید. نقشه نمونه برداری با دیجیتایز کردن نقشه های پایه فوق ورقومی کردن و اضافه نمودن مختصات دقیق ۱۱۷ ایستگاه نمونه برداری که بوسیله یک دستگاه GPS ماژلان ۳۲۰ در سه نوبت اندازه گیری شده است، تهیه شد.

از نرم افزارهای EXCEL, Autocad14, Winsurf, Spss, Arcview در پردازش و نهایی کردن اطلاعات رایانه ای استفاده شده است.

آزمایشات شیمیایی با انتخاب کارفرما در واحد تحقیقات صنعتی پژوهشگران شیمی صورت گرفته است.

عناصر Li و Na, K به روش طیف سنجی نشری شعله ای (Flam Phothometry)

عنصر Mg به روش جذب اتمی (Atomic Absorption)

عناصر Ca و Cl به روش تیتریمتری (EDTA)

عناصر Br, F, I و β به روش اسپکتروفوتومتری

عنصر As به روش اسپکتروفوتومتری پس از تقطیر و جدا کردن آرسنیک از بقیه عناصر با معرف مولیبدات آمونیم.

یون SO_4 به روش گراویمتری

یون HCO_3 به روش ولومتری سنجش شده اند.

همچنین یک نمونه متوسط شورابه از اختلاط ۱۰ نمونه سطحی که نشان دهنده میانگین کل نمونه

های سطحی است به وسیله مشاور خشک و نمک باقیمانده جهت تعیین کانی های تشکیل شده به

روش XRD در آزمایشگاه کانی شناسی سازمان زمین شناسی کشور مطالعه گردید.

۱-۲- دریاچه ارومیه در متون تاریخی

دریاچه ارومیه که تا اواخر حکومت پهلوی بنام دریاچه رضاییه معروف بود، از زمانهای بسیار قدیم بنامهای گوناگون در کتب تاریخی از آن یاد شده است .

در کتب پهلوی واوستا این دریاچه مقدس شمرده شده و مولد زرتشت را در گزن (جرثق- شیز) در حوالی دریاچه دانسته اند و آتشکده معروف گزن نیز بهمین مناسبت مورد توجه بوده است . در اوستا بنام دریاچه چیچسته، جیجست و جی کست نیز از آن یاد شده است .

در کتاب نزهت القلوب چنین آورده شده: آنرا بحر جیجست نامیده است و می گوید بلاد ارومیه، اشنویه، دهخوارقان، طسوج و سلماس بر ساحل اوست. در میانش جزیره ای و بر آنجا کوهی است که مدفن شاهان مغول است .

در کتاب مسالک و ممالک اثر ابواسحاق ابراهیم اصطخری دریاچه ارومیه را چنین توصیف می کند: آبی شور دارد و در آن هیچ جانور نباشد. گویند سگ آبی باشد و گرداگرد آن دریا همه عمارت و نواحی است. و از این دریا تا مراغه سه فرسنگ دارند و تا ارومیه دوفرسنگ و درازای این دریا ۵ روز راه می باشد بر خشکی، و در آب چون باد راست بود به یک شب برون شوند.

ابولقاسم محمد بن حوقل می گوید: دریاچه معروف به کبودان که در آذربایجان میان مراغه و ارومیه واقع است آبی شور دارد و هیچگونه جاندار و ماهی در آن نیست و کشتیهای بسیار در آن دریاچه میان شهرها و اعمال تبریز رفت و آمد می کند .

محمد لوی عباسی مترجم سفرنامه شارون فرانسوی در کتاب مذکور چنین نوشته است: این دریاچه از کثرت املاح و غلظت میاه همیشه درخشنده و پرلحمان بوده و رنگ مشعشع آن جالب توجه است.

ابوالفداه آنرا دریاچه تلا که معنای آن معلوم نیست نامیده و قزوینی گوید آب آن دارای املاحی درخشنده است شبیه توتیا (اکسیدروی) که بمقدار زیاد به جاهای دیگر صادر می شود. از حکایت های قدیم نقل شده است که در زمان قدیم آب دریاچه ارومیه به این اندازه نبوده و از وسط آن جاده ای خاکی وجود داشته که مردم کالای خود را از این جاده به شبه جزیره شاهی می رساندند. در سال ۱۸۰۰ میلادی که اکراد از این شهر عزیمت می کرده اند از همان جاده شوسه که فعلاً در سه متری زیر آب مانده است عبور نموده و در آن موقع آب دریاچه در اطراف جاده بیش از ۷۵ سانتی متر نبوده و در صحت این حکایت بازار بناب و میان دو آب که روزهای چهارشنبه هر هفته دایر بوده رامی توان مثال زد .

۳-۱- تاریخچه مطالعات دریاچه ارومیه

اگرچه شناخت از دریاچه ارومیه به تاریخ ایران باستان برمی گردد اما اولین کار علمی در سال ۱۸۹۱ میلادی توسط شلیمرد انجام شده است که از نتایج آن اطلاعی در دست نیست (طلوعی - جواد و همکاران ۱۳۷۶). شیرووکورف در سال ۱۹۱۵ بر روی آب دریاچه مطالعه داشته است که از آن اطلاعی در دست نیست (انزلی حسین ۱۳۷۸). در سال ۱۹۱۷ پرفسور واگ خلوپین تجزیه شیمیایی آب دریاچه را از حوالی خلیج قره باغ ارائه می کند وی املاح دریاچه ارومیه را به شرح زیر ارائه کرده است.

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| ۱- کلرور کلسیم ۰/۱۷۵ گرم در لیتر | ۲- کلرور سدیم ۳۴/۰۲۹ گرم در لیتر |
| ۳- سولفات کلسیم ۰/۳۰۳ گرم در لیتر | ۴- کربنات منیزیم ۰/۱۷۵ گرم در لیتر |
| ۵- سولفات منیزیم ۲/۵۴۳ گرم در لیتر | ۶- کلرور منیزیم ۲/۲۶ گرم در لیتر |
| ۷- سایر مواد جامد ۱۳۸/۷۵۴ گرم در لیتر | |

آبرنگی در سال ۱۳۳۰ باقیمانده خشک دریاچه ارومیه را ارائه می دهد و ارقام ۳۲۱/۹ و ۲۹۶/۲ گرم در لیتر را به ترتیب برای زمان کم آبی و پر آبی ذکر می نماید.

امور مطالعات منابع آب آذربایجان شرقی و غربی بین سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۶۲ به مطالعه آب دریاچه ارومیه پرداخته اند اگرچه آزمایشات کامل از همه نقاط دریاچه ارائه نشده است اما یکی از آزمایشات که مربوط به بخش شمال شرقی دریاچه می باشد (۱۳۵۲) به شرح زیر است:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| ۱- پتاسیم ۱/۶ گرم در لیتر | ۲- منیزیم ۸/۱۹ گرم در لیتر |
| ۳- کلسیم ۰/۴۸ گرم در لیتر | ۴- کلر ۱۶۷/۸۱ گرم در لیتر |
| ۵- یون سولفات ۱۲/۵۲ گرم در لیتر | ۶- T.D.S ۳۱۸/۲ گرم در لیتر |

در سال ۱۳۴۳ وزارت اقتصاد در امکان سنجی توسعه صنعتی آذربایجان تجزیه شیمیایی دریاچه ارومیه را به شرح زیر بیان کرده است.

- ۱- کلرور سدیم ۶۵/۳۰ گرم در لیتر
۲- کلرور پتاسیم ۰/۴۲ تا ۵ گرم در لیتر
۳- کلر ۴۳/۳۰ تا ۱۸۹/۱۰ گرم در لیتر
۴- برم ۰/۰۷ تا ۰/۴۱ گرم در لیتر

سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۷۵) به نقل از آبیخ (Abich) تجزیه شیمیایی آب دریاچه ارومیه را به شرح زیر ذکر می کند.

- ۱- سولفات منیزیم ۶/۰۸ گرم در لیتر
۲- سولفات کلسیم ۰/۳۴ گرم در لیتر
۳- کلرور کلسیم ۰/۲۷ گرم در لیتر
۴- کلرور منیزیم ۵ تا ۶/۹۴ گرم در لیتر
۵- کلرور سدیم ۸۶/۳۷ گرم در لیتر
۶- باقیمانده خشک ۲۳۰ گرم در لیتر

همان ماخذ به نقل از مانلی (J.J.Manley) تجزیه شیمیایی دریاچه ارومیه را چنین توضیح می دهد:

- ۱- نمک طعام ۸۶/۲۰۳ گرم در لیتر
۲- کلرور منیزیم ۶/۸۱۶ گرم در لیتر
۳- سولفات منیزیم ۳/۹۱۵ گرم در لیتر
۴- سولفات کلسیم ۱/۱۵۱ گرم در لیتر
۵- سولفات پتاسیم ۱/۷۴۱ گرم در لیتر

زمین شناسی دریاچه ارومیه توسط کلتز و شهرابی در سال ۱۹۸۶ منتشر شده است در این مطالعه رسوبات کف دریاچه مغزه گیری و مطالعه شده است که در بخش زمین شناسی به نتایج کار آنها خواهیم پرداخت .

کارهای دیگری در قالب رساله و یا مقاله های دانشجویی توسط اعظمی اسکویی (۱۳۵۴)، دانشگر (۱۳۵۴)، کریمی نژاد (۱۳۶۵)، کمیلی بیرجندی (۱۳۷۶)، طلوعی (۱۳۷۶) و مهاجر (۱۳۷۶) ارائه شده است.

بین سالهای ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۵ شرکت منطقه ای معادن آذربایجان جامع ترین کار اکتشافی را انجام می دهد این فعالیتها که به نام طرح استحصال املاح از دریاچه ارومیه بوده است شامل مراحل زیر است.

۱- انتخاب محل احداث حوضچه ها و تاسیسات بر مبنای بررسی های توپولوژی سواحل دریاچه ، امکانات زیر بنایی نظیر آب، برق، جاده، راه آهن و امکانات مدیریتی.

۲- بررسی ترکیب شیمیایی آب دریاچه بر اساس نمونه برداری های انجام گرفته، ویژگی های آب و هوایی (اقلیم شناسی)، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، نوسانات سطح آب دریاچه و بررسی مشخصات سواحل از نظر بافت خاک و نفوذ پذیری .

۳- بررسی مشخصات نفوذ پذیری زمین، ریسک های سیلابی و مصالح ساختمانی در محل اجرای طرح استحصال .

۴- مطالعات مربوط به بازار داخل و خارج املاح قابل استحصال از دریاچه ارومیه

۵- بررسی روش های جدایش املاح، طراحی سیستم های حوضچه ای ، تعیین پارامترهای ترمودینامیکی بر اساس داده های حاصل از مطالعات پایلوت حوضچه های تبخیری در سال های متوالی در اطراف دریاچه ارومیه و نیز بر اساس مطالعات آزمایشگاهی.

۶- تجزیه و تحلیل مالی طرح

۷- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰ از محل اجرای طرح به وسعت ۵ کیلومتر مربع اطلاعات حاصل از مطالعات طرح به جز موارد مختصری که در مقاله ها ارائه شده است در دسترس مشاور قرار نگرفت.

۱-۴- ویژگی های جغرافیایی

دریاچه ارومیه در شمال غرب کشور و بین استانهای آذربایجان غربی و شرقی قرار دارد (شکل ۲) دارای کشیدگی شمالی جنوبی است. درازای آن بر مبنای اندازه گیری های انجام شده بر روی تصاویر ماهواره لندست (۱۹۸۵) ۱۴۰ تا ۱۴۴ کیلومتر و پهنای آن بر اساس همین اندازه گیری از ۱۶ تا ۶۳ کیلومتر متغیر است (صدیقیان و برزگر ۱۳۷۱). اگرچه در مورد درازا و پهنای دریاچه در طول زمان گزارشات متعددی ارائه شده است به طوریکه ارقام مربوط به درازا از ۱۳۰ تا ۱۶۰ کیلومتر و ارقام مربوط به پهنای آن از ۲۰ تا ۶۵ کیلومتر در تغییر است. سطح دریاچه از ۵۰۰۰ تا ۵۵۰۰۰ کیلومتر مربع گزارش شده است. اما در بررسی اخیر بادقت کامل و با تعیین مرز کنونی آب که نقاط ساحلی با GPS ثبت شده اند، مساحت دریاچه ۴۶۱۰ کیلومتر مربع محاسبه گردیده است.

دریاچه ارومیه بین طولهای جغرافیایی ۴۵° تا ۴۶° و عرضهای جغرافیایی ۳۷° تا ۳۸°، ۱۵ قرار گرفته است و در تقسیم بندی UTM در زون ۳۸ قرار دارد.

پارک ملی دریاچه ارومیه از جهات جنوب، غرب و شمال غرب به حوضه استحفاظی آذربایجان غربی و از سمت شرق و شمال شرق به آذربایجان شرقی محدود می شود. و از نظر تقسیمات کشوری قسمتی از آن در محدوده آذربایجان غربی و قسمت دیگر آن در آذربایجان شرقی قرار دارد ولی از نظر مدیریت زیست محیطی دریاچه ارومیه زیر نظر اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان غربی اداره می شود.

در سال ۱۳۴۶ دریاچه و کلیه جزایر آن به جز جزیره اسلامی منطقه حفاظت شده اعلام شد و نظر به اهمیت ویژه آن برابر تصویب هیئت رئیسه شورای بین المللی هماهنگی انسان و کره زمین این دریاچه جزویکی از ۵۹ پارک بین المللی ذخایر طبیعی جهان شناخته شد.

ارومیه نزدیکترین مرکز استان به دریاچه می باشد که در فاصله ۱۷ کیلومتری غرب دریاچه قرار گرفته است.

مقدار آب دریاچه را در حدود نوزده میلیارد متر مکعب تخمین زده ایم. حداکثر مساحت دریاچه در ماههای اردیبهشت و خرداد بدلیل ذوب کامل برف در کوههای اطراف آن و حداقل وسعت آن در ماههای مهر و آبان بعلت بارندگی کم و تبخیر زیاد می باشد.

سن دریاچه ارومیه با مشخصات فعلی را بین ۳۰ تا ۴۰ هزار سال و براساس شواهد دیگری تا ۴۰۰ الی ۵۰۰ هزار سال نیز تخمین زده اند. (شهرابی-م ۱۳۶۶ و شهرابی-م ۱۳۷۱)

رنگ آب دریاچه بیرنگ ولی منظره کلی آن آبی رنگ است و در نقاط کم عمق و در تماس باجنها برنگ تیره می باشد. آب دریاچه بدون بو ولی در سواحل به علت تجمع لجن های ناشی از تجزیه جلبک ها بوی تند و زننده ای دارد. بعد از بحرال میت ، دریاچه ارومیه شورترین دریاچه جهان است.

در فصل زمستان دمای سطح آب دریاچه بین صفر تا ۲۰ درجه سانتی گراد زیر صفر و در تابستان تا ۳۰ درجه سانتی گراد بالای صفر در نوسان می باشد (شهرابی-م ۱۳۷۱). میزان بارندگی سالیانه بین

۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر است (جدول ۳-۱ تا ۳-۴). جریان باد در امتداد شمال باختری - جنوب خاوری

آب دریاچه را آشفته نموده و موجهای بلندی تا ارتفاع حدود یک متر ایجاد می نماید و ممکن است در

فصل بهار و هنگام طوفان امواج بلندتر نیز ایجاد شود. شوری آب دریاچه با افزایش عمق کمتر

می گردد.

این دریاچه دارای سه ورودی اصلی و یک ورودی فرعی به شرح زیر می باشد:

- ۱- ورودی رشکان در ۳۰ کیلومتری جاده ارومیه - مهاباد که کلیه فعالیت های اداری پارک و برنامه های پژوهشی و آموزشی و تفریحی از این طریق صورت می گیرد.
- ۲- بندر گلخانه در ۱۸ کیلومتری شرق ارومیه که بخش عمده بازدیدهای مردم با استفاده از کشتیهای اداره بنادر و کشتیرانی از این بندر انجام می شود.
- ۳- بندر شهید عطایی واقع در بزرگراه شهید کلاتری به فاصله ۳۴ کیلومتری از ارومیه و ۱۱۰ کیلومتری از تبریز که مورد استفاده اهالی آذربایجان شرقی برای بازدید پارک ملی می باشد.
- ۴- بندر متروکه رحمانلو یا قبادلو در فاصله ۷۰ کیلومتری تبریز و ۱۲ کیلومتری جزیره کبودان که در وضعیتهای استثنائی مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این راههای ارتباطی کلیه شهرهای اطراف پارک از طریق روستاها و بین مزارع با سواحل دریاچه مرتبط است .

۱-۴-۱- حوزه های آبریز دریاچه ارومیه

آبهای کوههای سهند در شرق و ارتفاعات کردستان در غرب و جنوب و آبهای قره داغ از سمت شمال از طریق چندین رودخانه به دریاچه ارومیه می ریزند.

معروفترین رودخانه های تغذیه کننده دریاچه ارومیه عبارتند از:

- ۱- حوضه رود آجی چای یا تلخ رود بطول تقریبی ۱۶۰ کیلومتر که از ارتفاعات سبلان سرچشمه گرفته و انشعابهای فراوان آن از قوشه داغ و بزرگوش و سهند جاری و از شمال شهر تبریز نزدیک قصبه به دریاچه می ریزد. رود آجی چای بدلیل عبور از شمال شوره زارهای متعدد در مواقع بهار و پربابی مقدار زیادی املاح را با خود حمل می کند لذا آب آن تلخ و شور شده و گوارا نمی باشد. (شکل ۱۲)

۲-حوضه قلعه رود بطول تقریبی ۴۰ کیلومتر که از کوه سهند سرچشمه گرفته و از جنوب آذرشهر و گوگان بدریاچه ارومیه میریزد.

۳-حوضه رود صدفی چای یاصافی رود که از کوه سهند سرچشمه گرفته و پس از مشروب ساختن مراغه و بناب بدریاچه می ریزد.

۴-حوضه مردوق رود از کوه سهند سرچشمه گرفته و از مجاور مراغه گذشته و بشکل قوسی از جنوب بدریاچه می ریزد.

۵-حوضه زرینه رود یا جغاتی بطول ۲۴۰ کیلومتر از ارتفاعات چهل چشمه کردستان سرچشمه می گیرد. انشعابات فراوانی به آن متصل شده و از سمت جنوب وارد دریاچه می گردد. مهمترین شعبات این رود عبارتست از رودساروق که از افشار سرچشمه گرفته و رود سقز که از شهر سقز می گذرد و رود لیلان که از جبال سهند سرچشمه می گیرد. چون ارتفاعات کردستان غالباً پوشیده از برف است شعبات این رود همیشه پرآب بوده و یکی از مهمترین رودهایی است که وارد دریاچه ارومیه می شود.

۶-حوضه تاتائورود که به سیمینه رود نیز معروف است از کوههای سقز و بانه سرچشمه گرفته و اغلب انشعابات آن از طرف مغرب می باشد این رود پس از گذشتن از میان دو آب از جنوب غربی به دریاچه می ریزد. دلیل پرآبی سبب حاصل خیزی زمین های مجاور شده است .

۷-حوضه رود گذار چای از کوههای سرحدی گروه داغ سرچشمه گرفته و ابتدا سمت شرق و در حوالی قلعه جق بسمت شمال منحرف گشته و پس از تشکیل یک قوس رود چشم قادر از سمت جنوب به آن ملحق گردیده و وارد دریاچه می گردد.

۸- حوضه باراندوز رود از کوه سرحدی جمال الدین سرچشمه می گیرد. این رود بسمت شمال جاری شده و از قریه باراندوز گذشته و از ماشقان بسمت مشرق رفته و انشعابی ضمیمه آن گشته و در قریه جیران وارد دریاچه می گردد.

۹- حوضه ارومیه رود یا شهرچای از کوه کان کبوتر به بلندی ۳۲۷۱ متر سرچشمه گرفته و از شهر ارومیه گذشته و در جنوب دماغه حصار به دریاچه می ریزد.

۱۰- حوضه نازلورود از کوههای کردستان ترکیه سرچشمه می گیرد. شعبه ای از این حوضه در شمال ریط خط مرزی را تشکیل داده و وارد ایران می گردد سپس دلتائی تشکیل داده و با دو شعبه وارد دریاچه می شود.

۱۱- حوضه زولارود نیز از ارتفاعات کردستان ترکیه سرچشمه گرفته و از قلعه حاجی وارد ایران می گردد و پس از ملحق شدن جویبارهای متعدد به آن بسمت شمال سیر نموده و از جنوب دیلمقان گذشته و در شمال کنگرلو به دریاچه می ریزد.

علاوه بر رودخانه های ذکر شده تعدادی از رودهای فرعی دائمی و یا فصلی که از ارتفاعات پیرامون دریاچه سرچشمه می گیرند نیز در تغذیه دریاچه دخیل هستند که در بحث دبی رودخانه ها به آن خواهیم پرداخت. بطور کلی دریاچه ارومیه حوضه ایست که کف آن تقریباً مسطح و شیب بسیار کمی بطرف مرکز و شمال دارد و آب و هوای آن نیز تحت تاثیر کوههای اطراف آن می باشد.

۱-۴-۲- جزایر دریاچه ارومیه

در دریاچه ارومیه جزایر متعددی وجود دارد که از نظر شکل و اندازه متناسب با میزان بارندگی سالیانه تغییر می یابد و اغلب آنها بصورت صخره ^{لئانی} از آب بیرون آمده اند. تعداد این جزایر به ۱۰۱ جزیره بالغ می گردد. لیکن به جز چند جزیره بزرگ و قابل اهمیت سایر آنها بدلیل نداشتن آب شیرین

بصورت غیرمسکونی و غیرقابل استفاده مانده اند. تعدادی از این جزایر با وجود آب شیرین نیز مورد استفاده قرار نگرفته است.

جزیره شاهی (اسلامی)

یکی از بزرگترین و بااهمیت ترین جزیره های دریاچه ارومیه جزیره اسلامی (شاهی) است. در مواقعی که سطح آب دریاچه پایین می رود این جزیره از یک طرف به خشکی متصل می گردد و به شکل شبه جزیره درمی آید. بنابراین در تابستان راه عبور و مرور ساکنین جزیره به ارونق از این قسمت باطلاتی است و در سایر فصول با بالا آمدن آب عبور از این راه غیرممکن است. بزرگراه شهید کلانتری از طریق این شبه جزیره تبریز را به ارومیه متصل می کند.

طول جزیره اسلامی ۲۴ و عرض آن ۱۵ کیلومتر است. در این جزیره دورشته کوه قرار دارد که از سمت شرق به غرب امتداد دارد. یکی از آنها جنگیل و دیگری کدوک نام دارد. در فاصله این دورشته کوه رودخانه کوچکی بنام کچی چای یا رودخانه بزجاری است و از سمت شرقی جزیره به دریاچه می ریزد. در جزیره اسلامی شش قریه بنام های آق گنبد، تیمورلو، بورچالو، قچاق سرای، گمیجی وجود دارد، در این شش قریه حدود دوهزار نفر زندگی می کنند و شغل آنها علاوه بر گله داری و کشاورزی، خدمت در کشتیرانی دریاچه می باشد.

جزیره قویون داغی

این جزیره دومین جزیره بزرگ و بااهمیت دریاچه ارومیه است. در زبان آذری قویون داغی به معنی (کوه گوسفند) است. و این بدان جهت است که اغلب گوسفندداران آن نواحی احشام خود را جهت تعلیف به این جزیره منتقل می کرده اند. این جزیره با وجود آب شیرین و مراتع سبز و خرم تاکنون

بصورت مسکونی نبوده و بجز چند نفر چوپان جهت نگهداری از گوسفندان افراد دیگری در آن زندگی نمی کنند. جزیره قویون داغی زیستگاه انواع قوچ و میش وحشی و گونه های مختلف جانوران دیگر بوده و حتی از قدیم الایام بصورت یک شکارگاه ویژه شناخته شده است. پرنندگان مهاجر در اواخر هر سال به این جزیره روی می آورند. این جزیره به لحاظ جریان آب شیرین و گوارا و مناظر بسیار زیبای تواند به یکی از دیدنیهای جالب گردشگری درآمده و منبع کسب درآمد باشد.

جزیره قزل کنگور

از جزایر معروف و قابل ذکر می توان از جزیره قزل کنگور در فاصله ساحل شرقی دریاچه و جزیره قویون داغی نام برد.

جزیره آرزو

در شمال جزیره قویون داغی با وسعت ۶×۶ کیلومتر که آب شیرین دارد. و جزیره اسپر در قسمت غربی جزایر آرزو و قویون داغی بطول ۱۲ و عرض ۶ کیلومتر که بسیار زیبا و دارای آب شیرین کافی می باشد.

جزیره آده

جزیره دیگر جزیره آده می باشد که با وجود آب شیرین و آشامیدنی در گذشته مورد استفاده احشام قرار می گرفته است.

فصل دوم

زمین شناسی

۱- زمین شناسی اطراف دریاچه ارومیه

۲- زمین شناسی ساختمانی

۳- زمین شناسی دریاچه ارومیه

۲-۱- زمین شناسی اطراف دریاچه ارومیه

در اطراف دریاچه ارومیه سنگهای گوناگون رسوبی، آذرین و دگرگونه با ضخامت بیش از ۱۵۰۰۰ متر تشکیل شده است. قدیمی ترین آنها به پرکامبرین تعلق دارد و تا عهد حاضر که نهشته های دریاچه و اطراف آن را تشکیل می دهند ادامه دارد. (شکل ۳) زمین شناسی اطراف دریاچه ارومیه به طور عمده از شهبابی م ۱۳۷۱ آمده است.

۲-۱-۱- پره کامبرین

مجموعه ای از سنگهای دگرگون شده با درجه دگرگونی قوی تا ضعیف در شمال، باختر و جنوب دریاچه رخنمون دارد که بر اساس قدمت و درجه دگرگونی به شرح زیر است.

۱- مجموعه سنگهای آتش فشانی دگرگون شده (Metavolcanic)























































این مجموعه از سنگهای کوارتز پورفیری دگرگون شده، توف های اسیدی و آواری های دگرگون شده بامیان لایه های شیست ورقه ای و متادیوریت تشکیل شده است. این مجموعه فقط در ساحل باختری دریاچه رخنمون یافته است.







۲- مجموعه آمفیبولیت - گنیس

این مجموعه از سنگهای آمفیبولیت و گنیس چشمی تشکیل شده که به طور محلی شیست و مرمر به همراه دارد. در بعضی از نقاط دیوریت، گرانودیوریت و گابرو در کوههای ساحل باختری دیده شده است.

Legend

Lithology

	AMPHIBOLITE-METAVOLCANIC
	ANDESITE
	BASIC VOLCANICS
	COLOURED MELANGE
	CONGLOMERATE
	CONGLOMERATE-MARL
	CRYSTALLIZED LIMESTONE
	DIABASE
	DIORITE-GRANODIORITE
	DOLOMITE-SHALE
	DOLOMITE & DOLO LIMESTONE
	DOLOMITE & LIMESTONE
	DOLOMITE & LIMESTONE MARMORIZED & SILICEOUS
	FLYSCH
	GLOBOTRUNCANA LIMESTONE
	GNEISS
	GRANITE
	GYPSIFEROUS MARLS
	LIMESTONE
	LIMESTONE-DOLOMITE
	LIMESTONE-MARL-SANDY LIMESTONE
	LIMESTONE-MARLY LIMESTONE
	LIMESTONE & DOLO LIMESTONE
	MARLY LIMESTONE
	MASSIVE LIMESTONE
	META DIABASE
	META RHYOLITE
	METAMORPHIC COMPLEX
	MICRODIORITE
	MICRODIORITE-ANDESITE
	OLD TERRACES
	ORBITOLINA LIMESTONE
	PYROCLASTIC-ASHFLOWS
	RADIOLARITE
	RECENT ALLUVIAL & RIVER DEPOSITS
	SALT
	SANDSTONE-CONGLOMERATE
	SANDSTONE-MARL
	SANDSTONE-SANDY SHALE
	SANDSTONE-SHALE
	SCHIST-SHALE
	SCHISTS
	SERPENTINITE
	SHALE
	SHALE-SANDSTONE
	SHALE-SANDSTONE-LIMESTONE
	SHALE-SANDY SHALE-SANDSTONE
	SLATE-PHYLLITE
	SUBMARINE VOLCANICS
	SYENITE
	TRAVERTINE
	TUFF-SANDSTONE
	TUFFACEOUS LIMESTONE
	YOUNG-MEDIUM & OLD TERRACES
	YOUNG TERRACES

	Grid Sampling (5 * 5 Km ²)
	Temporary Driantage
	River
	Geology Contact
	Fault
	Strike

در ساحل جنوبی دریاچه سنگهای باخاستگاه آتشفشانی تارسوبی از گنیس تافیلیت پی سنگ راتشکیل داده است. رخنمونهای قدیمی (پی سنگ) شمال دریاچه به صورت دیاباز دگرگون شده است.

۳- سازند کهر

در ساحل باختری دریاچه از ضخامت زیادی از شیل واسلیت های سبز همراه باماسه سنگهای خاکستری تشکیل شده است. شواهد سنی قاطعی در آنها دیده نمی شود. اما چون بین سازندهای پرکامبرین پایینی و بالایی قرارداد آن رابه پرکامبرین نسبت داده اند. در شمال دریاچه این سازند از شیل های میکادار و میان لایه های ماسه سنگی از سبز تا خاکستری تشکیل شده است. در ساحل جنوبی این سازند عمدتاً از شیل های سیلتی و مدادی تشکیل یافته است.

در کوههای ساحل جنوبی تماس پرکامبرین بالائی با سنگهای پرکامبرین راگرانیت دوران به عهده می گیرد. این گرانیت لوکوکرات و سفید تا صورتی است و در زیر سازند مهاباد قرار می گیرد. سازند مهاباد از سنگهای اسیدی و آواری - آتش فشانی و بطور متناوب شیل و آهک نازک لایه تشکیل شده است این سازند ۱۰۷۳ متر ضخامت دارد و در زیر سازند بایندور قرار می گیرد. سازند بایندور در این منطقه از تناوب شیل ماسه ای میکادار و سنگهای متاریولیت و توفهای اسیدی و دولومیت های چرتدار بامیان لایه های سنگ آهک سیاه رنگ استروماتولیت دار (به طور فرعی)، شیلهای آرزیلی سیلت دار و ماسه سنگ تشکیل گردیده و همبری آن با واحد زیرین (سازند مهاباد) به طور عادی می باشد.

۲-۱-۲- دیرینه زیستی پیشین

رخساره های سنگی سازندهای متعلق به دیرینه زیستی پیشین در ارتفاعات پیرامون دریاچه کم ویش برونزد دارند که در زیر توضیح داده می شوند.

سازند سلطانیه

درکوههای کرانه جنوبی دریاچه از نظر ریخت شناسی و سنگ شناسی سازند سلطانیه همانند آنچه در کوههای سلطانیه است می باشد. در اینجا سازند سلطانیه را افقهای دولومیتی دوباره متبلور شده سیلیسی همراه باشیلهای قرمز و خاکستری رنگ به صورت میان لایه تشکیل می دهد ولی ضخامت آن نسبت به برش نمونه (۱۱۶۰ متر) خیلی کمتر است.

سازند باروت

از تناوب لایه های شیل میکادار به رنگ بنفش تا صورتی، سبز زیتونی بالای لایه های آهکی دوباره متبلور شده همراه بانوارهای چرت، دولومیت و آهک های استروماتولیت دار تشکیل گردیده که ضخامت لایه های چرتی تا ۶۰ سانتیمتر هم می رسد.

سازند زاگون

از شیلهای قرمز تیره و شیلهای ماسه ای میکادار ارغوانی همراه باشیلهای آرژیل دار تشکیل شده اند که به طرف بالا بر تعداد لایه های ماسه ای افزوده می شود تا جایی که بتدریج به ماسه سنگ لالون تبدیل می گردد.

سازند لالون

رخساره سازند لالون راماسه سنگ های آرکوزی قرمز تا بنفش رنگ بالای بندی متوسط تا ضخیم تشکیل می دهد و ضخامت کل این سازند در این گستره حدود ۴۰۰ متر می باشد. درکوههای ساحل خاوری دریاچه ارومیه قدیمی ترین سنگها به سازند سلطانیه تعلق دارد و سپس سازندهای باروت،

زاگون و لالون رخنمون یافته اند که از نظر لیتولوژی بابرش تیپ قابل مقایسه هستند. اما سازند میلا بابرش تیپ تفاوت دارد و عمدتاً از سنگ آهک و دولومیت همراه بالایه های نازک چرت تشکیل شده است. درکوههای ساحل شمالی و باختری سازندها مشابه با ساحل خاوری است. سازند سلطانیه - باروت از تناوب منظم شیلهای سبز زیتونی تا بنفش سیلیسی شده ولایه های فرعی دولومیتی و آهکهای کریستالیزه تشکیل شده است. همبری این سنگها با سنگهای متعلق به پرکامبرین دگرشیب می باشد. سازند لالون از ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر ماسه سنگهای آرکوزی قرمز تیره تا بنفش بالایه بندی ضخیم تشکیل شده است که لایه هایی از شیل قرمز تیره در آن وجود دارد. سازند میلا از سنگ آهک و شیل تشکیل شده است و فسیلهای تریلوبیت و بازوپایان در آنها به خوبی حفظ شده است.

کامبرین - اردوئیسین

در بعضی مناطق اطراف دریاچه به ویژه در کرانه باختری ردیف نسبتاً کاملی از سنگهای پالئوزوئیک زیرین و کامبرو اردوئیسین وجود دارد که ضخامت قابل توجهی دارند. این سازند هادارای شباهت های نزدیک به برشهای نمونه و نقاط مجاور خود هستند ولی در بعضی نقاط تفاوتهایی نیز بین آنها مشاهده می شود.

سازند میلا

رخساره های سازند میلا را در کرانه باختری دریاچه ارومیه، برونزدهای محدودی با لیتولوژی متغیر و ضخامت کم (نسبت به برش نمونه) تشکیل داده است. در بخش شمالی این ناحیه و به طرف سرو این سازند بیشتر از آهکهای دولومیتی و شیل همراه با سنگواره های تریلوبیت و بازوپایان خوب حفظ شده است در حالی که در جنوب آن (کوه قره داغ در جنوب حیدرآباد) رخساره شیلی بیشتر

حاکم است. در این محل آهکهای عدسی مانند کریستاله با فسیل های خوب حفظ نشده وجود دارد.

در کوه قره داغ آهکهای فسیل دار با دگرشیبی زاویه دار روی سازند میلا قرار گرفته است.

رخساره های کامبرین - اردوسین در کرانه جنوبی دریاچه عبارتند از :

۱- دولومیت به رنگ خاکستری تیره با تبلور دوباره همراه با لایه های چرت در قسمت های زیرین

و آهکهای برشی همراه با حفره های انحلالی در قسمت های بالایی.

۲- سنگ آهکهای متورق به رنگ هوازده خاکستری تیره تا سیاه و خاکستری رنگ همراه با دولومیت

های خاکستری روشن. همچنین آهکهای اسپاری دارای فسیلهای تریلوبیت خوب حفظ شده

کامبرین میانی.

۳- سنگ آهکهای قله ای به رنگ خاکستری روشن تا متمایل به صورتی که در آن تریلوبیت های

شدیدا دگرشکل شده مربوط به کامبرین بالایی وجود دارد. ضخامت این واحد ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر است.

در کرانه های خاوری دریاچه، سازند میلا از نظر لیتولوژی بابرش نمونه تفاوت زیادی دارد. ضخامتی

حدود ۵۰۰ متر از دولومیت و آهکهای نهشته شده در عمق کم می باشد که همراه با لایه های نازک

چرت است. در لایه های آهکی این سازند آثاری از سنگواره های خوب حفظ نشده و غیر قابل

تشخیص وجود دارد ولی به دلیل قرار گرفتن آن روی کوارتزیت فوقانی و زیر سازند درود میتوان آن

را معادل سازند میلا دانست.

در ارتفاعات شمالی دریاچه رسوبات کامبرین میانی - اردوسین در قالب نهشته های هم ارز سازند

میلا در کوه های کرانه شمالی دریاچه رخنمون دارد که بیشتر از جنس رسوبات دریایی کم عمق

همراه با فسیل های تریلوبیت و بازوپایان هستند.

۲-۱-۳- دیرینه زیستی میانی

رخساره های سنگی متعلق به دیرینه زیستی میانی در ارتفاعات پیرامون دریاچه ارومیه کمتر دیده شده اند. سنگهای متعلق به سیلورین، دونین و کربونیفر در مناطق خاوری، باختری و جنوبی دریاچه برونزد ندارند و این حالت در مناطق آذربایجان باختری، جنوبی و کردستان و بخشی از زاگرس عمومیت دارد. این موضوع را می توان به حرکات زمین ساختی کالدونین و هرسی نین اعم از کوهزایی یا خشکی زایی نسبت داد.

سازند جیروود

در منطقه شمالی دریاچه رخساره های سنگی متعلق به سازند جیروود متعلق به دونین بالایی - کربونیفر زیرین مشتمل بر آهکهای خاکستری روشن تاثیر به بالایی بندی های متوسط تا ضخیم و فسیل دار دیده شده است. که مابین آنها چندین لایه ماسه سنگی و آهکهای ماسه دار نیز به صورت میان لایه وجود دارد.

به نظر میرسد گسل شمال تبریز که یکی از پدیده های تکتونیکی مهم در منطقه است فعالیت چشمگیری در این رابطه داشته است. فعالیت این گسل در زمان دونین به ویژه سبب گردیده تا بلوک شمال خاوری آن نسبت به بلوک جنوب باختریش فرونشسته و حوضه رسوبی دونین - کربونیفر در آن شکل گرفته در صورتی که تمام آن را در آذربایجان شمالی، خاوری و البرز می توان دید. در حالی که نهشته های متعلق به دونین - کربونیفر در مناطق جنوبی و باختری این گسل دیده نمی شود. این امر نشانگر آن است که گسل یاد شده در بالا آمدگی کالدونین نقش به سزایی ایفا نموده است.

۲-۱-۴- دیرینه زیستی پسین

رخساره های سنگی متعلق به دوره پرمین در ارتفاعات و مناطق پیرامون دریاچه کم و بیش دیده شده اند. در بخشهای خاوری رسوبات پرمین شامل سازندهای معادل درود و روته بوده و از کوارتزیت سفید رنگ، ماسه سنگهای کوارتزیتی قرمز رنگ و کمی شیل در قاعده (سازند درود) و آهک های تیره رنگ با لایه بندی متوسط تا ضخیم فسیل دار (فوزولین) تشکیل شده وضخامت نسبتاً زیادی دارد. وجود لایه های لاتریتی و آهن دار در فواصل مختلف در طول برشهای سازندهای دوره پرمین به ویژه روته از ویژگیهای لیتولوژی آنها است.

سازند درود:

سازندهای درود و روته در بخش باختری گسترش وضخامت بیشتری داشته و مشتمل است بر رسوبات آواری قرمز رنگ یا بنفش و سفید رنگ از جنس ماسه سنگ و ماسه سنگ های کوارتزیتی دانه درشت و کنگلومرای دانه ریز که در میان آنها لایه های آهکی و شیلی نیز به صورت میان لایه دیده می شود (سازند درود) در این آهکها آثاری از سنگواره های پرمین زیرین یافت می شود.

سازند روته

در مناطق باختری دریاچه سازند روته با ضخامتی بیش از ۲۵۰۰ متر یکی از رخساره های برجسته رسوبی و لیتولوژیکی به شمار می رود. این سازند متشکل از آهک های هوازده به رنگ خاکستری تیره با لایه بندی متوسط، ضخیم و توده ای می باشد. وجود لایه های لاتریتی و آهن دار در فواصل مختلف این سازند گویای حرکت های خشکیزایی و تسلط آب و هوای گرم و خشک همراه با فرسایش بر منطقه در آن دوره است. در این رسوبات فسیلهای دریایی پرمین میانی و بالایی به فراوانی یافت می شود. نهشته های پرمین در مناطق شمالی دریاچه به صورت آهکهای متوسط لایه تا توده ای رسوب نموده در محیط کم عمق فسیل دار، ضخامتی راتشکیل داده اند که می توان آن را هم ارز سازند روته

درکوههای البرز مرکزی دانست. این نهشته ها گاهی وبه طور محلی با آهک های دولومیتی نیز همراه هستند.

سنگهای پرمین درکوههای جنوبی دریاچه ارومیه تقریباً همانند مناطق باختری، خاوری و شمالی هستند و تنها تفاوت آن با مناطق یادشده ضخامت آن است که در این محل کمتر است.

سازندهای پرمین در این منطقه نیز در دو واحد لیتولوژیکی به شرح زیر است :

۱- نهشته های آواری قرمز یا صورتی رنگ از جنس کوارتزیت یا ماسه سنگهای کوارتزیتی به ضخامت ۲۰ تا ۳۰ متر .

۲- آهکهای کم عمق خاکستری تیره تا سیاه رنگ بودار بالای بندای های منظم که در آنها سنگواره های دریایی خرد مانند فوزولین دیده می شود. در این ردیف منظم تعدادی لایه های آهک دولومیتی ، دولومیت و تعدادی لایه های لاتریتی که بعضی از آنها از نظر اقتصادی نیز قابل توجه هستند موجود است. نهشته های پرمین اکثراً به صورت دگرشیبی بر روی سازندهای پیشین قرار گرفته اند.

۲-۱-۵- میانه زیستی

تریاس - سازند الیکا

نهشته های تریاس درکوههای کرانه خاوری دریاچه ارومیه گسترش کمی دارد و محدود به چند رخنمون می باشد. لیتولوژی آنها از آهکهای لایه نازک صورتی تا قهوه ای کمرنگ همراه با آثار فسیل کرم (در قسمت زیرین) و دولومیت های ضخیم لایه تاتوده ای با رنگ هوازده زرد (در قسمت بالا) تشکیل شده است که در مجموع با سازند الیکا درکوههای البرز مرکزی قابل مقایسه است.

دربخش های شمالی دریاچه بخشی از رسوبات دوره تریاس برونزد دارد که می توان آن رامعادل قسمت های بالایی سازند الیکا در البرز مرکزی دانست سنگهای این سازند از آهکهای ریز و آهک های دولومیتی به رنگ زرد خاکستری تا خاکستری روشن می باشد که دارای لایه بندی منظم و نازک تاضخیم لایه است. آثار فسیل در آنها کم دیده میشود.

در منطقه باختری دریاچه نهشته های تریاس در دو منطقه (یکی در شمال باختری دریاچه و دیگری در آبادی سیلان بر سر راه ارومیه به اشنویه) دیده شده است. این رسوبات شامل آهک های لایه نازک حاوی آثار کرم بارنگ هوازده زرد کم رنگ تا صورتی همراه با آهکهای دولومیتی می باشد که با سازند الیکا در کوههای البرز قابل مقایسه است. این آهک به طور هم شیب وبدون هیچگونه نبودی بر روی آهکهای پرمین قرار گرفته است. در نواحی جنوبی دریاچه اثری از سنگهای متعلق به تریاس گزارش نشده است.

ژوراسیک - شمشک - دلیچای ولار

در بخش خاوری دریاچه سازند شمشک از تناوب شیل و ماسه سنگ و آپلیت و عدسیهای زغال سنگ تشکیل گردیده است که در لایه هایی از رسوبات کربناته نیز دیده می شود. رنگ عمومی آن سبز زیتونی تا خاکستری تیره و سیاه است. در این سازند فسیلهای فراوانی از آمونیت، بازوپایان و دوکفه ایها وجود دارد. ضخامت آن حدود ۶۰۰ متر است که نسبت به برش نمونه آن کمتر است. سازند دلیچای از تناوبی از آهکهای مارنی، مارن و شیلهای مارنی تشکیل شده است که به رنگ خاکستری روشن تا خاکستری سبز می باشد. در این سازند آمونیت های ژوراسیک میانی فراوان یافت می شود. همبری آن با سازندهای شمشک ولار به گونه هم شیب و تغییر تدریجی لیتولوژی می باشد.

سازند لار از آهک و آهکهای دولومیتی به رنگ خاکستری روشن، به شدت متراکم بالای بندی ضخیم و صخره ساز و از گونه بیومیکرایت است. در آن لایه های نازک چرت نیز دیده می شود. در این آهک ها به ندرت فسیل آمونیت دیده می شود. ضخامت آن حدود ۳۰۰ متر است.

در بخش شمالی دریاچه نهشته های ژوراسیک شامل سازند شمشک و دلیچای است. سازند شمشک ضخامتی کمتر از برش نمونه از سنگ های آواری - مردابی همراه با عدسی های زغال سنگ و آثار سنگواره های گیاهی که به طور عمده از تناوب شیل و ماسه سنگ و فورش سنگ هستند تشکیل سازند شمشک یا معادل آن در این محل می باشند.

سازند دلیچای از آهکهای مارنی و مارن دارای آمونیت های خوب حفظ شده و فراوان تشکیل شده که میان لایه هایی از شیل مارنی نیز در آن دیده می شود. در محدوده نزدیک به دریاچه در بخش شمالی برونزدی از سازند لار مشاهده نشده است.

در کوههای بخشهای باختری دریاچه ارومیه سنگ های ژوراسیک گسترش چندانی ندارند. در این منطقه فقط دو رخمون (یکی در شمال باختری دریاچه و دیگری در آبادی سیلان بر سر راه ارومیه به اشنویه) از آن دیده شده که از نظر لیتولوژی شباهت زیادی به شمشک در البرز دارد. ولی به علت فقدان لایه های زغال سنگی و ضخامت کمتر آن نسبت به برش نمونه از یک طرف و شباهتهایی به پهنه های تروس خارجی ترکیه به نظر می رسد بتوان آن را زون تدریجی بین سازندهای ژوراسیک زیرین ایران و باختر ترکیه منظور کرد. رسوبات این سازند تناوبی از شیل و ماسه سنگ و ماسه سنگ های کوارتزی است که در آنها لایه هایی از آهک های متبلور به صورت میان لایه ای نیز دیده

می شود و حاوی فسیل های خوب حفظ نشده از جانوران و گیاهان می باشد. در اینجا آثاری از سازندهای دلیچای و لار گزارش نشده است.

دربخشهای جنوبی دریاچه برونزادی از نهشته های متعلق به ژوراسیک دیده یا گزارش نگردیده است.

کرتاسه

سازندهای کرتاسه درکوههای کرانه خاوری دریاچه ارومیه وکوههای آن گسترش فراوان دارد که شدیداً چین خورده اند و ساختارهای متعددی را شکل داده است. رخنمون های سنگهای کرتاسه زیرین در جزایر دریاچه نیز وجود دارد. سازندهای دوره کرتاسه بر حسب نوع و سن زمین شناسی به طور اختصار به شرح زیر است :

کرتاسه زیرین

۱- کنگلومرای قاعده کرتاسه به رنگ قرمز همراه باماسه سنگ های دانه درشت و ضخامت حدود ۴۰ متر.

۲- آهک اوربیتولین دار به رنگ خاکستری تیره که در بعضی نقاط در آنها فسیل آمونیت نیز وجود دارد با ضخامت ۵۰ تا ۳۰۰ متر.

۳- رسوبات کرتاسه زیرین شامل تناوبی از ماسه سنگ های کوارتزیتی و شیل هستند که گاهی در بین آنها لاهای آندزیتی نیز دیده می شود. این رسوبات که به صورت هم شیب روی آهک های اوربیتولین دار قرار گرفته اند تغییر تدریجی از آهک به شیل دارند. ضخامت آنها بیش از ۲۰۰۰ متر است که فسیلهایی مانند آمونیت و بازوپایان در آن یافت می شود.

کرتاسه بالایی

تناوبی از مارنهای خاکستری و فورش سنگ است که رخنمون آن فقط در گوشه جنوب خاوری این بخش وجود دارد. ضخامت آن بیش از ۵۰۰ متر است. (چهارگوش مهاباد)

دربخش شمالی دریاچه ارومیه رسوبات کرتاسه زیرین رآهک های هیپوریت دارهمراه بامارن (به صورت بین لایه ای) نهشته های چیره کرتاسه پایینی (بارمین - آلبین) را تشکیل داده است.

نهشته های کرتاسه بالایی دراین ناحیه از آهک های آرژیل دار و آهک های مارنی دانه ریز و نهشته های نوع فیلیشی (اکثراً مربوط به ماستریشتین) تشکیل شده است.

درمناطق باختری دریاچه کهنترین سنگ های مربوط به زمان کرتاسه یافته شده عبارتند از شیل های میکادار به رنگ خاکستری تیره وهمچنین شیل های سیلتی وماسه سنگ است که در آنها لایه های نازکی از آهکهای اوریتولین دار کرتاسه پایینی وجود دارد. دراین نهشته ها به طرف شمال (منطقه خوی) سنگ های آتش فشانی از نوع آندزیت نیز دیده می شود.

نهشته های کرتاسه بالایی دراین ناحیه کمپلکس های افیولیتی به صورت آمیزه رنگین هستند که در سطح وسیعی درکوه های باختری دریاچه گسترش دارد. سنگ های تشکیل دهنده این مجموعه از انواع بازیگ و فوق بازیگ هاهمراه باشیست و رادیولاریت و آهک های سنگواره دار (گلوبوترانکانا) به رنگ میخکی روشن می باشند که باتوجه به وجود فسیل های مزبور، سنی از کرتاسه بالایی تا ائوسن برای آن تعیین شده است.

در مناطق و ارتفاعات جنوبی دریاچه ارومیه سنگ های کرتاسه گسترش نسبتاً زیادی دارند که با دگرشیبی بر روی سازندهای کهنتر از خود قرار گرفته اند. نهشته های کرتاسه در این بخش از تنوع زیادی برخوردار است.

رخساره های کرتاسه زیرین عبارتند از :

۱- کنگلومرا

۲- شیل ، سنگ آهک و سنگ های آتش فشانی

۳- فیلیت همگون و یکنواخت

۴- آندزیت ها و توف های وابسته به آن

۵- سنگ آهک و دولومیت

نهشته های کرتاسه بالایی این منطقه در دو واحد جدا گانه آمیزه رنگین و سنگهای رسوبی به شرح زیر است.

واحد رسوبی با زیر واحدهای قابل تشخیص زیر :

۱- کنگلومرای قاعده

۲- سنگ آهک

۳- مارن-ماسه سنگ و سنگ آهک

۴- مارن زرد رنگ فسیل دار

آمیزه رنگینی که دارای گسترش فراوانی است ، از سنگهای فوق بازیک ، آمفیبولیت ، متاگابرو ، متادیاباز ، شیست ، مرمر ، رادیولاریت ، شیلهای قرمز رنگ و آهک های صورتی حاوی فسیل (گلوبوترانکانا) تشکیل شده است .

۲-۱-۶- نوزیستی

ردیف رسوبات دوران سوم در مناطق پیرامون دریاچه ارومیه کامل نبوده و اکثراً با نبود چینه ای همراه است . در ادامه نهشته های دوران سوم و پراکندگی آنها در مناطق و اطراف دریاچه ها توضیح داده شده است .

اثوسن : نهشته های اثوسن در مناطق باختری دریاچه ارومیه گسترش چندانی ندارد و فقط در بخشی از باختر کوههای این منطقه گزارش گردیده که آنها را در قسمت اثوسن بالایی مورد بررسی قرار داده اند.

اثوسن زیرین : سنگهای این بخش از ماسه سنگهای آواری به رنگ خاکستری تیره تا سبز خاکستری و شیل های تیره رنگ، شیل های ماسه ای و کنگلومرای دانه ریز تشکیل شده اند که در قسمت های بالایی آن آهک های سفید مارنی دارای سنگواره نومولیت ، وجود دارد . در این آهکها سنگواره های ریز مانند گلوبوژرینا و گلوبوروتالیا نیز گزارش شده است.

اثوسن بالایی : سنگهای اثوسن بالایی در این گستره به سه واحد سنگ چینه ای زیر بخش شده است.

۱- کنگلومرای قاعده با رنگ هوا زده پریده رنگ ، ماسه سنگهای کنگلومرای همراه با قلوه های سخت شده .

۲- آهکهای نومولیت دار

۳- نهشته های فلیش گونه شامل مارن سبز رنگ ، ماسه سیلت دار و شیل های ماسه ای و ماسه سنگهای کنگلومرای .

در مناطق جنوبی دریاچه ارومیه سنگهای متعلق به اثوسن در شمال زرینه رود به صورت برونزد کوچکی دیده شده است . رخساره این رسوبات کنگلومرای قاعده و توف سبز گزارش شده است . در ارتفاعات خاوری دریاچه به ویژه در بخش جنوبی آن سنگهای آواری ، آذرآواری اثوسن زیرین که هم ارز سازند کرج هستند ، گسترش فراوان دارد ، رخنمون ندارد . از نظریتولوژی افقهای ضخیمی از گدازه های جریانی و آذرآواری (توف سبز ، توفیت) تشکیل شده که ضخامت آن حدود ۲۰۰۰ متر است . نهشته های یاد شده بر روی کنگلومرای قاعده به رنگ قرمز (معادل فجن در کوههای البرز) قرار گرفته اند . در مناطق شمالی دریاچه ارومیه سنگهایی ویا رسوباتی که به اثوسن تعلق داشته باشد گزارش نشده است .

الیگو - میوسن

سنگهای مربوط به این زمان در کرانه باختری دریاچه ارومیه گسترش زیادی دارد و روی سنگهای کهنتر از خود بادگرشیبی زاویه دار قرار گرفته است. مجموعه سنگهای تشکیل دهنده این سازند که از نظر زمانی و تاحدودی لیتولوژی با سازند قم در ایران مرکزی قابل مقایسه است چین های آرامی رابه وجود آورده که در بعضی نقاط دریاچه سنگ کف را تشکیل داده و نهشته های نرم دریاچه ای روی آن قرار گرفته اند این سنگها به صورت زیر تقسیم شده اند :

۱- کنگلومرای قاعده به رنگ قرمز بالای بندی ضخیم و آهک های ریفی به رنگ خاکستری روشن تا صورتی بالای بند ضخیم تا توده ای فسیل دار.

۲- ماسه سنگ و کنگلومرا به رنگ قهوه ای روشن و زرد، دانه درشت بامیان لایه هایی از آهک های صورتی .

۳- کنگلومرا، کنگلومرای دانه ریز، ماسه سنگ های دانه درشت و بطور محلی در بعضی نقاط عدسیهای آهکی.

در بخش خاوری دریاچه سنگهای متعلق به الیگو میوسن مشاهده یا گزارش نشده است.

در کوههای جنوب دریاچه ارومیه سازند قم بیشتر از جنس آهک، به رنگ روشن کرمی، دانه ریز و متراکم است و در قسمت پایینی آن فسیل فراوان دیده می شود.

در ارتفاعات و کرانه های شمالی دریاچه، سازند قم از آهک های صورتی رنگ تا کرم بالای بند

ضخیم تا توده ای بیومیکریتی نهشته شده در عمق کم، تشکیل شده که در آن فسیل های خرد و کلان

فراوان یافت می شود. این سازند با سنگهای آتشفشانی مانند آندزیت، داسیت، بازالت و آذرآواری ها

مانند توف و غیره همراه است. این نهشته ها به میوسن میانی - بالایی تعلق دارد.

میوسن بالا - پلیوسن

نهشته های میوسن بالا - پلیوسن دربخش خاوری دریاچه دردو واحد به شرح زیر می باشد.

۱- سازند مراغه: این سازند از تناوب ماسه سنگهای توفی، فورش سنگ ولای سنگ تشکیل شده است که به صورت میان لایه های سنگهای آذرین بیرونی مانند روانه های خاکستری آتشفشانی، ریزش خاکستری آتشفشانی و روانه های سنگ پایی همراه باقلوه های آتشفشانی می باشد. کنگلومرای قاعده در این سازند وجود ندارد. از ویژگیهای این سازند می توان گفت که نهشته هایی از نوع آب شیرین همراه با سنگهای آذرآواری مانند توف و سنگ پا هستند که با توجه به لیتولوژی آن در محیطی دریاچه ای - پلکانی، رودخانه ای رسوب نموده اند. این سنگها بانهشته های دیاتومیتی نواحی باسمنج، ممقان و همچنین لیگنیت های شمال ممقان قابل مقایسه بوده و از نظر زمانی هم ارز آنها سازند مراغه غنی از فسیل های مهره داران دوره میوسن پسین - کواترنر است که از دیدگاه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال بررسی به طریقه فوزیون تراک روی کانی زیرکن موجود در لایه های آذرآواری این سازند سنی معادل ۶/۶ تا ۶/۹ میلیون سال راتعیین نموده است. (Kamei, T. et. al. 1973) ضخامت سازند مراغه حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر برآورد شده که بادگرشیبی روی سازندهای کهنتر از خود قرار گرفته اند.

۲- سنگهای آتشفشانی اسیدی (داسیت و سنگهای مربوط به آن) که از نظر زمانی به سهند زیرین نسبت داده می شود. دربخش های شمالی دریاچه نهشته های مربوط به میوسن بالایی را کنگلومرا، ماسه سنگ دانه درشت به رنگ قرمز روشن، مارن و سنگهای نمک و گچ متعلق به سازند قرمز بالایی تشکیل می دهد.

در نواحی باختری و جنوبی دریاچه ارومیه رخساره مشخصی به میوسن بالایی منتسب و گزارش نشده است.

پلیو-پلیستوسن

دربخش خاوری دریاچه ارومیه سنگهای این زمان بیشتر از نوع آتش فشانی خروجی اسیدی (داسیت) و نیمه بازیگ (آندزیت) هستند که زمان تشکیل آنها رابه مراحل پایانی آتشفشانی هم بافت سهپند نسبت میدهند. این سنگها معمولاً همراه بابرش های ولکانیکی هستند که سطح وسیعی رادر شبه جزیره اسلامی زیرپوشش دارند.

رسوبات زمان پلیوسن دربخش شمالی دریاچه به دو واحد تقسیم گردید که عبارتند از:

۱- کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلتستون و کنگلومرا باخاستگاه آتشفشانی، آندزیت و خاکسترهای آتشفشانی و توف .

۲- نهشته های دریاچه ای پلیوسن به صورت پادگانه های دریاچه ای همراه بادیاتومیت های بالای بندی بسیار نازک ولیگنیت.

دربخشهای باختری دریاچه نهشته های این زمان به صورت کنگلومرای نئوزن توصیف گردیده است. این کنگلومرا دارای رنگی روشن و ضخامت بیش از ۲۰۰۰ متر است. لایه بندیهای ضخیم همراه باگردشدگی خوب از ویژگیهای آن می باشد. قلوه های این کنگلومرا بیشتر از سنگهای ائوسن تشکیل شده است. سنگهای آتشفشانی نئوزن که اغلب از جنس آندزیت پورفیریک و تراکی آندزیت هستند در نزدیکی بندر گلمانخانه (کوه بزوداغی) وجود دارند.

هیچگونه گزارش از وجود نهشته های پلیوسن در ارتفاعات و کرانه های جنوبی دریاچه ارومیه دیده نشده است.

پلیستوسن - عهد حاضر

رسوبات کواترنری در اغلب نواحی مختلف پیرامون و کرانه های دریاچه ارومیه در قالب رخساره های گوناگون وجود دارد که در زیر به توضیح آنها پرداخته می شود.

پلیستوسن - عهد حاضر در نواحی باختری دریاچه به صورتهای زیر است.

۱- پادگانهای قدیمی شامل کنگلومرا، سنگریزه ها، ماسه ها و رس های نیمه سخت و پادگانهای دریاچه ای (بندر حیدرآباد و جاهای دیگر).

۲- لیوین بازالت های کواترنر بابافت پورفیری: این بازالت ها در بعضی نقاط سرو تراورتن ها و تراس های کهن راقطع کرده اند.

۳- تراورتن به رنگ های زرد تا میخکی به رنگ هوازده زرد و قرار داشتن آنها روی نهشته های قدیمی تر.

۴- پادگانهای جوان، سنگریزه، ماسه و آبرفت.

۵- نهشته های نرم دریاچه ارومیه، تراس های دریاچه ای و کفه های گلی و نمکی و آبرفتهای رودخانه و دشتهای در نواحی شمالی دریاچه نهشته های پلیستوسن و جوانتر از آن شامل کنگلومرای سخت نشده، سنگریزه و آبرفت همراه با رسوبات دریاچه ای است.

در پهنه آبرفتی تلخه رود که دارای شیب توپوگرافی ملایمی به طرف دریاچه است شواهدی دال بر وجود نهشته های دریاچه ای و آبرفتی بسیار دانه ریز وجود دارد که گویای نهشتگی این رسوبات در یک محیط دشت سیلابی و گل ولای می باشد.

در مناطق خاوری دریاچه ارومیه نهشته عهد حاضر دارای ویژگیهای زیر می باشد :

۱- تراورتن و رسوبات آراگونیتی.

۲- پادگانهای قدیمی و نهشته های بادبزن شکل.

۳- پادگانه های دریاچه ای (اطراف بناب و ملک کندی).

۴- پادگانه های جوان ونهشته های آبرفتی - بادبزنی.

۵- رسوبات دلتایی، باتلاقهای گلی، آبرفتهای رودخانه ای ودشت.

نهشته های کوتاهتر در بخشهای جنوبی دریاچه به قرار زیر است :

۱- سنگهای آذرین بیرونی، بطور عمده گدازه های بازالتی همراه بامقدار زیادی از اکسیدهای

سیلیسیم.

۲- پادگانه های قدیمی و آبرفتهای بادبزنی

۳- تراورتن

۴- پادگانه های جوان و آبرفتهای بادبزنی جوان.

۵- سواحل باتلاقی ونهشته های آن، آبرفتهای رودخانه ای ودشت.

۲-۲- زمین شناسی ساختمانی وزمین ساخت دریاچه ارومیه وپیرامون آن

دریاچه ارومیه در شمال باختری ایران و در قسمتهای باختری آذربایجان قرار دارد . بنا بر مطالعات زمین شناسی این محدوده بر اساس تقسیم بندی زمین ساختی ایران توسط م.ح.نبوی (۱۳۵۵) در پهنه های زمین ساختی - مهاباد (بخشهای باختری و جنوبی دریاچه) و البرز آذربایجان (بخش های خاوری و شمالی دریاچه) قرار دارد. بر این اساس ویژگیهای زمین ساختی دریاچه ارومیه و ارتفاعات و مناطق پیرامون آن با سرگذشت تاریخی دو پهنه یاد شده رابطه تنگاتنگی داشته و جدای از آنها نیست . بدین جهت در زیر به شرح کوتاهی از رویدادهای زمین ساختی پهنه های مذکور پرداخته می شود .

رشته کوههای باختری و جنوبی دریاچه از دید زمین ساختی در پهنه خوی - مهاباد قرار دارد .
رویدادهای زمین ساختی که توسط ج. افتخار نژاد (۱۹۸۰) تشخیص داده شده است به قرار زیر
می باشد.

۲-۲-۱- جنبش زمین ساختی پر کامبرین پسین :

پی آمد آن سنگهایی به قدمت ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیون سال پیش در منطقه بر اثر یک دوره کوتاه
خروج ماگمای اسیدی پدید آمده اند و دیگر مشخصه مهم این رویداد وجود دگرشیبی میان
سازندهای بایندور و گرانیتهای دوران می باشد . از دیگر عوارض آن چین خوردگی، گسلش، نفوذ
توده های آذرینی و به وجود آمدن برجستگی های زمین در آن پهنه است . یادآوری می شود این
پهنه زمین ساختی را سکوی بالا آمده مرکزی پالئوزوئیک نامیده اند . (ج. افتخار نژاد ۱۹۸۰)

۲-۲-۲- جنبش های زمین ساختی پالئوزوئیک :

پی آمد این جنبش ها بالا آمدگی زمین و فقدان رسوبگذاری . نبوده های چین ای زمانهای سیلورین
دونین و کربونيفراز اثرهای برجسته رخدادهای یادشده در این پهنه می باشد. دگرشیبی میان رسوبات
پرمین و نهشته های قدیمی تر نیز از آثار این جنبش ها است .

۲-۲-۳- جنبش های زمین ساختی کیمیری پیشین :

این جنبش ها در منطقه با چین خوردگی ، گسلش و جابجایی عمودی همراه بوده است .

۲-۲-۴- جنش های زمین شاختی کیمیری پسین :

پی آمد این جنبشها مرز شمال باختری سکوی ایران مرکزی در امتداد خطواره زرینه رود از پهنه خوی - مهاباد جدا شده است. جنبش های یاد شده با گرانیت زایی همراه بوده و بر اثر آن دگرگونی مجاورتی با سنگهای در بر گیرنده به وجود آمده است .

۲-۲-۵- جنبش های زمینساختی کرتاسه بالایی :

از آثار این جنبش ها وجود ناپوستگی های رسوبی در نهشته های کرتاسه بالایی ، خروج سنگهای آتشفشانی از نوع بازالت، اسپیلیت و انواع توفهای مربوط به آنها و همچنین تشکیل آمیزه رنگین را در بخش هایی از این پهنه می توان نام برد .

۲-۲-۶- جنبش های زمینساختی لارامید :

پی آمد آن چین خوردگی، گسلش، تشکیل خطواره های تکتونیک و گرانیت زایی که در سطح وسیعی صورت گرفته است، همچنین دگرگونیهای مجاورتی نسبتاً شدید و دگرگونیهای ناحیه ای بارخساره شیبست سبز بوده است .

۲-۲-۷- جنبش های زمینساختی آلیپی :

جنبش های زمین ساختی در ترسیری با چین خوردگی، رورانندی، کوتاه شدگی پوسته، پایدارشدن فرونشست های حاشیه ای همراه بوده است. افزون بر آن خروج مواد آذرین بیرونی و جابجایی در

سطح برخی گسل ها و در نهایت ریخت شناسی چیره و ساختار کنونی منطقه را می توان از عوارض آن دانست .

در مورد دریاچه ارومیه و ارتفاعات شمالی و خاوری آن همان گونه که ذکر شد در پهنه زمینساختی البرز - آذربایجان قرار گرفته اند و مرز آن را با پهنه خوی - مهاباد خطواره زرینه رود را تشکیل می دهد .

قدیمی ترین آثار زمین ساختی در این پهنه مربوط به کوهزایی آسننیک و جنبش های زمین ساختی پرکامبرین پسین است که با خروج مواد آذرین و نیوهای رسوبی همراه بوده است .

حرکات تکتونیکی کالدونی و هرسی نی در پالتوزئیک نبوده های چینه ای سیلورین ، دونین و کربونفر را در پی داشته و جنبش های کیمیرین پیشین با پی آمده های متفاوتی همراه بوده است . در کیمیری پیشین این حرکات با فعالیت ولکانیکی همراه بوده (وجود سنگ آذرین در قاعده سازند شمشک)، در صورتی که پی آمد کیمیری پسین چین خوردگی رسوبات و به وجود آمدن دگر شیبی میان نهشته های کرتاسه زیرین (در قاعده) و رسوبات متعلق به ژوراسیک و قدیمی تر می باشد .

حرکات کوهزایی سبب چین خوردگی، گسلس و آتشفشانی در کوه های شمالی دریاچه شده و سبب شکل گیری نهایی و ریخت شناسی کنونی ارتفاعات خاوری دریاچه هستند. درحالیکه پی آمده های آن با خروج سنگهای ولکانیکی در پلیوسن - پلیستوسن همراه بوده است. این فعالیت های تکتونیکی در ارتفاعات شمالی نیز تا تا پلیستوسن ادامه داشته است.

روندهای ساختاری و آسه چینها در هر دو پهنه زمین ساختی عموماً در راستای شمال باختری ، جنوب خاوری است . از ساختارهای تکتونیکی مهم منطقه گسل بزرگ شمال تبریز و خطواره زرینه رود را باید یاد کرد ، که از زمانهای دور نقش مهمی در ساختار منطقه و تشکیل دریاچه

ارومیه ایفا کرده اند. خطواره زرینه رود جدا کننده دو پهنه زمینساختی خوی - مهاباد و البرز - آذربایجان است و در گذشته فعال بوده است. گسل شمال تبریز از ساختار های تکتونیکی و فعال منطقه از قدیم بوده و امروزه نیز جنبه می باشد. افزون بر این گسل های کوچک و بزرگ، جنبه و ایستای بی شماری در هر دو پهنه و اطراف دریاچه وجود دارند که از اهمیت کمتری برخوردار بوده اند.

بطور کلی منشأ دریاچه ارومیه تکتونیکی بوده و جایگاه آن از دید زمینساختی در قسمتی از پهنه خرد شده میان پهنه های عربستان و اورومیا و خرده ورق های ایران و ترکیه قرار دارد و عامل به وجود آمدن فرونشست آن را می توان به نحوه فعالیت گسل های اصلی منطقه و شاخه های فرعی آنها نسبت داد.

۲-۳- زمین شناسی دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه یکی از فرونشست های نسبتاً وسیع و کم ژرفای منطقه آذربایجان است که وسعت کنونی آن حدود ۶۰۰ کیلومتر مربع می باشد و آب آن فوق اشباع از نمک می باشد . زمین شناسی دریاچه ارومیه از دیر باز مورد بررسی افراد و سازمان های مختلف قرار گرفته که از کامل ترین آنها می توان به بررسی های صورت گرفته توسط سازمان زمین شناسی کشور در سال ۱۳۵۶ (با همکاری انستیتو پلی تکنیک زوریخ) و سال ۱۳۵۶ (به منظور احداث بزرگ راه شهید کلاتری توسط شهرابی، بربریان و قریشی نام برد.

بنابر مطالعات یاد شده دریاچه ارومیه در یک فرونشست کم ژرفای وسیعی قرار دارد که گودترین قسمت آن حدود ۹ متر (در گوشه شمال باختری) است و میانگین ژرفای آن حدود ۶ متر می باشد. بسته به میزان بارندگی سالیانه حدود بیش از یکصد جزیره کوچک و بزرگ در دریاچه وجود

دارد که بزرگترین آنها جزیره (گاهی شبه جزیره) اسلامی است که از سنگهای آتشفشانی متوسط تا بازیک همراه بابرش های آتشفشانی متعلق به پلیوسن تشکیل گردیده است. سنگهای تشکیل دهنده جزیره های دیگر برخلاف جزیره اسلامی از جنس نهشته های رسوبی فلیش گونه متعلق به کرتاسه زیرین که در بعضی نقاط با سنگهای آذرین همراه هستند و آهک های ریفی مربوط به میوسن می باشد.

بنابر مطالعات صورت گرفته سنگ پی دریاچه را نهشته های سخت شده کرتاسه پایینی و آهک ها و آهک های مارنی میوسن (سازند قم) تشکیل می دهد و ضخامتی نزدیک به ۳۵ تا ۴۰ متر از نهشته های نرم دریاچه ای بر روی آنها قرار گرفته است. سن دریاچه ارومیه بر اساس مطالعه پادگانه های دریاچه ای اطراف آن ۴۰۰ تا ۵۰۰ هزار سال و بنا بر رسوبات نرم موجود در آن زمان تشکیل آن را حدود ۳۰ تا ۴۰ هزار سال تخمین زده اند. (شهرابی - ۱۳۶۱)

دریاچه ارومیه از نظر شیمیایی، دریاچه ای است بسیار شور و اشباع از کلرور سدیم، منیزیم و سولفات سدیم و تغییر شوری آن تابع وارونه ای از ژرفای دریاچه است و با افزایش ژرفا شوری آن کمتر می شود. میانگین فراز سطح آب دریاچه ۱۲۷۸ متر از سطح دریاهای آزاد است که با تغییر سالانه تا یک متر و بیشتر نوسان پیدا می کند. بخش عمده ای از آب دریاچه را رودخانه های پیرامون آن از جمله زرینه رود، تلخه رود، زولاچای، سیمینه رود، مه آبادچای و بسیاری دیگر تامین می کنند و بخش دیگری از آن توسط چشمه های زیر دریاچه ای تامین می شود. (شهرابی - ۱۳۶۱)

دریاچه ارومیه حوضه ای است بسته با کف تقریباً مسطح و شیبی خیلی کم به طرف مرکز و شمال. بیشترین گستره کف دریاچه از موج نماهایی پوشیده شده است (Kelts.K&Shahrabi, 1985) که در قسمت های ژرف آن به صورت برجستگی های پشته مانندی دیده می شود. این برجستگیها ۲۰ تا ۳۰ متر درازا، ۵ تا ۱۰ متر پهنا و ۱ تا ۲ متر بلندی دارند. جنس آنها از آراگونیت بوده و به نظر

می رسد در سیمانی از همین جنس سخت شده اند. جاندارانی همانند جلبک های سبز ، باکتریها، سخت پوستان و از جمله خرچنگ های آرمیاسالینا درون آب دریاچه وجود دارند.

۲-۳-۱- نهشته های دریاچه ارومیه

رسوبات دریاچه ارومیه رباتوجه به خاستگاه آنها به دو دسته رسوبات آواری و برجا می توان تقسیم نمود که رسوبات برجا خود به دو صورت شیمیایی و بیوشیمیایی تشکیل می شوند.

۲-۳-۱-۱- نهشته های آواری

مطالعات رسوب شناسی دریاچه ارومیه بر روی مغزه های دراز نمونه برداری شده بوسیله لوله های مغزه گیر پیستونی تا عمق ۶/۵-۷ متر بستر به طور دقیق صورت گرفته است. در این عمق نهشته های دریاچه لایه هایی از فورش سنگ های (Silt Stone) سبز و قهوه ای مایل به قرمز تشکیل می دهد که دارای کانی های آواری مانند کوارتز، کلسیت، پلاژیوکلاز و کائولینیت است و به طرف بالا مقدار آواری ها زیادتر می شود.

رسوباتی که همراه رودها و سیلابها وارد دریاچه می شوند، آمیزه ای از دانه های ریز و درشت سنگهای رسوبی، آذرینی و دگرگونی هستند که خاستگاه آنها از سنگهای تشکیل دهنده ارتفاعات پیرامون دریاچه و حوضه آبرگیر آن می باشد. دانه ها و ریزدانه هایی که به صورت آواری به دریاچه حمل می شوند عبارتند از کلسیت، کوارتز، میکا، پلاژیوکلاز و فلدسپاتهای پتاسیم دار به مقدار کم و دولومیت خیلی کم .

تغییر شرایط اقلیمی در طول عمر دریاچه باعث تغییر در رژیم رسوبگذاری گردیده و سبب شده است تا رسوبات فوق اشباع از نمک به رسوبات آب شیرین و یا لب شور تبدیل گردد و کانی های آواری موجود در آنها بیشتر شود و تغییر شرایط اقلیمی ثبت شده بر روی رسوبات چندین بار تکرار شده است. نهشته های آواری دانه درشت و فورشها بیشتر در دهانه های ورودی رودخانه ها به دریاچه گسترش دارند. بنابر همین مطالعات رسوبات آواری دریاچه در مقایسه با نهشته های شیمیایی آن از اهمیت و ارزش کمتری برخوردارند.

۲-۳-۱-۲- نهشته های برجا

آراگونیت: بررسیهای میکروسکوپی و تجزیه نمونه های گرفته شده از مغزه ها نشان داده است که آراگونیت از کانی های اصلی است و گل های آراگونیتی بیشتر به صورت تیغه های نازک (میلیمتری) و گاهی به ضخامت نیم یا یک سانتیمتر هم وجود دارد. ته نشین شدن آراگونیت و یا کلسیت در یک محیط بانسبت منیزیم به کلسیم در محیط بستگی دارد. این نسبت در آب دریاچه ارومیه ۲۸ به ۱ گزارش شده است اما در حال حاضر این نسبت تقریباً ۲ به ۱ است. دانه های آراگونیت از نگاه ریخت شناسی به شرح زیر است:

۱- بلورهای سوزنی شکل بسیار نازک، بزرگی حدود ۱۰ میکرون که دو سر آنها بسیار نازک شده است.

۲- بلورهایی که کمی بزرگتر از نوع ۱ بوده، بی نظم و نوک آنها ساییده شده است.

۳- بلورهایی که به بزرگی حدود ۲۰ میکرون و دوقلو هستند.

۴- بلورهای آراگونیت به شکل منشورهای پهن شده به بزرگی حدود ۴۰ میکرون که دو سر آنها خم شده است. تنوع در بلورهای یاد شده نشاندهنده متفاوت بودن ساز و کار به وجود آمدن آن ها می باشد.

ریزسرگین ها (Coprolite): رسوبات ریزسرگین در دریاچه ارومیه از اهمیت و فراوانی کمتری نسبت به آراگونیت برخوردار است. ریزسرگین ها به صورت میله های بسیار ریز برنجی شکل دیده می شوند که از سرگین خرچنگ های آرتمیاسالینای موجود در دریاچه با مکانیسم ویژه ای به وجود می آیند. بیشتر در ماه های گرم سال تشکیل شده و جنس آنها در اصل از آراگونیت محلول در آب دریاچه است که درجا رسوب کرده و گرداگرد سرگین ها ته نشین شده اند. تجزیه کانی شناختی آنها نشان می دهد که سرگین ها به طور کلی از سوزن های کربنات کلسیم (آراگونیت تا ۸۰ درصد) و مقدار کمی کلسیت) درست شده و کوارتز و گاهی دولومیت نیز در آنها دیده می شود. رنگ آنها سفید یا خاکستری و اندازه آنها به درازای میانگین ۰/۷ و قطر ۰/۱ میلیمتر می باشد.

کلسیت: کربناتها از رسوبات اصلی و عادی دریاچه می باشند که دوخاستگاه آواری و درجا دارند. آواریها به شکل دانه ها و ذرات ریز کربناتی به وسیله آبهای جاری و رودخانه به دریاچه آورده شده و آنهایی که درجا تشکیل شده و ته نشین شده اند اکثراً متعلق به آغاز رسوبگذاری دریاچه به شکل کنونی می باشد که نهشته ها بیشتر از نوع رسوب شیمیایی ته نشین شده در محیط آب شیرین و سرد است. روی لایه های فورش یاد شده در عمق ۶/۵ تا ۷ متری قبلاً ذکر شده لایه های همگون از لای به رنگ خاکستری تیره تا خاکستری متمایل به قهوه ای با لایه بندی ضعیف تیغه ای قرار دارد که در آن قلوه های کوچک و بزرگی از کلسیت و آراگونیت وجود دارد. در این بخش از رسوبات، نهشته هایی دیده می شود که بازگویی شرایط آب و هوایی خشک است و این حجم از

کلسیت موجود در این قسمت نمی تواند به شرایط آب وهوایی سرد نسبت داده شود. چگونگی تشکیل کلسیت موجود در این محل را شاید بتوان به صورت زیر بازگو کرد :

۱- رسوب کلسیت تمرکز بخشی از کربناتهای با خاستگاه آلی است مانند آلهای سبز موجود در دریاچه و شرایط سردی و شیرینی آبهای دریاچه که از کربنات کلسیم اشباع بوده موجب رسوب کلسیت به مقدار زیاد بوده است.

۲- رسوبگذاری کربنات با تمرکز سولفات های محلول در آب کنترل می شود، غلظت سولفات در آب موجب تشکیل آراگونیت می شود. پس با کمبود سولفاتها در آب شوری آن کاهش یافته و موجب تشکیل کلسیت شده است.

۳- ورود آبهای شیرین زیرزمینی به دریاچه که سرشار از کلسیت بوده و آمیزش آنها با آب شور دریاچه، در نتیجه به وجود آمدن آبی شیرین یا شیرینتر از اشباع از نمک دریاچه سبب رسوب کلسیت شده باشد. (شهرابی م ۱۳۷۱)

دولومیت : دولومیت یکی از رسوبات موجود در دریاچه ارومیه است. زون دولومیتی که در اینجا از جنس گل ولای می باشد دارای دویخش است. بخش پایینی حدود ۵۰ سانتی متر به رنگ سبز و دانه بندی غیر یکنواخت همراه با پوسته های کلسیتی سخت می باشد. بخش بالایی به ضخامت ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر که از گل ولای دانه ریز به رنگ قهوه ای تیره تا خاکستری تیره درست شده با لایه بندی تیغه ای و به نسبت سخت است. به طور کلی برای به وجود آمدن دولومیت در یک محیط دو شرط اصلی و اساسی لازم است :

۱-نسبت منیزیم به کلسیم در آب باید به اندازه ای باشد که اجازه دهد واکنش لازم جهت تشکیل دولومیت صورت گیرد،چه اگر این نسبت زیادتر از حد معینی باشد با افزایش شوری آب آراگونیت تشکیل می شود.

۲-مکانیسمی که توانایی و ظرفیت بایسته را برای به جنبش درآوردن حجم معین وکافی از مایع منیزیم دار را در محیط داشته باشد تا واکنش دولومیتی شدن انجام شود.
مطالعات انجام شده نشان می دهد که دولومیت های تشکیل شده در این قسمت دولومیت ثانوی است که با جانشینی قسمتی از کربنات کلسیم در محیط محلول نمکی به وجود آمده است.

گچ : نمکهای اصلی تبخیری در سه نوع به شرح زیر معرفی شده اند :

۱-شوراب توده های دائمی

۲-پوسته های نمکی که از تبخیر سطحی کفه های نمکی و شوره زارها حاصل می شود.

۳-نمک درون رسوبی و کانی های نمکی که درون رسوبها رشد کرده اند.

مطالعات رسوبات دریاچه ارومیه نشان داده است که یکی از کانی های نمکی تشکیل شده به صورت رشد درون رسوبی در این دریاچه ،بلورهای سنگ گچ می باشد که بلورهای دوقلوی دم چلچله ای بوده و بیشتر همراه با رس بوده و دارای لایه بندی اولیه می باشد.بلورهای گچ موجود در این دریاچه به شکل های زیر و احتمالاً از سه راه بوجود آمده اند.

۱-سوزنهای دراز و نازک منشوری که تنها در لایه های با درفتی درون دریایی دیده می شود و گل

ولایی همراهشان نیست و این امر به این دلیل است که تبخیر در مراحل پایانی خود بوده است.

۲- بلورهای کوچک هم اندازه و همانند یک تا دو میلی متری عدسی مانند که در گل ولای جای گرفته اند. ممکن است این بلورها از پی رسوبگذاری و در ژرفای کم از سطح آب و یا نزدیک به سطح آب تشکیل شده باشند.

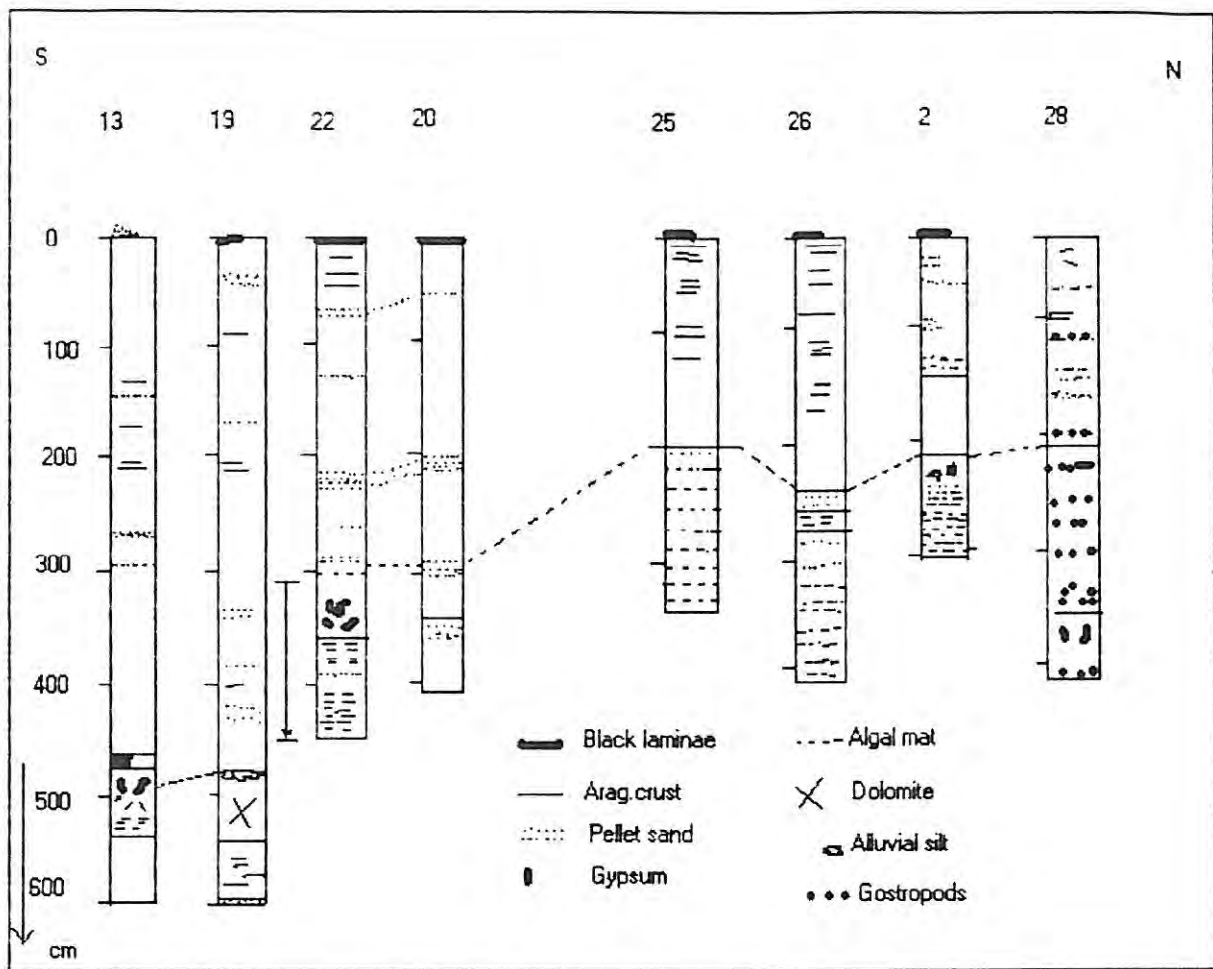
۳- بلورهای درشت سه تا پنج سانتی متری گچ که برخی از آنها به شکل دوقلوهای دم چلچله ای می باشند. در بیشتر این بلورها لکه های شیری رنگی از رس جذب شده نیز دیده می شود. ظاهراً این بلورها در مراحل اولیه سخت شده و حالت خشکی دریاچه و شکل گرفتن گل کفه ها به وجود آمده اند.

پوسته ها : درون رسوبات دریاچه لایه های بسیار نازک نیم یا یک میلیمتری وجود دارد که مانند پوسته هایی درون نهشته ها تشکیل شده اند. جنس اصلی این پوسته ها لایه های سرگین داری است که با سیمانی آراگونیتی بهم چسبیده و جوش خورده اند. رنگ آنها سفید تا زرد کم رنگ بوده و شکنندگی آسان دارند. مطالعات کانی شناسی جنس آنها را از آراگونیت با مقدار کمی کوارتز ، پلاژیوکلاز و کانی های رسی دانسته است. سطح این پوسته ها ناهموار بوده و ریخت شناسی خشنی دارند.

برخی از نمونه های این پوسته ها دارای مقداری زیاد از پوست تخمهای خرچنگ های دریاچه است که در مراحل سیمان شدگی درون ساختمان پوسته قرار گرفته اند. تشکیل این پوسته ها را به زمانهایی که تبخیر از حد معمول بیشتر بوده نسبت داده اند.

یکی دیگر از رسوبات موجود در دریاچه ارومیه ، نهشته های سیاه رنگ غنی از مواد آلی است که در بالای مغزه ها و به عبارتی دیگر در کف دریاچه قرار دارند. با توجه به مطالعات انجام شده مقدار

کربن آلی موجود در این نهشته ها کمتر از ۲ درصد است که از لحاظ رسوب پیشگام جهت شیل های نفتی ، نهشته های مناسبی نیستند.



شکل ۴- تطابق رسوبات کف دریاچه ارومیه (کلتر و شهرابی ۱۹۸۶)

فصل سوم

اقلیم شناسی

۱- وضعیت بارندگی و درجه حرارت منطقه

۲- مقایسه تغییرات سالانه دما، بارش و تبخیر

۳- رودخانه ها

۴- تعادل آب دریاچه ارومیه

۳-۱- وضعیت بارندگی و درجه حرارت منطقه در ۵۰ سال گذشته

داده های ۵۰ سال گذشته که براساس ماههای میلادی ارائه شده است از سازمان هوا شناسی کشور تهیه گردید. (جدول ۳) این داده ها مربوط به ایستگاه هواشناسی ارومیه واقع در ۲ کیلومتری جنوب شرق ارومیه می باشد که دارای عرض جغرافیایی ۳۲°، ۳۷° و طول جغرافیایی ۵°، ۴۵° و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریامی باشد.

برای مقایسه بارش و درجه حرارت و امکان پیش بینی وضعیت آب و هوایی آینده از روش آماری رگرسیون استفاده شد. میزان بارندگی برحسب میلیمتر و درجه حرارت برحسب سانتی گراد بیان شده است. شکل‌های (۱-۵، ۲-۵، ۳-۵) دیاگرام مقایسه رگرسیون بین بارندگی و درجه حرارت می باشد. در این دیاگرامها مقایسه بین ماههای مختلف و روند عمومی بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ میلادی انجام شده است و در شکل ۶ دیاگرام براساس متوسط بارش و درجه حرارت هر سال برای ۵۰ سال گذشته تهیه شده است.

از آنجاکه داده های مربوط به تبخیر از ایستگاه یاد شده از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۷ میلادی موجود بود لذا مقایسه بین بارش و تبخیر در دوره ۲۷ ساله به روش فوق انجام شد. (جدول ۴)

— ژانویه (دی و بهمن) با توجه به شکل ۱-۵ در این دوره پنجاه ساله روند خط رگرسیون بارش دارای شیب نزولی خیلی کم است. همین روند برای مشخصات دما صادق است. بیشترین بارش مربوط به سالهای ۱۹۶۵ تا ۱۹۶۹ می باشد که با کاهش دما همراه است.

Year	Jan.(R)	Jan.(T)	Feb. (R)	Feb.(T)	Mar. (R)	Mar.(T)
1951	37.3	-1.3	54.3	-1.4	47.3	8.4
1952	14.7	-4.1	55.5	3.7	58.8	6
1953	64.6	0.6	27.5	3.9	92.3	3.1
1954	7.6	-0.3	53.6	1.5	121.3	5.7
1955	5.1	1.8	4.4	6.2	45.2	7.6
1956	21	0.6	120.8	4	64.2	4.3
1957	31.2	-4.8	39.2	-4.2	107.1	5.6
1958	45.6	1.6	24	1.9	21.6	9.3
1959	24.9	1.6	17.7	-1.9	69.6	3.5
1960	30.1	2.7	36.6	5.3	56.9	4.7
1961	43.1	-0.7	54.3	1.1	15	4.3
1962	42.5	-2.5	43.8	0.8	10.2	9.8
1963						
1964	28.3	-10.5	51	-2.5	73.2	6.5
1965	91	-4	22.3	-1.9	26.4	6.5
1966	45.9	4.9	72.4		49.8	
1967	38.6	0.2	50.7	-1.8	40.7	3.9
1968	3.7	0	26.2	0.1	92.3	5.3
1969	75.5	-1.7	19	-1.4	128.7	7.4
1970	47.1	1.5	6.4	3.1	38.1	6.3
1971	12.9	-6.9	21.2	-3	6.2	6.6
1972	26	-7.2	40.3	-9.3	57.2	0
1973	43.9	-8.1	28.6	-1.5	16	3.8
1974	26	-5	14.4	-3.9	154.6	3.9
1975	10.4	-1.6	30.6	0.4	3.9	4.4
1976	13	-1	30.7	-2	24.9	2
1977	50	-6.2	14	0.5	113	6.4
1978	37.3	-0.8	44.2	2.5	33.4	6.8
1979	43.7	-1.4	24.6	2.4	25.5	5.2
1980	19.1	-3.1	38	-0.5	56	4.6
1981	53.7	-1.1	28.2	1.8	43.7	6.4
1982	29.4	-2.3	17.1	-5	61.6	2.4
1983	18.7	-8.8	7	-4.6	15.7	3.6
1984	11.3	0.2	30	-0.5	26.5	6
1985	26.2	-1.9	32.9	-0.5	63	0.6
1986	11	-0.3	49.3	1.8	104.8	3.9
1987	0	2.3	51.3	3.2	32.3	3.6
1988	36.5	-2.8	45.2	-0.7	61.2	5.4
1989	11.9	-6.5	7.8	-6.7	54	5.4
1990	38.9	-3.4	21.2	-0.6	26.7	4.3
1991	0.6	-2.5	24.1	-0.9	81.3	5
1992	17.2	-4.9	33.1	-2.1	19.8	1
1993	26.7	-4.3	46.2	-2.9	71.3	2.4
1994	62.4	-0.5	53.9	1	51.2	6.1
1995	26.8	1.1	41	2.8	21	6.5
1996	41.3	-1.3	35.3	2	54.1	4.2
1997	32.4	0.5	30.1	-1.2	73.6	1.6
1998	39.1	-2.4	12.4	-1	52.1	5
Average	31.15	-2.01	34.73	-0.26	54.54	4.90

جدول (۱-۳) آمار بارندگی و دما بین سالهای ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۸ - ایستگاه ارومیه

T حرارت بر حسب درجه سانتی گراد

R بارش بر حسب میلی متر

Year	APR.(R)	APR.(T)	MAY(R)	MAY(T)	JUNE (R)	JUNE(T)
1951	51.3	13.2	18.1	17.5	17.7	21.8
1952	129.6	11.9	32.6	16.4	23	20.3
1953	109.2	11.4	27.7	17.6	18.6	21.3
1954	52.4	10.7	35.2	17.5	0.2	23.1
1955	82.8	12.7	96.5	16.2	20.5	21.6
1956	101.5	11.1	27.8	15.5	13	20.8
1957	73	11.4	78.2	15.9	71.6	19.9
1958	24.6	13.6	48.5	18.3	12.1	21.4
1959	23.3	14.6	80.7	16.9	22.4	21.4
1960	76.1	10.6	12.1	18.3	0.2	21.9
1961	68.3	11.3	14.1	17.9	10.6	22.8
1962	85.8	11.6	8.1	17.7	18.1	20.9
1963						
1964	125.6	8.4	0.5	15.9	2.5	21.4
1965	26	9.6	5.2	16.4	14.3	20.7
1966	41.4	12.5	10.1	17	0	22.7
1967	101.5	8.8	67.4	16.7	7.2	19.4
1968	92.8	11.9	131.4	16.6	27.2	19.4
1969	123.7	10	66.4	17.1	29	21.9
1970	40.1	11.7	22.2	15.2	0	19.7
1971	84	9	34.6	15.7	2.4	18.6
1972	32.9	11.6	138.9	12.5	39.3	18.4
1973	57.6	8.8	61.2	13.8	42	18.5
1974	66.2	8.4	17	16.3	17.8	20.2
1975	53	12.5	71	14.5	9	20.6
1976	70.3	9.9	122.7	13.8	10	19.4
1977	53.2	11.1	76	14.7	15.3	20
1978	10	10.9	44	14.6	22.5	17.6
1979	90.1	11.6	24.6	14.9	41.6	18.5
1980	76.1	10.4	25	15.6	16	20
1981	86.7	8.5	41.4	13.1	15.6	18.6
1982	35.4	11.8	61.1	15	6.8	18.7
1983	25.6	9.5	63.3	15	15	19
1984	14.4	10.6	110.4	12.3	2	19.1
1985	41.5	11.4	28.3	16.3	0.2	20.5
1986	65.5	11.8	41.9	13.4	47.4	18.5
1987	36.1	9.2	5.2	17.6	3.2	21.4
1988	23	9.9	22.7	15.2	21.5	18.9
1989	12.8	13.4	24.5	16.2	0.7	20.7
1990	56.8	9.6	12.3	14.9	0.5	20.2
1991	37.1	11.6	16.4	14.3	4.4	19.9
1992	71.8	9.6	99	12	14.8	18.5
1993	105.5	10.2	127.9	14	16.4	18.7
1994	107.3	12.3	57.4	14.6	42.1	19.4
1995	120.2	10.1	23	16.2	16.2	19.5
1996	57.1	9.4	28.4	16.5	0	19.4
1997	20.3	10	19.4	15.9	10.6	20.5
1998	58.7	11.8	26.4	16	0.1	22.5
Average	63.79	10.89	46.95	15.65	15.78	14.40

جدول (۲-۳) آمار بارندگی و دما بین سالهای ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۸- ایستگاه ارومیه

T حرارت بر حسب درجه سانتی گراد

R بارش بر حسب میلی متر

Year	JULY (R)	JULY (T)	AUG. (R)	AUG. (T)	SEP. (R)	SEP. (T)
1951	0	25.5	3.7	25.3	1.7	21.6
1952	0.3	25.1	0.1	25	4	21.7
1953	42.5	24.3	0	24.4	0.2	21.1
1954	6	25.5	0.7	25.6	46.4	21.3
1955	10.1	24.8	0	24.9	0.5	21.3
1956	0	25	3.8	25	12.1	18.7
1957	1.8	24.1	7.3	24.7	0	22.5
1958	1.4	24.6	1	24.5	4	20.9
1959	3	25.8	0	24.3	1	19.7
1960	1	24.5	1	24.2	0	21.5
1961	0	25.8	0	24.8	0	19.5
1962	15	26.1	0	24.9	6	20.4
1963	0	23.8	0	23.1	0.2	20.1
1964	0	24.2	0	23.2	0	19.5
1965	8	23.7	7.7	25	17	19.5
1966	1	25.9	0	26.4	7.3	20.9
1967	2	23.7	0	25.1	3.4	19.8
1968	0	24.8	11	23.8	1	21.2
1969	3.1	23.6	2.4	25.1	22.2	19.1
1970	11	22.7	0	23	3	17.7
1971	3.2	23.9	0	22.3	0	19.6
1972	0.5	23.5	3.8	21.6	0	18.6
1973	1	22.5	0	23.9	0	18.4
1974	47.1	22.2	4	21.1	12.8	16.4
1975	0	24.9	0	22.9	20.6	18.6
1976	0	22.2	0	24.5	4.3	18.3
1977	0.7	22.8	8.1	22.8	2	19.2
1978	0	23.1	0	22.7	1	19.8
1979	0	23.4	3	23.2	0.2	20.4
1980	2	24.9	0	22.3	5	17.7
1981	3	22.7	2	22.2	0	18.7
1982	1.1	21.8	0	20.8	2.8	18.3
1983	1	22.9	9	21.8	3.8	17.4
1984	0.5	24.4	0	21.3	0	18.4
1985	0	22.6	0	22.5	0	19.1
1986	13.2	24.2	1	23.1	2	20.3
1987	0	23.1	1	22.2	0.9	17.8
1988	6.2	22.5	23.6	21.4	0	17.8
1989	0	25.1	2	23.3	0.4	18.1
1990	4.1	23.8	0	22	0	18.8
1991	0	23.8	0	23.8	0	18.5
1992	0	22.2	6.6	21	0	17.1
1993	11	22.9	2.9	22	0	18.7
1994	0	22.6	0	22.4	30.7	17.8
1995	24.3	22.6	0	23	11.4	18.7
1996	1.9	24.1	0	23	4.8	18.8
1997	51.2	23.1	0	23.4	0.1	17.9
1998	4.2	23.9	0	24	6	19.7
Average	5.88	23.86	2.20	23.39	4.98	19.31

جدول (۳-۳) آمار بارندگی و دما بین سالهای ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۸ - ایستگاه ارومیه

T حرارت بر حسب درجه سانتی گراد

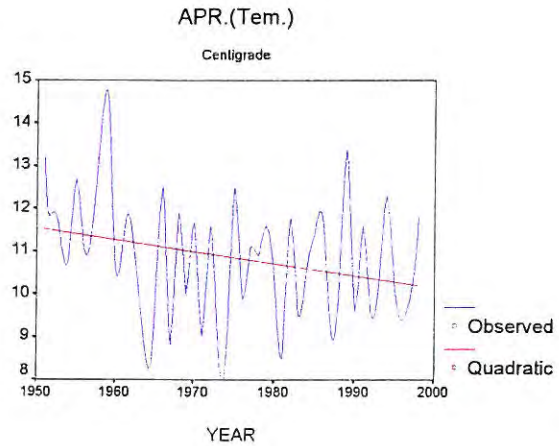
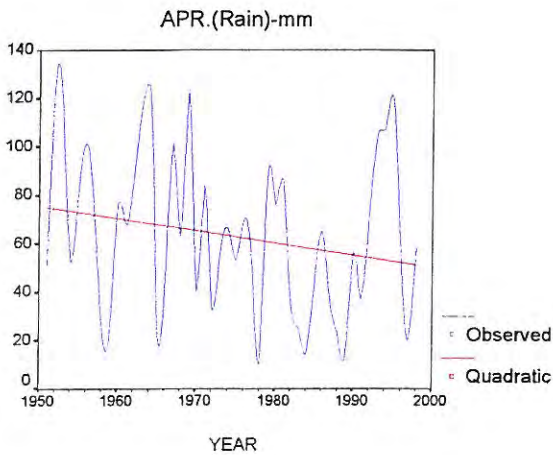
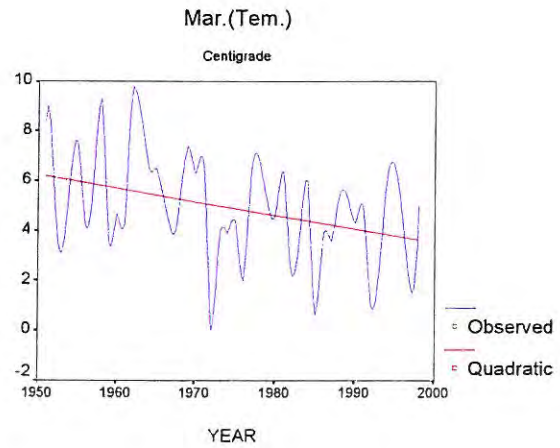
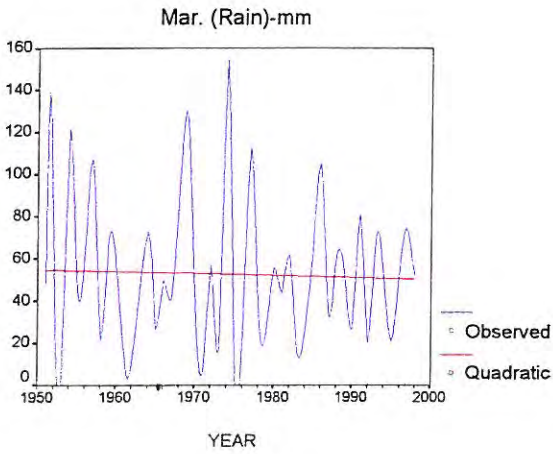
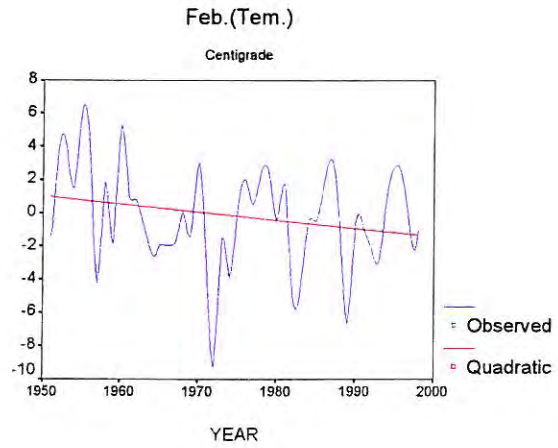
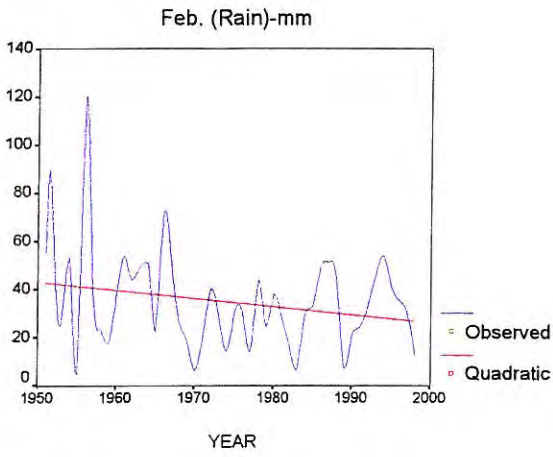
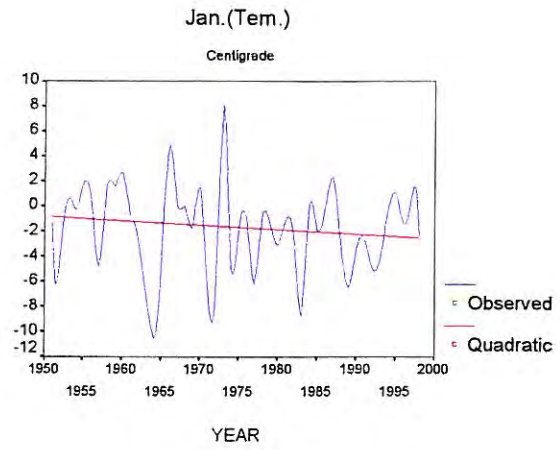
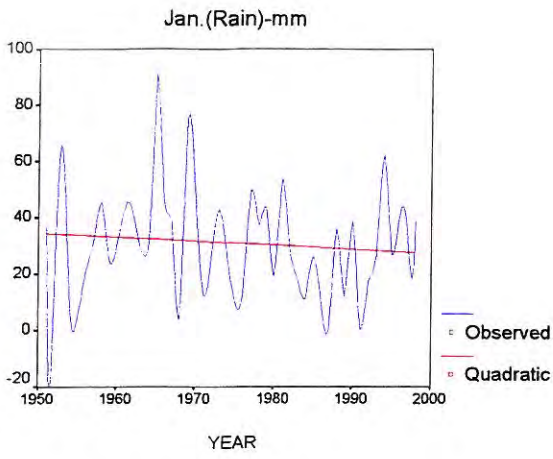
R بارش بر حسب میلی متر

Year	OCT.(R)	OCT.(T)	NOV.(R)	NOV.(T)	DEC.(R)	DEC.(T)	Annual(R)	Average(T)
1951	45.2	12.8	31	8.2	66.4	-0.2	374	12.60
1952	1	17.4	22.5	6.9	46.4	4	388.5	12.80
1953	8.6	15.3	47.7	5.5	18.1	-3.5	457	12.10
1954	9.8	15.9	36.3	8.8	50.8	2.8	420.3	13.20
1955	0	16	126.1	8	12.8	3	404	13.70
1956	0	14.4	8.4	7.5	38.9	-1.1	411.5	12.20
1957	15.7	14.4	71.7	7	5.4	2.6	502.2	11.60
1958	13.1	14.2	8.1	5.5	20.4	1.8	224.4	13.30
1959	5.9	14.2	28.1	7.4	2.4	1.4	279	12.40
1960	6.5	15.7	95.9	8	0.6	4.5	317	13.50
1961	0	14.3	40.4	8.3	15.9	5	261.7	12.90
1962	37.1	14.4	20	8.5	22	4.2	308.6	13.10
1963	43.1	14.9	16	7.9	66.5	0		
1964	0	13	15.4	8	15.3	0.4	311.8	10.60
1965	95.6	11.1	5.4	7.6	2.9	3.5	321.8	11.50
1966	113.8	13.9	0	10.4	19	5	360.7	
1967	14.1	14.3	99.2	8.1	22	1.5	446.8	11.60
1968	40.1	15.4	39.1	8.5	36	3.6	500.8	12.50
1969	44.6	13.9	14	6.8	43.8	5.2	572.4	12.30
1970	7.2	12.1	30.1	8.4	31.1	-1	236.3	11.70
1971	12.5	12	43.3	6.6	55.6	-0.7	275.9	10.30
1972	9.3	15	63.2	6.1	37.9	-2.7	449.3	9.00
1973	2.3	14	6.4	4.3	10		269	
1974	0.5	13.4	18.2	7.2	11.2	0.5	389.8	10.10
1975	19	11.7	9.2	5.5	60	-2.6	286.7	11.00
1976	34.3	12.7	26	6.4	16.1	3.5	352.3	10.80
1977	25	10.4	41	6.1	91.1	-0.8	489.4	10.60
1978	2.6	13.6	71.8	0.6	24.9	2.2	291.7	11.10
1979	12.4	13.5	4.6	8.3	43.2	2	313.5	11.80
1980	17	11.3	51.8	7.4	31.5	2.7	337.5	11.10
1981	16.3	12.8	54.3	5.8	29.4	3.2	374.3	11.10
1982	95.2	10.9	132.1	0.8	7.1	-7.9	449.7	8.80
1983	1.4	11.5	30.8	8.5	19.2	1.5	210.5	9.80
1984	6.2	12.1	95.8	6.2	18.2	-2.3	315.3	10.70
1985	11.4	11.2	32.5	8.3	15.3	1.1	251.3	10.90
1986	41.9	13.4	63.8	4.7	26.1	-0.9	467.9	11.10
1987	90.3	9.5	20	6.1	117.4	1.9	357.7	11.50
1988	37.2	12.9	13.4	5.5	38.9	1.4	329.4	10.60
1989	91.9	13.7	53.3	7.5	9	2	268.3	11.00
1990	14.1	12.7	4	8.3	47.7	1.5	226.3	11.00
1991	12.6	13.8	17	6.8	90.5	-1.6	284	11.00
1992	0	12.7	56.4	5.9	22.2	-0.5	340.9	9.50
1993	10.2	12.3	79	3.9	45.4	0.1	542.5	9.80
1994	22	13.2	136	6.7	16.5	-0.6	579.8	11.20
1995	7	11.1	38.7	6.5	7.8	0.7	337.4	11.60
1996	7.1	12.7	20.6	6.3	36.4	5.1	287.1	11.70
1997	10.5	13.8	17.7	7	5.1	2.3	271.2	11.20
1998	0	13.4	1.3	9.8	23	5.3	223.6	12.30
Average	23.16	13.31	40.78	6.84	31.11	1.26	347.29	11.38

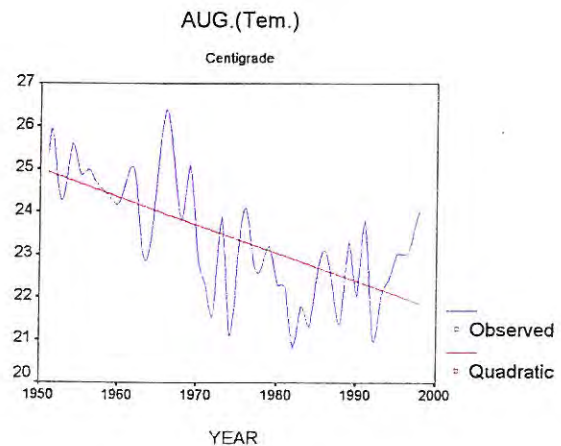
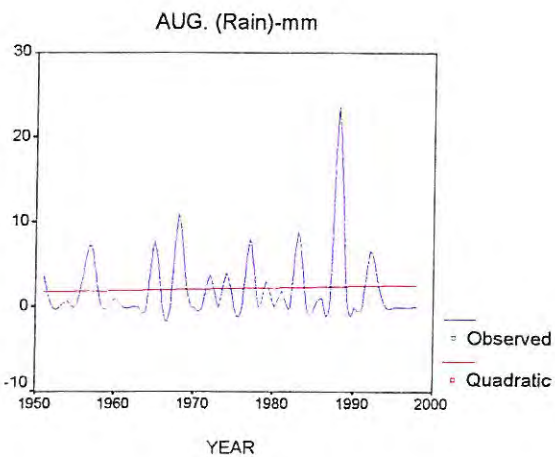
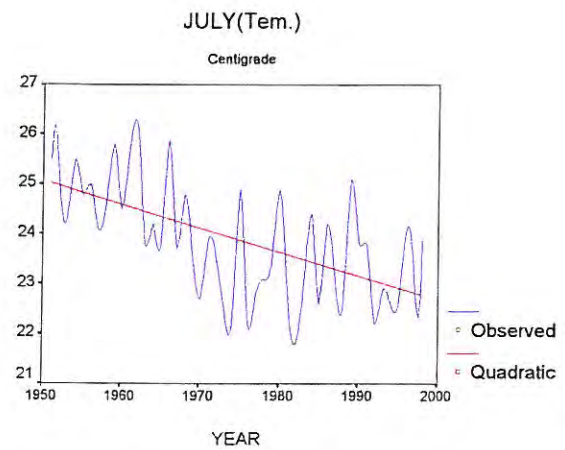
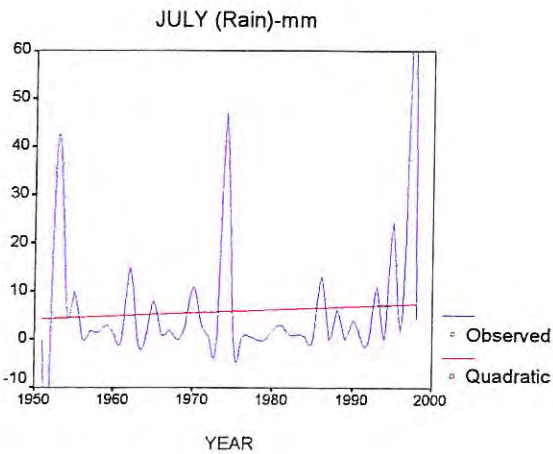
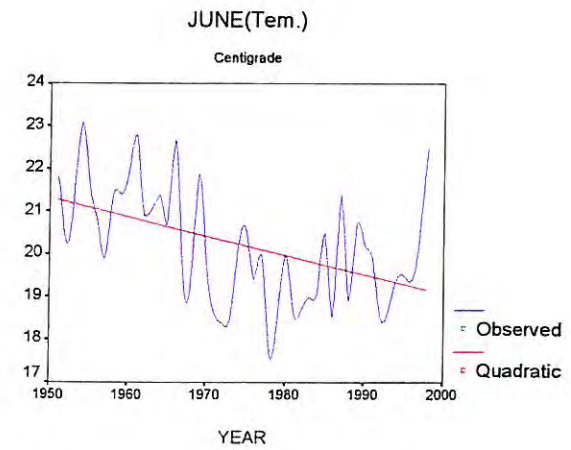
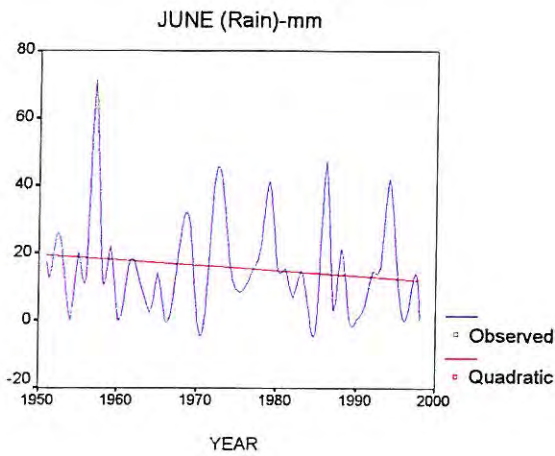
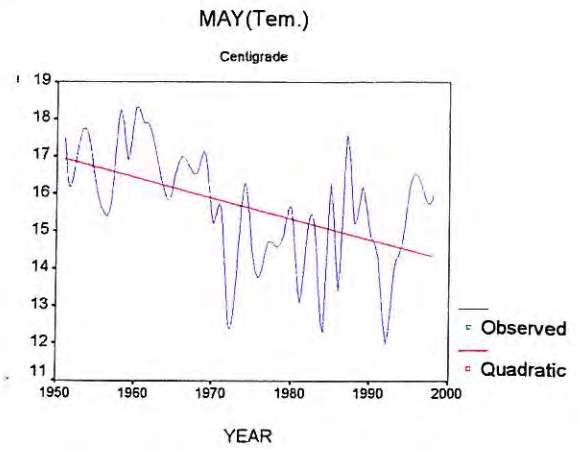
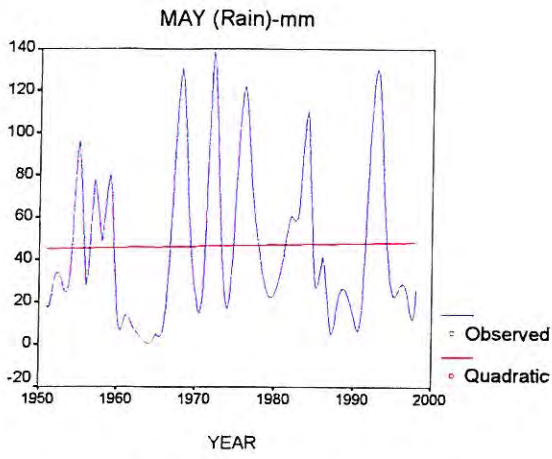
جدول (۳-۴) آمار بارندگی و دما بین سالهای ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۸- ایستگاه ارومیه

R بارش بر حسب میلی متر T حرارت بر حسب درجه سانتی گراد

شکل ۵-۱- مقایسه نمودارهای رگرسیون بین بارش و دما

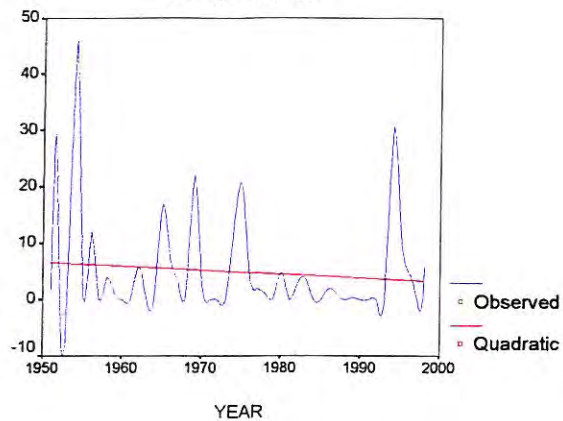


شکل ۵-۲- مقایسه نمودارهای رگرسیون بین بارش و دما

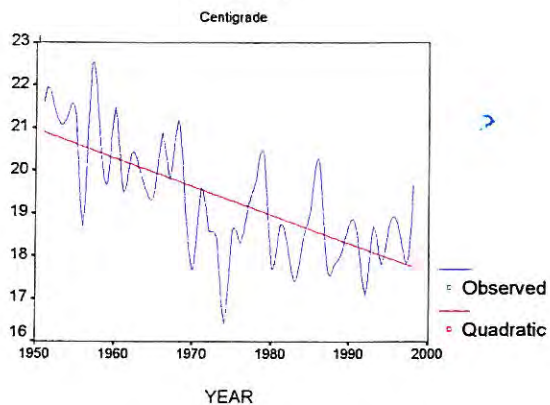


شکل ۵-۳- مقایسه نمودارهای رگرسیون بین بارش و دما

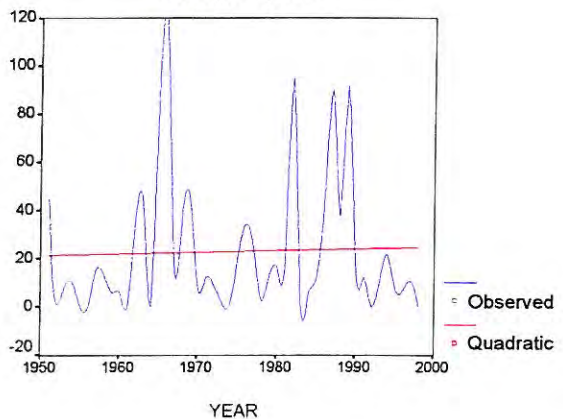
SEP.(Rain)-mm



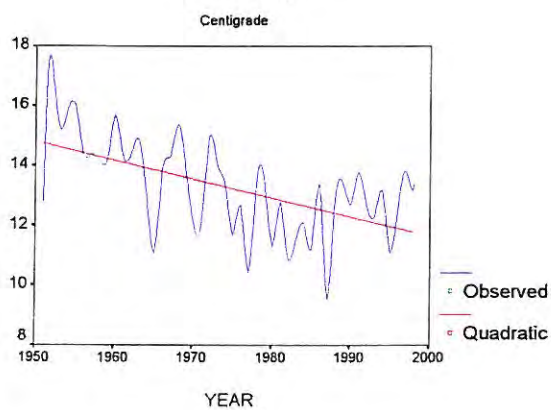
SEP.(Tem.)



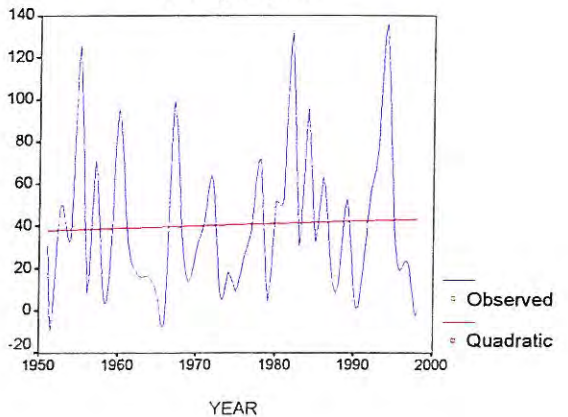
OCT.(Rain)-mm



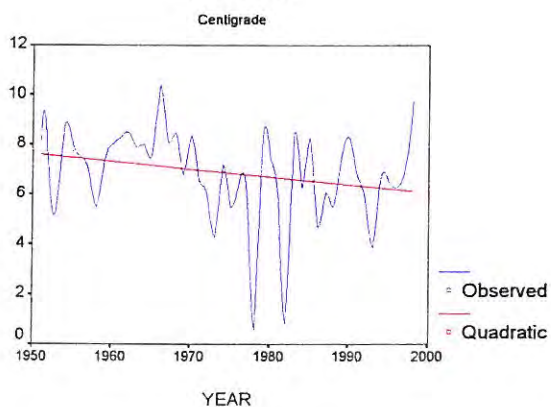
OCT.(Tem.)



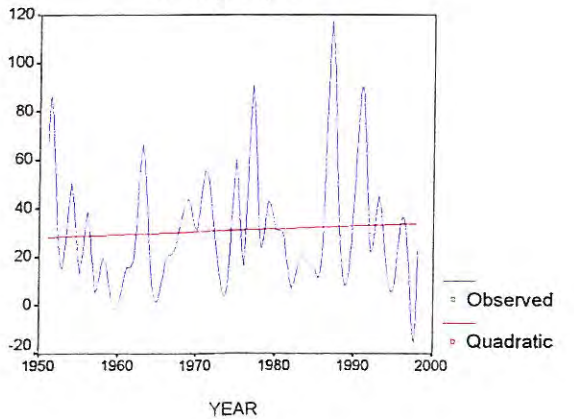
NOV. (Rain)-mm



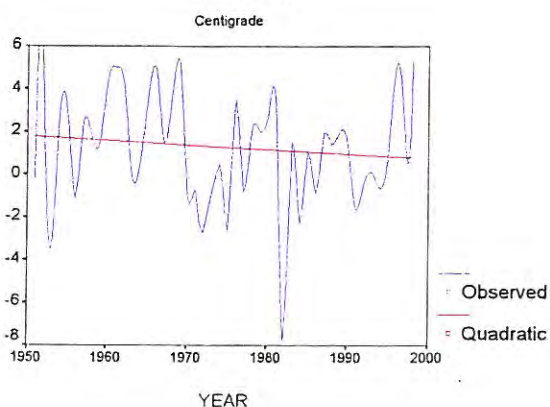
NOV.(Tem.)



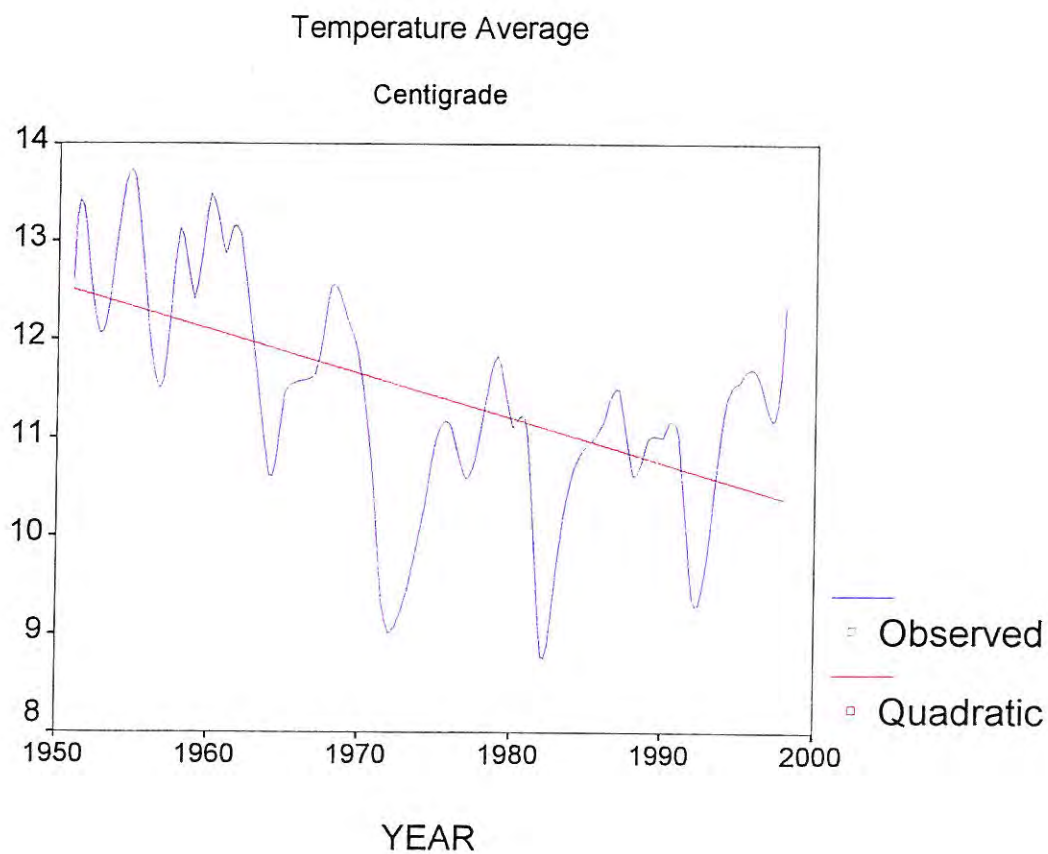
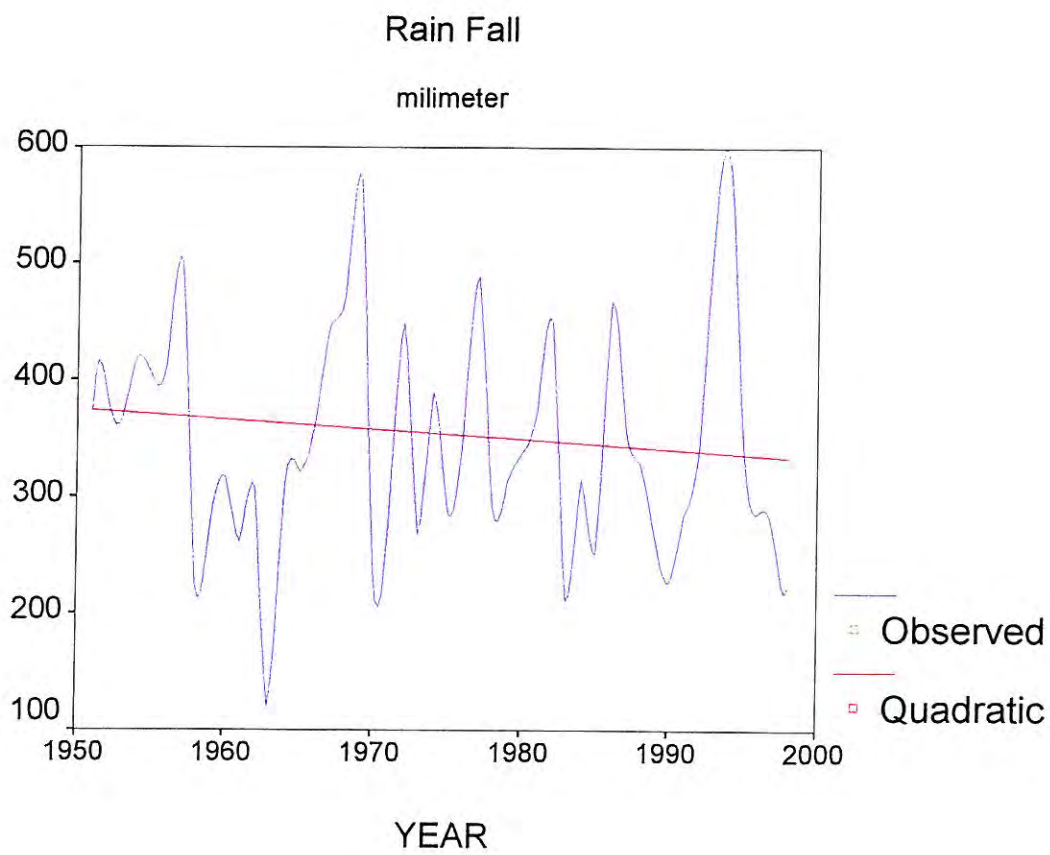
DEC.(Rain)-mm



DEC.(Tem.)



شکل ۶- نمودار رگرسیون دما و بارش در سالهای مختلف



Year	Jan			Feb			Mar			APR			MAY			JUNE			JULY		
	Rain	Tem.	Evapc	Rain	Tem.	Evapc	Rain	Tem.	Evapc	Rain	Tem.	Evapc	Rain	Tem.	Evapc	Rain	Tem.	Evapc	Rain	Tem.	Evapc
	1970	47.1	1.5	0	6.4	3.1	0	38.1	6.3	0	40.1	11.7	0	22.2	15.2	248.08	0	19.7	300	11	22.7
1971	12.9	-6.9	0	21.2	-3	0	6.2	6.6	0	84	9	0	34.6	15.7	198.44	2.4	18.6	232.6	3.2	23.9	299
1972	26	-7.2	0	40.3	-9.3	0	57.2	0	0	32.9	11.6	0	138.9	12.5	125.54	39.3	18.4	194.4	0.5	23.5	291
1973	43	8.1	0	28.6	-1.5	0	16	3.8	0	57.6	8.8	0	61.2	13.8	190.09	42	18.5	256.4	1	22.5	302.25
1974	26	-5	0	14.4	-3.9	0	155	3.9	0	66.2	8.4	0	17	16.3	245.26	17.8	20.2	282.1	47.1	22.2	297.16
1975	10.4	-1.6	0	30.6	0.4	0	3.9	4.4	0	53	12.5	181.6	71	14.5	166.02	9	20.6	250.2	0	24.9	355.26
1976	13	-1	0	30.7	2	0	24.9	2	0	70.3	9.9	124	122.7	13.8	154.1	10	19.4	243	0	22.2	299.5
1977	50	-6.2	0	14	0.5	0	113	6.4	0	53.2	11.1	130	76	14.7	182.3	15.3	20	188.9	0.7	22.8	235.15
1978	37.3	-0.8	0	44.2	2.5	0	33.4	6.8	0	10	10.9	158	44	14.6	237.54	22.5	17.6	232.8	0	23.1	256.29
1979	43.7	-1.4	0	24.6	2.4	0	25.5	5.2	0	90.1	11.6	0	24.6	14.9	132	41.6	18.5	179.3	0	23.4	201.4
1980	19.1	-3.1	0	38	-0.5	0	56	4.6	0	76.1	10.4	**	25	15.6	**	16	20	**	2	24.9	**
1981	53.7	-1.1	0	28.2	1.8	0	43.7	6.4	0	86.7	8.5	99	41.4	13.1	124	15.6	18.6	151.4	3	22.7	190.68
1982	29.4	-2.3	0	17.1	-5	0	61.6	2.4	0	35.4	11.8	0	61.1	15	121	6.8	18.7	**	1.1	21.8	**
1983	18.7	-8.8	0	7	-4.6	0	15.7	3.6	0	25.6	9.5	0	63.3	15	125	15	19	217.3	1	22.9	270.78
1984	11.3	0.2	0	30	-0.5	0	26.5	6	0	14.4	10.6	175	110.4	12.3	135	2	19.1	239.8	0.5	24.4	361.66
1985	26.2	-1.9	0	32.9	-0.5	0	63	0.6	0	41.5	11.4	179	28.3	16.3	232	0.2	20.5	321.2	0	22.6	343.63
1986	11	-0.3	0	49.3	1.8	0	105	3.9	0	65.5	11.8	129	41.9	13.4	183	47.4	18.5	240.1	13.2	24.2	325.56
1987	0	2.3	0	51.3	3.2	0	32.3	3.6	0	36.1	9.2	155	5.2	17.6	267	3.2	21.4	218.9	0	23.1	303.24
1988	36.5	-2.8	0	45.2	-0.7	0	61.2	5.4	0	23	9.9	124	22.7	15.2	230	21.5	18.9	249.2	6.2	22.5	302.35
1989	11.9	-6.5	0	7.8	-6.7	0	54	5.4	0	12.8	13.4	131	24.5	16.2	240	0.7	20.7	323.1	0	25.1	333.7
1990	38.9	-3.4	0	21.2	-0.6	0	26.7	4.3	0	56.8	9.6	155	12.3	14.9	247	0.5	20.2	323.4	4.1	23.8	323.2
1991	0.6	-2.5	0	24.1	-0.9	0	81.3	5	0	37.1	11.6	170	16.4	14.3	240	4.4	19.9	290.6	0	23.8	362.45
1992	17.2	-4.9	0	33.1	-2.1	0	19.8	1	0	71.8	9.6	0	99	12	0	14.8	18.5	219.5	0	22.2	337.7
1993	26.7	-4.3	0	46.2	-2.9	0	71.3	2.4	0	106	10.2	132	127.9	14	162	16.4	18.7	204	11	22.9	284.8
1994	62.4	-0.5	0	53.9	1	0	51.2	6.1	0	107	12.3	149	57.7	14.6	184	42.1	19.4	241.6	0	22.6	240.5
1995	26.8	1.1	0	41	2.8	0	21	6.5	0	120	10.1	112	23	16.2	176	16.2	19.5	241.5	24.3	22.6	253.7
1996	41.3	-1.3	0	35.3	2	0	54.1	4.2	0	57.1	9.4	117	28.4	16.5	210	0	19.4	261.7	1.9	24.1	244.8
1997	32.4	0.5	0	30.1	-1.2	0	73.6	1.6	0	20.3	10	109	19.4	15.9	173	10.6	20.5	210.8	51.2	23.1	244.7
1998	39.1	-2.4	0	12.4	-1	0	52.1	5	0	58.7	11.8	106	26.4	16	134	0.1	22.5	197.1	4.2	23.9	221.3

جدول ۴-۱-آمار دما، تبخیر و بارش بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۸

Year	AUG			SEP			OCT			NOV			DEC.			ANNUAL	
	Rain	Tem.	Evapora	Rain	Tem.	Evapor	Rain	Tem.	Evapor	Rain	Tem.	Evapor	Rain	Tem.	Evapor	Rain	Evap
1970	0	23	295.9	3	17.7	232.8	7.2	12.1	141.3	30.1	8.4	79.2	31.1	-1	**	236.3	1600
1971	0	22.3	269.8	0	19.6	228.8	12.5	12	**	43.3	6.6	**	55.6	-0.7	**	275.9	**
1972	3.8	21.6	251.0	0	18.6	209.7	9.3	15	133.0	63.2	6.1	**	37.9	-2.7	**	449.3	1285
1973	0	23.9	302.4	0	18.4	194.1	2.3	14	124.7	6.4	4.3	**	10	nd	**	268.1	1370
1974	4	21.1	256.6	12.8	16.4	179.4	0.5	13.4	137.5	18.2	7.2	**	11.2	0.5	**	389.8	1380
1975	0	22.9	343.4	20.6	18.6	213.0	19	11.7	121.2	9.2	5.5	**	60	-2.6	**	286.7	1631
1976	0	24.1	260.4	4.3	18.3	179.0	34.3	12.7	94.6	26	6.4	**	16.1	3.5	**	352.3	1345
1977	8.1	22.8	217.5	2	19.2	150.8	25	10.4	119.5	41	6.1	**	91.1	-0.8	**	489.4	1224
1978	0	22.7	249.4	1	19.8	173.4	2.6	13.6	107.6	71.8	0.6	**	24.9	2.2	**	291.7	1448
1979	3	23.2	214.8	0.2	20.4	158.9	12.4	13.5	83.3	4.6	8.3	50.0	43.2	2	47.88	313.5	1128
1980	0	22.3	**	5	17.7	**	17	11.3	**	51.8	7.4	**	31.5	2.7	**	337.5	**
1981	2	22.2	134.4	0	18.7	113.6	16.3	12.8	54.4	54.3	5.8	**	29.4	3.2	**	374.3	878
1982	0	20.8	202.5	2.8	18.3	**	95.2	10.9	69.0	132	0.8	**	7.1	-7.9	**	449.7	**
1983	9	21.8	231.9	3.8	17.4	176.5	1.4	11.5	122.1	30.8	8.5	63.2	19.2	1.5	**	210.5	1207
1984	0	21.3	342.1	0	18.4	254.0	6.2	12.1	148.0	95.8	6.2	**	18.2	-2.3	**	315.3	1675
1985	0	22.5	329.6	0	19.1	256.4	11.4	11.2	86.0	32.5	8.3	67.7	15.3	1.1	**	251.3	1874
1986	1	23.1	289.5	2	20.3	250.4	41.9	13.4	143.6	63.8	4.7	**	26.1	-0.9	**	467.9	1525
1987	1	22.2	315.7	0.9	17.8	215.0	90.3	9.5	106.1	20	6.1	**	117.4	1.9	**	357.7	1579
1988	23.6	21.4	260.4	0	17.8	210.3	37.2	12.9	96.5	13.4	5.5	**	38.9	1.4	**	329.4	1493
1989	2	23.3	333.5	0.4	18.1	232.2	91.9	13.4	114.3	53.3	7.5	54.4	9	2	**	268.3	1902
1990	0	22	201.2	0	18.8	228.6	14.1	12.7	145.8	4	8.3	**	47.7	1.5	**	226.3	1685
1991	0	23.8	305.1	0	18.5	245.5	12.6	13.8	120.9	17	6.8	54.6	90.5	-1.6	**	284	1610
1992	6.6	21	275.0	0	17.1	223.5	0	12.7	140.5	56.4	5.9	48.2	22.2	-0.5	**	340.9	1244
1993	2.9	22	274.1	0	18.7	216.0	10.2	12.3	126.0	79	3.9	14.6	45.4	0.1	**	542.5	1474
1994	0	22.4	250.6	30.7	17.8	178.3	22	13.2	105.6	136	6.7	14.8	16.5	-0.6	**	579.8	1365
1995	0	23	229.2	11.4	18.7	175.0	7	11.1	90.3	38.7	6.5	41.7	7.8	0.7	**	337.4	1294
1996	0	23	270.3	4.8	18.8	193.9	7.1	12.7	93.4	20.6	6.3	14.0	36.4	5.1	**	287	1412
1997	0	23.4	240.4	0.1	17.9	149.2	10.5	13.8	85.6	17.7	7	30.1	5.1	2.3	3.4	271	1247
1998	0	24	210.3	6	19.7	156.8	0	13.4	87.3	1.3	9.8	55.1	23	5.3	1.5	223.3	1171

جدول ۴-۲-آمار دما، تبخیر و بارش بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۸

قطع کامل بارش در این ماه در سال ۱۹۸۷ صورت گرفته است و حداقل ۱۲ دوره کوچک و بزرگ پربابی و کم آبی در طول ۵۰ سال مشاهده می گردد. دامنه تغییرات بارش صفر تا ۹۱ میلیمتر و دما بین $10/5 -$ تا $8/1 +$ درجه سانتیگراد می باشد .

– فوریه (بهمن و اسفند) با توجه به شکل ۵-۱ روند خط رگرسیون بارش از یک شیب نزولی با نرخ کم برخوردار است. خط دما نیز سیر نزولی دارد. بیشترین بارندگی در سال ۱۹۵۶، ۱۲۰ میلیمتر می باشد . دامنه تغییرات بارش از $4/4$ تا ۱۲۰ میلیمتر است . بیشترین دما به سال ۱۹۵۵ تعلق دارد که $6/2$ درجه سانتیگراد می باشد و کمترین دما در سال ۱۹۷۲ با متوسط $9/3 -$ درجه سانتی گراد ثبت شده است . در این ماه نیز حداقل ۱۲ دوره تغییرات ثبت شده است . منحنی این ماه به وضوح نشان می دهد که نوسانات شدید دارای دوره زمانی کوتاه و نوسانات ملایم دارای دوره طولانی هستند. سایر ماهها نیز نشان می دهد که نوسانات شدید آنجا که اختلاف دوره کم بارش و پر بارش ۱۲۰ میلیمتر یا بیشتر است دوره یک ساله دارند ولی نوسانات ضعیف ممکن است دارای دوره ده ساله نیز باشند .

– مارس (اسفند – فروردین) در این دوره پنجاه ساله خط رگرسیون بارش علیرغم تغییرات بسیار زیاد بارندگی به طور کلی از روند ثابت تبعیت می کند . بیشترین بارندگی به سال ۱۹۷۴ به $154/6$ میلیمتر رسیده است و کمترین بارش در سال ۱۹۷۵ به $3/9$ میلیمتر کاهش یافته است .

نمودار دما نشان دهنده روند نزولی با نرخ متوسط است . تغییرات دوره ای دما در این ماه زیاد بوده است اگر چه نسبت به تغییرات بارش ملایمتر است . بیشترین دما در سال ۱۹۶۲ با $9/8$ درجه سانتی گراد و کمترین آن در سال ۱۹۷۲ معادل صفر بوده است .

دامنه تغییرات بارش در فصل زمستان بین ۲۲۳ میلیمتر (سال ۱۹۶۹) و ۴۰/۳ میلیمتر (سال ۱۹۷۱) می باشد و دامنه تغییرات دما در فصل زمستان بین ۳/۳ درجه سانتی گراد (سال ۱۹۵۵) و کمترین آن ۵/۵- درجه سانتی گراد (سال ۱۹۷۲) ثبت شده است.

تبخیر در سالهای ۱۹۷۰-۱۹۹۷ در فصل زمستان صفر ثبت شده است.

- آوریل (فروردین - اردیبهشت) در دوره تحت بررسی شیب خط رگرسیون بارش با نرخ متوسط است و بر خط دما دقیقاً منطبق می باشد. نوسانات بارش در دوره پنجاه ساله غالباً یکساله است. بیشترین دما در سال ۱۹۵۹ به ۱۴/۶ درجه سانتیگراد می رسد و کمترین آن در سالهای ۱۹۶۴ و ۱۹۷۴، ۸/۴ درجه سانتیگراد ثبت شده است. سال ۱۹۵۲ بامیزان بارش ۱۲۹/۶ میلیمتر پرباران ترین و سال ۱۹۷۸ با ۱۰ میلیمتر بارش خشک ترین سال ثبت شده است.

- می (اردیبهشت - خرداد) طبق نمودار شکل ۵-۲ منحنی رگرسیون بارش در این ماه دارای روند صعودی بانرخ کم است. نوسانات بین سالهای ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۰ سالانه است، در مقابل خط رگرسیون مقادیر دما روند کاهنده بانرخ بالا دارد. نقاط عطف بارش در سالهای ۱۹۶۸، ۱۹۷۲، ۱۹۷۶ و ۱۹۹۳ به ترتیب ۱۳۱، ۱۳۸، ۱۲۲ و ۱۲۷ میلیمتر ثبت شده است و کمترین بارش در سالهای ۱۹۶۴ و ۱۹۶۵ با مقدار ۰/۵ و ۵/۲ میلیمتر بوده است. ماه می در بررسی ۵۰ ساله از حداکثر دمای متوسط ماهانه ۱۸/۳ درجه سانتی گراد در سال ۱۹۶۰ برخوردار بوده است. در دهه ۱۹۵۰ متوسط دما ۱۷ درجه سانتی گراد بوده است و پس از آن تا امروز سیر نزولی داشته است. کمترین مقدار در سال ۱۹۹۲ با متوسط ۱۲ درجه سانتی گراد ثبت شده است.

- ژوئن (خرداد - تیر) نمودار شکل ۵-۲ نشان می دهد که خط رگرسیون بارش به صورت نزولی بانرخ کم و دمای دارای روند نزولی و نرخ متوسط می باشد. حداکثر بارش در سال ۱۹۵۷ با متوسط ۷۱ میلیمتر است و بابتی سیر نزولی تا سال ۱۹۷۰ نوسانات سه سالانه و چهار سالانه را بین صفر تا ۴۰ میلیمتر طی

می نماید. سال ۱۹۴۵ با درجه حرارت متوسط ۲۳/۱ درجه سانتی گراد گرمترین سال در ۵۰ سال اخیر بوده است که خود نقطه عطف گرمترین دهه با متوسط گرمای ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد. سال ۱۹۷۸ با ۱۷/۶ درجه سانتی گراد کمترین دما را در آمار ۵۰ ساله به خود اختصاص داده است.

به طور کلی در فصل بهار مقادیر دما با افت نسبتاً ثابت تادهه ۹۰ سیر کرده است و مقادیر بارش روند صعودی اما بانرخ کم داشته است. بهار سال ۱۹۹۳ با ۲۴۹۹ میلیمتر بارش پرآب ترین و سال ۱۹۶۵ با ۴۵/۵ میلیمتر بارش خشک ترین بهار را در دوره مطالعه شده نشان می دهد. کمترین دما در فصل بهار ۱۳/۲ درجه سانتی گراد در سال ۱۹۹۲ و بیشترین دما ۱۷/۵ درجه سانتی گراد در سال ۱۹۵۱ ثبت شده است.

بررسی تبخیر (جدول ۴) از ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۸ دوپریود پنج ساله رانشان می دهد که در ماه آوریل میزان تبخیر به صفر رسیده است، یکی دوره ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۵ و دیگری ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۲ می باشد. دیگر سالها از حداقل ۱۲۴ تا حداکثر ۱۸۲ میلیمتر تبخیر در سالهای ۱۹۷۶ تا ۱۹۷۷ متغیر بوده است. مقدار متوسط تبخیر در ماه می بین ۱۲۰ تا ۲۶۵ میلیمتر و در ماه ژوئن از ۱۵۱ تا ۳۲۳ میلیمتر متغیر بوده است.

—جولای (تیر-مرداد) خط رگرسیون بارش روند صعودی بسیار ملایم دارد. سه نقطه عطف شاخص در سالهای ۱۹۵۳، ۱۹۷۴ و ۱۹۹۷ بیشترین بارش را با مقادیر ۴۲/۵، ۴۷/۱ و ۵۱/۲ میلیمتر نشان می دهد. خط رگرسیون دما اگرچه سیر نزولی دارد اما دامنه نوسانات ناچیز است و از حداقل ۲۲ تا حداکثر ۲۶ درجه سانتیگراد متغیر می باشد.

—آگوست (مرداد-شهریور) خط رگرسیون دما مشابه ماه جولای از دامنه نوسانات کم و شرایط نسبتاً پایدار بین ۲۱ تا ۲۶ درجه سانتی گراد برخوردار است. سال ۱۹۸۸ با نقطه عطف ۲۳/۶ میلیمتر بارش تابستان پربارانی راثبت کرده است در حالیکه بیشتر سالها میزان بارش در حد صفر بوده است.

سپتامبر (شهریور-مهر) به طوریکه در نمودار شکل ۵-۳ ملاحظه می شود خط رگرسیون بارش روند نسبتاً ثابتی را می پیماید که معادل حدود ۶ میلیمتر بارش می باشد. میزان بارش در بیشتر سالها صفر است و سال ۱۹۵۴ با ۴/۶ میلیمتر باران شاخص ترین سال رانشان می دهد. دما در طی ۵۰ سال گذشته باروند نزولی از حداکثر ۲۳ درجه سانتی گراد (۱۹۵۸) به حداقل ۱۷ درجه سانتی گراد (۱۹۹۲) رسیده است.

تغییرات دما در سه ماهه تابستان جزئی است و از حداقل ۲۰ درجه سانتی گراد تا حداکثر ۲۴ درجه سانتی گراد در تغییر است (جدول ۳). مقدار تبخیر در ماه جولای از ۱۹۱ میلیمتر در سال ۱۹۸۱ تا ۳۶۲ میلیمتر در سال ۱۹۹۱ تغییر کرده است. ماه آگوست دارای کمترین تبخیر ۱۳۴ میلیمتر در سال ۱۹۸۱ و بیشترین ۳۴۳ میلیمتر در سال ۱۹۷۵ بوده است. نوسانات تبخیر در سپتامبر از ۱۱۳ میلیمتر در سال ۱۹۸۱ تا ۲۵۶ میلیمتر در سال ۱۹۸۵ به ثبت رسیده است.

اکتبر (مهر-آبان) خط رگرسیون بارش در این ماه در دوره ۵۰ ساله روند صعودی بانرخ کم دارد. متوسط مقدار بارش ۲۱ میلیمتر می باشد. حداکثر مقدار بارندگی در سال ۱۹۶۶ به ۱۱۳ میلیمتر رسیده است و سالهای زیادی بدون بارش در این ماه سپری شده است. دما با تغییر ناگهانی نسبت به آخرین ماه تابستان دارای خط رگرسیون نزولی است. سال ۱۹۵۲ با متوسط ۱۷/۴ درجه سانتی گراد گرمترین و ۱۹۸۷ با ۹/۵ درجه سانتی گراد خنک ترین اکتبر را به ثبت رسانده است.

نوامبر (آبان-آذر) خط رگرسیون بارش در نوامبر دارای روند صعودی بانرخ بسیار کم است اما چند افزایش ناگهانی بخصوص در سالهای ۱۹۵۵ با ۱۲۶ میلیمتر، ۱۹۸۲ با ۱۳۲ میلیمتر و ۱۹۹۴ با ۱۳۶ میلیمتر و چندافت ناگهانی در سالهای ۱۹۶۶ بدون بارش، ۱۹۹۰ با ۴ میلیمتر بارش و ۱۹۹۸ با ۱/۳ میلیمتر بارش صورت گرفته است.

این ماه بامتوسط ۷ درجه حرارت در طول ۵۰ سال دارای سردترین سال با ۰/۸ درجه سانتی گراد در سال ۱۹۸۲ و گرمترین سال با ۹/۸ درجه سانتی گراد در سال ۱۹۹۸ بوده است.

دسامبر (آذر-دی) نمودار شکل ۳-۵ خط رگرسیون بارندگی را با روند صعودی اما بانرخ کم نشان می دهد. تناوب سالهای پربارش و کم بارش ۳ تا ۲ ساله است. حداکثر بارندگی در این ماه در سال ۱۹۸۷ معادل ۱۱۷ میلیمتر است و سال ۱۹۷۷ با مقدار ۵/۱ میلیمتر کمترین بارش را داشته است. خط رگرسیون دما با سیر ملایم صعودی به طور متوسط ۱ درجه سانتی گراد می باشد. سردترین سال در این ماه ۱۹۵۳ می باشد که دمای متوسط ماه ۳/۵- درجه سانتی گراد بوده است و سال ۱۹۹۸ دارای گرمترین متوسط دمای ۵/۳ درجه سانتی گراد ثبت شده است.

۳-۲- مقایسه تغییرات سالانه دما، بارش و تبخیر

نمودار بارش سالانه در شکل ۶ نشان می دهد که بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ دوره صعودی و نزولی تقریباً ده ساله داشته ایم. حداکثر صعود اول در سال ۱۹۵۷ اتفاق افتاده است که ۵۰۲/۲ میلیمتر بارش ثبت شده است و سپس در سیر نزولی خود میزان بارش در سال ۱۹۶۳ به ۱۱۹/۸ میلی متر کاهش یافته و مجدداً سیر صعودی خود را طی نموده به طوریکه در سال ۱۹۶۹ به حداکثر میزان خود ۵۷۲/۵ میلیمتر رسیده است. تغییرات پرریودیک تا سال ۲۰۰۰ ادامه داشته است اما دامنه نوسانات کوتاه تر از ۲۰ سال اول بوده است. آخرین صعود در سال ۱۹۹۴ با ۵۷۹/۸ میلیمتر باران می باشد. سال ۱۹۶۳ با کمتر از ۱۲۰ میلیمتر بارندگی کم بارش ترین سال در ۵۰ سال گذشته است. خط رگرسیون بارش دارای روند نزولی بانرخ کم است و می توان پیش بینی کرد که روند عمومی بارش در منطقه بانرخ پایین روبه

کاهش است بنابراین با شیب بدست آمده می توان نرخ بارندگی در سالهای آتی را به شرح زیر محاسبه نمود.

شیب منحنی = (اختلاف بارش / اختلاف سال)

شیب منحنی در این رابطه ۱/۲۲ می گردد.

$$Y-375 = -1.22(X-1950)$$

$$Y = -1.22X + 2754$$

Y مقدار بارش پیش بینی شده در سالهای آتی

X سال مورد نظر (میلادی)

بطور مثال میزان بارش در سالهای ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۵۰ بر اساس معادله فوق به شکل زیر خواهد بود.

$$Y = -1.22(2010) + 2754 = 301.8$$

$$Y = -1.22(2020) + 2754 = 289.6$$

$$Y = -1.22(2050) + 2754 = 253$$

لازم به توضیح است چنانچه سالهای مورد نظر در نقطه عطف بارش و یا نقطه سقوط آن قرار

بگیرد معادله فوق برای آن صادق نیست و برای اصلاح این رابطه لازم است مدت زمان پریود

آبسال و خشکسالی را محاسبه و در معادله اعمال نمائیم. از سوی دیگر میزان داده های قابل

اعتماد و به خصوص از ایستگاههای مختلف کم و متقطع می باشد لذا از این رابطه می توان روند

کلی بارش را تعقیب نمود.

خط رگرسیون دمانیزداری روند نزولی بانرخ متوسط می باشد که حداقل ۶ نوسان عمده در افزایش

و ۵ نوسان کاهنده را نشان می دهد. معادله پیش بینی دمانیزداری معادله بارش به صورت زیر می باشد:

$$Y = -0.04X + 90.5$$

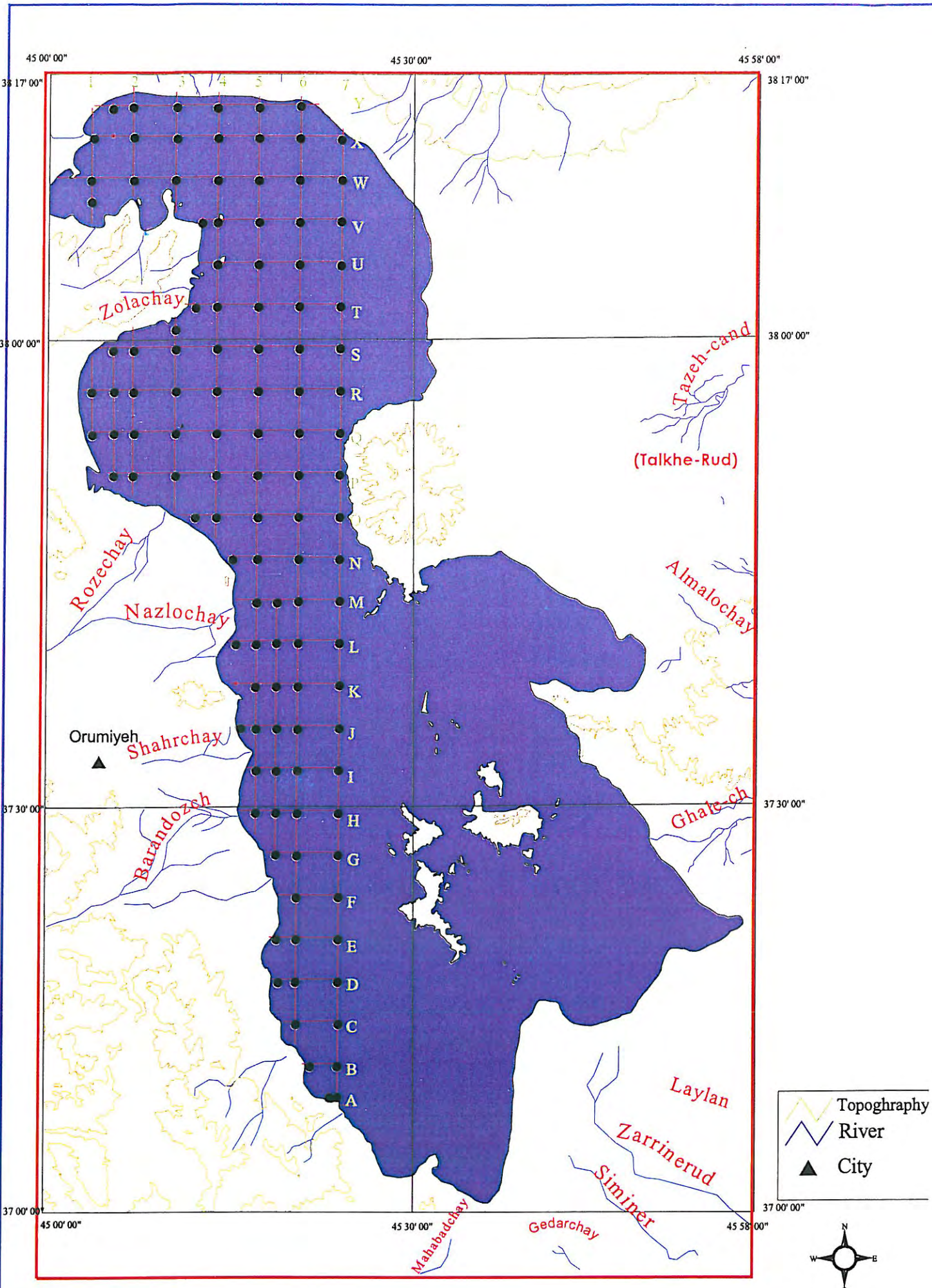
Y مقدار دمای پیش بینی شده در سالهای آتی

X سال مورد پیش بینی (میلادی)

بررسی تبخیر سالانه بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۷ نشان می دهد که تبخیر تابعی از تغییرات درجه حرارت است و سیر نزولی دارد. متوسط بارش در دوره ۲۸ ساله مورد بررسی ۳۴۲ میلی متر و متوسط تبخیر در همین دوره ۱۴۳۵ میلیمتر است. این بدین مفهوم است که اگر سالانه ۱۰۹۳ میلیمتر آب از طریق رودخانه ها وارد دریاچه گردد تعادل کلی برقرار شده و سطح آب ثابت می ماند. پس از بررسی رودخانه ها به بحث در تعادل کلی آب دریاچه خواهیم پرداخت.

۳-۳- رودخانه ها

تغذیه اصلی دریاچه ارومیه از ۱۳ رودخانه با دبی متفاوت انجام می پذیرد. ۹ رودخانه از لحاظ تقسیمات کشوری در آذربایجان غربی و ۴ رودخانه در آذربایجان شرقی قرار گرفته اند. (شکل ۷) جدول های شماره ۶-۱ تا ۶-۸ دبی این رودها را بر حسب ماه و سال آبی (سال هجری) ارائه می کنند. داده های ارائه شده از سازمان های آب آذربایجان غربی و شرقی دریافت شده است. سال آبی از مهرماه آغاز و شهریور سال بعد پایان می یابد. داده ها از سال آبی ۷۰-۱۳۶۹ تا ۷۸-۱۳۷۷ در دسترس مشاور قرار گرفته است. بر اساس این داده ها دبی هر رودخانه در ماههای مختلف و بر حسب چهار فصل در سالهای آبی مختلف مقایسه گردیده است. (شکل ۸-۱ تا ۸-۱۱) و سپس در شکل ۱۰، رودخانه هائی که به دریاچه ارومیه می ریزند در یک نمودار باهم مقایسه شده است. این نمودار نشان می دهد که زینه رود بالاترین سهم (۴۲٪) را در تغذیه دریاچه ارومیه دارد و در عین حال از سال ۷۸-۷۷ کاهش شدید دبی را نشان می دهد. حوضه آبریز سیمینه رود با ۱۳٪ سهم در تغذیه دریاچه ارومیه نقش دوم را دارد. حوضه آبریز گدارچای ۱۰٪ از تغذیه دریاچه را به عهده دارد و سپس رودخانه های مهابادچای (۷٪)، باراندوز (۷٪)، نازلو (۷٪)، شهرچای (۴٪)، زولاچای (۲٪)، روضه چای (۱٪)، صدفی چای (۲٪)، مردوق چای (۱٪)، گاله چای (۲٪) و آجی چای (۲٪) آب ورودی دریاچه ارومیه را تامین می نمایند.



شکل ۷- مهمترین رودخانه های تغذیه کننده دریاچه ارومیه

5 0 5 Km

اما وضعیت رودخانه ها درکل دریاچه ارومیه به شکل زیر است :

نام رودخانه	متوسط دبی ۹ساله (مترمکعب درثانیه)	درصد نسبت به کل داده ها
۱-سیمینه رود-پل میاندوآب	۱۶/۵۵	۱۳
۲-زرینه رود	۵۶/۳۴	۴۲
۳-مهاباد چای	۱۰/۴۵	۷
۴-روضه چای	۱/۶	۱
۵-شهرچای	۵/۸۵	۴
۶-باراندوزچای	۹/۷	۷
۷-گدارچای	۱۲/۷۲	۱۰
۸-زولاچای	۲/۴۵	۲
۹-نازلوچای-آباجلو	۹/۴۶	۷
۱۰-صوفی چای	۳/۹۳	۲
۱۱-مردوق چای	۲/۴۹	۱
۱۲-گاله چای	۲/۳۲	۲
۱۳-آجی چای	۳/۸۵	۲

جدول ۵-آمار آبدهی رودخانه های تغذیه کننده دریاچه ارومیه

جمع آب رودخانه های تغذیه کننده ۱۳۸ مترمکعب درثانیه که معادل ۴۳۵۱۹۶۸۰۰۰ (تقریباً ۴/۵

میلیارد مترمکعب) درسال براساس متوسط ۹سال آبی ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۸ محاسبه شده است.

به طوریکه نمودارها نشان می دهد تقریباً همه رودخانه ها در سال آبی ۷۱-۷۰ از افزایش نسبی دبی برخوردار هستند که نمودارهای بارش در سال ۱۹۹۱ (۱۳۷۰) همین افزایش نسبی را نشان می دهد. روند صعودی دبی رودخانه ها که بخصوص در زربینه رود مشهود است در سال آبی ۷۳-۷۲ به نقطه عطف خود می رسد حاصل یک دوره پرباران است که از چند سال قبل آن آغاز گردیده است بطوریکه بارش در سال ۱۳۷۳ به بالاترین حد خود (۵۷۹/۸ میلیتر) در طول ۵۰ سال اخیر رسیده است. افت بارش به ۲۷۱ میلیمتر در سال ۱۹۹۷ (۱۳۷۶) سیر نزولی و کاملاً ناگهانی را در منحنی دبی همه رودخانه ها نشان می دهد.

۳-۴- تعادل آب دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه محیطی بسته است و در مقایسه با احجام آبی، کوچک به شمار می آید به همین دلیل مولفه های درجه حرارت و تبخیر ناشی از آن، نزولات جوی و آبهای ورودی توسط حوزه های آبریز نقشی اساسی و تعیین کننده در تعادل آب دارند.

در اینجا تعادل آب را برای یک دوره ۹ ساله که داده ها نسبتاً کامل است با توجه به پردازشهای انجام شده که شرح آن در صفحات قبل آمد بررسی می نمایم. لازم به توضیح است که حوزه های آبریز فقط رودهای عمده در نظر گرفته شده است و آبریز های کوچک در این مطالعه نیامده است. مبنای بررسی آمار ارائه شده توسط سازمانهای آب منطقه ای و سازمان هواشناسی می باشد. از آنجا که مطالعه جامع حوزه های آبریز در شرح خدمات نبوده است و خود نیاز به مطالعه وسیع دارد شکل ۱۲ تصویری از حوزه آبریز تلخه رود به عنوان نمونه ارائه می گردد. کار جامع نیاز به بررسی همه حوزه های آبریز که نهایتاً به دریاچه ارومیه می ریزند اعم از دبی، ترکیب شیمیایی شاخه های مختلف حوزه آبریز و لیتولوژی بستر دارند تا بتوان تاثیر آن را بر آب دریاچه مشخص نمود.

براساس متوسط دبی رودخانه ها در ۹ سال آبی (۱۳۶۹-۱۳۷۸) مجموع آب ورودی به دریاچه ۱۳۸ متر مکعب در ثانیه است بنابراین مجموع آب ورودی بطور متوسط ۴۳۵۱۹۶۸۰۰۰ متر مکعب (تقریباً ۴/۵ میلیارد متر مکعب) و با توجه به اینکه سطح اندازه گیری شده دریاچه ارومیه ۴۶۰۰ کیلومتر مربع می باشد آبهای تغذیه کننده بطور متوسط سالانه ۰/۹۷۸ متر سطح آب دریاچه را بالا می آورند. همچنین بررسی میزان بارش در همین دوره (سالهای ۱۹۸۲-۱۹۹۰ میلادی) نشان می دهد که بطور متوسط سالانه ۳۲۰ میلیمتر نزولات جوی داشته ایم و در مقابل سالانه ۱۶۱۸ میلیمتر تبخیر صورت گرفته است. بدین ترتیب تفاضل بارش و تبخیر سالانه ۱/۳۰ متر از سطح آب دریاچه می کاهد و بالاخره مجموعاً در این دوره ۹ ساله ۳۲ سانتیمتر سطح آب دریاچه پایین رفته است.

در بحث ذخیره نمکهای شورابه و تغییرات عیار از این پردازش استفاده خواهیم کرد.

جدول ۱-۶- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام حوزه آبریز: صوفی چای

نام رودخانه و آبریز: تازه کند

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
68-69	0.89	1.31	1.57	0.95	0.78	2.23	5.83	12.46	7.35	1.75	2.63	1.28	3.25
69-70	0.79	1.37	1.63	1.47	1.24	1.43	7.44	9.23	4.13	2.12	0.92	0.6	2.7
70-71	1.05	1.58	1.78	1.14	1.05	1.17	12.71	23.2	20.28	4.39	0.93	1.47	5.9
71-72	1.69	1.97	1.16	1.27	0.69	69	11.32	17.86	14.39	2.02	1.14	1.15	4.61
72-73	1.46	2.11	1.71	1.93	2.21	3.63	10.19	15.83	9.95	3.49	1.16	0.96	4.55
73-74													
74-75													
75-76													
76-77	2.09	2.16	1.39	1.54	1.6	1.86	13.59	14.52	4.96	1.76	1.43	1.1	4.08
77-78	1.45	1.5	1.39	1.43	1.46	2.36	4.83	6	2.9	3.62	1.86	0.69	2.46
													3.93

متوسط دوره

نام حوزه آبریز: مردوق چای

نام رودخانه و آبریز: قشلاق امیر

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
68-69	0.33	1.64	1.65	1.81	1.81	1.86	5.65	4.71	0.53	0.06	0.04	0.03	1.67
69-70	0.4	1.39	1.58	2.3	2.25	2.61	7.02	3.42	0.1	1.08	0.03	0.01	1.76
70-71	0.53	1.09	1.47	1.17	1.17	1.52	5.83	18.2	22.51	3.06	0.14	0.1	4.73
71-72													
72-73													
73-74													
74-75													
75-76	0.78	1.73	2.25	1.51	0.8	1.86	14.71	10.3	2.94	0.61	0.03	0.055	3.23
76-77	0.63	1.54	0.61	0.38	1.03	4.25	10.59	7.91	0.53	0.23	0.061	0.061	2.33
77-78	0.54	1.44	1.55	1.02	1.71	2.01	3.87	2.2	0.06	0.023	0.019	0.024	1.21
													2.49

متوسط دوره

جدول ۶-۳- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام حوزه آبریز: سیمینه رود

نام رودخانه و آبریز: تازه کند

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	0.6	0.29	0.43	0.77	2.74	10.03	3.35	8.2	1.65	0.96	0.73	0.69	4.79
70-71	0.59	0.94	8.62	2.07	1.6	9	48.63	44.8	11.84	1.68	0.9	0.58	10.94
71-72	0.56	1.05	6.65	2.93	2.52	18.6	18.81	13.75	2.83	1.21	0.47	0.61	5.83
72-73	0.44	4.98	4.31	12.56	0.83	6.07	6.97	5.56	1.41	0.95	0.75	0.65	4.18
73-74	0.63	7.44	5.34	2.22	4.23	6.41	16.27	9.47	2.06	0.94	0.67	0.61	4.69
74-75	0.86	0.78	0.66	0.77	1.6	1.71	8.07	4.49	0.74	0.82	0.61	0.53	1.81
75-76	0.34	0.14	0.11	0.16	0.18	2.03	11.28	9.86	1.75	0.34	0.21	0.2	2.26
76-77	1.18	4.15	2.2	1.72	7.08	9.14	20.94	8.15	2.33	1.44	1.91	1.28	5.12
77-78	0.49	0.65	0.63	1.46	0.25	0.81	2.22	0.84	0.3	0.05	0.05	0.15	0.64

متوسط دوره

نام رودخانه و آبریز: نظام آباد

نام حوزه آبریز: زرینه رود

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	4.16	5.82	5.87	3.94	13.36	27.77	139.86	115.6	8.7	5.92	6.88	8.23	28.85
70-71	7.13	9.98	26.72	27.22	32.97	52.15	201.12	56	187.7	10.03	10.45	6.98	52.38
71-72	8.31	13.46	27.22	25.52	37.73	61.54	203.24	305.24	85.31	10.09	6.35	2.73	65.64
72-73	6.48	28.45	119.23	226.1	172.52	227.92	369.97	298.34	40.45	11.48	9.45	10.49	129.97
73-74	11.47	34.17	67.35	71.48	101.84	78.76	229.69	263.19	56.92	6.92	7.15	9.86	78.56
74-75	17.47	3.49	5.72	4.62	9.95	9.44	151	182.81	17.21	4.37	4.13	2.95	34.66
75-76	12.15	7.86	3.74	8.28	7.96	10.27	101.73	204.7	54.58	19.28	2.28	3.81	36.96
76-77	5.33	11.86	12.29	47.94	62.15	106.95	367.4	224.73	22.19	5.74	5	4.79	72.2
77-78	6.16	14.18	13.03	11.53	13.98	8.17	6.51	3.12	4.48	5.6	6.72	1.57	7.87

متوسط دوره

58.54

جدول ۶-۴- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام حوزه آبریز: مهاباد چای

نام رودخانه و آبریز: گرد یعقوب

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
70-71	5.7	9.95	9.97	8.13	6.13	14.09	95.73	122.94	31.73	8.32	7.43	7.64	28.24
71-72	4.91	4.78	6.1	8.31	4.46	25.28	44.45	38.31	8.22	3.49	2.77	3.27	12.88
72-73	3.38	7.63	13.4	8.81	13.84	12.71	21.56	6.75	3.03	3.16	3.77	4.17	9.31
73-74	5.06	7.72	5.48	5.39	14.6	12.62	33.5	25.91	2.84	2.57	2.08	2.07	9.99
74-75	5.02	9.13	1.27	1.36	1.78	1.86	14.4	15.87	3.56	2.41	2.22	2.72	5.27
75-76	7.9	6.45	1.66	2.17	1.39	2.31	12.77	17.08	4.02	4.2	5	5.19	5.92
76-77	6.77	11.11	6.2	2.06	2.82	8.26	48.5	8.13	3.91	5.39	6.57	7.71	9.79
77-78	12.48	3.84	2.76	1.76	2.07	1.68	1.09	0.17	1.43	0.1	0	0	2.25
													9.18

متوسط دوره

نام حوزه آبریز: روضه چای

نام رودخانه و آبریز: پل ازبک

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	0.36	0.54	0.79	0.83	8.81	1.42	2.7	1.01	0.43	0.11	0	0.01	0.75
70-71	0.16	0.39	0.54	0.64	0.75	1.05	4.22	8.05	3.61	1.45	0.36	0.21	1.79
71-72	0.95	1.73	2	1.24	1.68	2.87	6.91	12.71	7.63	1.47	0.82	1.38	3.64
72-73	1.51	1.36	2.1	2.35	2.11	2.63	5.61	4.91	1.79	1.26	0.12	0.41	2.26
73-74	1.03	1.78	1.36	1.31	1.53	1.6	2.19	4.37	2.12	1.31	0.29	0.07	1.58
74-75	1.2	1.38	1.33	1.36	1.47	2.18	3.76	3.24	1.99	0.87	0.12	0	1.575
75-76	0.15	0.88	1.14	1.13	1.14	1.73	3.74	2.66	2.21	2	0.05	0.05	1.41
76-77	0.4	1.08	1.28	1.22	1.22	1.49	2.43	1.94	0.93	0.13	0.15	0.02	1.02
77-78	0.12	0.17	0.29	0.45	0.53	0.84	1.4	0.73	0.36	0	0	0	0.407
													1.6

متوسط دوره

جدول 6-0-آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام حوزه آبریز: شهرچای

نام رودخانه و آبریز: بندر ارومیه

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	0.37	1.08	2.12	1.34	1.26	2.59	9.94	14.88	6.7	1.94	0.52	0.11	3.57
70-71	0.54	0.75	1.07	0.44	0.49	1.48	11.52	27.42	28.82	12.92	3.86	1.51	7.58
71-72	1.33	1.39	1.85	1.43	1.45	3.44	14.87	39.09	35.22	13.2	5.85	2.62	10.15
72-73	1.57	2.74	2.73	2.62	2.47	3.29	13.49	35.28	22.6	6.72	1.41	1.39	8.04
73-74	1.1	1.46	3.1	1.99	1.88	2.84	9.7	28.47	24.47	7.92	2.69	0.75	7.11
74-75	0.99	2.22	1.33	1.04	1.51	1.73	9.42	19.19	11.54	3.63	0.56	0.29	4.51
75-76	1.26	2.15	1.52	1.6	1.1	1.5	7.5	22.87	22.44	9.74	2.52	0.75	6.25
76-77	0.61	1.54	1.75	1.38	1.41	1.7	8.53	14.5	9.77	2.91	1.46	0.51	3.84
77-78	0.09	0.36	1.79	0.41	0.26	1.11	5.25	7.79	3.05	0.51	0	0	1.656
													متوسط دوره 5.85

نام حوزه آبریز: باراندوزچای

نام رودخانه و آبریز: بابا رود

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	0.02	4.41	5.96	5.17	5.15	6.56	17.847	15.45	2.4	0.22	0	0	5.27
70-71	0.51	2.98	4.54	4.44	5.02	6.3	23	52.19	40.2	16.29	5.17	0.62	13.44
71-72	3.28	6.61	11.82	9.16	8.83	11.56	28.7	54.38	41.75	17.38	5.56	0.84	16.68
72-73	2.65	14.7	14.8	15.02	11.1	16.36	27.6	41.19	16.2	7.89	0.22	1.22	14.08
73-74	3.4	6.74	10.4	7.83	8.82	8.96	19.2	44.53	29.89	9.11	0.29	0.1	12.44
74-75	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
75-76	0.44	4.26	5.62	6.08	5.23	6.55	15.06	26.8	19.96	8.91	0	0	8.24
76-77	0.78	4.98	4.55	4.25	5.31	6.87	16.1	21	4.18	0.27	0	0	5.69
77-78	0	1.68	3.56	2.33	2.09	2.62	5.2	5.43	0	0	0	0	1.91
													متوسط دوره 8.52

جدول 6-6- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام حوزه آبریز: گادار چای

نام رودخانه و آبریز: پل بهراملو

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	0	0.54	3.33	3.66	4.79	8.89	33.9	24.5	2.62	0	0	0	6.86
70-71	0	2.45	7.47	6.42	5.66	13.27	38.54	78.81	64.2	17.77	2.19	0	19.74
71-72	2.59	6.75	13.38	10.19	9.61	20.28	44.61	82.01	58.34	14.96	3.35	1.37	22.48
72-73	1.65	12.75	18.3	24.49	16.41	19.04	40.53	57.99	17.72	4.14	0	0	17.76
73-74	0.58	7.45	10.56	9.69	12.58	13.56	31.56	67.86	34.07	5.28	0	0	16.21
74-75	0	2.32	5.02	5.52	7.52	9.02	27.02	42.9	11.36	0.12	0	0.05	9.33
75-76	0.06	0.76	2.88	5.38	4.38	8.18	24.87	50.1	37.3	5.09	0.02	0	11.62
76-77	0.2	2.39	4.37	3.82	5.62	9.56	33.97	38.5	7.69	0.13	0	0	8.88
77-78	0	0	0.05	0.53	0.85	1.98	11.03	5.49	0.02	0	0	0	1.68
													متوسط دوره 12.73

نام حوزه آبریز: سیمینه رود

نام رودخانه و آبریز: پل میاندرآب

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	1.8	1.39	1.42	2.26	4.4	25.1	82.1	17.59	2.48	2.26	2.3	2.54	12.2
70-71	2.05	2.51	27.39	9.51	6.25	29.64	121.04	107.1	34.56	5.73	2.96	3.33	29.34
71-72	2.2	2.78	20.19	8.22	8.26	71.41	99.6	79.53	21.76	5.25	2.79	2.07	27.01
72-73	1.96	17.58	19.94	57.4	41.11	52.27	46.57	12.06	3.83	2.4	3.38	3.5	21.58
73-74	3.5	23.98	23.35	23.95	28.17	34.19	65.49	38.25	8.07	3.01	1.94	1.83	21.2
74-75	2.64	4.48	1.23	2.22	12.9	17.03	45.8	16.95	1.92	2.3	1.83	2.88	9.35
75-76	1.07	0.89	0.67	1.57	3.34	6.6	44.8	23.65	6.77	2.24	1.76	3.15	8.15
76-77	2.73	15.16	4.18	4.43	25	32.05	80.32	20.22	4.69	1.7	2.69	4.1	17.69
77-78	0.99	0.81	1.68	2.09	2.9	10.91	5.09	1.14	0.81	0.39	1.59	0.92	2.4
													متوسط دوره 15.55

جدول ۶-۷- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام رودخانه و آبریز: یاقوز آقاج

نام حوزه آبریز: زولا چای

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual	
69-70	0	0	0.19	0.89	0.66	1.22	11.2	1.57	0.61	0	0	0	1.35	
70-71	0	0.16	0.95	1.19	0.73	1.7	5.24	19.91	14.21	1.91	0.12	0	3.84	
71-72	0	0.42	1.86	1.96	2.58	3.58	13.58	36.19	12.72	0.32	0	0	6.08	
72-73	0	0.45	2.06	2.55	2.81	2.54	16.79	15.66	2.94	1.28	0	0	3.96	
73-74	0.21	1.84	2.82	1.92	2.11	2.91	3.95	11.07	3.18	0.27	0	0	2.52	
74-75	0	0.6	1.23	1.88	2.12	2.47	6.53	8.47	0.66	1.77	0	0	2.15	
75-76	0	0.37	1.33	1.2	1.07	1.48	3.73	5.92	0.87	2.17	0	0	1.53	
76-77	0	0.18	0.14	0.6	1.14	1.5	1.09	0.34	0.43	0.01	1.34	0	0.53	
77-78	0	0	0.19	0.01	0	0.02	0.11	0.48	0	0	0	0	0.078	
													متوسط دوره	2.47

نام رودخانه و آبریز: آجاجلوی سفلی

نام حوزه آبریز: نازلو چای

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual	
69-70	0	0.75	1.06	2.09	2.39	4.12	18.14	17.04	0.32	0	0	0	3.83	
70-71	0	0	0.81	2.73	3.44	4.15	21.22	52.51	48.75	12.08	0.83	0	12.14	
71-72	0.15	2.16	5.97	5.66	6.12	9.02	43.87	86.55	75.93	19.08	0	0	21.28	
72-73	0.65	9.16	11.19	11.08	7.66	10.86	48.58	66.55	21.98	6.49	0	0	16.33	
73-74	3.92	6.54	8.51	7.53	7.4	9.54	21.86	54.72	31.96	5.51	0	0	13.18	
74-75	0.6	6.74	5.18	5.16	6.13	7	19.24	34.18	6.76	0.14	0	0	7.64	
75-76	0	0.75	1.19	4.4	3.73	4.26	12.74	35.89	16.69	3.92	0	0	7.12	
76-77	0	0.09	0.27	0.8	1.97	4.36	12.31	17.23	1.06	0.21	0	0	3.19	
77-78	0	0	0	0.9	0.29	0	4.24	0.33	0	0	0	0	0.428	
													متوسط دوره	9.46

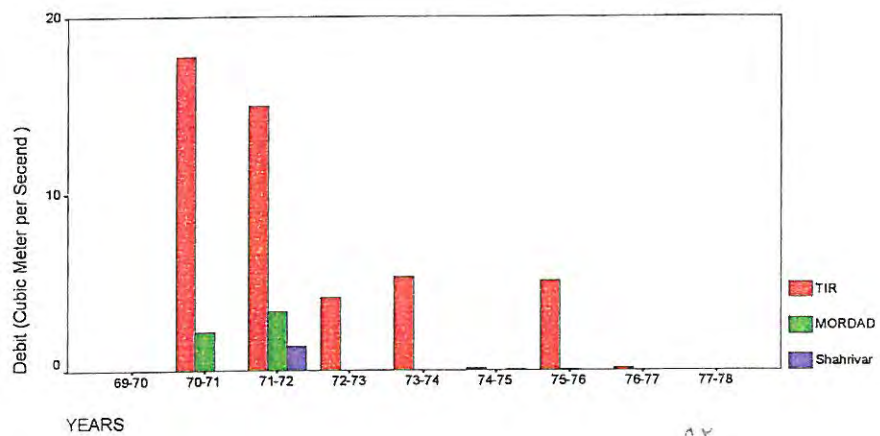
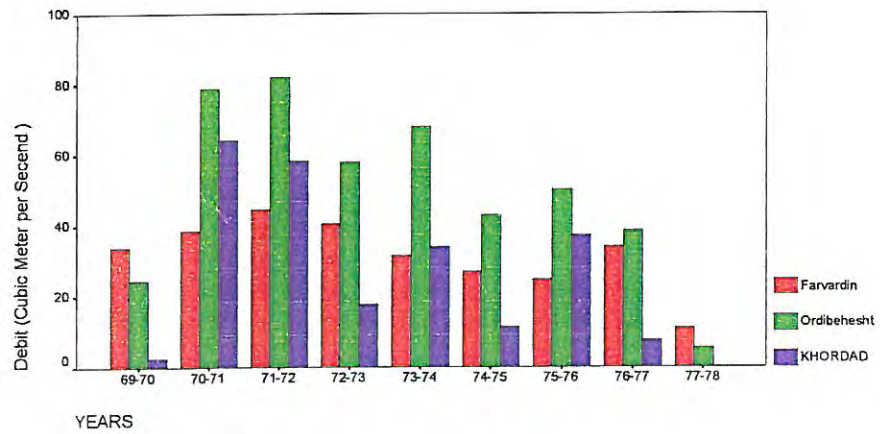
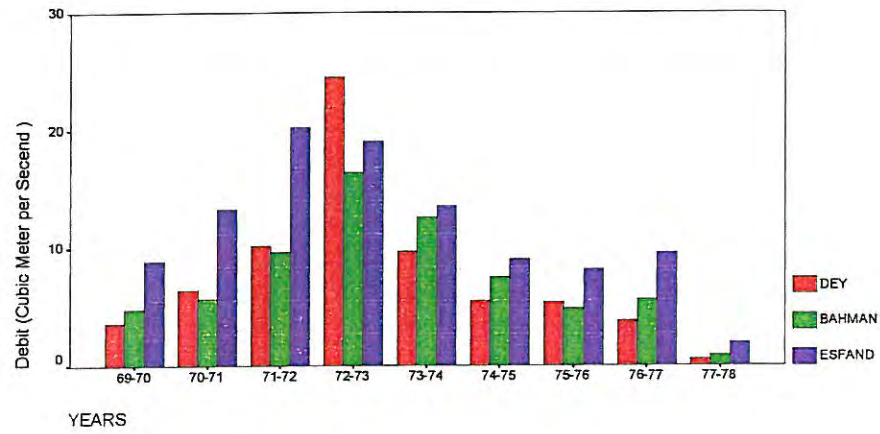
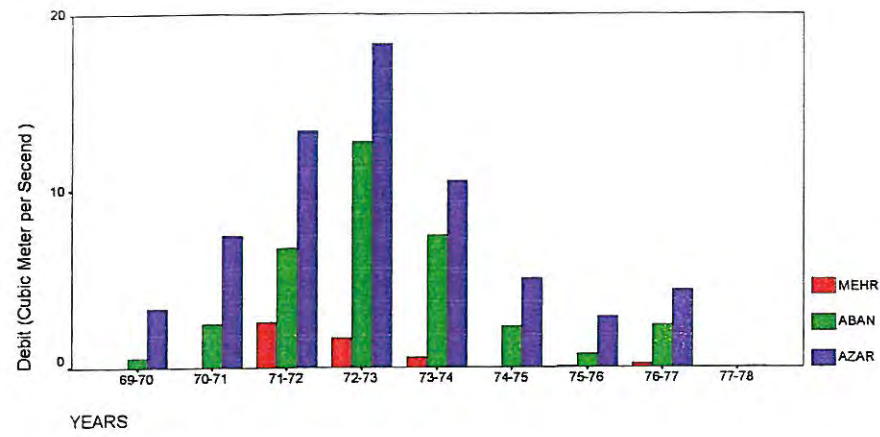
جدول ۶-۸- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب در ثانیه

نام حوزه آبریز: نازلو چای

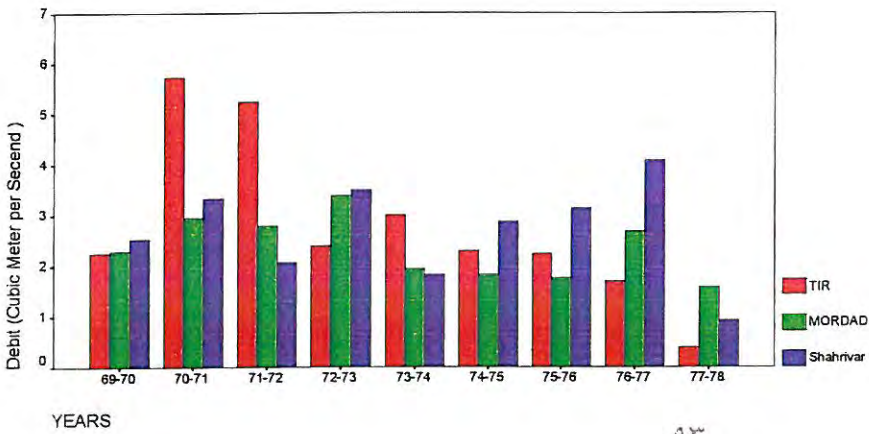
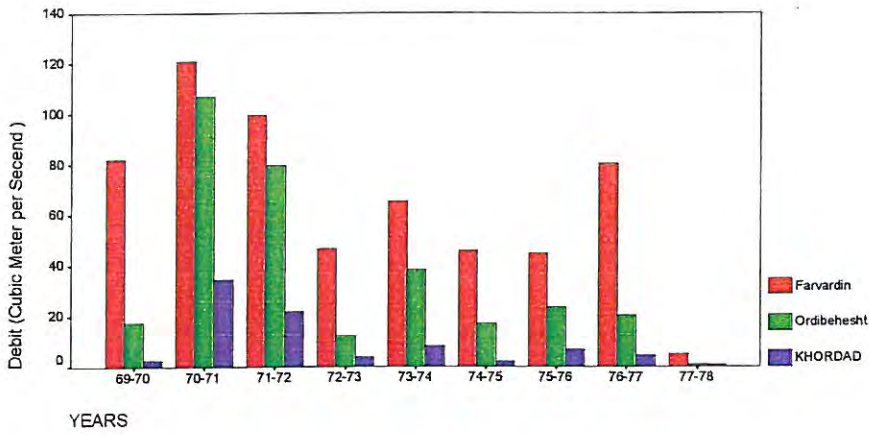
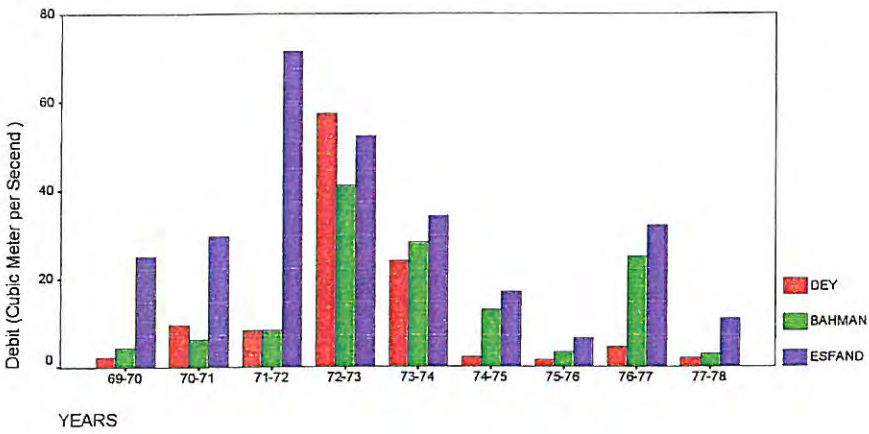
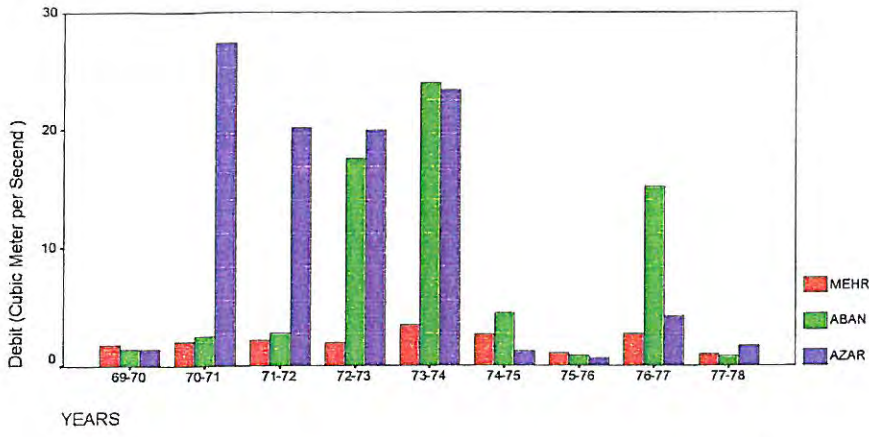
نام رودخانه و آبریز: تپیک

Years	Mehr	Aban	Azar	Dey	Bahman	Esfand	Farvardin	Ordibehet	Khordad	Tir	Mordad	Shahrivar	Annual
69-70	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
70-71	1.28	3.5	3.43	6.26	6.26	7.51	27.95	72.27	65.95	31.55	9.5	5.75	20.19
71-72	6.52	7.5	8.13	7.15	6.07	10.89	54.26	83.08	87.97	37.83	14.86	9.5	27.87
72-73	7.45	11.43	12.31	11.44	9.24	12.94	55.03	67.98	33.87	14.61	6.42	6.61	20.96
73-74	8.29	10.22	11.59	8.69	9.79	12.43	27.6	62.22	42.84	18.94	7.12	4.29	18.69
74-75	6.8	9.53	6.59	6	6.23	8.39	24.6	42.67	23.1	10.06	5.88	3.34	13.87
75-76	4.78	6.94	6.74	6.27	5.71	6.31	22.48	45	32.41	14.78	4.2	2.51	13.33
76-77	3.29	4.61	4.55	4.26	4.28	5.51	14.45	23	9.9	7.06	2.48	0.99	7.08
77-78	1.76	2.94	4.59	3.81	3.74	4.62	10.08	14.04	4.87	1.05	0.87	0.62	4.253
													متوسط دوره 13.91

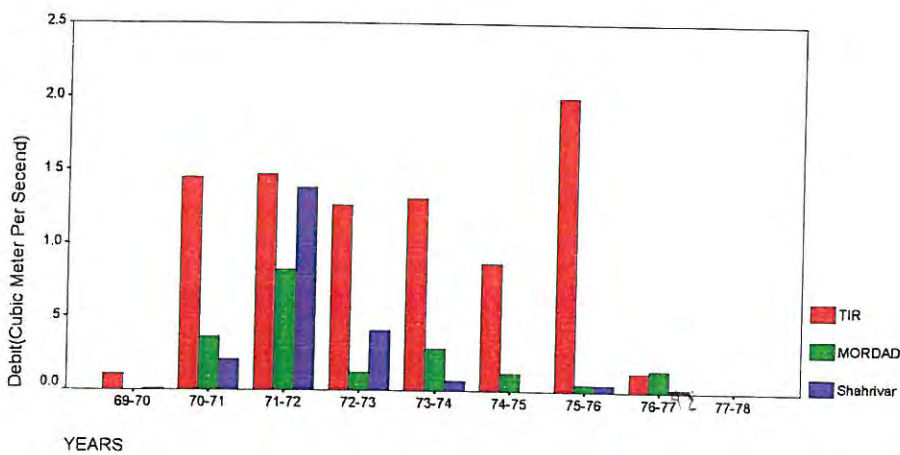
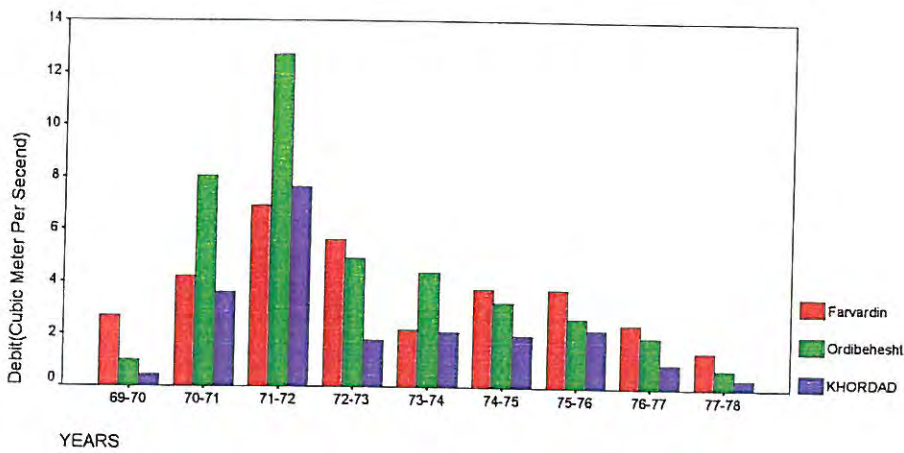
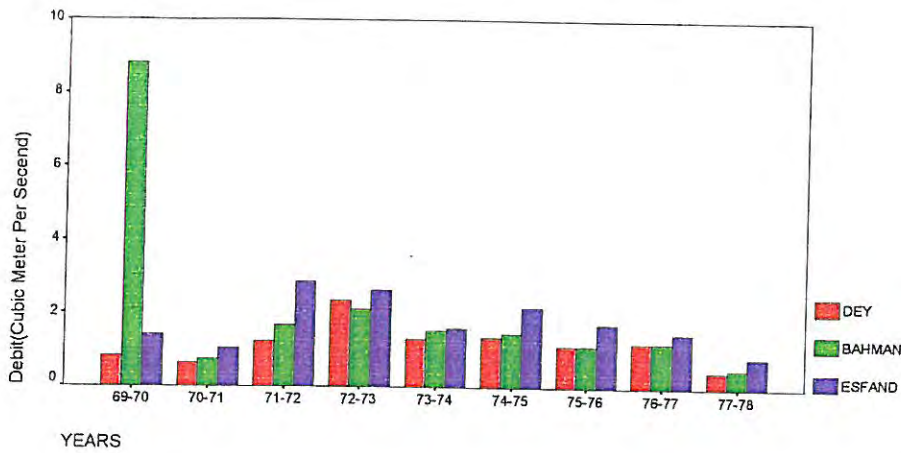
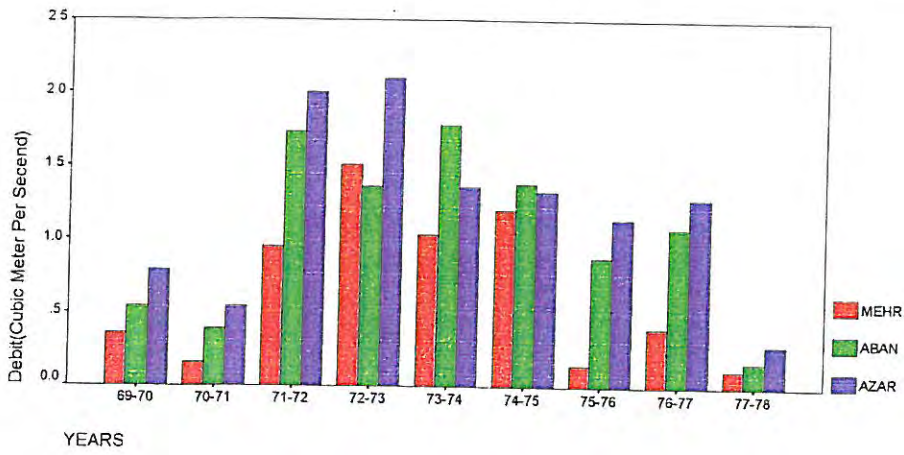
شکل ۸-۱- نمودار میله ای آبدهی شهرچای در ماههای مختلف



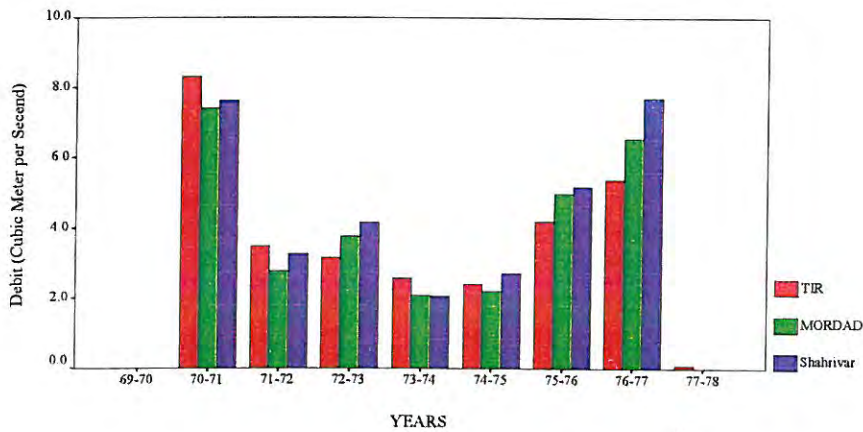
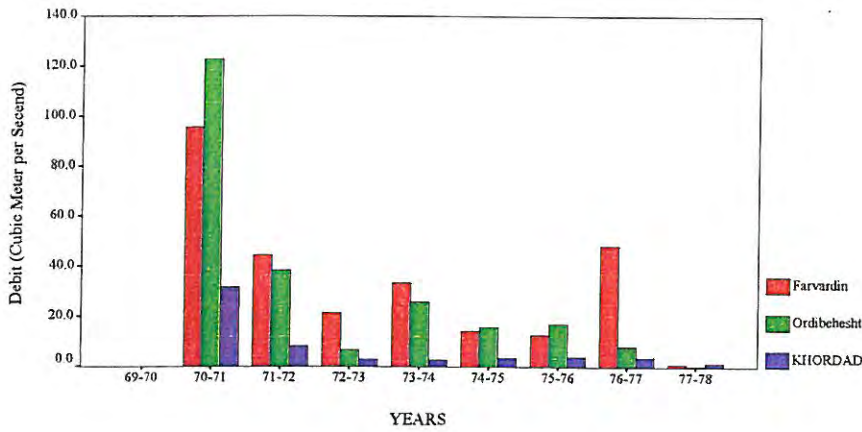
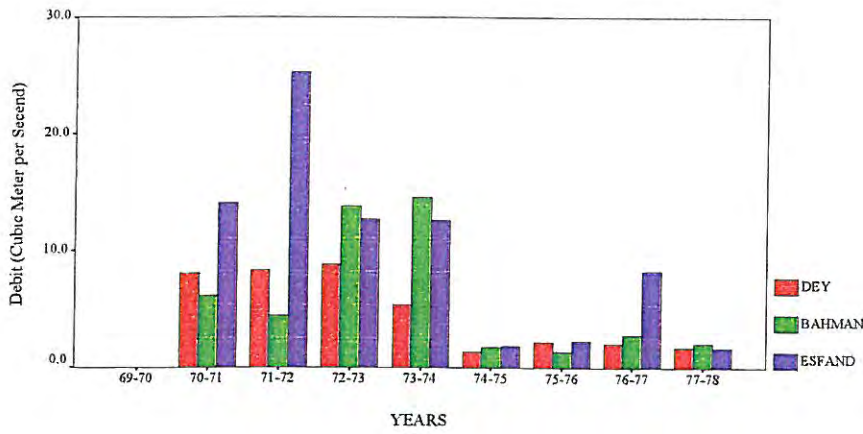
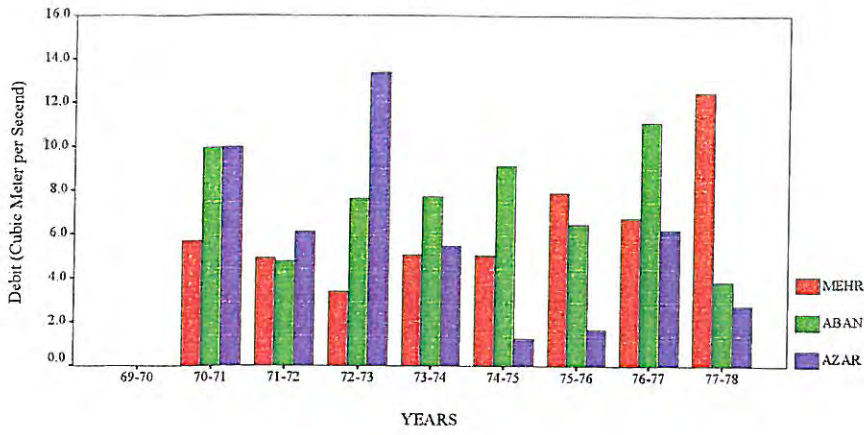
شکل ۸-۲- نمودار میله ای آبدهی سیمینه رود(پل تازه کند)در ماهها و سالهای مختلف



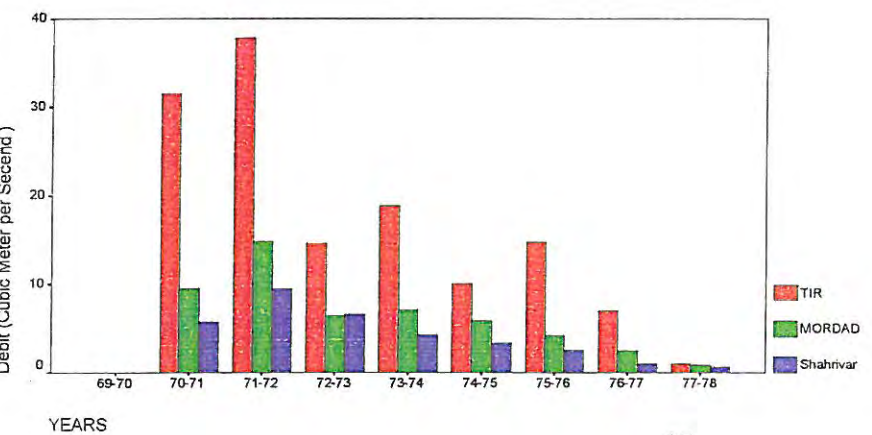
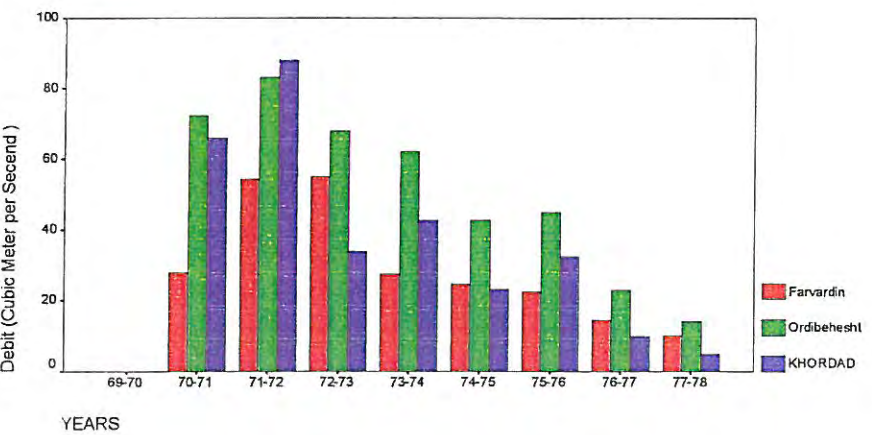
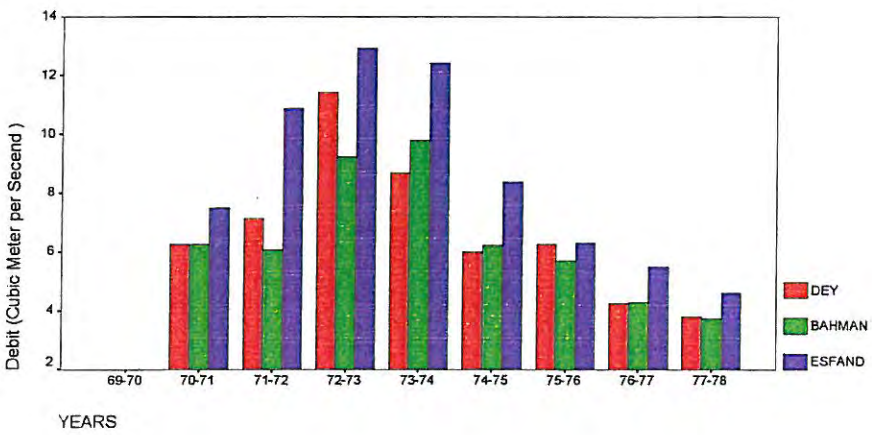
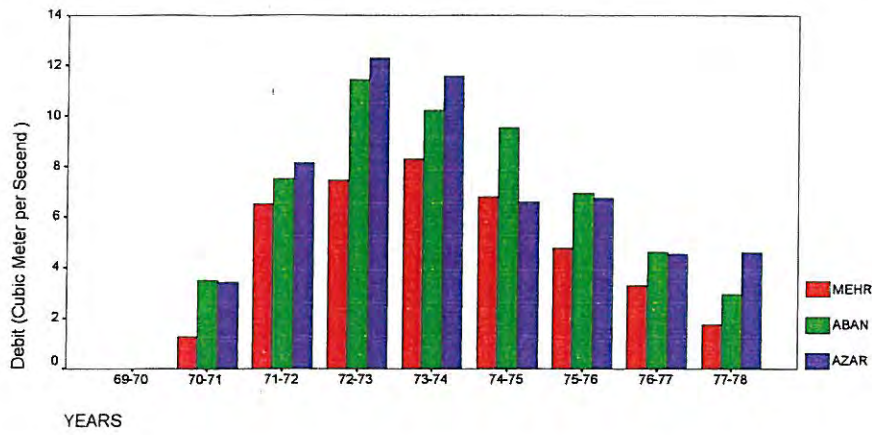
شکل ۸-۳- نمودار میله ای آبدهی روضه چای در ماهها و سالهای مختلف



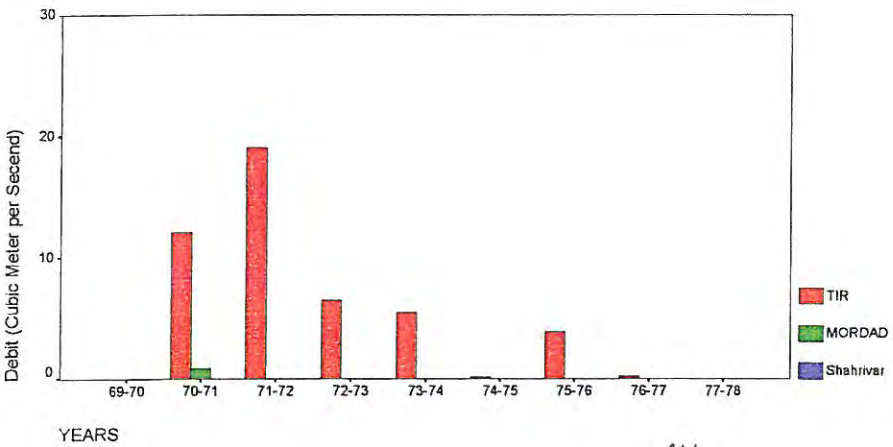
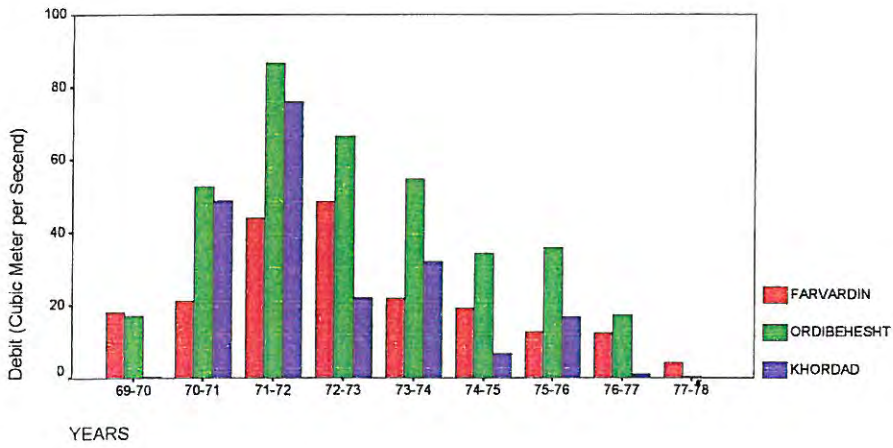
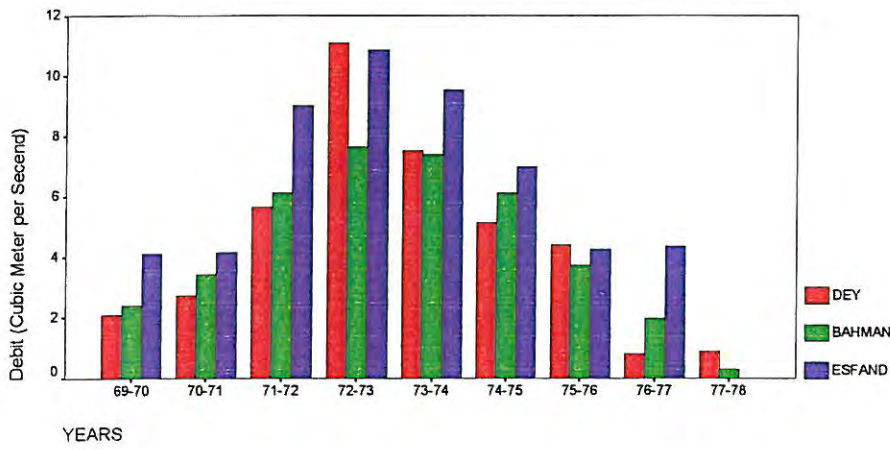
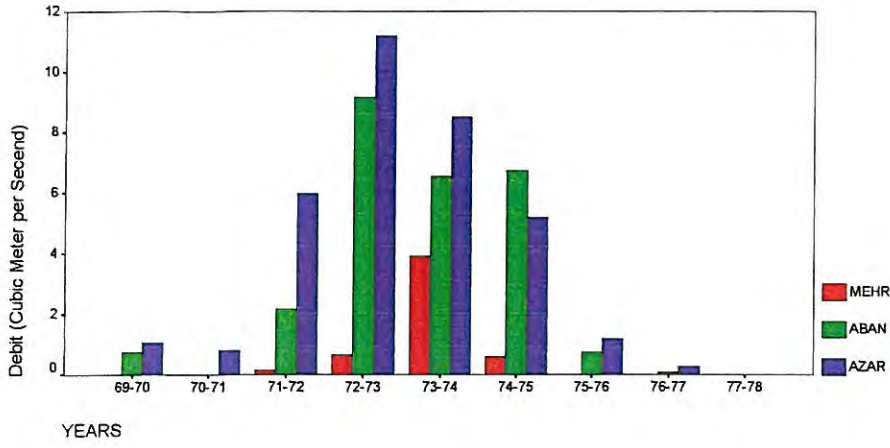
شکل ۸-۴- نمودار میله ای آبدهی مهابادچای در ماهها و سالهای مختلف



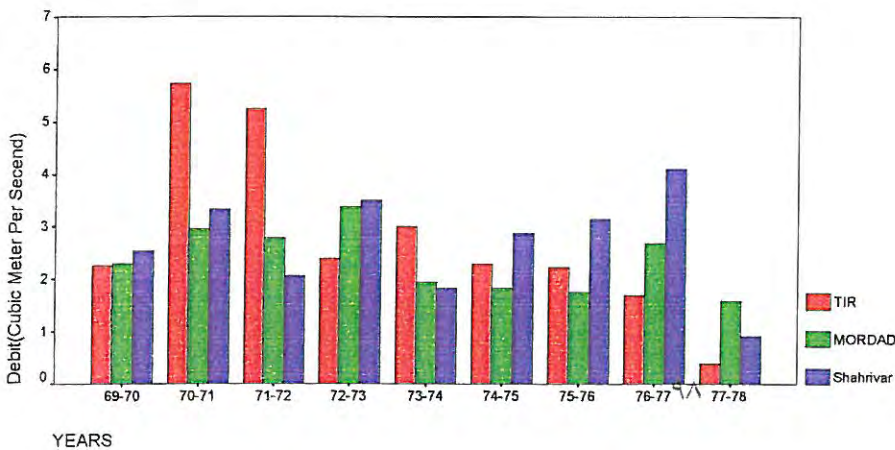
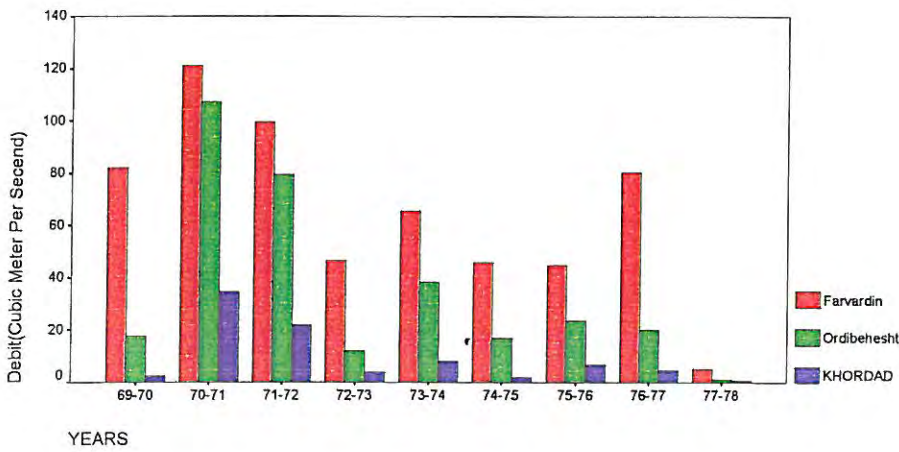
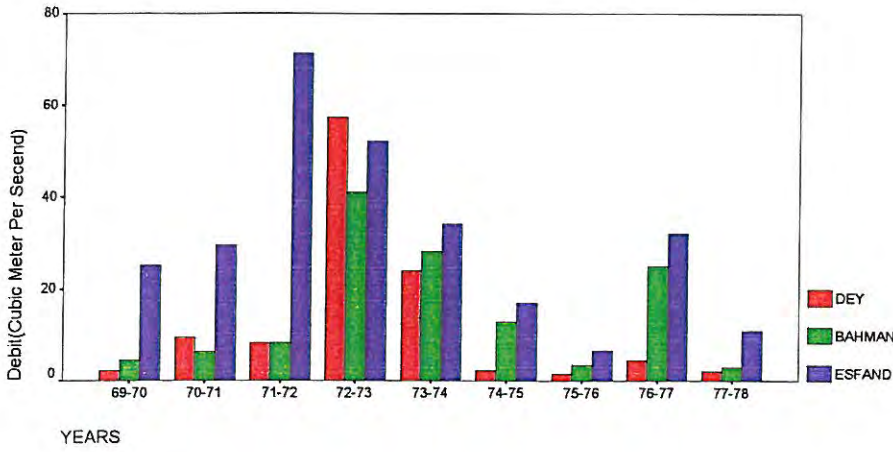
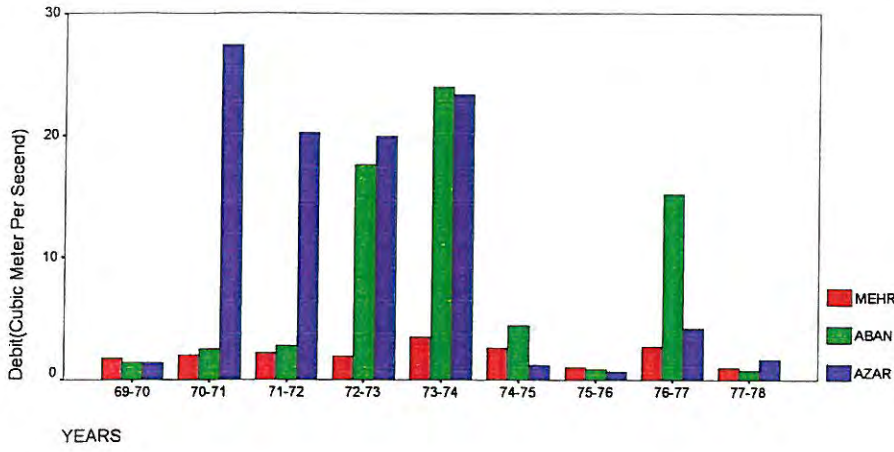
شکل ۸-۵- نمودار میله ای آینده نازلوچای (تیک) در ماهها و سالهای مختلف



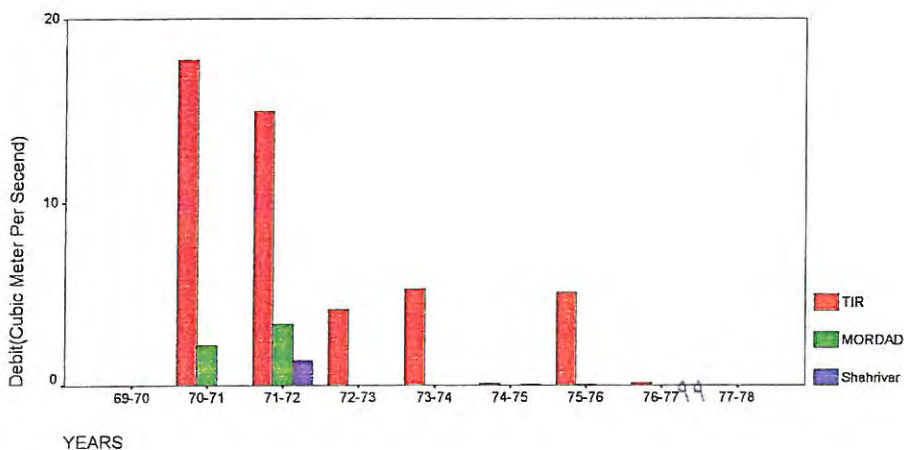
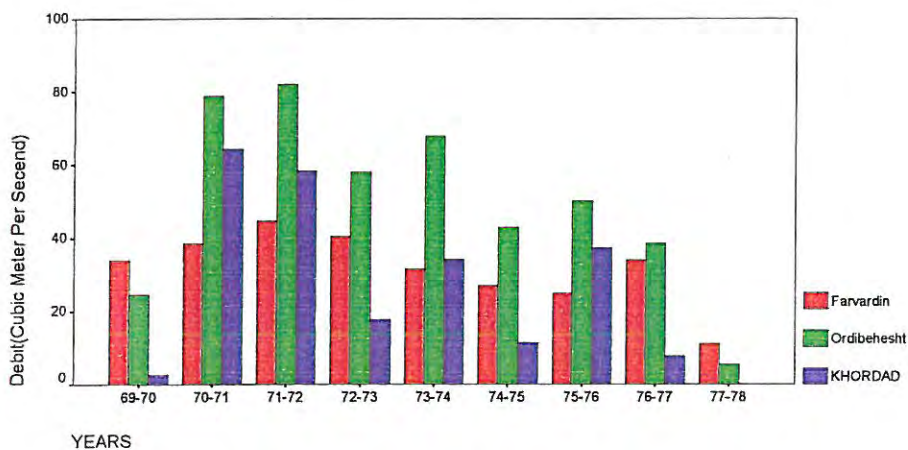
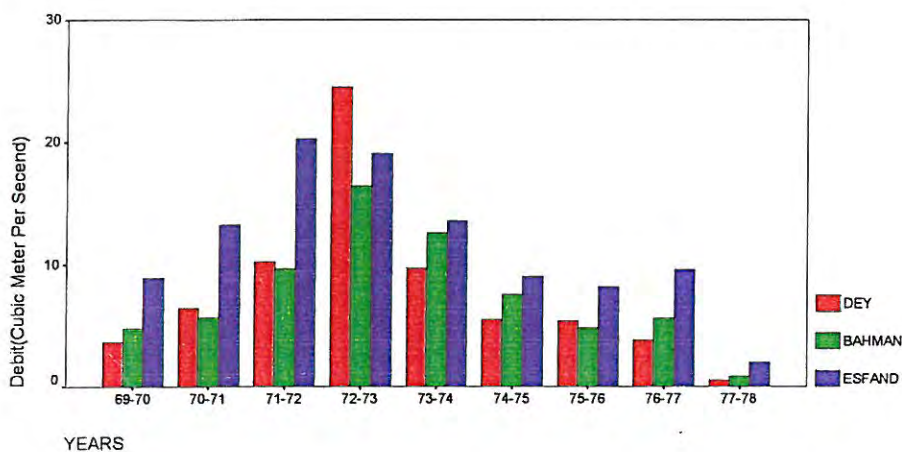
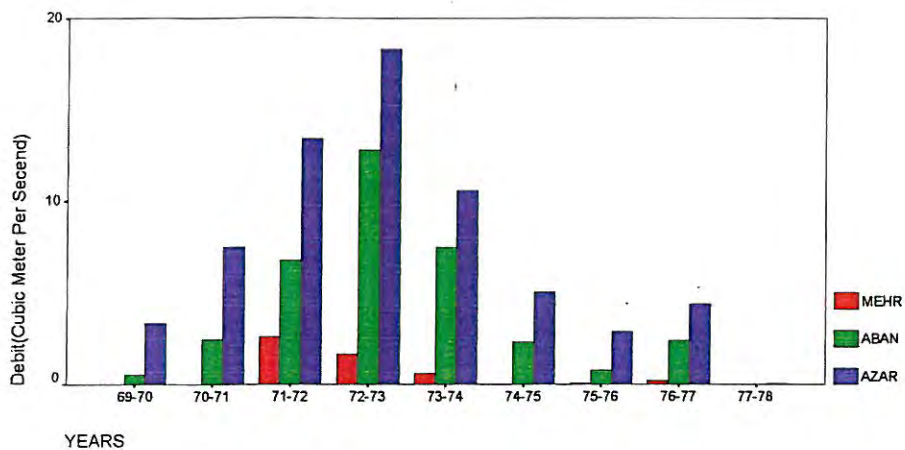
شکل ۸-۶- نمودار میله ای آبدهی نازلوجای (آباجالو) در ماهها و سالهای مختلف



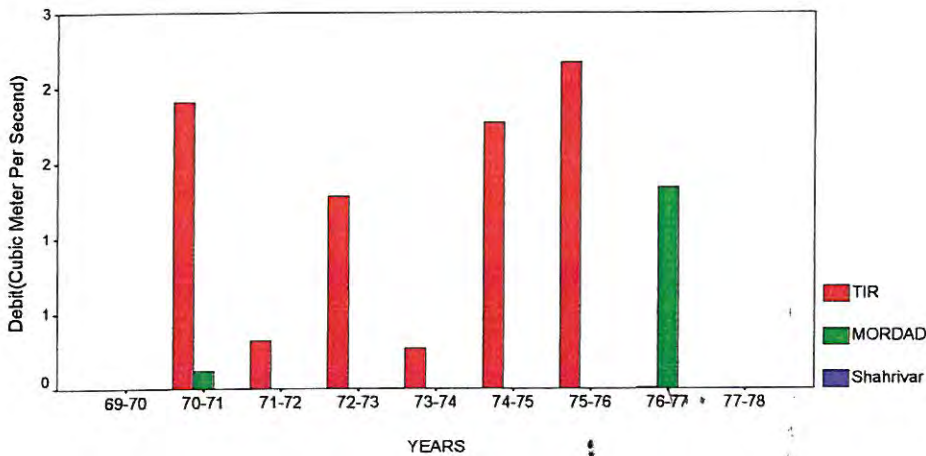
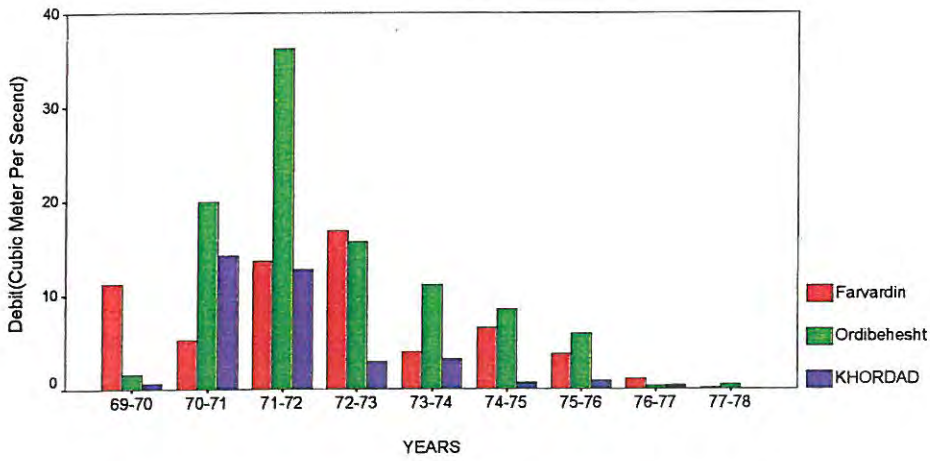
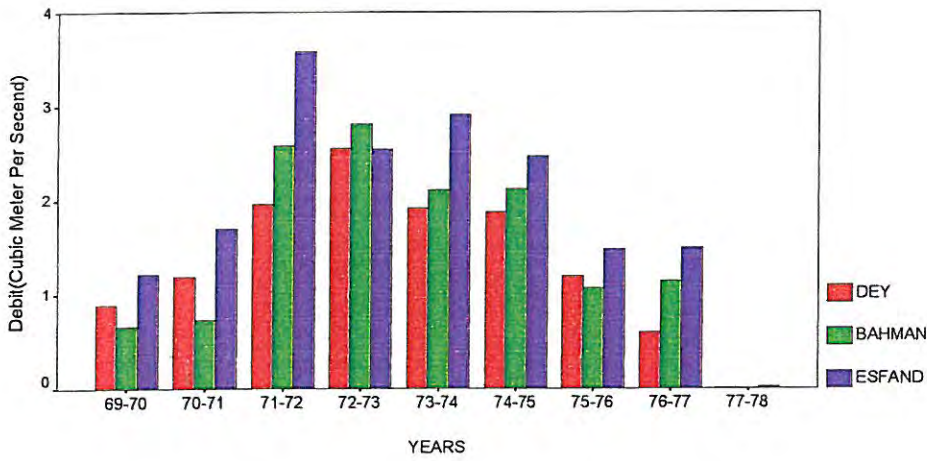
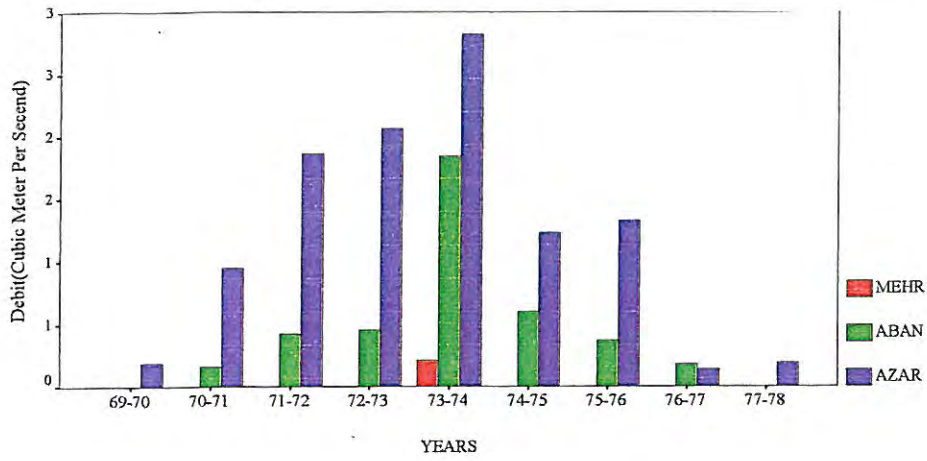
شکل ۸-۷- نمودار میله ای آبدهی سیمینه رود چای در ماهها و سالهای مختلف



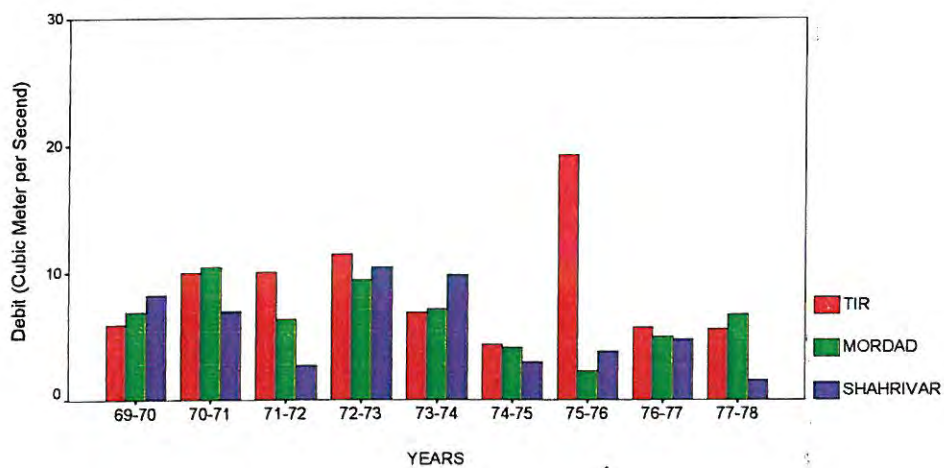
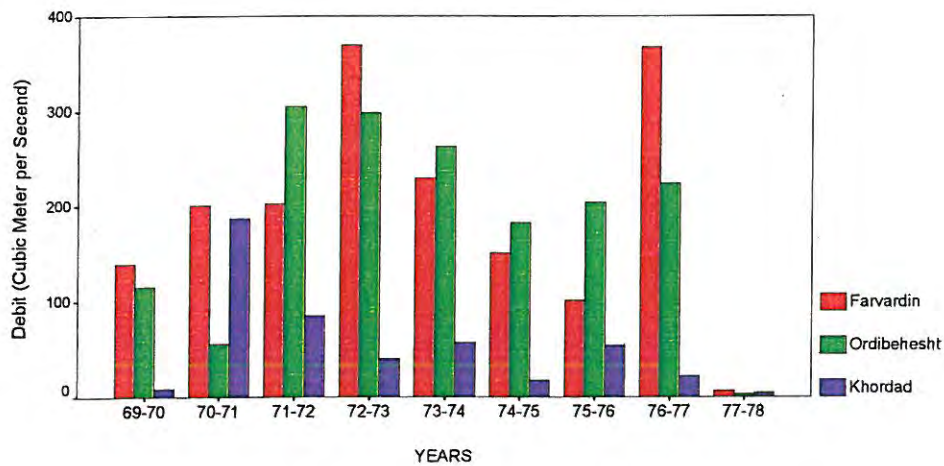
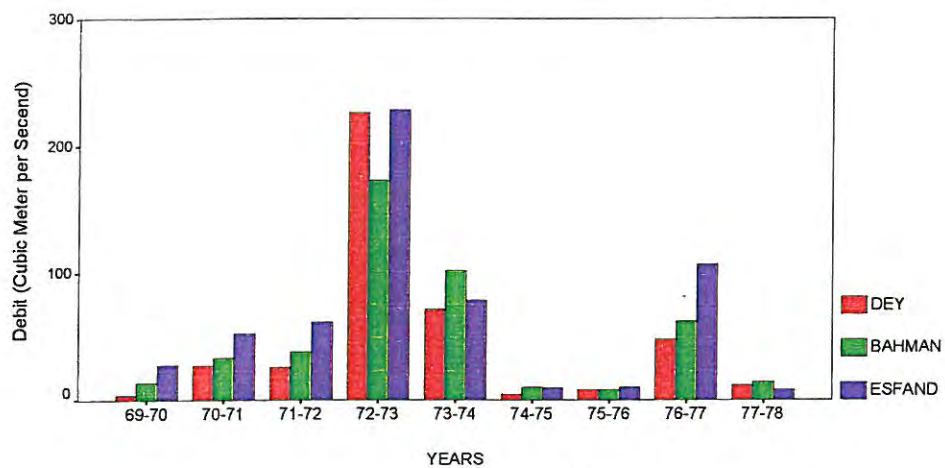
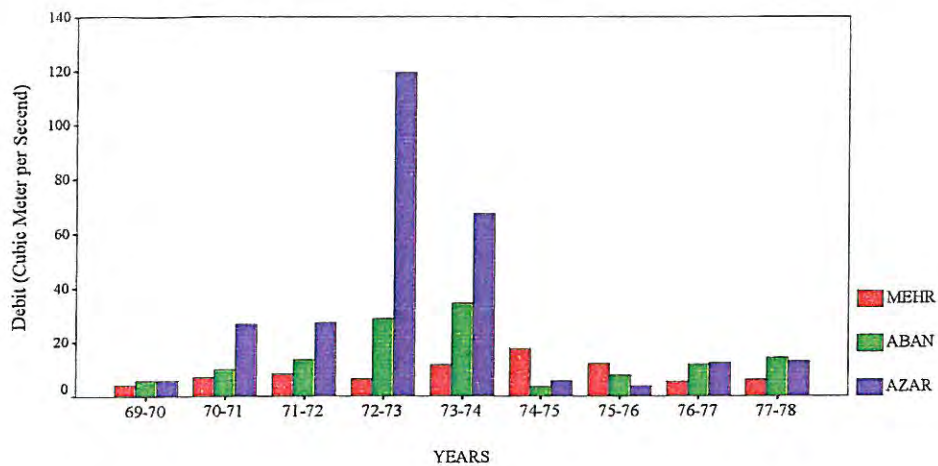
شکل ۸-۸- نمودار میله ای آبدهی گذارچای در ماهها و سالهای مختلف



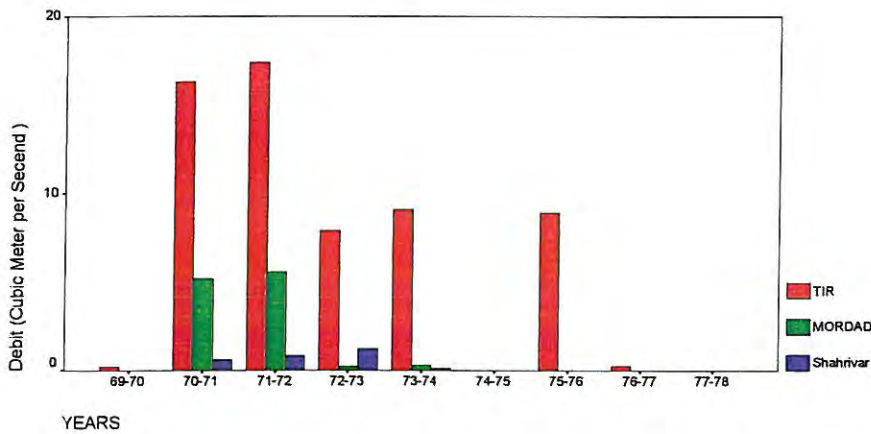
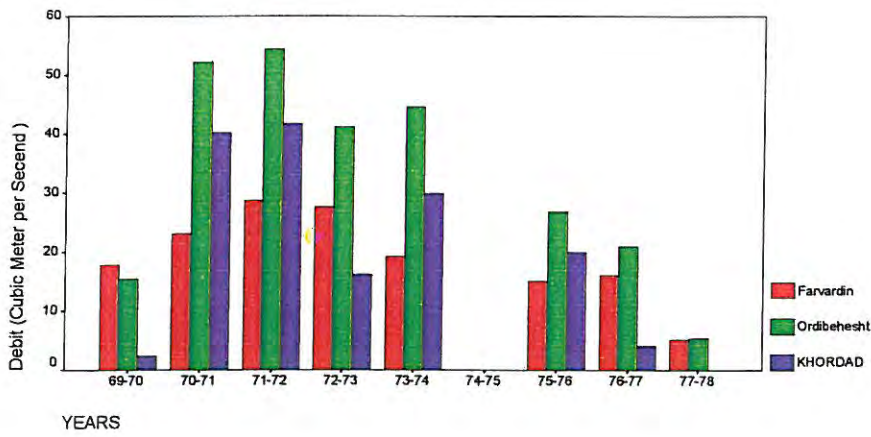
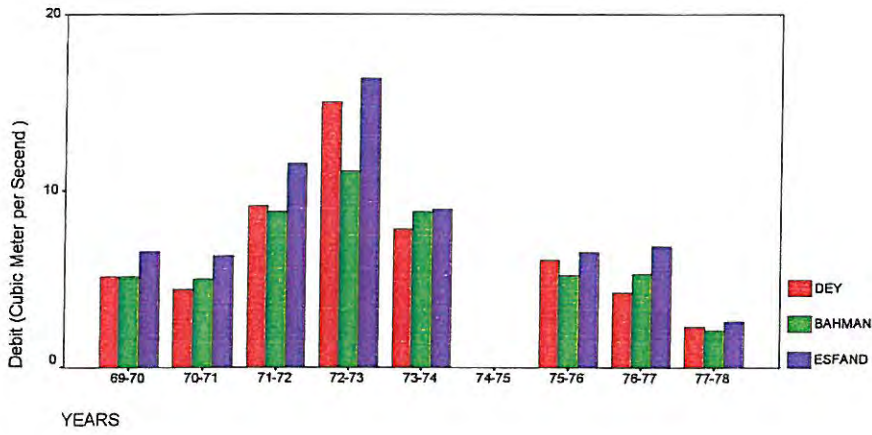
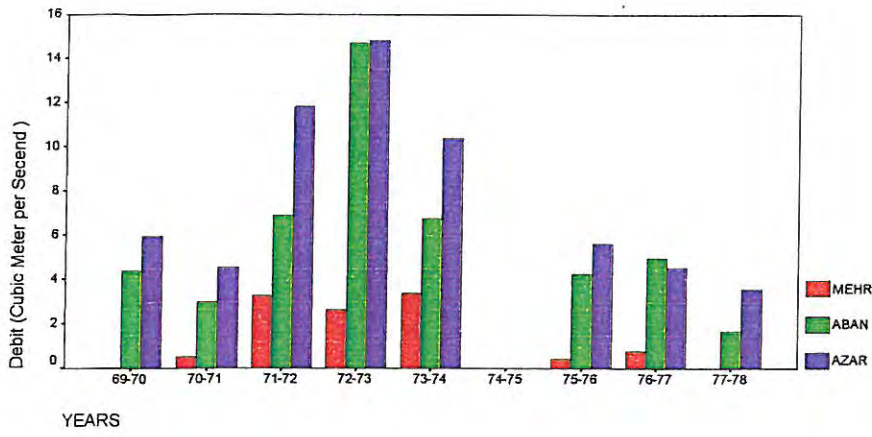
شکل ۸-۹- نمودار میله ای آبدهی زولاچای در ماهها و سالهای مختلف



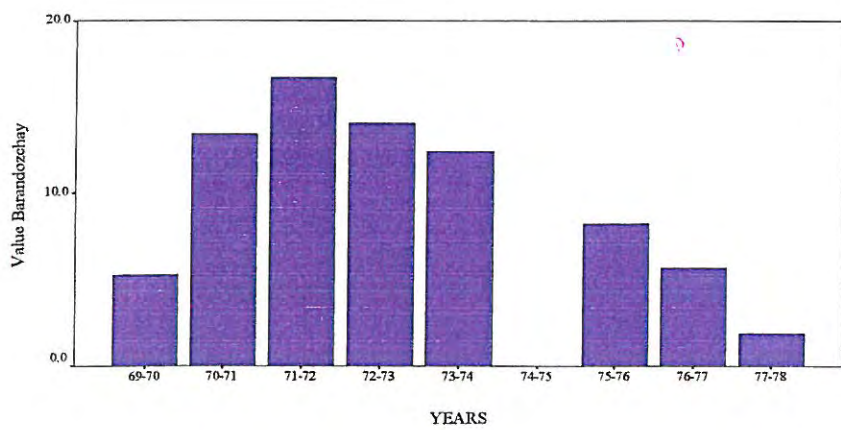
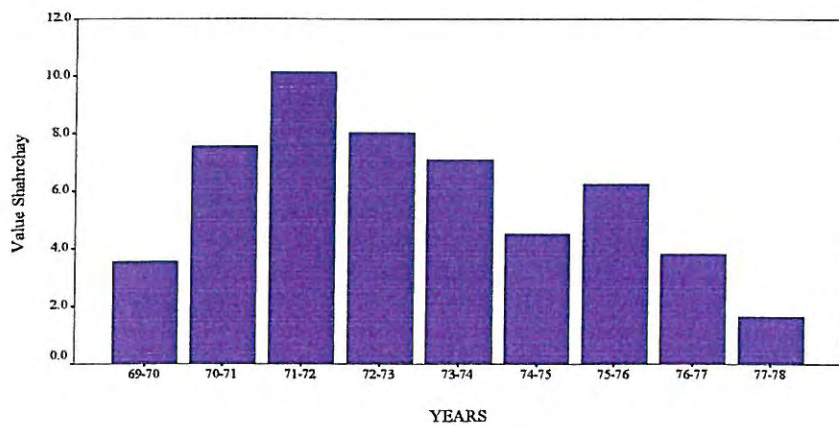
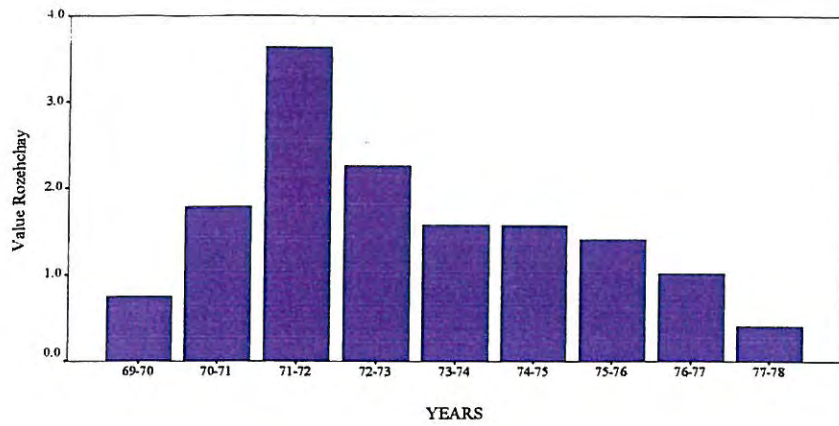
شکل ۸-۱۰- نمودار میله ای آبدهی زیرینه رود در ماهها و سالهای مختلف



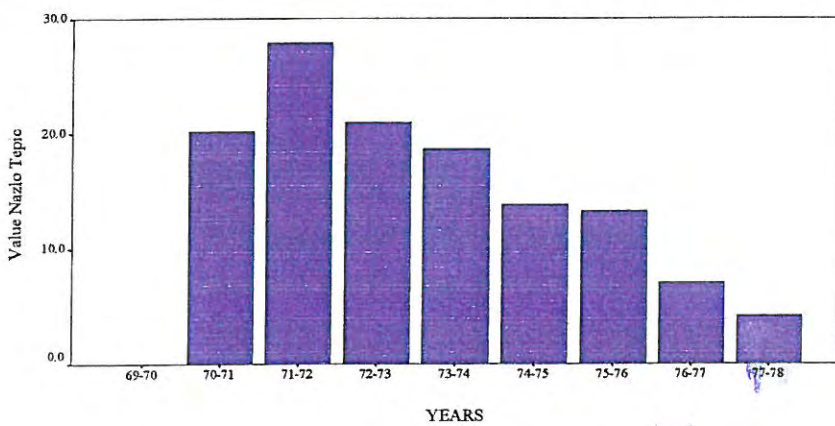
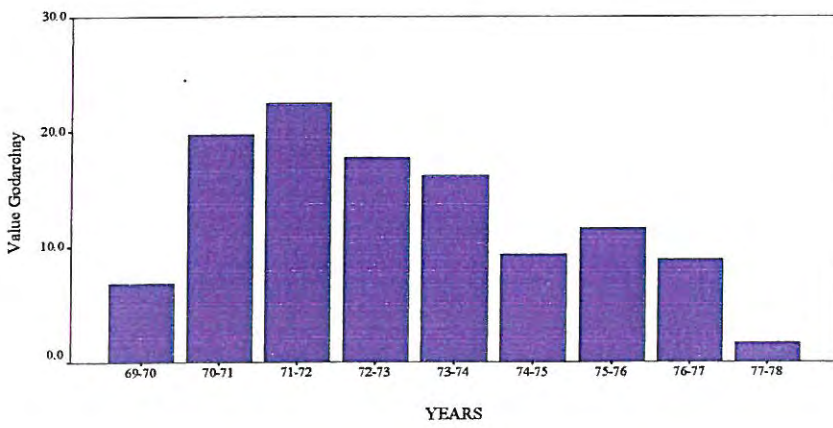
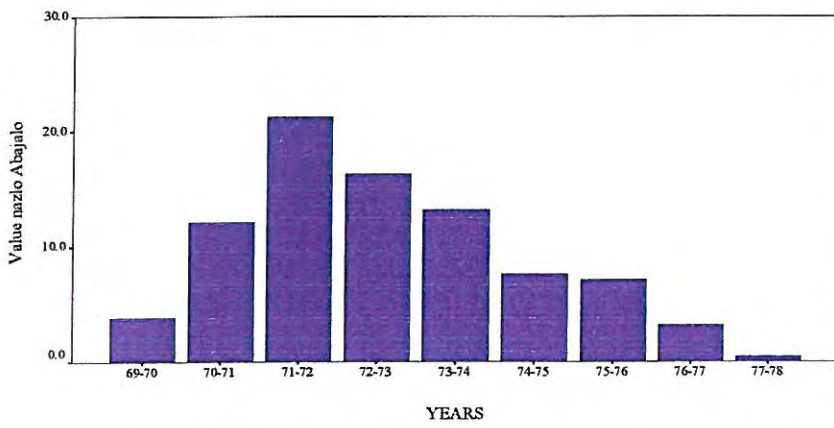
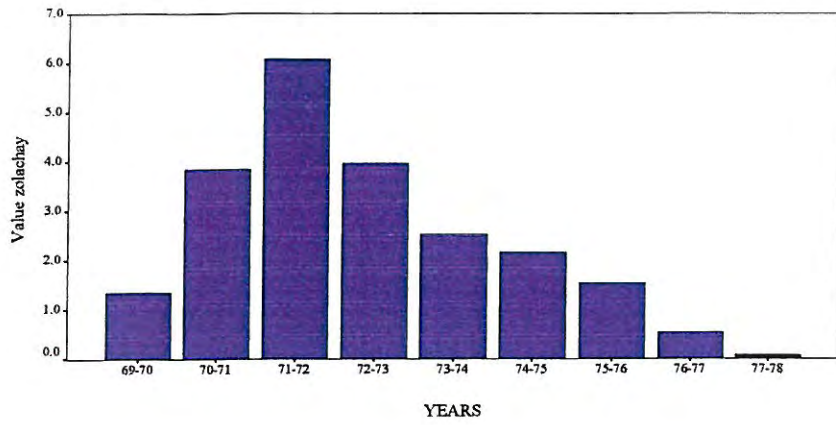
شکل ۸-۱۱- نمودار میله ای آبدهی باراندوزچای در ماههای مختلف



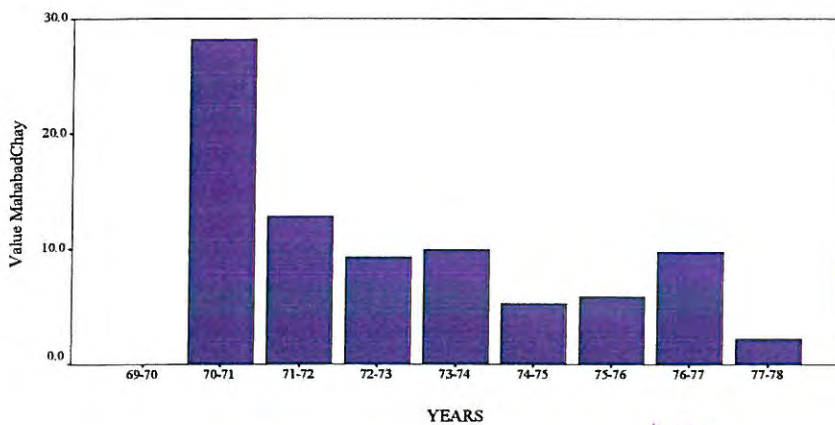
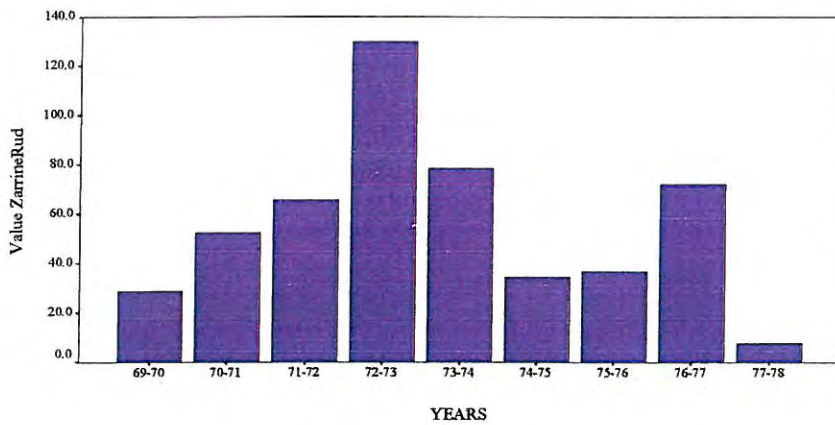
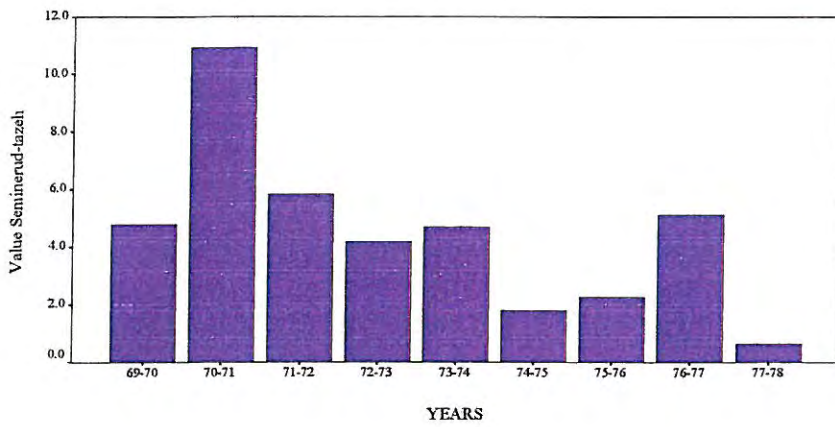
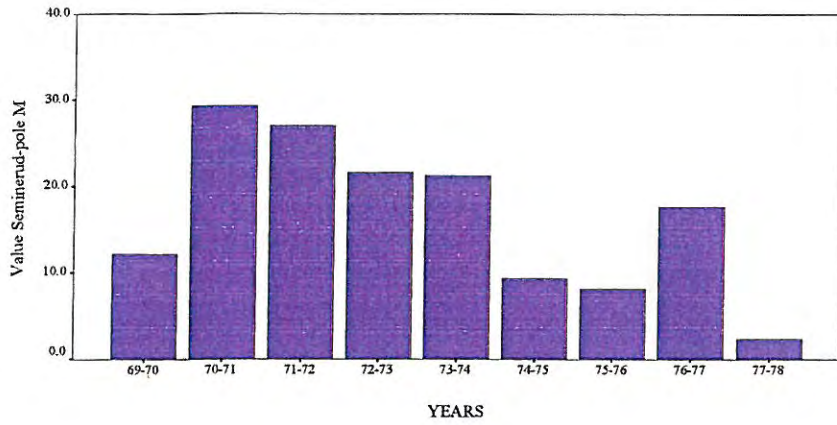
شکل ۹-۱- نمودار میله ای آینده روضه چای، شهرچای و باراندوزچای

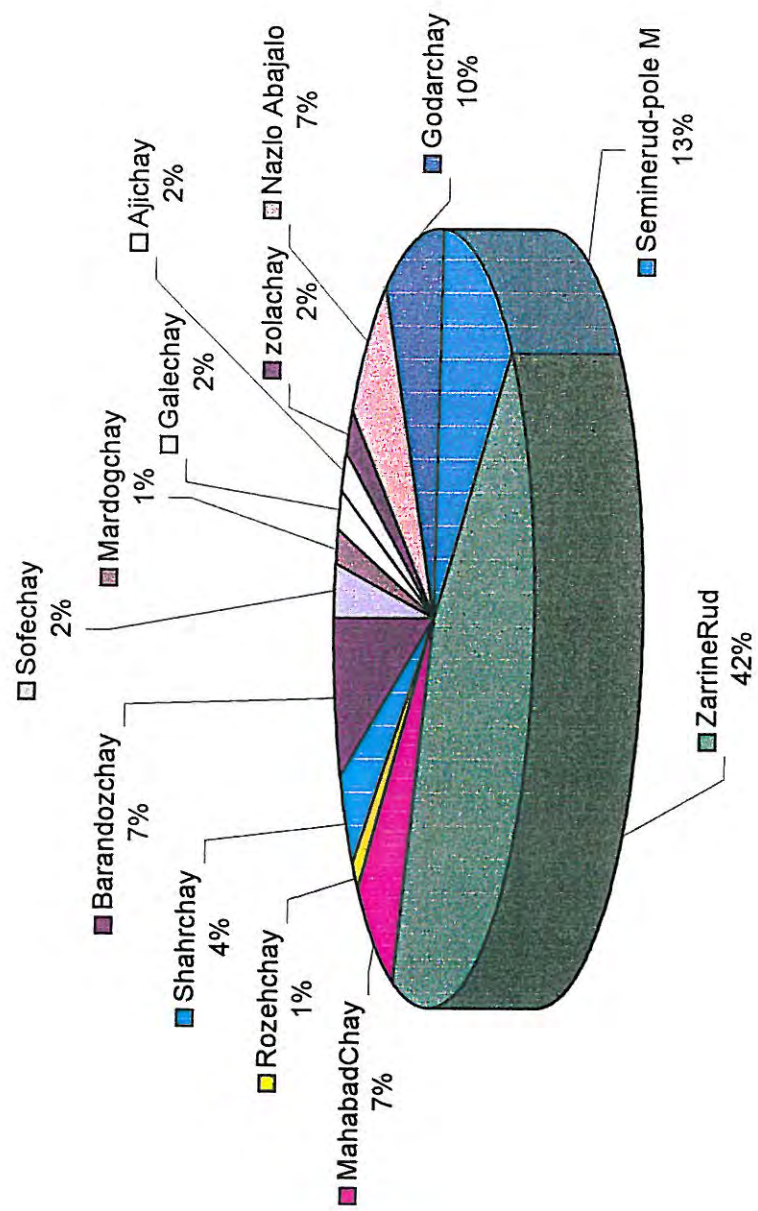


شکل ۹-۲- نمودار میله ای آینده زولاچای ، نازلوچای (تپیک و آباچالو) و گذارچای



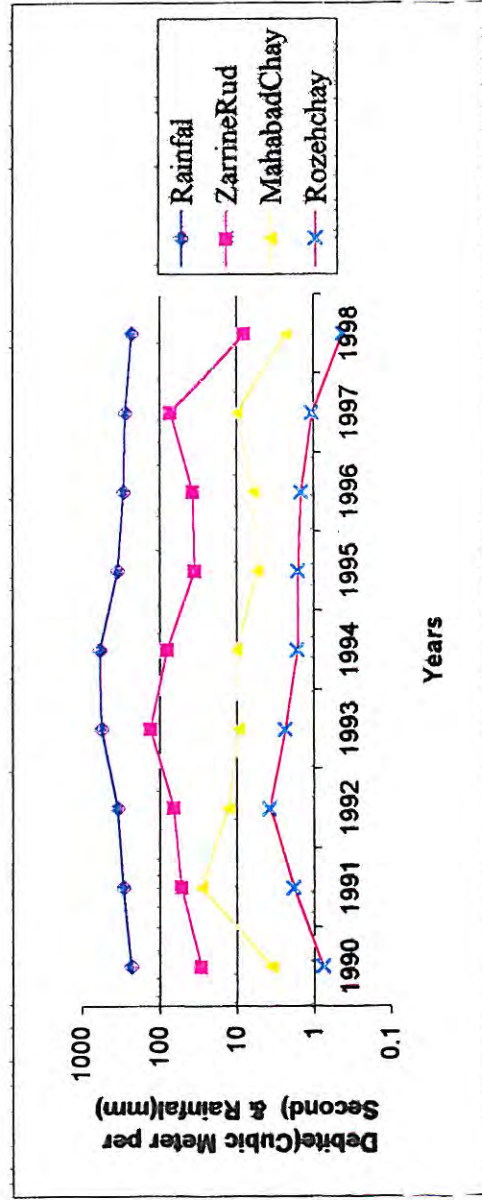
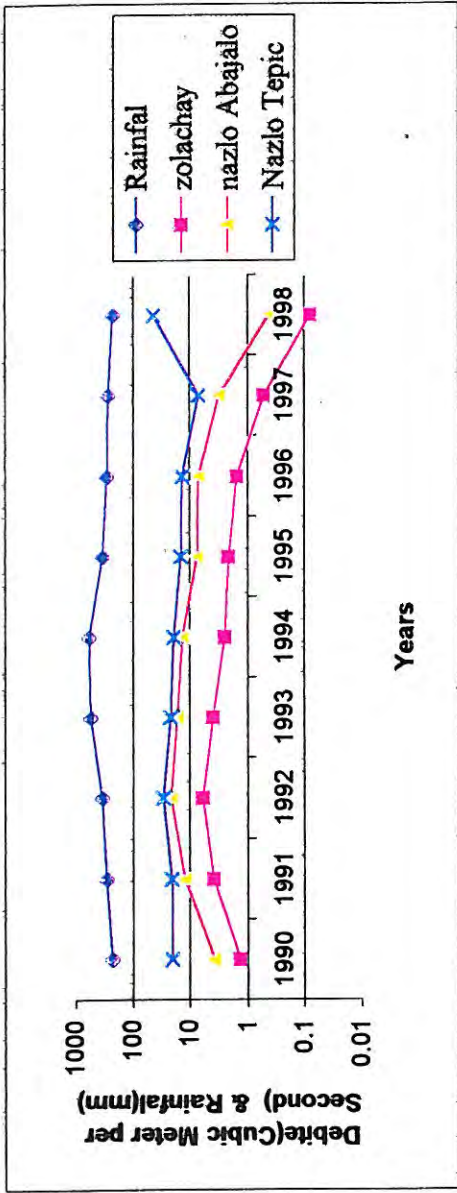
شکل ۹-۳- نمودار میله ای آینده سیمینه رود (پل میاندوآب و تازه کند)، زرینه رود و مهابادچای



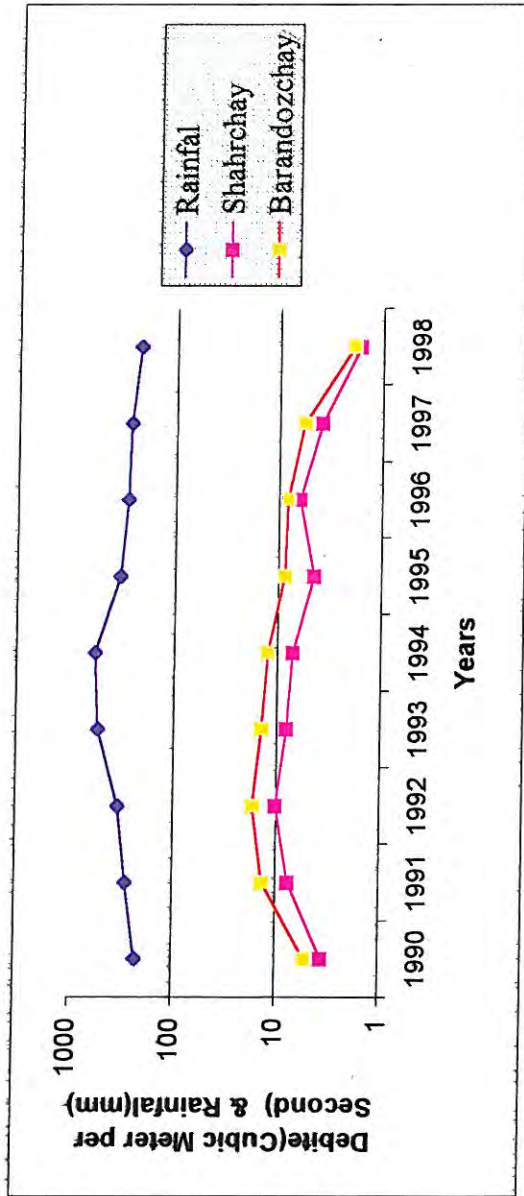
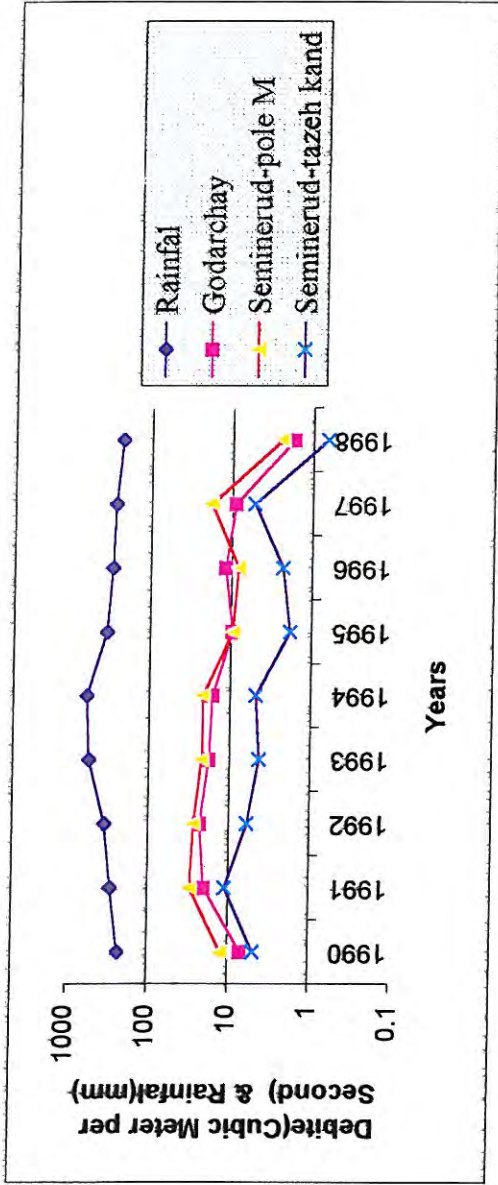


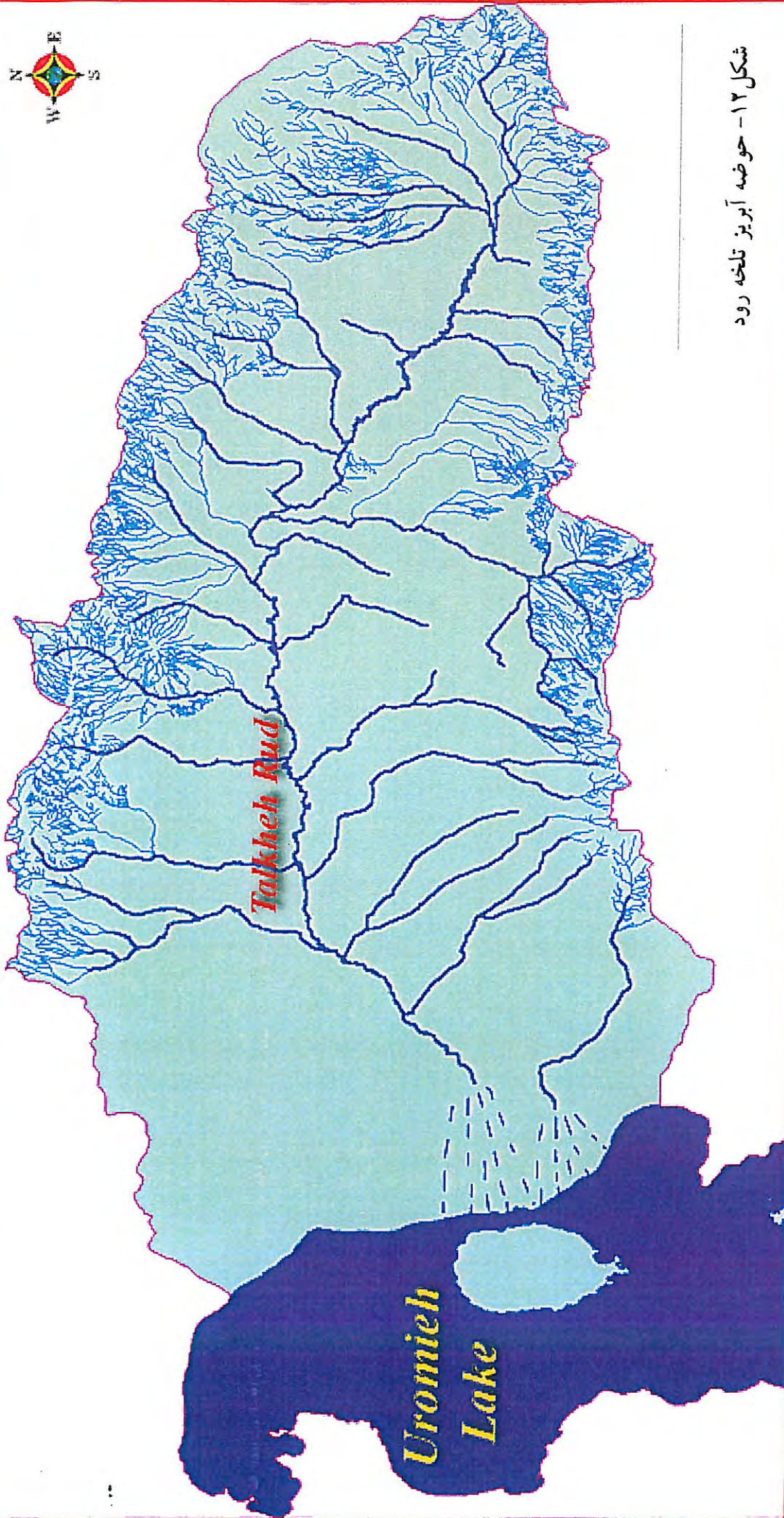
شکل ۱۰ : نمودار مقایسه ای سهم دبی شارژ کننده دریاچه ارومیه (متوسط دبی از سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۸ محاسبه شده است)

شکل ۱۱-۱- نمودار مقایسه ای بین دبی و بارش



شکل ۱۱-۲ - نمودار مقایسه ای بین دبی و بارش





شکل ۱۲- حوضه آبریز تلخه رود

فصل چهارم

ژئوشیمی

۱-مرحله اول نمونه برداری

۲-مرحله دوم نمونه برداری

۳-مرحله سوم نمونه برداری

۴-مقایسه نتایج سه مرحله نمونه برداری

ژئوشیمی

۴-۱- مرحله اول نمونه گیری (فصل پاییز)

در مرحله اول نمونه برداری تعداد ۲۲۲ نمونه از ۱۱۵ ایستگاه برداشت گردید که متناسب با عمق دریاچه از هر ایستگاه یک تا سه نمونه برداشت شده است. همچنین از حوضچه های استحصال خورشیدی که در حاشیه دریاچه قرار دارد ۶ نمونه برداشت گردید.

در اولین دور آزمایش تعداد ۱۰ نمونه از شورابه دریاچه و یک نمونه از شورابه استحصال خورشیدی به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج این آزمایشات در جدول ۷ آمده است. با توجه به نتیجه بدست آمده از جدول ۷ از آنجا که یونهای Na, K, Ca, Mg اصلی ترین آنیونها را تشکیل می دهند و بخصوص دو عنصر Mg و K عناصر اصلی بررسیهای اقتصادی خواهند بود. چهار عنصر یاد شده همراه با عناصر Li و Br به لحاظ ارزش اقتصادی به عنوان محصولات جانبی استحصال جهت آزمایشات کامل مرحله اول مورد توجه قرار گرفتند. B, F, I به علت کم بودن مقادیر مورد توجه اقتصادی نبودند و کاتیونهای سولفات و کلر اگرچه در تجزیه و تحلیل از اهمیت کافی برخوردار هستند اما به منظور کاهش تعداد آزمایشات در این مرحله حذف گردیدند. پتاسیم عنصر اصلی و تعیین کننده در مطالعه شورابه ها است لذا همه نمونه ها جهت اندازه گیری پتاسیم به آزمایشگاه ارسال شدند. نتایج این آزمایشات در جدول ۸ آمده است. در این مرحله ۶ نمونه از شورابه های حوضچه های استحصال خورشیدی نیز به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج در جدول ۱۰ آورده شده است.

آزمایشات مربوط به اندازه گیری عناصر سدیم، منیزیم، کلسیم، برم و لیتیم در جدول ۹ نشان

داده شده است. همچنین به منظور بررسی آلاینده ها دربخش جنوبی دریاچه ۷ نمونه شورابه جهت اندازه گیری آرسنیک به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آن در جدول ۹ آورده شده است. نتایج به دست آمده از آنالیز مقدار پتاسیم در مرحله اول با استفاده از روش منحنی های هم تراز به نقشه تبدیل شده است. چون نمونه گیری در ۳ عمق انجام گرفته است پردازش داده ها نیز بر اساس سه عمق مختلف صورت گرفته است.

شماره نمونه → عنصر ↓	G**	متوسط	Vs6	Vm6	V6	Ks7	Km7	Cs7	Cm7	Ps5	Pm5	P5
Mg	5.7	6.6	6.6	6.6	6.7	6.6	6.8	6.7	6.7	6.5	6.5	6.4
Ca	1.06	1.21	1.22	1.21	1.20	1.22	1.23	1.24	1.20	1.20	1.20	1.0
K	0.93	1.10	1.11	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.12	1.09	1.07	1.08
Na	108	88	88	88	88	87	91	90	91	87	87	87
So4	11.8	14.2	14.0	14.1	14.1	14.4	14.6	14.6	14.3	13.9	14.1	14
Cl	158	153	153	152	152	153	163	152	153	153	153	152
Br*	3.0	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	2.2	2.2	1.5	1.5	1.6	1.4
F*	40	47	50	45	45	45	50	50	45	45	50	45
I*	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Li*	15	13.5	14	13	13	13	14	14	14	13	14	13
B*	56	77	73	76	73	78	80	75	80	75	78	78
Hco3*	220	284	285	285	280	280	285	280	285	280	290	290
TDS	330	285	283	281	284	287	293	280	290	285	288	283
PH	6.9	6.75	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8	6.8	6.7
Σ	450	392	390	390	390	395	400	380	400	390	400	390
SP.G	1.21	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.18	1.18	1.17

** نمونه شورابه حوضچه های استحصال خورشیدی

جدول ۷- تجزیه شیمیایی عناصر مختلف درده نمونه از آب (سطحی، متوسط و عمیق) دریاچه

ارومیه و یک نمونه شورابه حوضچه استحصال خورشیدی. (فصل پاییز) مقادیر g/l * ppm

Row	Lab.No.	Sample No.	X COORD	Y COORD	Z (m)	K (g/l)
1	3952	A-As6	37,12,34	45,21,15	0.5	1.50
2	3953	A-As7	37,11,04	45,23,35	0.5	1.49
3	3954	A-Bs6	37,13,46	45,21,22	0.5	1.48
4	3955	A-Bs7	37,13,46	45,23,35	0.5	1.50
5	3956	A-Cs6	37,16,28	45,20,13	0.5	1.50
6	3957	A-Cs7	37,16,28	45,23,35	0.5	1.48
7	3959	A-Ds5	37,19,10	45,18,49	0.5	1.49
8	3960	A-Ds6	37,19,10	45,20,13	0.5	1.50
9	3961	A-Ds7	37,19,10	45,23,35	0.5	1.48
10	3963	A-Es5	37,21,52	45,18,00	0.5	1.50
11	3964	A-Es6	37,21,52	45,20,13	0.5	1.49
12	3965	A-Es7	37,21,52	45,23,35	0.5	1.49
13	3967	A-Fs6	37,24,34	45,20,13	0.5	1.48
14	3968	A-Fs7	37,24,34	45,23,35	0.5	1.48
15	3971	A-Gs5	37,27,16	45,18,09	0.5	1.48
16	3972	A-Gs6	37,27,16	45,20,13	0.5	1.47
17	3973	A-Gs7	37,27,16	45,23,35	0.5	1.48
18	4188-9	A-Hs4	37,29,58	45,13,28	0.5	1.45
19	3977	A-Hs5	37,29,58	45,16,51	0.5	1.48
20	3978	A-Hs5-1	37,29,58	45,18,32	0.5	1.47
21	3979	A-Hs6	37,29,58	45,20,13	0.5	1.47
22	3980	A-Hs7	37,29,58	45,23,35	0.5	1.48
23	3982	A-Is5	37,32,40	45,16,51	0.5	1.48
24	3983	A-Is5-1	37,32,40	45,18,32	0.5	1.47
25	4184-5	A-Is6	37,32,40	45,20,13	0.5	1.45
26	3984	A-Is7	37,32,40	45,23,35	0.5	1.48
27	3987	A-Js4	37,35,22	45,13,06	0.5	1.47
28	3988	A-Js5	37,35,22	45,16,51	0.5	1.46
29	3989	A-Js5-1	37,35,22	45,18,32	0.5	1.48
30	3990	A-Js6	37,35,22	45,20,13	0.5	1.49
31	3991	A-Js7	37,35,22	45,23,35	0.5	1.48
33	3994	A-Ks5	37,38,04	45,16,51	0.5	1.48
34	3995	A-Ks5-1	37,38,04	45,18,32	0.5	1.48
35	3996	A-Ks7	37,38,04	45,23,35	0.5	1.49
36	4002	A-Ls4	37,40,46	45,13,28	0.5	1.47
37	4180-1	A-Ls5	37,40,46	45,16,51	0.5	1.45
38	4004	A-Ls5-1	37,40,46	45,18,32	0.5	1.47
39	4006	A-Ls6	37,40,46	45,20,13	0.5	1.47
40	4008	A-Ls7	37,40,46	45,23,35	0.5	1.45

جدول (۸-۱) نتایج آزمایشات فصل پاییز - نمونه های سطحی - عنصر پتاسیم - داده های خام

میان	m	Autumn	A
عمیق	d	سطحی	s
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری		اعداد طول نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Z (m)	K (g/l)
41	4012	A-Ms5	37,43,28	45,16,51	0.5	1.45
42	4013	A-Ms5-1	37,43,28	45,18,32	0.5	1.46
43	4014	A-Ms6	37,43,28	45,20,13	0.5	1.46
44	4015	A-Ms7	37,43,28	45,23,35	0.5	1.45
45	4019	A-Ns4	37,46,10	45,14,58	0.5	1.45
46	4021	A-Ns5	37,46,10	45,16,51	0.5	1.44
47	4022	A-Ns6	37,46,10	45,20,13	0.5	1.46
48	4023	A-Ns7	37,46,10	45,23,35	0.5	1.46
49	4028	A-Os3-1	37,48,52	45,11,47	0.5	1.43
50	4029	A-Os4	37,48,52	45,13,28	0.5	1.42
51	4030	A-Os5	37,48,52	45,16,51	0.5	1.44
52	4031	A-Os6	37,48,52	45,20,13	0.5	1.42
53	4032	A-Os7	37,48,52	45,23,35	0.5	1.42
54	4181-2	A-Ps1	37,51,34	46,03,22	0.5	1.41
55	4037	A-Ps2	37,51,34	45,06,44	0.5	1.42
56	4038	A-Ps3	37,51,34	45,10,06	0.5	1.41
57	4182-3	A-Ps4	37,51,34	45,13,28	0.5	1.41
58	4040	A-Ps6	37,51,34	45,20,13	0.5	1.42
59	4041	A-Ps7	37,51,34	45,23,35	0.5	1.41
60	4053	A-Qs1	37,54,16	45,03,22	0.5	1.42
61	4054	A-Qs1-1	37,54,16	45,05,03	0.5	1.45
62	4055	A-Qs2	37,54,16	45,06,44	0.5	1.42
63	4056	A-Qs3	37,54,16	45,10,06	0.5	1.41
64	4057	A-Qs4	37,54,16	45,13,28	0.5	1.43
65	4058	A-Qs5	37,54,16	45,16,51	0.5	1.42
66	4059	A-Qs6	37,54,16	45,20,13	0.5	1.42
67	4060	A-Qs7	37,54,16	45,23,35	0.5	1.41
68	4071	A-Rs1	37,57,15	45,03,29	0.5	1.39
69	4072	A-Rs1-1	37,56,58	45,05,03	0.5	1.40
70	4074	A-Rs2	37,56,58	45,06,44	0.5	1.44
71	4075	A-Rs3	37,56,58	45,10,06	0.5	1.41
72	4076	A-Rs4	37,56,58	45,13,28	0.5	1.40
73	4077	A-Rs5	37,56,58	45,16,51	0.5	1.44
74	4078	A-Rs6	37,56,58	45,20,13	0.5	1.44
75	4079	A-Rs7	37,56,58	45,23,35	0.5	1.43
76	4091	A-Ss1-1	37,59,40	45,05,03	0.5	1.43
77	4092	A-Ss2	37,59,40	45,06,44	0.5	1.42
78	4093	A-Ss3	37,59,40	45,10,06	0.5	1.42
79	4094	A-Ss4	37,59,40	45,13,28	0.5	1.41
80	4095	A-Ss5	37,59,40	45,16,51	0.5	1.42

جدول (۸-۱) نتایج آزمایشات فصل پاییز - نمونه های سطحی - عنصر پتاسیم - داده های خام

Autumn	A
میانه	m
عمیق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	اعداد طول نمونه برداری

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Z (m)	K (g/l)
81	4096	A-Ss6	37,59,40	45,20,13	0.5	1.42
82	4097	A-Ss7	37,59,40	45,23,35	0.5	1.43
83	4098	A-SsA	38,01,01	45,10,06	0.5	1.44
84	4109	A-Ts3-1	38,02,22	45,11,47	0.5	1.45
85	4111	A-Ts4	38,02,22	45,13,28	0.5	1.43
86	4112	A-Ts5	38,02,22	45,16,51	0.5	1.44
87	4113	A-Ts6	38,02,22	45,20,13	0.5	1.44
88	4114	A-Ts7	38,02,22	45,23,35	0.5	1.42
89	4122	A-Us4	38,05,04	45,13,28	0.5	1.42
90	4123	A-Us5	38,05,04	45,16,51	0.5	1.41
91	4124	A-Us6	38,05,04	45,20,13	0.5	1.44
92	4125	A-Us7	38,05,04	45,23,35	0.5	1.41
93	4131	A-Vs3	37,08,14	45,10,11	0.5	1.41
94	4132	A-Vs4	38,07,46	45,13,28	0.5	1.41
95	4133	A-Vs5	38,07,46	45,16,51	0.5	1.42
96	4134	A-Vs7	38,07,46	45,23,35	0.5	1.41
97	4135	A-VsA	38,09,07	45,03,22	0.5	1.41
98	4145	A-Ws1	38,10,28	45,03,22	0.5	1.41
99	4146	A-Ws2	38,10,28	45,06,44	0.5	1.43
100	4147	A-Ws3	38,10,28	45,10,06	0.5	1.44
101	4148	A-Ws4	38,10,28	45,13,28	0.5	1.44
102	4149	A-Ws5	38,10,28	45,16,51	0.5	1.43
103	4150	A-Ws6	38,10,28	45,20,13	0.5	1.43
104	4151	A-Ws7	38,10,28	45,23,35	0.5	1.42
105	4159	A-Xs1-1	38,13,10	45,05,03	0.5	1.41
106	4160	A-Xs2	38,13,10	45,06,44	0.5	1.41
107	4161	A-Xs3	38,13,10	45,10,06	0.5	1.42
108	4162	A-Xs4	38,13,10	45,13,28	0.5	1.42
109	4163	A-Xs5	38,13,10	45,16,51	0.5	1.41
110	4164	A-Xs6	38,13,10	45,20,13	0.5	1.42
111	4165	A-Xs7	38,13,10	45,23,35	0.5	1.42
112	4168	A-Ys1-1	38,14,31	45,05,03	0.5	1.45
113	4169	A-Ys2	38,14,31	45,06,44	0.5	1.41
114	4170	A-Ys3	38,14,31	45,10,06	0.5	1.40
115	4171	A-Ys4	38,14,31	45,13,28	0.5	1.42
116	4172	A-Ys5	38,14,31	45,16,51	0.5	1.40
117	4173	A-Ys6	38,14,31	45,20,13	0.5	1.42

Average 1.45

جدول (۸-۱) نتایج آزمایشات فصل پاییز- نمونه های سطحی- عنصر پتاسیم- داده های خام

میانہ	m	Autumn	A
عمیق	d	سطحی	s
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری		اعداد طول نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Z (m)	K (g/l)
1	4186-7	A-Im5-1	37,32,40	45,18,32	5.0	1.45
2	4185-6	A-Im6	37,32,40	45,20,13	5.0	1.46
3	4187-8	A-Jm5-1	37,35,22	45,18,32	5.0	1.46
4	4026	A-Om5	37,48,52	45,16,51	5.0	1.43
5	4047	A-Qm3	37,54,16	45,10,06	5.0	1.43
6	4048	A-Qm4	37,54,16	45,13,28	5.0	1.43
7	4183-4	A-Rm1	37,56,58	45,03,22	5.0	1.40
8	4066	A-Rm3	37,56,58	45,10,06	5.0	1.42
9	4067	A-Rm4	37,56,58	45,13,28	5.0	1.44
10	4068	A-Rm5	37,56,58	45,16,51	5.0	1.45
11	4085	A-Sm3	37,59,40	45,10,06	5.0	1.42
12	4086	A-Sm4	37,59,40	45,13,28	5.0	1.45
13	4087	A-Sm5	37,59,40	45,16,51	5.0	1.44
14	4089	A-Sm7	37,59,40	45,23,35	5.0	1.42
15	4103	A-Tm3-1	38,02,22	45,11,47	5.0	1.44
16	4104	A-Tm4	38,02,22	45,13,28	5.0	1.45
17	4105	A-Tm5	38,02,22	45,16,51	5.0	1.44
18	4107	A-Tm6	38,02,22	45,20,13	5.0	1.45
19	4119	A-Um5	38,05,04	45,16,51	5.0	1.43
20	4120	A-Um6	38,05,04	45,20,13	5.0	1.42
21	4121	A-Um7	38,05,04	45,23,35	5.0	1.41
22	4129	A-Vm5	38,07,46	45,16,51	5.0	1.40
23	4130	A-Vm7	38,07,46	45,23,35	5.0	1.41
24	4141	A-Wm4	38,10,28	45,13,28	5.0	1.43
25	4142	A-Wm5	38,10,28	45,16,51	5.0	1.43
26	4143	A-Wm6	38,10,28	45,20,13	5.0	1.41
27	4152	A-Xm1-1	38,13,10	45,05,03	5.0	1.44
28	4153	A-Xm2	38,13,10	45,06,44	5.0	1.42
29	4158	A-Xm7	38,13,10	45,23,35	5.0	1.41
30	4166	A-Ym4	38,14,31	45,13,28	5.0	1.47
31	4167	A-Ym5	38,14,31	45,16,51	5.0	1.41

Average 1.43

جدول (۸-۲) نتایج آزمایشات فصل پاییز - نمونه های میانه - عنصر پتاسیم - داده های خام

میانه	m	Autumn	A
عمیق	d	سطحی	s
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری		اعداد طول نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Z (m)	K (g/l)
1	3958	A-Dd7	37,19,10	45,23,35	5.0	1.49
2	3962	A-Ed7	37,21,52	45,23,35	5.0	1.49
3	3966	A-Fd7	37,24,34	45,23,35	5.0	1.49
4	3969	A-Gd6	37,27,16	45,20,13	5.0	1.48
5	3970	A-Gd7	37,27,16	45,23,35	5.0	1.48
6	3974	A-Hd5-1	37,29,58	45,18,32	5.0	1.47
7	3975	A-Hd6	37,29,58	45,20,13	5.0	1.49
8	3976	A-Hd7	37,29,58	45,23,35	5.0	1.49
9	3981	A-Id7	37,32,40	45,23,35	5.0	1.48
10	3985	A-Jd6	37,35,22	45,20,13	5.0	1.49
11	3986	A-Jd7	37,35,22	45,23,35	5.0	1.49
12	3992	A-Kd5-1	37,38,04	45,18,32	5.0	1.48
13	3993	A-Kd6	37,38,04	45,20,13	5.0	1.48
14	3997	A-Ld5	37,40,46	45,16,51	5.0	1.47
15	3998	A-Ld5-1	37,40,46	45,18,32	5.0	1.48
16	4000	A-Ld6	37,40,46	45,20,13	5.0	1.46
17	4001	A-Ld7	37,40,46	45,23,35	5.0	1.47
18	4009	A-Md5-1	37,43,28	45,18,32	5.0	1.47
19	4010	A-Md6	37,43,28	45,20,13	5.0	1.43
20	4011	A-Md7	37,43,28	45,23,35	5.0	1.47
21	4016	A-Nd5	37,46,10	45,16,51	5.0	1.47
22	4017	A-Nd6	37,46,10	45,20,13	5.0	1.47
23	4018	A-Nd7	37,46,10	45,23,35	5.0	1.49
24	4025	A-Od4	37,48,52	45,13,28	5.0	1.43
25	4024	A-Od5	37,48,52	45,16,51	7.0	1.45
26	4027	A-Od6	37,48,52	45,20,13	5.0	1.43
27	4033	A-Pd3	37,51,34	45,10,06	5.0	1.42
28	4034	A-Pd4	37,51,34	45,13,28	5.0	1.43
29	4035	A-Pd6	37,51,34	45,20,13	5.0	1.46
30	4036	A-Pd7	37,51,34	45,23,35	5.0	1.44
31	4045	A-Qd1-1	37,54,16	45,05,03	5.0	1.45
32	4046	A-Qd2	37,54,16	45,06,44	5.0	1.53
33	4042	A-Qd3	37,54,16	45,10,06	7.0	1.41
34	4043	A-Qd4	37,54,16	45,13,28	7.0	1.40
35	4049	A-Qd5	37,54,16	45,16,51	5.0	1.44
36	4050	A-Qd6	37,54,16	45,20,13	5.0	1.44
37	4051	A-Qd7	37,54,16	45,23,35	5.0	1.47
38	4064	A-Rd1-1	37,56,58	45,05,03	5.0	1.41
39	4065	A-Rd2	37,56,58	45,06,44	5.0	1.41
40	4061	A-Rd3	37,56,58	45,10,06	5.0	1.42
41	4062	A-Rd4	37,56,58	45,13,28	5.0	1.42

جدول (۸-۳) نتایج آزمایشات فصل پاییز - نمونه های عمیق - عنصر پتاسیم - داده های خام

میانہ	m	Autumn	A
عمیق	d	سطحی	s
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری		اعداد طول نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Z (m)	K (g/l)
42	4063	A-Rd5	37,56,58	45,16,51	5.0	1.44
43	4069	A-Rd6	37,56,58	45,20,13	5.0	1.44
44	4070	A-Rd7	37,56,58	45,23,35	5.0	1.42
45	4083	A-Sd1-1	37,59,40	45,05,03	5.0	1.40
46	4084	A-Sd2	37,59,40	45,06,44	5.0	1.42
47	4080	A-Sd3	37,59,40	45,10,06	7.0	1.42
48	4081	A-Sd4	37,59,40	45,13,28	7.0	1.41
49	4082	A-Sd5	37,59,40	45,16,51	7.0	1.41
50	4088	A-Sd6	37,59,40	45,20,13	5.0	1.41
51	4090	A-SdA	38,01,01	45,10,06	5.0	1.44
52	4099	A-Td3-1	38,02,22	45,11,47	7.0	1.44
53	4100	A-Td4	38,02,22	45,13,28	7.0	1.45
54	4101	A-Td5	38,02,22	45,16,51	7.0	1.44
55	4102	A-Td6	38,02,22	45,20,13	7.0	1.42
56	4108	A-Td7	38,02,22	45,23,35	5.0	1.44
57	4118	A-Ud4	38,05,04	45,13,28	5.0	1.41
58	4115	A-Ud5	38,05,04	45,16,51	7.0	1.42
59	4116	A-Ud6	38,05,04	45,20,13	7.0	1.42
60	4117	A-Ud7	38,05,04	45,23,35	7.0	1.42
61	4128	A-Vd4	38,07,46	45,13,28	5.0	1.42
62	4126	A-Vd5	38,07,46	45,16,51	7.0	1.42
63	4127	A-Vd7	38,07,46	45,23,35	7.0	1.43
64	4139	A-Wd2	38,10,28	45,06,44	5.0	1.40
65	4140	A-Wd3	38,10,28	45,10,06	5.0	1.40
66	4136	A-Wd4	38,10,28	45,13,28	7.0	1.40
67	4137	A-Wd5	38,10,28	45,16,51	7.0	1.42
68	4138	A-Wd6	38,10,28	45,20,13	7.0	1.41
69	4144	A-Wd7	38,10,28	45,23,35	5.0	1.44
70	4154	A-Xd3	38,13,10	45,10,06	5.0	1.42
71	4155	A-Xd4	38,13,10	45,13,28	5.0	1.42
72	4156	A-Xd5	38,13,10	45,16,51	5.0	1.42
73	4157	A-Xd6	38,13,10	45,20,13	5.0	1.42

Average 1.44

جدول (۸-۳) نتایج آزمایشات فصل پاییز- نمونه های عمیق- عنصر پتاسیم- داده های خام

Autumn	m	میان
s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری	حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Sampel No.	Lab.No	X COORD	Y COORD	Na(g/l)	Mg(g/l)	Ca(g/l)	Br(ppm)	Li(ppm)
1	A-As6	3952	37,11,04	45,20,13	89.4	5.10	4.30	1.20	13.0
2	A-Bs7	3955	37,13,46	45,23,35	88.7	5.00	4.40	1.10	13.0
3	A-Ds5	3959	37,19,10	45,16,51	90.0	4.70	4.40	1.10	13.0
4	A-Ds7	3961	37,19,10	45,16,51	88.7	4.75	5.00	1.20	13.0
5	A-Gs5	3971	37,27,16	45,16,51	90.6	4.95	4.50	1.30	13.0
6	A-Gs7	3973	37,27,16	45,16,51	91.2	5.00	4.50	1.40	13.0
7	A-Js5-1	3989	37,35,22	45,18,32	90.0	4.95	4.60	1.30	13.0
8	A-Js7	3991	37,35,22	45,16,51	89.4	4.95	4.90	1.20	13.0
9	A-Ms5	4012	37,43,28	45,16,51	88.1	4.90	4.40	1.20	13.0
10	A-Ms7	4015	37,43,28	45,16,51	86.2	5.00	4.20	1.30	13.0
11	A-Ps2	4037	37,51,34	45,06,44	85.0	4.90	4.30	1.20	13.0
12	A-Ps7	4041	37,51,34	45,16,51	85.0	4.75	4.60	1.30	13.0
13	A-Ss1-1	4091	37,59,40	45,05,03	86.2	4.90	4.30	1.10	13.0
14	A-Ss4	4094	37,59,40	45,13,28	85.6	4.75	4.50	1.10	13.0
15	A-Ss7	4097	37,59,40	45,16,51	84.4	4.75	4.50	1.10	12.0
16	A-Us4	4122	38,05,04	45,13,28	85.6	4.70	4.60	1.10	13.0
17	A-Us7	4125	38,05,04	45,16,51	83.9	4.80	4.40	1.20	12.0
18	A-Ws1	4145	38,10,28	45,03,22	85.0	4.65	4.70	1.10	12.0
19	A-Ws3	4147	38,10,28	45,10,06	86.2	4.60	4.70	1.20	12.0
20	A-Ws7	4151	38,10,28	45,16,51	86.2	4.60	4.70	1.20	12.0
21	A-Ys1-1	4168	38,14,31	45,05,03	85.6	4.75	4.60	1.20	12.0
22	A-Ys6	4173	38,14,31	45,20,13	85.6	4.65	4.80	1.10	13.0
				Average	87.118	4.82	4.54	1.19	12.7

جدول (۹-۱) نتایج اندازه گیری عناصر سدیم، منیزیم، کلسیم، برم و لیتیم - فصل پاییز - نمونه های سطحی - داده های خام

Autumn ^A	m	میان
s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری	حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Sampel No.	Lab.No	X COORD	Y COORD	As(ppm)
1	A-Bs6	3954	37,13,46	45,20,13	1.00
2	A-Cs6	3956	37,16,28	45,20,13	1.60
3	A-Ds5	3959	37,19,10	45,16,51	1.20
4	A-Es5	3963	37,21,52	45,16,51	1.20
5	A-Es6	3964	37,21,52	45,20,13	1.50
6	A-Fs6	3967	37,24,34	45,20,13	1.60
7	A-Gm6	3969	37,27,16	45,20,13	1.50
Average					1.37

جدول (۹-۲) - نتایج اندازه گیری آرسنیک در ۷ نمونه انتخابی - فصل پاییز

میانه	m	Autumn	A
عمیق	d	سطحی	s

حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

اعداد طول نمونه برداری

شماره نمونه	شماره آزمایشگاه	پتاسیم (گرم در لیتر)
Salt G1	4174	1.29
Salt G2	4175	1.29
Salt G3	7176	1.17
Salt G4	4177	4.23
Salt G5	4178	2.49
Salt G6	4179	5.33

جدول ۱۰- تجزیه شیمیایی جهت اندازه گیری پتاسیم در نمونه از شورابه حوضچه های استحصال خورشیدی. (فصل پاییز)

۴-۱-۱- پتاسیم

نقشه شماره ۱۳-۱ تغییرات پتاسیم را در سطح به صورت نقشه پتانسیل نشان می دهد. مقدار پتاسیم از ۱/۳۹ تا ۱/۵۰ گرم در لیتر متغیر بوده و بیشترین تغییرات در جنوب دریاچه دیده می شود. عمق این منطقه آنومال نسبت به دیگر نواحی دریاچه کم می باشد بنابراین در فصل خشک تبخیر سطحی با افزایش غلظت همراه است.

نقشه شماره ۱۳-۲ مقادیر پتاسیم را در عمق بین ۰/۵ تا ۵ متری به صورت نقشه پتانسیل نشان می دهد. مقدار پتاسیم از ۱/۴۰ تا ۱/۵۳ گرم در لیتر متغیر است. بیشترین تغییرات مانند وضعیت سطحی در بخش جنوبی دریاچه دیده می شود. همچنین یک منطقه آنومال در حول ایستگاه Q2 مشاهده می گردد.

نقشه شماره ۱۳-۳ مقادیر عنصر پتاسیم در بستر دریاچه می باشد. تغییرات مقدار پتاسیم از ۱/۴۰ تا ۱/۴۵ گرم در لیتر است. منطقه آنومال حول نقطه T4 مشاهده می گردد. از آنجا که بخش جنوبی دریاچه کم عمق است و داده ها فقط مربوط به بخش شمالی است. از این نقشه تفسیر دقیقی

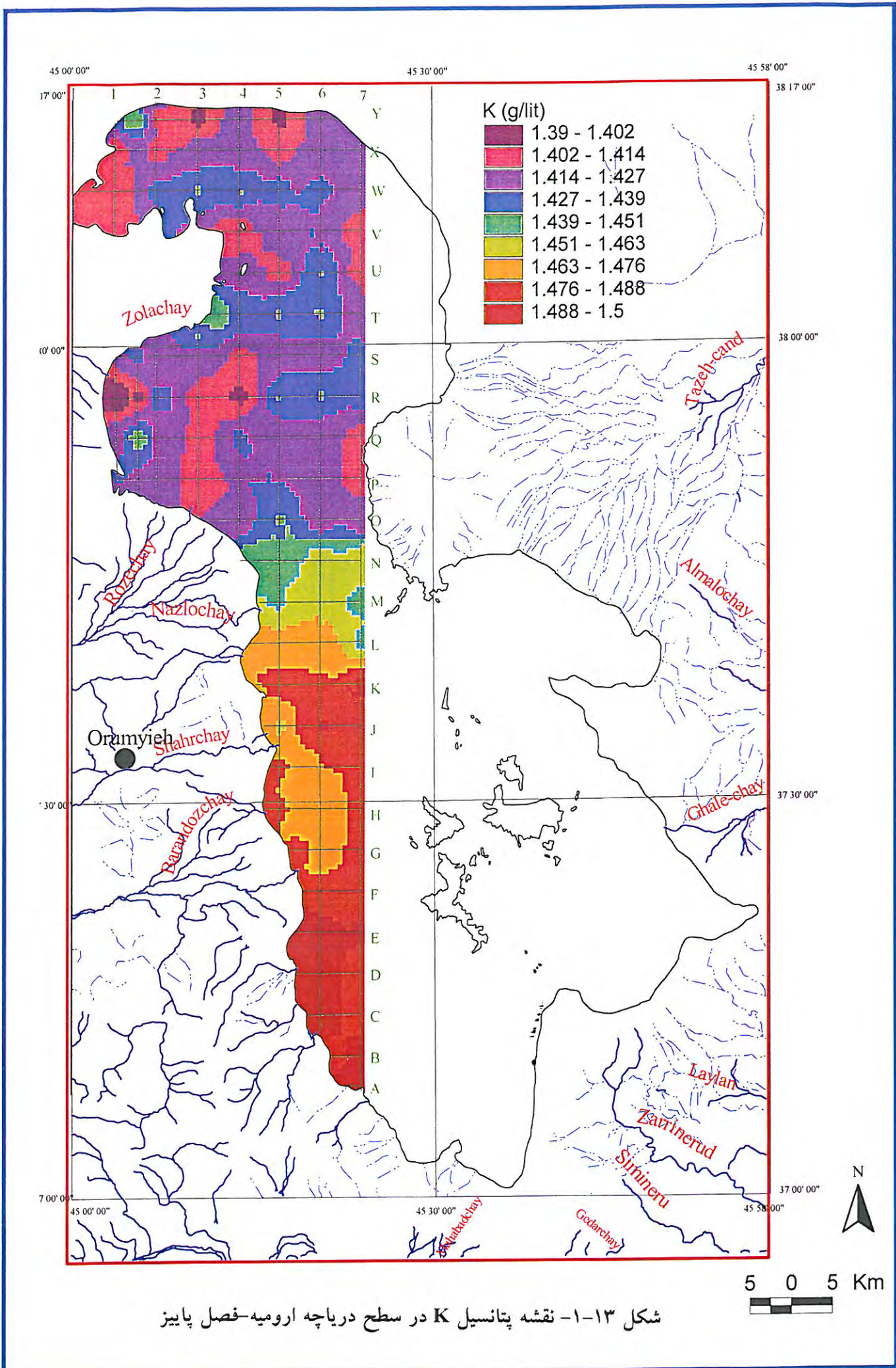
نمی توان انتظار داشت به طوریکه در نقشه های ۱۳-۱ و ۱۳-۲ ملاحظه می شود یک تغییر ناگهانی در مسیر جاده شهید کلانتری وجود دارد که درحقیقت دریاچه را به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم نموده و تغییرات مقدار پتاسیم را در دو بخش متفاوت می نماید.

مقایسه جدول ۷ و ۸ که از نمونه های مشابهی در دو مرحله آزمایش فصل پاییز صورت گرفته است نشان می دهد که متوسط مقدار پتاسیم اندازه گیری شده در آزمایش مرحله اول (جدول ۷) حدود ۳۰ درصد نسبت به آزمایش همان نمونه ها در مرحله دوم (جدول ۸) کمتر می باشد. علت اختلاف با آزمایشگاه نیز بررسی شد. مدیریت آزمایشگاه بر این عقیده است که به علت محلول بودن شورابه و رسوب در طول زمان به نحوی که اختلاط مجدد بعد از گذشت حدود ۳ ماه شورابه را به غلظت اولیه باز نمی گرداند ممکن است علت این اختلاف باشد. نظریه دیگر آزمایشگاه تبخیر احتمالی است که با توجه به نگهداری شورابه در ظروف سر بسته این احتمال متفی است از سوی دیگر هماهنگی آزمایش مرحله اول و سوم (مرحله سوم بلافاصله بعد از نمونه گیری آزمایش شده است) این باور را برای مشاور زنده می کند که نمونه شاهد آزمایشگاه در نوبت اول و دوم متفاوت می باشد. با توجه به این اختلاف مشاور به منظور حصول اطمینان از دقت آزمایش و تعیین دقت آزمایشگاه چهار نمونه مشابه با شماره های متفاوت در مرحله اول به آزمایشگاه ارسال کرد.

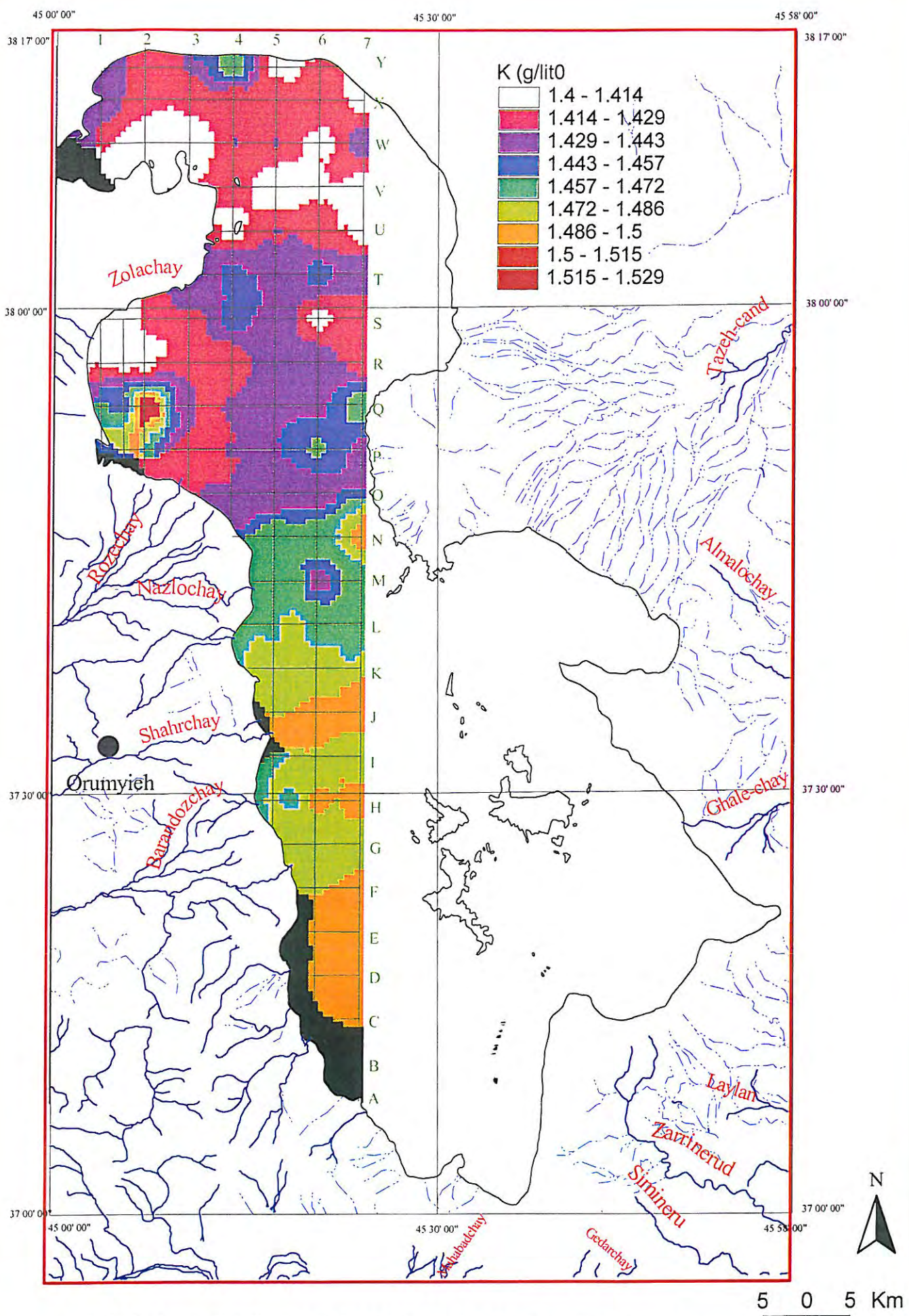
نتیجه آزمایشات به شرح زیر است :

درصد خطا	مقدار K	شماره اولیه	مقدار K	شماره تکراری
0.7%	1.43	Pm4	1.42	79AF10
2%	1.48	Cs7	1.45	79AF11
1%	1.43	V7	1.41	79AF12
0.6%	1.49	Ks7	1.48	79AF13

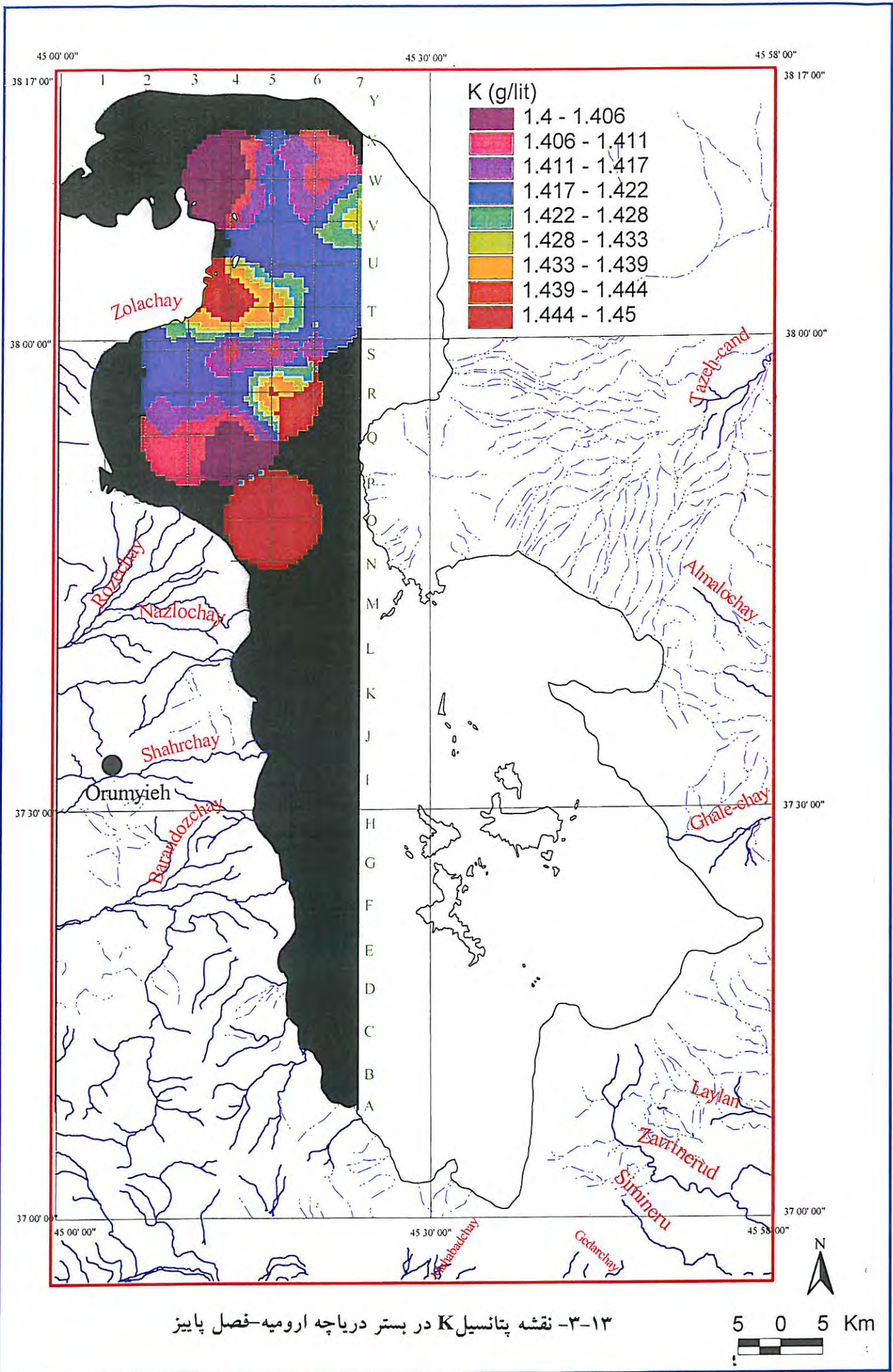
جدول ۱۱- میزان خطای آزمایشگاه در نمونه های کنترلی



شکل ۱۳-۱- نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه ارومیه-فصل پاییز



شکل ۱۳-۲- نقشه پتانسیل K در عمق ۰/۵ تا ۵ متر دریاچه ارومیه-فصل پاییز



K (g/lit)

1.4 - 1.406
1.406 - 1.411
1.411 - 1.417
1.417 - 1.422
1.422 - 1.428
1.428 - 1.433
1.433 - 1.439
1.439 - 1.444
1.444 - 1.45

۱۳-۳- نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه ارومیه- فصل پاییز

5 0 5 Km

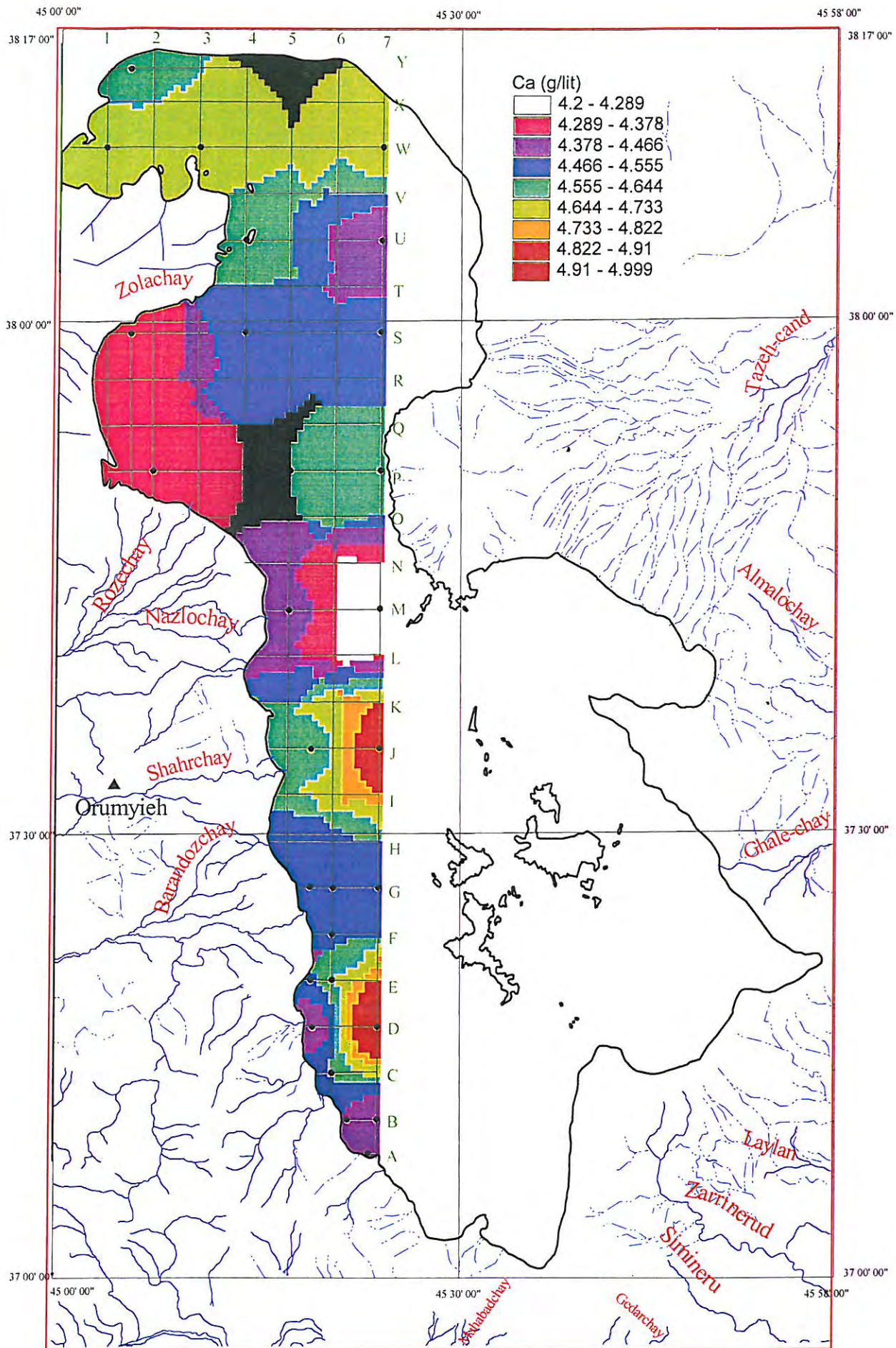
متوسط خطای آزمایشگاه معادل ۱٪ می باشد و لذا آزمایشات مندرج در جدول ۸ مورد اطمینان است.

۴-۱-۲- کلسیم

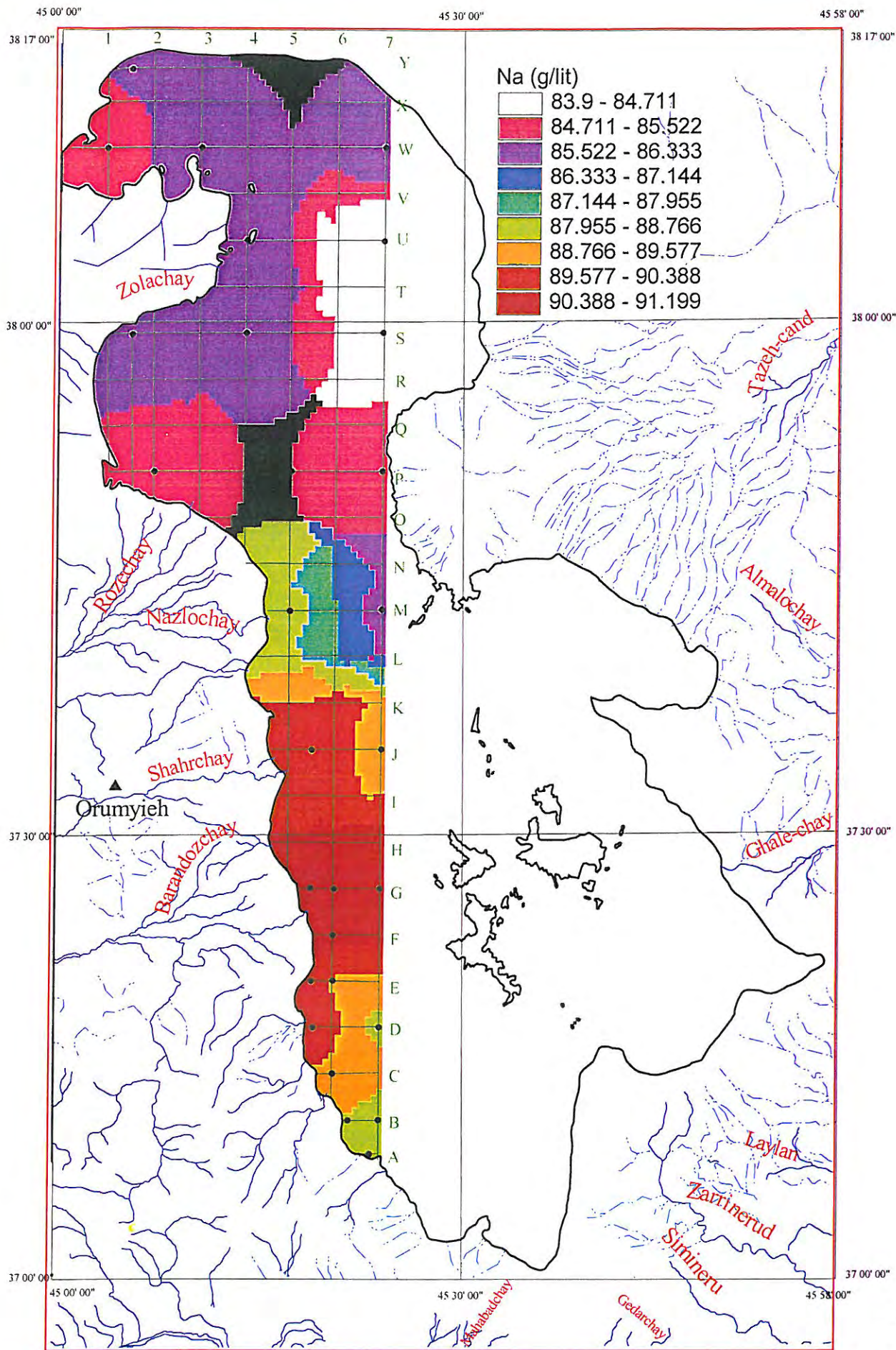
شکل شماره ۱۴ دامنه تغییرات عنصر کلسیم را از ۴/۲ تا ۵ گرم در لیتر نشان می دهد که بیشترین تغییرات در منطقه شمالی و همچنین حول نمونه های Ms5, Gs7 و Bs7 می باشد. سه بخشی شدن دریاچه از لحاظ عیار کلسیم بر روی نقشه یاد شده به وضوح مشخص می باشد اما جهت جدایش از جاده شهید کلانتری تبعیت نمی کند. احتمالاً کم شدن عرض دریاچه و متمرکز شدن جریانهای تبادلی بین جنوب و شمال دریاچه با رسوب بخشی از کلسیم در این محدوده و کاهش حلالیت املاح کلسیم همراه می باشد.

۴-۱-۳- سدیم

نقشه شماره ۱۵ پراکندگی سدیم را نشان می دهد در اینجا نیز مانند عناصر دیگر دریاچه به دو نیم شمالی و جنوبی و کاملاً متمایز تقسیم می شود. دامنه تغییرات سدیم ۸۴ تا ۹۱/۲ گرم در لیتر است. بیشترین تمرکز در بخش جنوبی دریاچه است که از ۸۷ گرم در لیتر آغاز می شود و تا ۹۱ گرم در لیتر افزایش می یابد. بخش شمالی دریاچه از تمرکز پایین تری برخوردار است بطوریکه غلظت سدیم تا ۸۴ گرم در لیتر نیز کاهش می یابد به عبارت دیگر همانگونه که در بحث پتاسیم مطرح گردید بخش جنوبی به علت عمق کم تحت تاثیر تبخیر سطحی است و به واسطه حجم کم آب در پایان فصل خشک غلظت افزایش می یابد اما بخش شمالی با عمق بیشتر و حجم آب زیادتر کمتر تحت تاثیر تبخیر سطحی قرار گرفته و لذا غلظت پایین تری را نشان می دهد.



شکل ۱۴- نقشه پتانسیل Ca در سطح دریاچه ارومیه- فصل پاییز



شکل ۱۵- نقشه پتانسیل Na در سطح دریاچه ارومیه- فصل پاییز

۴-۱-۴- منیزیم

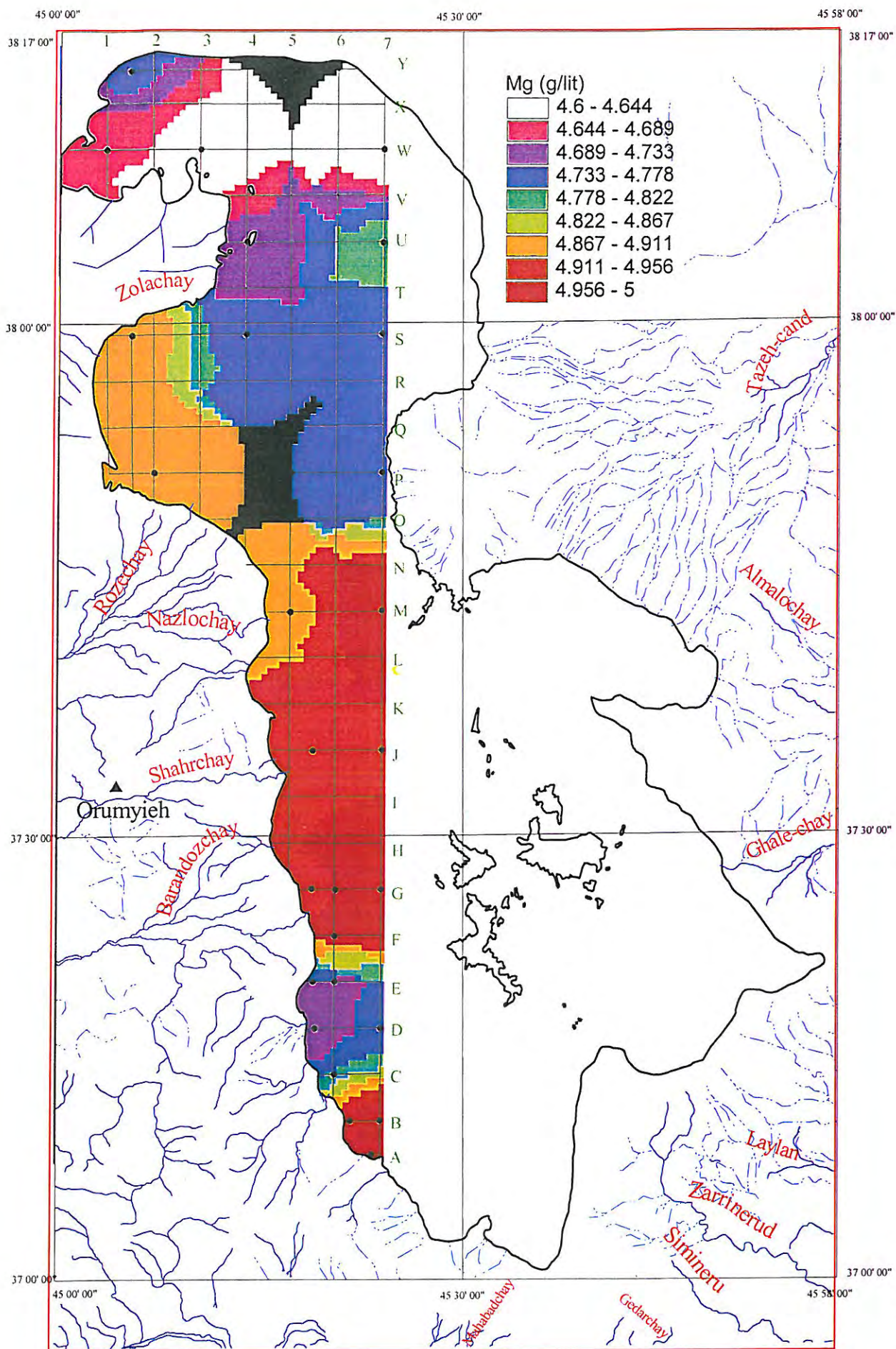
در نقشه شماره ۱۶ پراکندگی عنصر منیزیم ترسیم شده است. دامنه تغییرات از ۴/۶ تا ۵ گرم در لیتر می باشد. انتشار یون منیزیم نیز در بخش جنوبی دریاچه تمرکز بیشتری دارد. لازم به توضیح است که تهیه نقشه های هم پتانسیل برای ۵ عنصر به غیر از پتاسیم با یکدهم نمونه های آزمایش شده انجام شده است و لذا دقت نقشه های پتاسیم را ندارد. مقایسه نقشه کلسیم و منیزیم نشان می دهد که انتشار این دو عنصر نسبت به یکدیگر رابطه معکوس دارد .

۴-۱-۵- برم

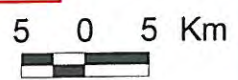
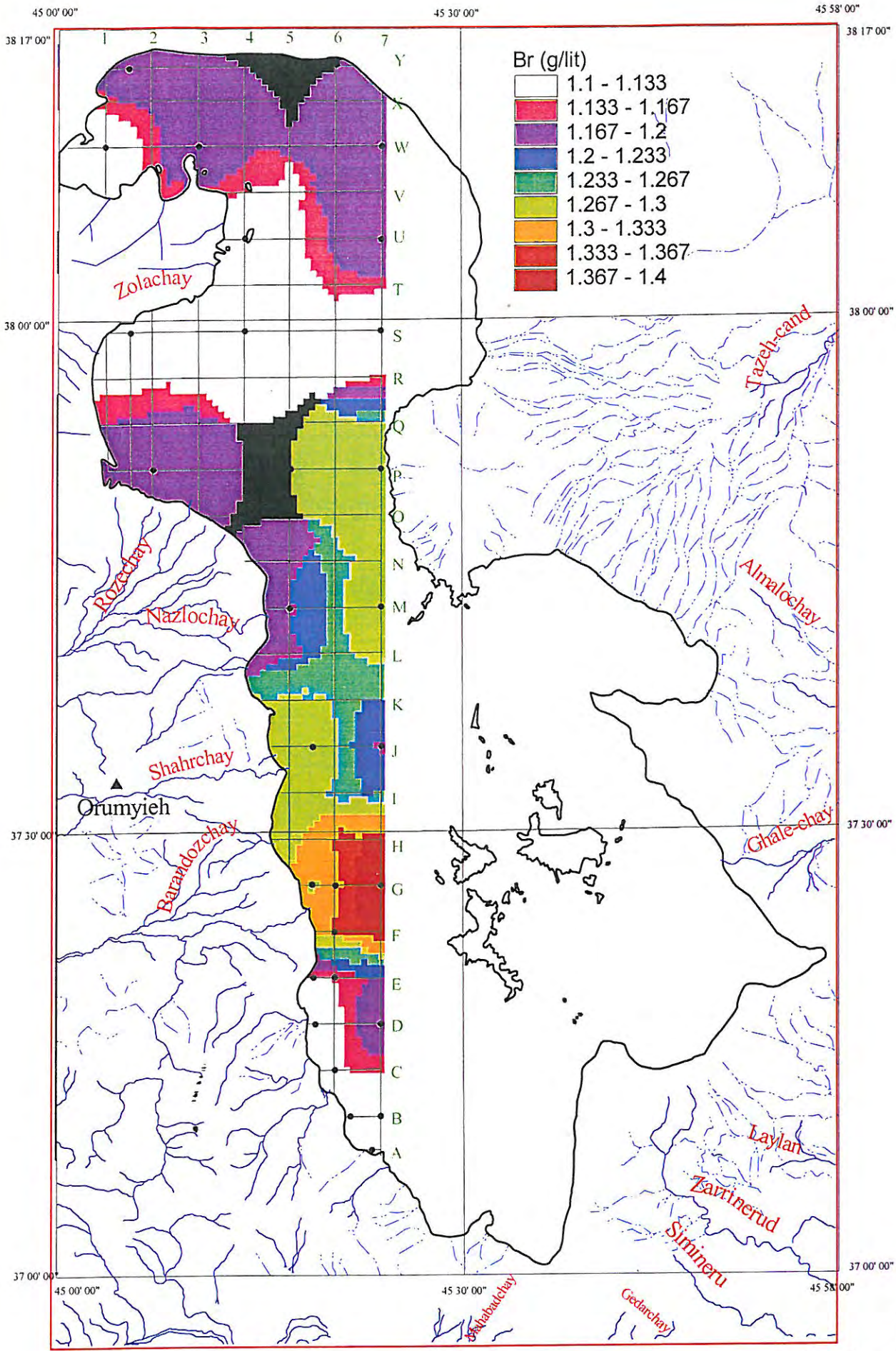
تغییرات عنصر برم در نقشه شماره ۱۷ تصویر شده است. دامنه تغییرات از ۱/۱ تا ۱/۴ قسمت در میلیون (ppm) می باشد. بخش شمالی دریاچه و جنوبی ترین قسمت دریاچه کمترین غلظت را دارند و حوالی ورودی رودخانه های باراندوز و شهرچای تمرکز بالاتری از برم مشاهده می گردد. که احتمالاً آب ورودی رودخانه های یاد شده دارای غلظت بالاتری از برم هستند.

۴-۱-۶- لیتیم

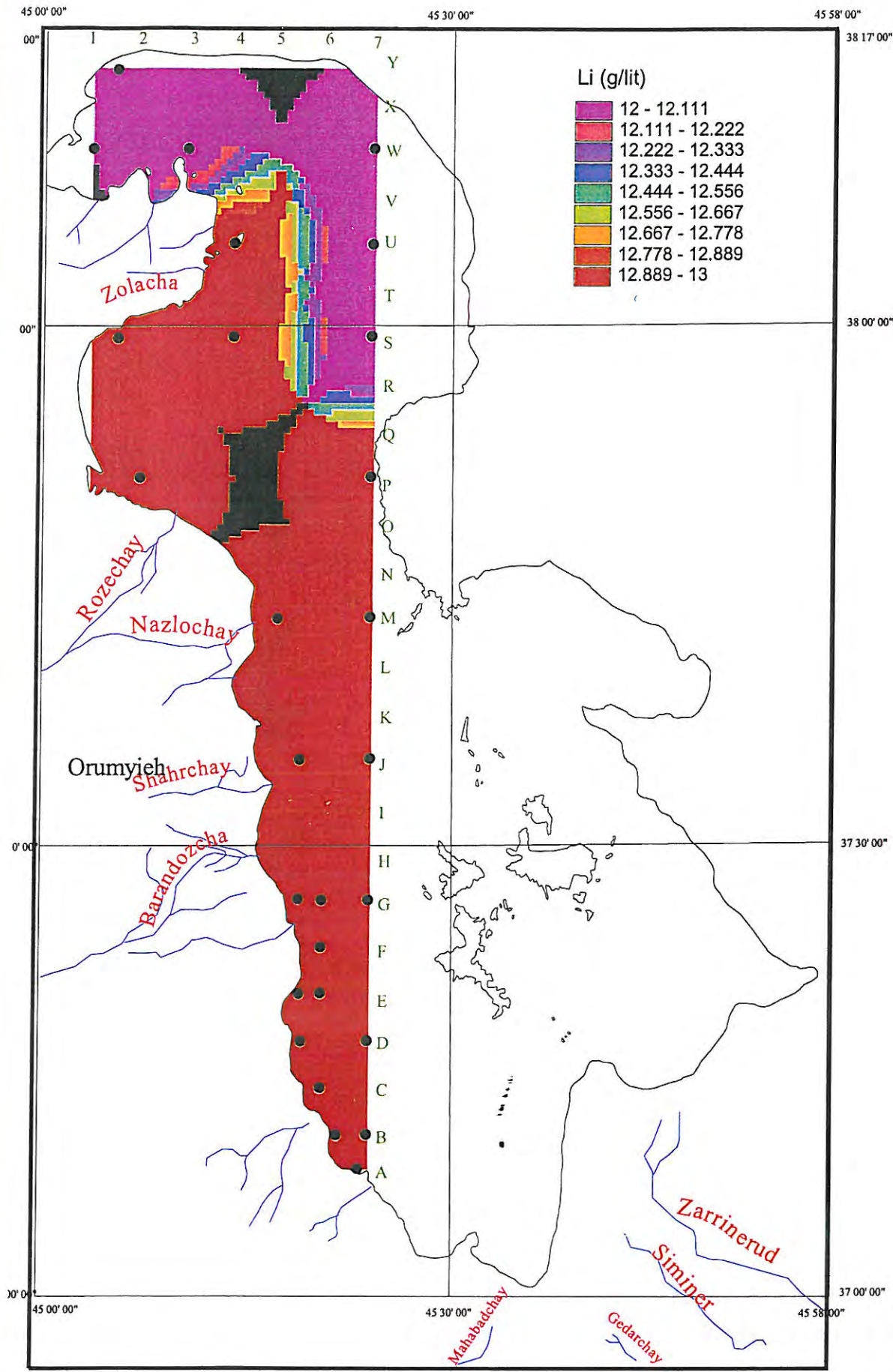
در نقشه شماره ۱۸ تغییرات لیتیم ترسیم شده است. دامنه تغییرات ناچیز است و از ۱۲ تا ۱۳ ppm در تغییر می باشد. با توجه به حساسیت اندازه گیری به روش (1ppm)Flame-photometry می توان گفت مقدار لیتیم در آب دریاچه ثابت و بدون تغییر می باشد.



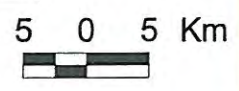
شکل ۱۶- نقشه پتانسیل Mg در سطح دریاچه ارومیه- فصل پاییز



شکل ۱۷- نقشه پتانسیل Br در سطح دریاچه ارومیه- فصل پاییز



شکل ۱۸- نقشه پتانسیل Li در سطح دریاچه ارومیه- فصل بهار



۴-۱-۷- ارسنیک

دربخش جنوبی ساحل غربی دریاچه حد فاصل پروفیل های B تا G شکل ۱ که درازای شمالی - جنوبی آن ۲۵ کیلومتر و از ساحل به سمت دریا تا فاصله ۷ کیلومتر، از سطح، میانه و کف دریاچه تعداد ۷ نمونه برداشت گردید. مقدار ارسنیک از ۱/۲ تا ۱/۶ قسمت در میلیون اندازه گیری شده است. انتشار ارسنیک در تمام سطوح آب و همه گستره نمونه برداری شده قابل توجه میباشد. که در مقایسه نتایج سه فصل توضیح بیشتری داده خواهد شد.

۴-۱-۸- پارامترهای آماری و ضرایب همبستگی

پارامترهای آماری نمونه‌ها در مرحله اول نیز محاسبه شده است. ضرایب همبستگی در جدول ۱۲ ارائه شده است و نشان می‌دهد که کلسیم و منیزیم دارای همبستگی منفی هستند اما از ضریب بالایی برخوردار نمی‌باشد. پتاسیم و منیزیم دارای همبستگی منفی است. پتاسیم و سدیم دارای همبستگی منفی و ضریب بالا برخوردار است. برم و پتاسیم همبستگی مثبت دارد.

همچنین ۱۰ نمونه که در مرحله اول آزمایشات ۱۵ پارامتر آن مورد سنجش قرار گرفت. در جدول ۱۳ به روش آماری تحلیل شده است. سدیم و کلر دارای ضریب همبستگی بالا و مثبت هستند که نشان دهنده وجود کلرور سدیم در بدنه اصلی شورابه است. پتاسیم با کلسیم و منیزیم همبستگی بالایی دارد همچنین کاتیون سولفات با عناصر منیزیم، کلسیم و پتاسیم از همبستگی خوبی برخوردار است.

Statistics

	Mg	Ca	K	Na	Br	Li	As
N	Valid	21	27	21	21	21	7
	Missing	7	7	7	7	7	21
Mean	4.81	4.55	1.94	87.01	1.19	12.71	1.37
Median	4.75	4.50	1.47	86.20	1.20	13.00	1.50
Std. Deviation	.137	.202	2.491	2.237	8.891E-02	.463	.236
Minimum	4.6	4.2	1.4	83.9	1.1	12.0	1.0
Maximum	5.0	5.0	14.4	91.2	1.4	13.0	1.6

Correlations

	Mg	Ca	K	Na	Br	Li
Mg	Pearson Correlation	1.000				
	Sig. (2-tailed)					
Ca	Pearson Correlation	-.464*	1.000			
	Sig. (2-tailed)	.034				
K	Pearson Correlation	-.346	.169	1.000		
	Sig. (2-tailed)	.124	.464			
Na	Pearson Correlation	.516*	.112	-.073	1.000	*
	Sig. (2-tailed)	.017	.629	.752		
Br	Pearson Correlation	.481*	-.054	.027	.430	1.000
	Sig. (2-tailed)	.027	.815	.906	.052	
Li	Pearson Correlation	.559**	-.153	-.349	.519*	.174
	Sig. (2-tailed)	.008	.508	.121	.016	.452

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول ۱۲- پارامترهای آماری و ضریب همبستگی متغیرها (۶ متغیر)

N	Valid		Mg	Ca	K	Na	K	Na	So4	Cl	Br	F	Li	B	Hco3	T.D.S	PH	Condc	Spg
	10	10																	
Mean	6.51	1.20	1.08	90.20	13.93	153.20	1.72	46.00	13.60	74.70	278.00	290.40	6.77	399.50	1.18				
Median	6.60	1.21	1.10	88.00	14.10	153.00	1.50	45.00	13.50	77.00	285.00	286.00	6.80	392.50	1.18				
Mode	6.60	1.20	1.09	87.00	14.10	153.00	1.50	45.00	13.00	78.00	285.00	283.00	6.80	390.00	1.18				
Std. Deviation	.3071	5.0E-02	5.5E-02	6.4429	.7775	1.7512	.5029	3.1623	.6992	7.0404	20.7096	14.3775	6.7E-02	18.3258	1.1E-02				
Minimum	5.70	1.06	.93	87.00	11.80	152.00	1.40	40.00	13.00	56.00	220.00	281.00	6.70	390.00	1.17				
Maximum	6.80	1.23	1.12	108.00	14.60	158.00	3.00	50.00	15.00	80.00	290.00	330.00	6.90	450.00	1.21				

Correlations

	Mg	Ca	K	Na	So4	Cl	Br	F	Li	B	Hco3	T.D.S	PH	Condc	Spg
Mg	Pearson Correlation 1.000 Sig. (1-tailed)														
Ca	.963 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	1.000													
K	.971 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	.988 1.000	1.000												
Na	-.827 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.894 1.000	-.885 1.000	1.000											
So4	.966 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	.984 1.000	.963 1.000	-.891 1.000	1.000										
Cl	-.872 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.899 1.000	-.904 1.000	-.951 1.000	-.903 1.000	1.000									
Br	-.721 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.811 1.000	-.827 1.000	-.935 1.000	-.772 1.000	.903 1.000	1.000								
F	.675 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	.693 1.000	.642 1.000	-.611 1.000	-.687 1.000	-.542 1.000	-.398 1.000	1.000							
Li	-.548 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.582 1.000	-.609 1.000	.784 1.000	-.609 1.000	.799 1.000	.784 1.000	-.050 1.000	1.000						
B	.885 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	.947 1.000	.905 1.000	-.863 1.000	.964 1.000	-.869 1.000	-.764 1.000	.639 1.000	-.569 1.000	1.000					
Hco3	.886 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	.949 1.000	.926 1.000	-.954 1.000	.943 1.000	-.953 1.000	-.876 1.000	.713 1.000	-.637 1.000	.944 1.000	1.000				
T.D.S	-.844 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.900 1.000	-.906 1.000	.980 1.000	-.878 1.000	.976 1.000	.948 1.000	-.572 1.000	.791 1.000	-.837 1.000	-.950 1.000	1.000			
PH	.042 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.726 1.000	-.721 1.000	.654 1.000	-.658 1.000	.620 1.000	.740 1.000	-.364 1.000	.424 1.000	-.676 1.000	-.684 1.000	.666 1.000	1.000		
Condc	-.858 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.905 1.000	-.919 1.000	.975 1.000	-.884 1.000	.973 1.000	.930 1.000	-.566 1.000	.806 1.000	-.832 1.000	-.940 1.000	.994 1.000	.660 1.000	1.000	
Spg	-.727 Pearson Correlation Sig. (1-tailed)	-.804 1.000	-.785 1.000	.934 1.000	-.822 1.000	.922 1.000	.822 1.000	-.597 1.000	.780 1.000	-.806 1.000	-.907 1.000	.918 1.000	.606 1.000	.924 1.000	1.000

جدول ۱۳- پارامترهای آماری و ضریب همبستگی متغیرها در ۱۵ متغیر نمونه های سطحی -

فصل پاییز- واحد اندازه گیری gr/l می باشد به جز F, Li, B, HCO3 که ppm می باشد.

۴-۱-۹- حوضچه های استحصال خورشیدی

استحصال نمک طعام از شورابه دریاچه ارومیه از دیرباز در سواحل دریاچه متداول بوده است. (عکس ۲) در حال حاضر چندین مرکز عمده استحصال نمک در سواحل استان آذربایجان غربی وجود دارد که تعدادی از آنها عبارتند از:

۱- روستای تبت در میانه ساحل غربی دریاچه.

۲- روستای قال قاجی در ساحل شمالی.

۳- بعد از روستای رشکان در ساحل جنوبی.

۴- روستای انگنه در ساحل تقریباً شمالی دریاچه

روستای تبت در جنوب شرقی شهرستان ارومیه و در فاصله حدود ۲۰ کیلومتری مرکز استان قرار دارد. حوضچه هایی با ابعاد ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر در کنار یکدیگر ساخته شده اند. آب دریاچه از طریق کانالهایی به حوضچه ها انتقال می یابد. ارتفاع آبیگری ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر می باشد و پس از تبخیر سطحی ابتدا کانیهای نامحلول (سخت محلول) مانند کربنات کلسیم و سولفات کلسیم رسوب می نماید و سپس بر روی آن نمک طعام رسوب می نماید عناصری مانند پتاسیم در آخرین فاز همراه با نمک طعام رسوب کرده و اصولاً روشی برای جداسازی آن پیش بینی نشده است. مختصات جغرافیایی حاشیه این حوضچه ها دارای طول ۳۷°، ۳۰'، ۵۵" و عرض ۴۱°، ۱۵'، ۴۵" می باشد. که نمونه های G1 تا G4 از این قسمت برداشت گردیده اند. دو نمونه G1 با ۱/۲۹ گرم در لیتر پتاسیم و G2 با مقدار ۱/۲۹ گرم در لیتر از حوضچه هایی نمونه برداری شده است که حدود ۸۵٪ آب خود را از دست داده است و دو نمونه G3 با ۱/۱۷ گرم در لیتر پتاسیم و G4 با مقدار ۰/۹۳ گرم در لیتر پتاسیم از حوضچه هایی برداشت شده است که حدود ۲۰ درصد آب آنها تبخیر شده است. مقایسه عیار پتاسیم در این نمونه ها با متوسط آب دریاچه ارومیه (۱/۴۴ گرم در لیتر) و متوسط محدوده

انتقال آب دریاچه به حوضچه‌ها (۱/۴۸ گرم در لیتر) نشان می‌دهد که تبخیر آب به روش غیر کنترل شده در فاز پایانی با افزایش عیار پتاسیم در شورابه همراه نبوده و در مراحل رسوبگذاری به عللی پتاسیم ته نشین شده است.

از معدن نمک آبی قال قاجی واقع در شمال دریاچه ارومیه نیز برداشت نمونه صورت گرفت. این معدن از طریق جاده ارومیه، سلماس و با طی ۶۸ کیلومتر جاده فرعی قابل دسترسی می‌باشد. حاشیه معدن دارای مختصات طول $38^{\circ}08'10''$ شمالی و عرض $45^{\circ}11'15''$ شرقی است. آب دریاچه به حوضچه‌ها منتقل می‌شود و پس از تبخیر آب نمک ته نشین شده به روش غیر مکانیزه برداشت و بسته بندی می‌گردد. در لحظه نمونه‌گیری حوضچه‌ها حدود ۹۰٪ آب خود را از دست داده‌اند و نمونه‌های G5 با ۴/۲۳ گرم در لیتر، G6 با ۲/۴۹ گرم در لیتر و G7 با ۵/۳۳ گرم در لیتر پتاسیم از حوضچه‌ها برداشت شد.

غلظت پتاسیم نسبت به آب دریا تا ۴ برابر افزایش یافته است. اما از آنجا که فرآیند تولید علمی نیست از این فرآیند نتیجه‌گیری مطلوبی بدست نمی‌آید زیرا نهایتاً پتاس تغلیظ شده همراه با فاز نهایی نمک طعام رسوب نموده و هنگام برداشت نمک به آن تداخل می‌کند از سوی دیگر در فرآیند تغلیظ به روش تبخیر خورشیدی انتظار می‌رود غلظت پتاسیم به چند درصد برسد.



عکس ۲- نمایی از استحصال نمک از شورابه دریاچه ارومیه (روستای تبت- پاییز ۷۹)

۴-۲- مرحله دوم نمونه گیری (فصل زمستان)

در این مرحله همانند مرحله اول از ۱۱۵ ایستگاه با مختصات قبلی نمونه برداری صورت گرفت. نمونه گیری در سه تراز سطحی، عمق ۵ متر و کف برداشت شد. در پردازش نقشه ها سه سطح ۰/۵-، ۵- و ۷/۵- متر ملاک ارزشیابی قرار گرفته است. ۲۱۶ نمونه گرفته شده از ایستگاههای مختلف همگی از لحاظ مقدار پتاسیم اندازه گیری شد (جدول ۱۴). تعداد ۲۲ نمونه نیز جهت اندازه گیری عناصر منیزیم، کلسیم، سدیم، برم و لیتیم مورد آزمایش قرار گرفت و همانند مرحله اول از ۷ نمونه اندازه گیری ارسنیک به عمل آمد. (جدول ۱۵)

۴-۲-۱- پتاسیم

متوسط مقدار پتاسیم در این مرحله ۱/۵۰ گرم در لیتر می باشد که نسبت به مرحله اول نمونه گیری (۱/۴۴ گرم در لیتر) غلظت پتاسیم ۴٪ افزایش یافته است. شکل ۱۵ نقشه هم تراز پتاسیم در سطح می باشد بطوریکه در این نقشه ملاحظه می شود دامنه تغییرات پتاسیم از ۱/۴۴ تا ۱/۶۲ گرم در لیتر می باشد. بخش جنوبی دریاچه از تمرکز بالاتری نسبت به بخش شمالی برخوردار است و نشان می دهد که افزایش عمق همراه با افزایش حجم آب در بخش شمالی غلظت پتاسیم را کاهش می دهد. در نقشه هم تراز جداشدگی بخش شمالی و جنوبی به وسیله سد پشته ای که جاده شهید کلاتری بر آن استوار است به وضوح دیده می شود. این سد پشته ای مانع جریانات چرخشی بین آبهای شمالی و جنوبی و نهایتاً تداخل و تعادل آنها می گردد. با وجودیکه نمونه برداری در آذرماه

انجام شده است اما کمبود میزان بارش پاییزه در منطقه باعث شده است تا غلظت بخش جنوبی حتی از مرحله اول بالاتر برود. نقشه ۱۹ با ایتروپولاسیون اعداد به روش Kriging تهیه شده است. مقایسه این نقشه با نقشه باتومتری تطابق مناسبی را از کاهش غلظت (آنومالی منفی) در مناطق عمیق نشان می دهد. شکل ۲۰-۱ نقشه پتانسیل نمونه های سطحی را برای پتاسیم نشان می دهد. همچنین در شکل ۲۰-۲ نقشه هم پتانسیل عنصر پتاسیم در عمق بین ۰/۵ تا ۵ متری تصویر شده است. در این نقشه همانند نقشه پتانسیل سطحی بخش جنوبی را آنومال تر نشان می دهد. نقشه پتانسیل در عمق ۷/۵ متری مانند مرحله اول به دلیل اینکه قسمت اعظم دریاچه را در بر نمی گیرد، زمینه مناسبی برای مقایسه فراهم نکرده است. (شکل ۲۰-۳)

۴-۲-۲- سایر عناصر

از آنجا که در پردازش داده ها در مرحله اول نمونه گیری تغییرات چشمگیری در عنصر لیتیم مشاهده نشد در این مرحله از چهار عنصر سدیم، کلسیم، منیزیم و برم نقشه هم پتانسیل تهیه گردید که در شکل ۲۱ تصویر و مقایسه شده است. منیزیم در بخش جنوبی تمرکز واضحی را نشان می دهد. دامنه تغییرات آن از ۵/۶ گرم در لیتر در بخش جنوبی تا ۳/۴ گرم در لیتر در بخش شمالی متغیر است. حداکثر تهی شدگی منیزیم در بخش شمالی دریاچه است. سدیم به خلاف منیزیم بیشترین تغییرات را در بخش شمالی دارد در حالیکه در بخش جنوبی تهی شدگی نشان می دهد. عنصر کلسیم زون بندی خاصی دارد و مناطق آنومال هم در بخش جنوبی و هم بخش شمالی دریاچه مشاهده می شود. برم پراکندگی نامنظم دارد و زون بندی خاصی در آن مشاهده نمی شود.

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept(m)	K (g/l)
1	171	W-As6	37,12,34	45,21,15	0.5	1.53
2	172	W-As7	37,11,04	45,23,35	0.5	1.53
3	173	W-Bs6	37,13,46	45,21,22	0.5	1.62
4	174	W-Bs7	37,13,46	45,23,35	0.5	1.52
5	175	W-Cs6	37,16,28	45,20,13	0.5	1.52
6	176	W-Cs7	37,16,28	45,23,35	0.5	1.54
7	178	W-Ds5	37,19,10	45,18,49	0.5	1.50
8	179	W-Ds6	37,19,10	45,20,13	0.5	1.51
9	180	W-Ds7	37,19,10	45,23,35	0.5	1.53
10	182	W-Es5	37,21,52	45,18,00	0.5	1.50
11	183	W-Es6	37,21,52	45,20,13	0.5	1.51
12	184	W-Es7	37,21,52	45,23,35	0.5	1.50
13	186	W-Fs6	37,24,34	45,20,13	0.5	1.63
14	187	W-Fs7	37,24,34	45,23,35	0.5	1.52
15	190	W-Gs5	37,27,16	45,18,09	0.5	1.55
16	191	W-Gs6	37,27,16	45,20,13	0.5	1.55
17	192	W-Gs7	37,27,16	45,23,35	0.5	1.55
18	196	W-Hs5	37,29,58	45,16,51	0.5	1.58
19	197	W-Hs5-1	37,29,58	45,18,32	0.5	1.55
20	198	W-Hs6	37,29,58	45,20,13	0.5	1.57
21	199	W-Hs7	37,29,58	45,23,35	0.5	1.57
22	203	W-Is5	37,32,40	45,16,51	0.5	1.53
23	204	W-Is5-1	37,32,40	45,18,32	0.5	1.53
24	205	W-Is6	37,32,40	45,20,13	0.5	1.53
25	206	W-Is7	37,32,40	45,23,35	0.5	1.54
26	210	W-Js4	37,35,22	45,13,06	0.5	1.50
27	211	W-Js5	37,35,22	45,16,51	0.5	1.51
28	212	W-Js5-1	37,35,22	45,18,32	0.5	1.53
29	213	W-Js6	37,35,22	45,20,13	0.5	1.52
30	214	W-Js7	37,35,22	45,23,35	0.5	1.53
31	217	W-Ks5	37,38,04	45,16,51	0.5	1.53
32	218	W-Ks5-1	37,38,04	45,18,32	0.5	1.51
33	219	W-Ks6	37,38,04	45,20,13	0.5	1.54
34	220	W-Ks7	37,38,04	45,23,35	0.5	1.51
35	224	W-Ls4	37,40,46	45,13,28	0.5	1.51
36	225	W-Ls5	37,40,46	45,16,51	0.5	1.53
37	226	W-Ls5-1	37,40,46	45,18,32	0.5	1.53
38	227	W-Ls6	37,40,46	45,20,13	0.5	1.51
39	228	W-Ls7	37,40,46	45,23,35	0.5	1.53
40	232	W-Ms5	37,43,28	45,16,51	0.5	1.50

جدول (۱۴-۱) نتایج آزمایشات فصل زمستان- عنصر پتاسیم - نمونه های سطحی- داده های خام

Winter	W	m	میانه
سطحی	s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری		حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept(m)	K (g/l)
41	233	W-Ms5-1	37,43,28	45,18,32	0.5	1.55
42	234	W-Ms6	37,43,28	45,20,13	0.5	1.51
43	235	W-Ms7	37,43,28	45,23,35	0.5	1.51
44	239	W-Ns4	37,46,10	45,14,58	0.5	1.48
45	240	W-Ns5	37,46,10	45,16,51	0.5	1.49
46	241	W-Ns6	37,46,10	45,20,13	0.5	1.50
47	242	W-Ns7	37,46,10	45,23,35	0.5	1.53
48	248	W-Os3-1	37,48,52	45,11,47	0.5	1.47
49	249	W-Os4	37,48,52	45,13,28	0.5	1.50
50	250	W-Os5	37,48,52	45,16,51	0.5	1.49
51	251	W-Os6	37,48,52	45,20,13	0.5	1.47
52	252	W-Os7	37,48,52	45,23,35	0.5	1.48
53	259	W-Ps1-1	37,51,34	45,05,03	0.5	1.48
54	260	W-Ps2	37,51,34	45,06,44	0.5	1.49
55	261	W-Ps3	37,51,34	45,10,06	0.5	1.48
56	262	W-Ps4	37,51,34	45,13,28	0.5	1.47
57	263	W-Ps5	37,51,34	45,16,51	0.5	1.46
58	264	W-Ps6	37,51,34	45,20,13	0.5	1.48
59	265	W-Ps7	37,51,34	45,23,35	0.5	1.45
60	276	W-Qs1	37,54,16	45,03,22	0.5	1.50
61	277	W-Qs1-1	37,54,16	45,05,03	0.5	1.48
62	278	W-Qs2	37,54,16	45,06,44	0.5	1.51
63	279	W-Qs3	37,54,16	45,10,06	0.5	1.50
64	280	W-Qs4	37,54,16	45,13,28	0.5	1.48
65	281	W-Qs5	37,54,16	45,16,51	0.5	1.48
66	282	W-Qs6	37,54,16	45,20,13	0.5	1.46
67	283	W-Qs7	37,54,16	45,23,35	0.5	1.46
68	295	W-Rs1	37,57,15	45,03,29	0.5	1.48
69	296	W-Rs1-1	37,56,58	45,05,03	0.5	1.46
70	297	W-Rs2	37,56,58	45,06,44	0.5	1.48
71	298	W-Rs3	37,56,58	45,10,06	0.5	1.48
72	299	W-Rs4	37,56,58	45,13,28	0.5	1.48
73	300	W-Rs5	37,56,58	45,16,51	0.5	1.46
74	301	W-Rs6	37,56,58	45,20,13	0.5	1.48
75	302	W-Rs7	37,56,58	45,23,35	0.5	1.45
76	312	W-Ss1-1	37,59,40	45,05,03	0.5	1.46
77	313	W-Ss2	37,59,40	45,06,44	0.5	1.53
78	314	W-Ss3	37,59,40	45,10,06	0.5	1.53
79	315	W-Ss4	37,59,40	45,13,28	0.5	1.53
80	316	W-Ss5	37,59,40	45,16,51	0.5	1.50

جدول (۱۴-۱) نتایج آزمایشات فصل زمستان - عنصر پتاسیم - نمونه های سطحی - داده های خام

Winter	W	m	میانه
سطحی	s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری		حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept(m)	K (g/l)
81	317	W-Ss6	37,59,40	45,20,13	0.5	1.53
82	318	W-Ss7	37,59,40	45,23,35	0.5	1.53
83	319	W-SsA	38,01,01	45,10,06	0.5	1.51
84	329	W-Ts3-1	38,02,22	45,11,47	0.5	1.48
85	330	W-Ts4	38,02,22	45,13,28	0.5	1.47
86	331	W-Ts5	38,02,22	45,16,51	0.5	1.45
87	332	W-Ts6	38,02,22	45,20,13	0.5	1.45
88	333	W-Ts7	38,02,22	45,23,35	0.5	1.46
89	340	W-Us4	38,05,04	45,13,28	0.5	1.47
90	341	W-Us5	38,05,04	45,16,51	0.5	1.47
91	342	W-Us6	38,05,04	45,20,13	0.5	1.48
92	343	W-Us7	38,05,04	45,23,35	0.5	1.47
93	350	W-Vs3	37,08,14	45,10,11	0.5	1.47
94	351	W-Vs4	38,07,46	45,13,28	0.5	1.47
95	352	W-Vs5	38,07,46	45,16,51	0.5	1.46
96	353	W-Vs6	38,07,46	45,20,13	0.5	1.48
97	354	W-Vs7	38,07,46	45,23,35	0.5	1.49
98	355	W-VsA	38,09,07	45,03,22	0.5	1.50
99	363	W-Ws1	38,10,28	45,03,22	0.5	1.49
100	364	W-Ws2	38,10,28	45,06,44	0.5	1.49
101	365	W-Ws3	38,10,28	45,10,06	0.5	1.50
102	366	W-Ws4	38,10,28	45,13,28	0.5	1.58
103	367	W-Ws5	38,10,28	45,16,51	0.5	1.49
104	368	W-Ws6	38,10,28	45,20,13	0.5	1.49
105	369	W-Ws7	38,10,28	45,23,35	0.5	1.49
106	374	W-Xs1-1	38,13,10	45,05,03	0.5	1.47
107	375	W-Xs2	38,13,10	45,06,44	0.5	1.47
108	376	W-Xs3	38,13,10	45,10,06	0.5	1.47
109	377	W-Xs4	38,13,10	45,13,28	0.5	1.46
110	378	W-Xs5	38,13,10	45,16,51	0.5	1.46
111	379	W-Xs6	38,13,10	45,20,13	0.5	1.46
112	380	W-Xs7	38,13,10	45,23,35	0.5	1.50
113	381	W-Ys1-1	38,14,31	45,05,03	0.5	1.47
114	382	W-Ys2	38,14,31	45,06,44	0.5	1.48
115	383	W-Ys3	38,14,31	45,10,06	0.5	1.47
116	384	W-Ys4	38,14,31	45,13,28	0.5	1.46
117	385	W-Ys5	38,14,31	45,16,51	0.5	1.45
118	386	W-Ys6	38,14,31	45,20,13	0.5	1.44

Average 1.50

جدول (۱۴-۱) نتایج آزمایشات فصل زمستان - عنصر پتاسیم - نمونه های سطحی - داده های خام

Winter	W	m	میانه
سطحی <td>s <td>d <td>عمیق</td> </td></td>	s <td>d <td>عمیق</td> </td>	d <td>عمیق</td>	عمیق
اعداد طول نمونه برداری		حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept(m)	K (g/l)
1	247	W-Qm5	37,48,52	45,16,51	5.0	1.49
2	273	W-Qm2	37,54,16	45,06,44	5.0	1.51
3	274	W-Qm3	37,54,16	45,10,06	5.0	1.49
4	275	W-Qm4	37,54,16	45,13,28	5.0	1.53
5	292	W-Rm3	37,56,58	45,10,06	5.0	1.46
6	293	W-Rm4	37,56,58	45,13,28	5.0	1.45
7	294	W-Rm5	37,56,58	45,16,51	5.0	1.47
8	310	W-Sm4	37,59,40	45,13,28	5.0	1.45
9	311	W-Sm5	37,59,40	45,16,51	5.0	1.48
10	325	W-Tm3-1	38,02,22	45,11,47	5.0	1.49
11	326	W-Tm4	38,02,22	45,13,28	5.0	1.47
12	327	W-Tm5	38,02,22	45,16,51	5.0	1.47
13	328	W-Tm6	38,02,22	45,20,13	5.0	1.48
14	338	W-Um5	38,05,04	45,16,51	5.0	1.51
15	339	W-Um6	38,05,04	45,20,13	5.0	1.49
16	348	W-Vm5	38,07,46	45,16,51	5.0	1.47
17	349	W-Vm6	38,07,46	45,20,13	5.0	1.49
18	362	W-Wm4	38,10,28	45,13,28	5.0	1.51

Average 1.48

جدول (۱۴-۲) نتایج آزمایشات فصل زمستان- عنصر پتاسیم - نمونه های متوسط- داده های خام

Winter	W	m	میانه
سطحی	s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری		حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept(m)	K (g/l)
1	177	W-Dd7	37,19,10	45,23,35	5.0	1.50
2	181	W-Ed7	37,21,52	45,23,35	5.0	1.50
3	185	W-Fd7	37,24,34	45,23,35	5.0	1.54
4	188	W-Gd6	37,27,16	45,20,13	5.0	1.53
5	189	W-Gd7	37,27,16	45,23,35	5.0	1.57
6	193	W-Hd5-1	37,29,58	45,18,32	5.0	1.53
7	194	W-Hd6	37,29,58	45,20,13	5.0	1.54
8	195	W-Hd7	37,29,58	45,23,35	5.0	1.55
9	200	W-Id5-1	37,32,40	45,18,32	5.0	1.53
10	201	W-Id6	37,32,40	45,20,13	5.0	1.54
11	202	W-Id7	37,32,40	45,23,35	5.0	1.54
12	207	W-Jd5-1	37,35,22	45,18,32	5.0	1.54
13	208	W-Jd6	37,35,22	45,20,13	5.0	1.53
14	209	W-Jd7	37,35,22	45,23,35	5.0	1.51
15	215	W-Kd6	37,38,04	45,20,13	5.0	1.53
16	216	W-Kd7	37,38,04	45,23,35	5.0	1.54
17	221	W-Ld5-1	37,40,46	45,18,32	5.0	1.52
18	222	W-Ld6	37,40,46	45,20,13	5.0	1.53
19	223	W-Ld7	37,40,46	45,23,35	5.0	1.52
20	229	W-Md5-1	37,43,28	45,18,32	5.0	1.56
21	230	W-Md6	37,43,28	45,20,13	5.0	1.54
22	231	W-Md7	37,43,28	45,23,35	5.0	1.54
23	236	W-Nd5	37,46,10	45,16,51	5.0	1.53
24	237	W-Nd6	37,46,10	45,20,13	5.0	1.53
25	238	W-Nd7	37,46,10	45,23,35	5.0	1.52
26	243	W-Od4	37,48,52	45,13,28	5.0	1.51
27	244	W-Od5	37,48,52	45,16,51	7.0	1.48
28	245	W-Od6	37,48,52	45,20,13	5.0	1.49
29	246	W-Od7	37,48,52	45,23,35	5.0	1.48
30	253	W-Pd2	37,51,34	45,06,44	5.0	1.46
31	254	W-Pd3	37,51,34	45,10,06	5.0	1.44
32	255	W-Pd4	37,51,34	45,13,28	5.0	1.48
33	256	W-Pd5	37,51,34	45,16,51	5.0	1.48
34	257	W-Pd6	37,51,34	45,20,13	5.0	1.48
35	258	W-Pd7	37,51,34	45,23,35	5.0	1.49
36	266	W-Qd1-1	37,54,16	45,05,03	5.0	1.51
37	267	W-Qd2	37,54,16	45,06,44	5.0	1.55
38	268	W-Qd3	37,54,16	45,10,06	7.0	1.53
39	269	W-Qd4	37,54,16	45,13,28	7.0	1.52
40	270	W-Qd5	37,54,16	45,16,51	5.0	1.50

جدول (۱۴-۳) نتایج آزمایشات فصل زمستان - عنصر پتاسیم - نمونه های عمیق - داده های خام

Winter	W	m	میانه
سطحی	s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری		حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept(m)	K (g/l)
41	271	W-Qd6	37,54,16	45,20,13	5.0	1.51
42	272	W-Qd7	37,54,16	45,23,35	5.0	1.53
43	284	W-Rd1	37,56,58	45,03,22	5.0	1.49
44	285	W-Rd1-1	37,56,58	45,05,03	5.0	1.47
45	286	W-Rd2	37,56,58	45,06,44	5.0	1.48
46	287	W-Rd3	37,56,58	45,10,06	5.0	1.48
47	288	W-Rd4	37,56,58	45,13,28	5.0	1.48
48	289	W-Rd5	37,56,58	45,16,51	5.0	1.48
49	290	W-Rd6	37,56,58	45,20,13	5.0	1.49
50	291	W-Rd7	37,56,58	45,23,35	5.0	1.45
51	303	W-Sd1-1	37,59,40	45,05,03	5.0	1.47
52	304	W-Sd2	37,59,40	45,06,44	5.0	1.47
53	305	W-Sd3	37,59,40	45,10,06	7.0	1.47
54	306	W-Sd4	37,59,40	45,13,28	7.0	1.52
55	307	W-Sd5	37,59,40	45,16,51	7.0	1.55
56	308	W-Sd6	37,59,40	45,20,13	5.0	1.53
57	309	W-SdA	38,01,01	45,10,06	5.0	1.54
58	320	W-Td3-1	38,02,22	45,11,47	7.0	1.51
59	321	W-Td4	38,02,22	45,13,28	7.0	1.54
60	322	W-Td5	38,02,22	45,16,51	7.0	1.49
61	323	W-Td6	38,02,22	45,20,13	7.0	1.49
62	324	W-Td7	38,02,22	45,23,35	5.0	1.51
63	334	W-Ud4	38,05,04	45,13,28	5.0	1.49
64	335	W-Ud5	38,05,04	45,16,51	7.0	1.50
65	336	W-Ud6	38,05,04	45,20,13	7.0	1.49
66	337	W-Ud7	38,05,04	45,23,35	7.0	1.50
67	344	W-Vd4	38,07,46	45,13,28	5.0	1.45
68	345	W-Vd5	38,07,46	45,16,51	7.0	1.46
69	346	W-Vd6	38,07,46	45,20,13	7.0	1.50
70	347	W-Vd7	38,07,46	45,23,35	7.0	1.48
71	356	W-Wd2	38,10,28	45,06,44	5.0	1.51
72	357	W-Wd3	38,10,28	45,10,06	5.0	1.51
73	358	W-Wd4	38,10,28	45,13,28	7.0	1.52
74	359	W-Wd5	38,10,28	45,16,51	7.0	1.51
75	360	W-Wd6	38,10,28	45,20,13	7.0	1.50
76	361	W-Wd7	38,10,28	45,23,35	5.0	1.51
77	370	W-Xd3	38,13,10	45,10,06	5.0	1.48
78	371	W-Xd4	38,13,10	45,13,28	5.0	1.49
79	372	W-Xd5	38,13,10	45,16,51	5.0	1.45
80	373	W-Xd6	38,13,10	45,20,13	5.0	1.42

Average 1.51

جدول (۱۴-۳) نتایج آزمایشات فصل زمستان- عنصر پتاسیم - نمونه های عمیق- داده های خام

میان	m	Winter	W
عمیق	d	سطحی	s
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری		اعداد طول نمونه برداری	

Row	Lab.No	Sampel No.	X COORD	Y COORD	Na(g/l)	Mg(g/l)	Ca(g/l)	Br(ppm)	Li(ppm)
1	171	W-As6	37,11,04	45,20,13	88.7	6.20	2.56	2.00	13.0
2	174	W-Bs7	37,13,46	45,23,35	87.5	6.20	2.56	1.60	13.0
3	178	W-Ds5	37,19,10	45,16,51	88.1	6.20	2.40	0.80	13.0
4	180	W-Ds7	37,19,10	45,16,51	87.5	6.20	2.60	1.40	13.0
5	190	W-Gs5	37,27,16	45,16,51	90.6	6.10	2.72	1.60	13.0
6	192	W-Gs7	37,27,16	45,16,51	88.7	6.20	2.60	1.50	14.0
7	207	W-J5-1	37,35,22	45,18,32	91.2	6.30	2.40	0.80	13.0
8	209	W-Jd7	37,35,22	45,16,51	90.0	6.20	2.60	1.60	13.0
9	232	W-Ms5	37,43,28	45,16,51	88.7	6.00	2.72	1.60	13.0
10	235	W-Ms7	37,43,28	45,16,51	90.6	5.95	2.88	0.80	13.0
11	260	W-Ps2	37,51,34	45,06,44	88.1	5.95	2.80	1.00	13.0
12	263	W-Ps5	37,51,34	45,16,51	90.0	5.95	2.88	1.40	13.0
13	265	W-Ps7	37,51,34	45,16,51	86.9	6.00	2.64	1.20	13.0
14	312	W-Ss1-1	37,59,40	45,05,03	87.5	6.00	2.64	1.00	12.0
15	315	W-Ss4	37,59,40	45,13,28	88.7	6.10	2.48	1.20	12.0
16	318	W-Ss7	37,59,40	45,16,51	88.1	6.10	2.48	1.00	12.0
17	340	W-Us4	38,05,04	45,13,28	88.1	6.10	2.56	1.00	12.0
18	343	W-Us7	38,05,04	45,16,51	90.6	6.20	2.32	1.00	12.0
19	363	W-Ws1	38,10,28	45,03,22	89.4	6.20	2.32	1.50	12.0
20	365	W-Ws3	38,10,28	45,10,06	89.4	6.00	2.64	1.50	12.0
21	369	W-Ws7	38,10,28	45,16,51	88.1	6.00	2.64	0.80	12.0
22	381	W-Ys1-1	38,14,31	45,05,03	90.0	5.80	3.04	1.50	12.0
23	386	W-Ys6	38,14,31	45,20,13	90.6	5.80	3.04	1.00	12.0
				Average	89.0	6.08	2.63	1.25	12.6

جدول (۱۵-۱) نتایج اندازه گیری عناصر سدیم، منیزیم، کلسیم، برم و لیتیم - فصل زمستان - داده های خام

Winter	W	m	میانه
سطحی	s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری		حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Sampel No.	Lab.No	X COORD	Y COORD	As(ppm)
2	Bs6	173	37,13,46	45,20,13	0.62
4	Cs6	175	37,16,28	45,20,13	0.50
7	Es5	182	37,21,52	45,16,51	0.66
8	Es6	183	37,21,52	45,20,13	1.01
9	Fs6	186	37,24,34	45,20,13	0.95
10	Gm6	188	37,27,16	45,20,13	0.39
5	Ds5	178	37,19,10	45,16,51	0.7
Average					0.69

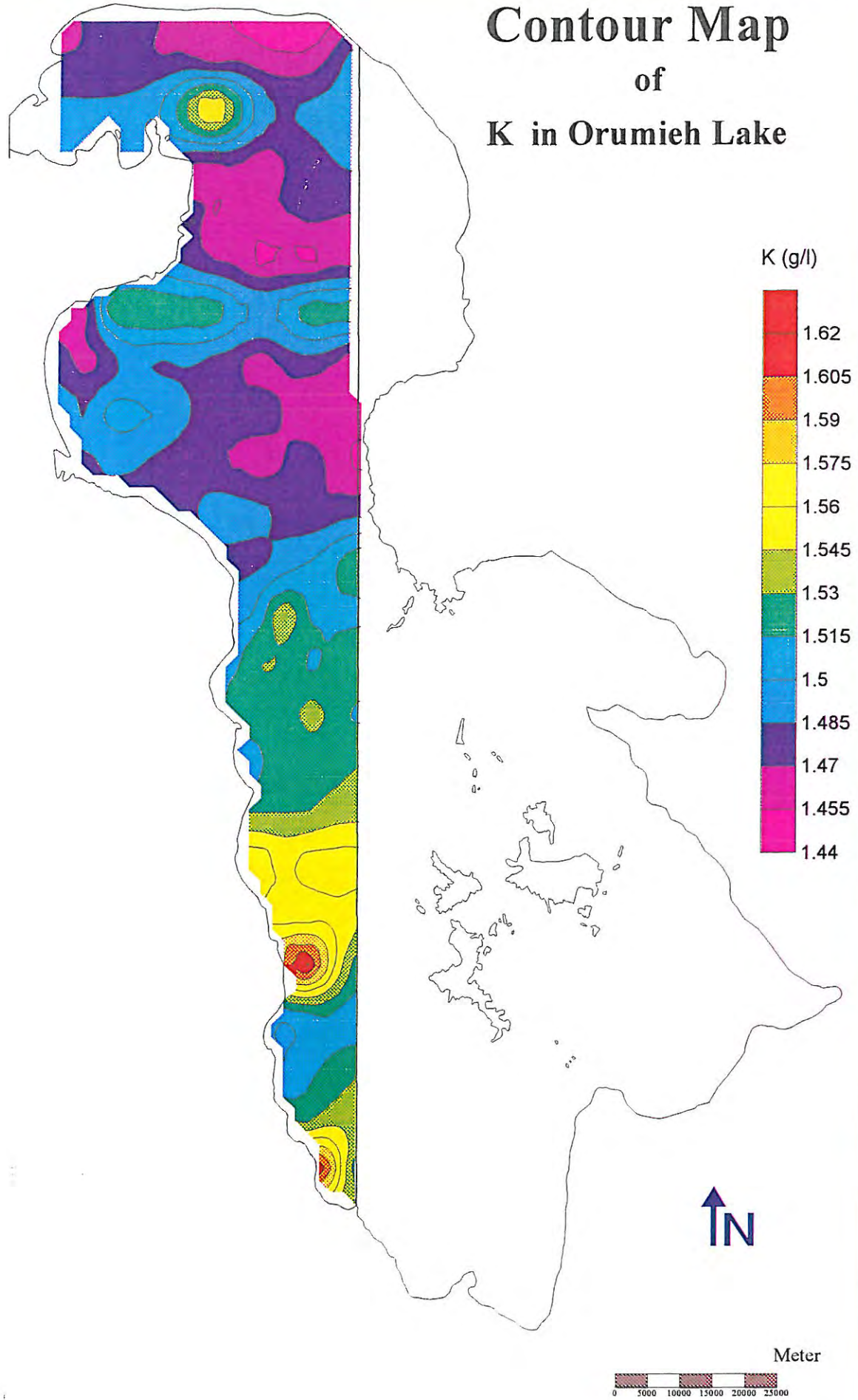
جدول (۱۵-۲) - نتایج اندازه گیری آرسنیک در ۷ نمونه انتخابی - فصل زمستان

میانہ	m	Winter	W
عمیق <td>d</td> <td>سطحی <td>s</td> </td>	d	سطحی <td>s</td>	s

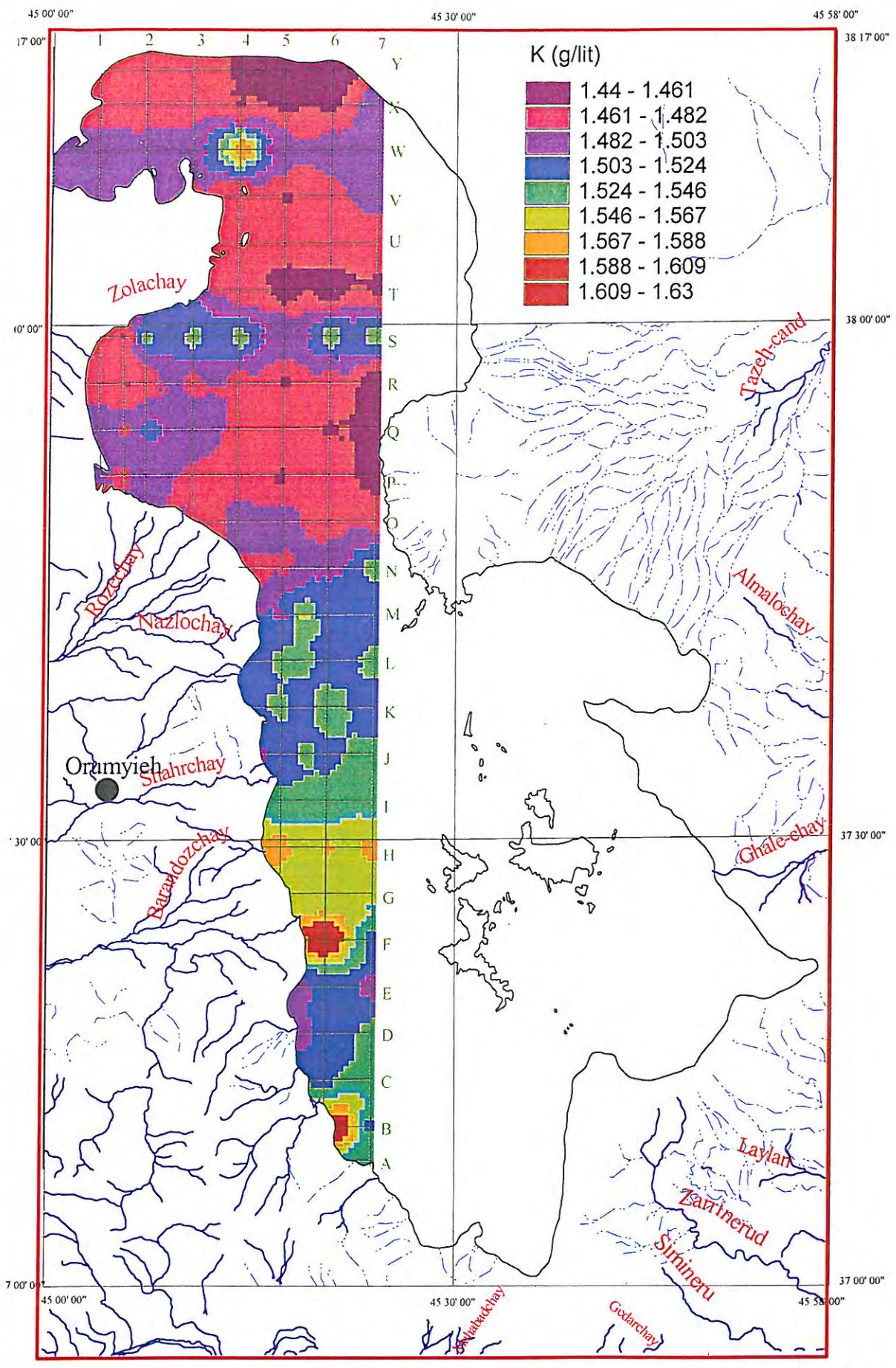
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

اعداد طول نمونه برداری

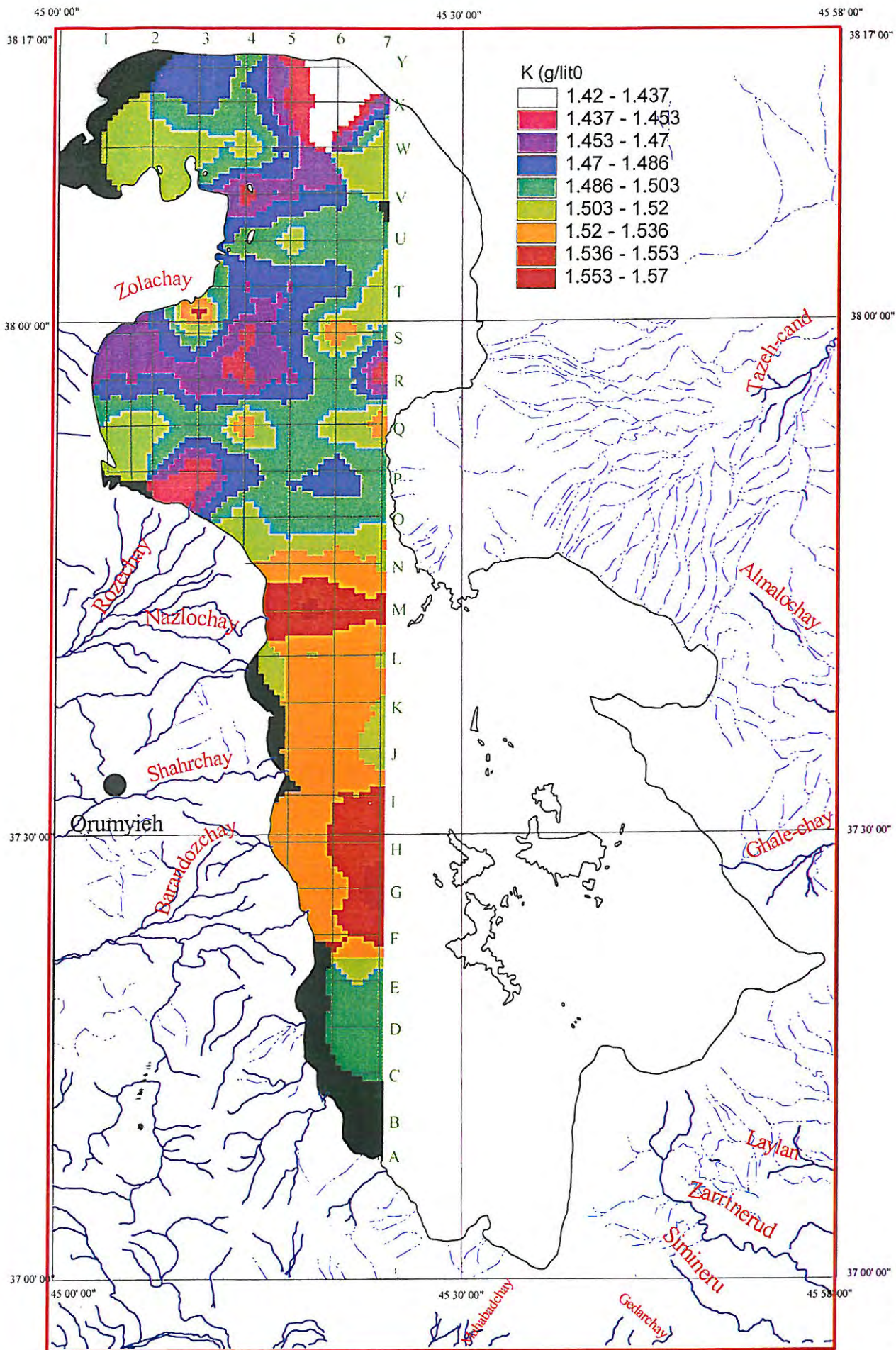
Contour Map of K in Orumieh Lake



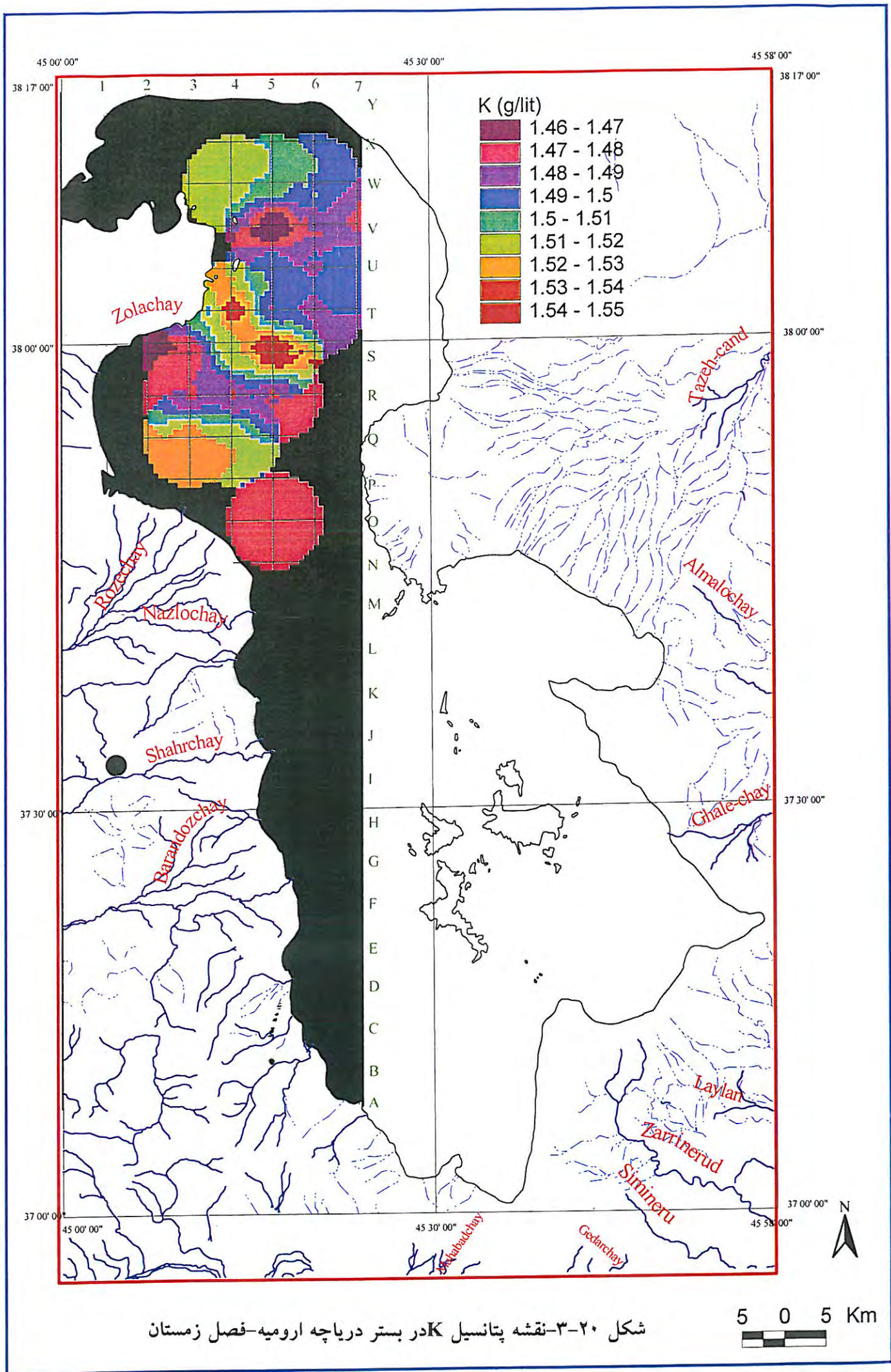
شکل ۱۹- نقشه هم تراز غیار K در سطح دریاچه- فصل زمستان



شکل ۲۰-۱- نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه ارومیه-فصل زمستان

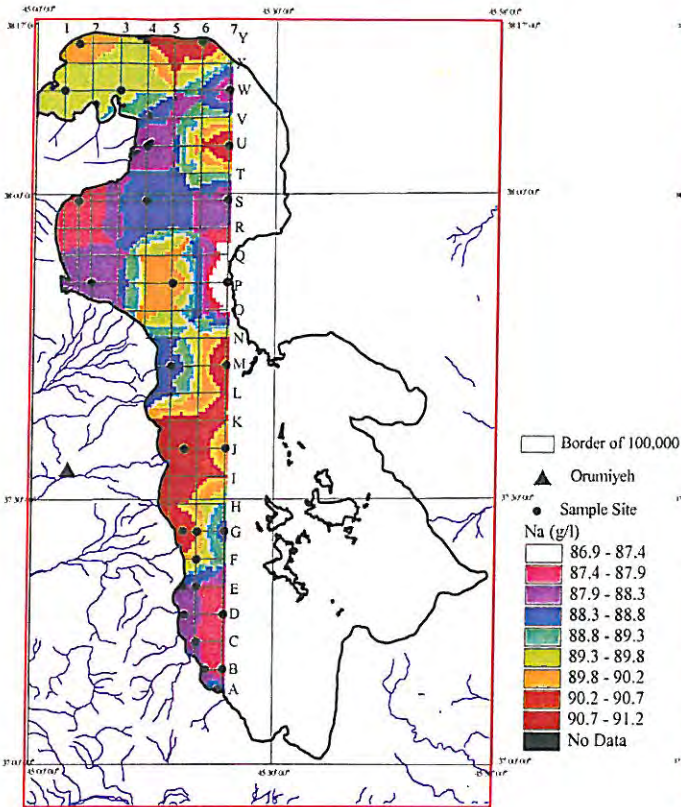


شکل ۲۰-۲- نقشه پتانسیل K در عمق ۰/۵ تا ۵ متر دریاچه ارومیه- فصل زمستان

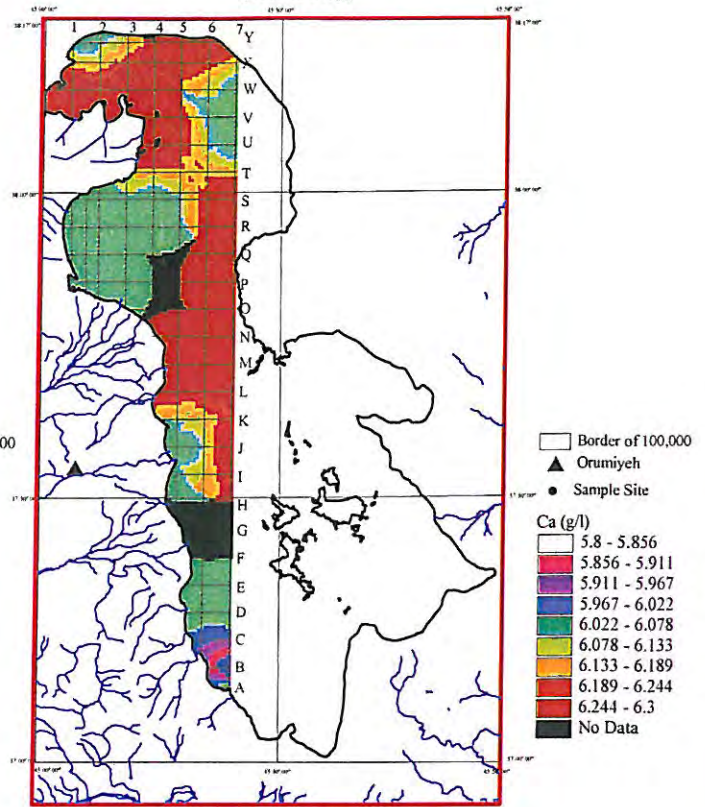


شکل ۲۰-۳ نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه ارومیه-فصل زمستان

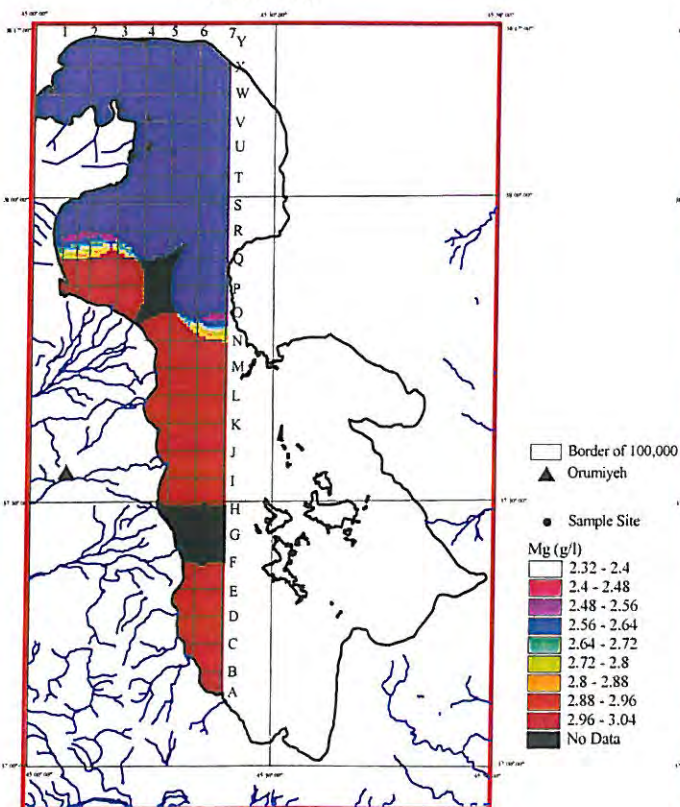
Potential Map of Na in Lake
(Second Step)



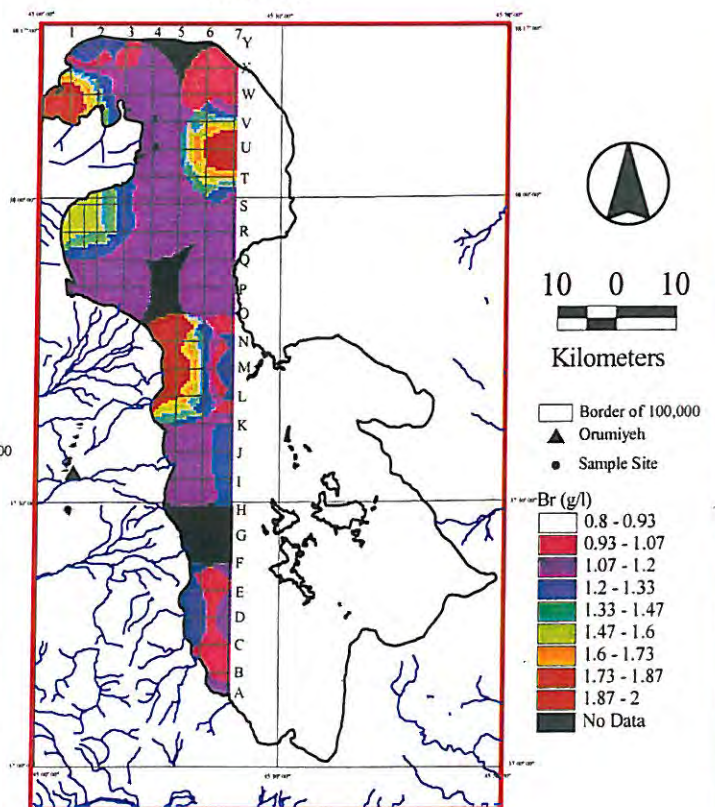
Potential Map of Ca in Lake
(Second Step)



Potential Map of Mg in Lake
(Second Step)



Potential Map of Br in Lake
(Second Step)



شکل ۲۱- نقشه پتانسیل عناصر سدیم، کلسیم، منیزیم و برم- فصل زمستان

۴-۳- مرحله سوم نمونه برداری (فصل بهار)

در مرحله سوم نمونه برداری که در فروردین ماه سال ۸۰ آغاز گردید ۱۹۳ نمونه برداشت گردید که در حین حمل و نقل ۵ نمونه از بین رفت و لذا ۱۸۶ نمونه به آزمایشگاه ارسال گردید. اندازه گیری مقدار پتاسیم بر روی همه نمونه ها انجام شد. (جدول ۱۶) بر روی ۲۳ نمونه، اندازه گیری عنصر منیزیم، کلسیم، سدیم، برم و لیتیم صورت گرفت (جدول ۱۷) و ۷ نمونه مورد اندازه گیری ارسنیک قرار گرفت.

۴-۳-۱- پتاسیم

نقشه تغییرات پتاسیم در سه سطح به صورت واریانس غلظت پتاسیم نمایش داده شده اند. در شکل ۱-۲۲ نقشه پتانسیل پتاسیم در سطح نمایش داده شده است. تغییرات پتاسیم بین ۱/۴۵ تا ۱/۵۴ گرم در لیتر است. بیشترین تغییرات در شمال و مرکز دریاچه وجود دارد. متوسط مقدار پتاسیم در این مرحله ۱/۵۰ گرم در لیتر می باشد که نسبت به مرحله اول نمونه برداری ۴ درصد افزایش داشته است ولی نسبت به مرحله دوم تغییری مشاهده نمی شود.

در شکل ۲-۲۲ نقشه پتانسیل عنصر پتاسیم تا عمق ۵ متر ترسیم شده است. مقدار پتاسیم بین ۱/۴۷ تا ۱/۵۵ گرم در لیتر متغیر می باشد. بیشترین تغییرات غلظت در بخش شمالی و مرکزی دریاچه مشاهده می گردد. قسمت کوچکی از جنوب دریاچه تغییرات غلظت بالایی دارد.

در شکل ۲۲-۳ نقشه پتانسیل کف دریاچه ترسیم شده است. تغییرات پتاسیم از ۱/۴۶ تا ۱/۵۳ گرم در لیتر است اما همانند دو مرحله قبل داده های مربوط به این عمق محدود به بخش شمالی می باشد.

۴-۳-۲- سایر عناصر

در شکل ۲۳ نقشه های پتانسیل چهار عنصر سدیم، کلسیم، منیزیم و برم ارائه شده است. تغییرات سدیم در این مرحله بین ۸۶/۹ تا ۹۱/۲ گرم در لیتر است و بیشترین تغییرات نزدیک سواحل جنوبی دریاچه مشاهده می شود. کمترین غلظت سدیم به سواحل جنوبی و غربی دریاچه مربوط می گردد و بخصوص تاثیر رودخانه ها که در فصل نمونه گیری پرآب بوده اند محسوس است.

تغییرات کلسیم بین ۵/۸ تا ۶/۳ گرم در لیتر است. بیشترین غلظت در بخش جنوبی و سواحل بخش غربی تا شمالی دیده می شود.

تغییرات منیزیم بین ۲/۳۲ تا ۳/۰۴ گرم در لیتر است. بالاترین مقادیر در شمال دریاچه بر روی پروفیل Y و مرکز دریاچه بر روی پروفیل Q دیده می شود.

برم دارای حد تغییرات ۰/۸ تا ۲ قسمت در میلیون می باشد. پراکندگی برم تابع مشخصی از موقعیت جغرافیایی دریاچه نیست بدین معنا که نمونه های با غلظت بالا هم در شمال و هم در جنوب دریاچه مشاهده می گردد. سطوح مختلف نمونه گیری نیز مرز مشخصی را در این تغییرات بدست نمی دهد.

عنصر لیتیم همچنان مانند دو مرحله قبل دارای توزیع یکنواختی است که حکایت از وجود یک جامعه همگن می نماید.

پتاسیم دارای ضریب همبستگی مثبت با منیزیم و همبستگی منفی با کلسیم می باشد.

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept (m)	K (g/l)
1	471	S-As6	37,12,34	45,21,15	0.5	1.48
2	472	S-As7	37,11,04	45,23,35	0.5	1.48
3	473	S-Bs6	37,13,46	45,21,22	0.5	1.50
4	474	S-Bs7	37,13,46	45,23,35	0.5	1.46
5	475	S-Cs6	37,16,28	45,20,13	0.5	1.48
6	476	S-Cs7	37,16,28	45,23,35	0.5	1.48
7	478	S-Ds5	37,19,10	45,18,49	0.5	1.46
8	479	S-Ds6	37,19,10	45,20,13	0.5	1.47
9	480	S-Ds7	37,19,10	45,23,35	0.5	1.48
10	483	S-Es5	37,21,52	45,18,00	0.5	1.49
11	484	S-Es6	37,21,52	45,20,13	0.5	1.50
12	485	S-Es7	37,21,52	45,23,35	0.5	1.50
13	487	S-Fs6	37,24,34	45,20,13	0.5	1.50
14	488	S-Fs7	37,24,34	45,23,35	0.5	1.53
15	491	S-Gs5-1	37,27,16	45,18,32	0.5	1.50
16	492	S-Gs6	37,27,16	45,20,13	0.5	1.53
17	493	S-Gs7	37,27,16	45,23,35	0.5	
18	497	S-Hs4	37,29,58	45,13,28	0.5	1.49
19	498	S-Hs5	37,29,58	45,16,51	0.5	1.48
20	499	S-Hs5-1	37,29,58	45,18,32	0.5	1.50
21	500	S-Hs6	37,29,58	45,20,13	0.5	1.50
22	501	S-Hs7	37,29,58	45,23,35	0.5	1.50
23	505	S-Is5	37,32,40	45,16,51	0.5	1.48
24	506	S-Is5-1	37,32,40	45,18,32	0.5	1.50
25	507	S-Is6	37,32,40	45,20,13	0.5	1.49
26	508	S-Is7	37,32,40	45,23,35	0.5	1.51
27	511	S-Js4	37,35,22	45,13,06	0.5	1.48
28	512	S-Js5	37,35,22	45,16,51	0.5	1.47
29	513	S-Js5-1	37,35,22	45,18,32	0.5	1.46
30	514	S-Js6	37,35,22	45,20,13	0.5	1.48
31	515	S-Js7	37,35,22	45,23,35	0.5	1.47
32	518	S-Ks5	37,38,04	45,16,51	0.5	1.51
33	519	S-Ks5-1	37,38,04	45,18,32	0.5	1.50
34	520	S-Ks6	37,38,04	45,20,13	0.5	1.52
35	521	S-Ks7	37,38,04	45,23,35	0.5	1.49
36	525	S-Ls4	37,40,46	45,13,28	0.5	1.48
37	526	S-Ls5	37,40,46	45,16,51	0.5	1.50
38	527	S-Ls5-1	37,40,46	45,18,32	0.5	1.48
39	528	S-Ls6	37,40,46	45,20,13	0.5	1.49
40	529	S-Ls7	37,40,46	45,23,35	0.5	1.48

جدول (۱۶- ۱) نتایج آزمایشات فصل بهار- عنصر پتاسیم - نمونه های سطحی- داده های خام

Spring	S
سطحی	s
عمیق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	میان
اعداد طول نمونه برداری	حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept (m)	K (g/l)
41	533	S-Ms5	37,43,28	45,16,51	0.5	1.52
42	534	S-Ms5-1	37,43,28	45,18,32	0.5	1.50
43	535	S-Ms6	37,43,28	45,20,13	0.5	1.54
44	536	S-Ms7	37,43,28	45,23,35	0.5	1.50
45	540	S-Ns4	37,46,10	45,14,58	0.5	1.51
46	541	S-Ns5	37,46,10	45,16,51	0.5	1.47
47	542	S-Ns6	37,46,10	45,20,13	0.5	1.50
48	543	S-Ns7	37,46,10	45,23,35	0.5	1.51
49	548	S-Os3-1	37,48,52	45,11,47	0.5	1.53
50	549	S-Os4	37,48,52	45,13,28	0.5	1.52
51	550	S-Os5	37,48,52	45,16,51	0.5	1.51
52	551	S-Os6	37,48,52	45,20,13	0.5	1.49
53	552	S-Os7	37,48,52	45,23,35	0.5	1.50
54	558	S-Ps1-1	37,51,34	45,05,03	0.5	1.51
55	559	S-Ps2	37,51,34	45,06,44	0.5	1.48
56	560	S-Ps3	37,51,34	45,10,06	0.5	1.50
57	561	S-Ps4	37,51,34	45,13,28	0.5	1.51
58	562	S-Ps6	37,51,34	45,20,13	0.5	1.49
59	563	S-Ps7	37,51,34	45,23,35	0.5	1.50
60	662A	S-Qs1	37,54,16	45,03,22	0.5	1.45
61	572	S-Qs3	37,54,16	45,10,06	0.5	1.51
62	573	S-Qs4	37,54,16	45,13,28	0.5	1.50
63	574	S-Qs5	37,54,16	45,16,51	0.5	1.51
64	575	S-Qs6	37,54,16	45,20,13	0.5	1.49
65	576	S-Qs7	37,54,16	45,23,35	0.5	1.50
66	585	S-Rs1	37,57,15	45,03,29	0.5	1.49
67	586	S-Rs2	37,56,58	45,06,44	0.5	1.51
68	587	S-Rs3	37,56,58	45,10,06	0.5	1.51
69	588	S-Rs4	37,56,58	45,13,28	0.5	1.50
70	589	S-Rs5	37,56,58	45,16,51	0.5	1.52
71	590	S-Rs6	37,56,58	45,20,13	0.5	1.51
72	591	S-Rs7	37,56,58	45,23,35	0.5	1.52
73	601	S-Ss1-1	37,59,40	45,05,03	0.5	1.50
74	602	S-Ss2	37,59,40	45,06,44	0.5	1.50
75	603	S-Ss3	37,59,40	45,10,06	0.5	1.49
76	604	S-Ss4	37,59,40	45,13,28	0.5	1.49
77	605	S-Ss5	37,59,40	45,16,51	0.5	1.49
78	606	S-Ss6	37,59,40	45,20,13	0.5	1.49
79	607	S-Ss7	37,59,40	45,23,35	0.5	1.50
80	608	S-SsA	38,01,01	45,10,06	0.5	1.51

جدول (۱۶-۱) نتایج آزمایشات فصل بهار- عنصر پتاسیم - نمونه های سطحی- داده های خام

Spring	S
سطحی	s
عمیق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	m
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	میانه
اعداد طول نمونه برداری	حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept (m)	K (g/l)
81	617	S-Ts3-1	38,02,22	45,11,47	0.5	1.48
82	618	S-Ts4	38,02,22	45,13,28	0.5	1.49
83	619	S-Ts5	38,02,22	45,16,51	0.5	1.48
84	620	S-Ts6	38,02,22	45,20,13	0.5	1.49
85	621	S-Ts7	38,02,22	45,23,35	0.5	1.47
86	627	S-Us4	38,05,04	45,13,28	0.5	1.47
87	628	S-Us5	38,05,04	45,16,51	0.5	1.47
88	629	S-Us6	38,05,04	45,20,13	0.5	1.48
89	630	S-Us7	38,05,04	45,23,35	0.5	1.47
90	634	S-Vs3	37,08,14	45,10,11	0.5	1.47
91	635	S-Vs4	38,07,46	45,13,28	0.5	1.48
92	636	S-Vs5	38,07,46	45,16,51	0.5	1.48
93	637	S-Vs7	38,07,46	45,23,35	0.5	1.47
94	638	S-VsA	38,09,07	45,03,22	0.5	
95	641	S-Ws1	38,10,28	45,03,22	0.5	1.51
96	642	S-Ws2	38,10,28	45,06,44	0.5	1.50
97	643	S-Ws3	38,10,28	45,10,06	0.5	1.54
98	644	S-Ws4	38,10,28	45,13,28	0.5	1.54
99	645	S-Ws5	38,10,28	45,16,51	0.5	
100	646	S-Ws6	38,10,28	45,20,13	0.5	1.53
101	647	S-Ws7	38,10,28	45,23,35	0.5	1.51
102	649	S-Xs1-1	38,13,10	45,05,03	0.5	1.52
103	650	S-Xs2	38,13,10	45,06,44	0.5	1.48
104	651	S-Xs3	38,13,10	45,10,06	0.5	1.49
105	652	S-Xs4	38,13,10	45,13,28	0.5	
106	653	S-Xs5	38,13,10	45,16,51	0.5	1.51
107	654	S-Xs6	38,13,10	45,20,13	0.5	1.54
108	655	S-Xs7	38,13,10	45,23,35	0.5	1.53
109	657	S-Ys1-1	38,14,31	45,05,03	0.5	1.50
110	658	S-Ys2	38,14,31	45,06,44	0.5	1.49
111	659	S-Ys3	38,14,31	45,10,06	0.5	1.53
112	660	S-Ys4	38,14,31	45,13,28	0.5	1.49
113	661	S-Ys5	38,14,31	45,16,51	0.5	1.51
114	662	S-Ys6	38,14,31	45,20,13	0.5	1.52
115	571	SQs2	37,54,16	45,06,44	0.5	1.53

Average 1.50

جدول (۱۶-۱) نتایج آزمایشات فصل بهار- عنصر پتاسیم - نمونه های سطحی- داده های خام

Spring	S
سطحی	s
عمیق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	میان
اعداد طول نمونه برداری	حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept (m)	K (g/l)
1	546	S-Om5	37,48,52	45,16,51	5.0	1.51
2	566	S-Qm3	37,54,16	45,10,06	5.0	1.53
3	567	S-Qm4	37,54,16	45,13,28	5.0	1.51
4	580	S-Rm3	37,56,58	45,10,06	5.0	1.52
5	596	S-Sm3	37,59,40	45,10,06	5.0	1.51
6	597	S-Sm4	37,59,40	45,13,28	5.0	1.51
7	598	S-Sm5	37,59,40	45,16,51	5.0	1.52
8	613	S-Tm3-1	38,02,22	45,11,47	5.0	1.49
9	614	S-Tm4	38,02,22	45,13,28	5.0	1.52
10	615	S-Tm5	38,02,22	45,16,51	5.0	1.48
11	616	S-Tm6	38,02,22	45,20,13	5.0	1.48
12	624	S-Um5	38,05,04	45,16,51	5.0	1.48
Average						1.51

جدول (۱۶-۲) نتایج آزمایشات فصل بهار- عنصر پتاسیم - نمونه های متوسط- داده های خام

Spring	S
سطحی	s
اعداد طول نمونه برداری	
میان	m
عمیق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept (m)	K (g/l)
1	477	S-Dd7	37,19,10	45,23,35	5.0	1.49
2	481	S-Ed6	37,21,52	45,20,13	5.0	
3	482	S-Ed7	37,21,52	45,23,35	5.0	1.48
4	486	S-Fd7	37,24,34	45,23,35	5.0	1.55
5	489	S-Gd6	37,27,16	45,20,13	5.0	1.51
6	490	S-Gd7	37,27,16	45,23,35	5.0	1.53
7	494	S-Hd5-1	37,29,58	45,18,32	5.0	1.51
8	495	S-Hd6	37,29,58	45,20,13	5.0	1.52
9	496	S-Hd7	37,29,58	45,23,35	5.0	1.50
10	502	S-Id5-1	37,32,40	45,18,32	5.0	1.50
11	503	S-Id6	37,32,40	45,20,13	5.0	1.50
12	504	S-Id7	37,32,40	45,23,35	5.0	1.49
13	509	S-Jd6	37,35,22	45,20,13	5.0	1.50
14	510	S-Jd7	37,35,22	45,23,35	5.0	1.50
15	516	S-Kd6	37,38,04	45,20,13	5.0	1.49
16	517	S-Kd7	37,38,04	45,23,35	5.0	1.53
17	522	S-Ld5-1	37,40,46	45,18,32	5.0	1.51
18	523	S-Ld6	37,40,46	45,20,13	5.0	1.49
19	524	S-Ld7	37,40,46	45,23,35	5.0	1.49
20	530	S-Md5-1	37,43,28	45,18,32	5.0	1.49
21	531	S-Md6	37,43,28	45,20,13	5.0	1.48
22	532	S-Md7	37,43,28	45,23,35	5.0	1.53
23	537	S-Nd5	37,46,10	45,16,51	5.0	1.51
24	538	S-Nd6	37,46,10	45,20,13	5.0	1.48
25	539	S-Nd7	37,46,10	45,23,35	5.0	1.48
26	545	S-Od4	37,48,52	45,13,28	5.0	1.51
27	544	S-Od5	37,48,52	45,16,51	7.0	1.53
28	547	S-Od6	37,48,52	45,20,13	5.0	1.49
29	553	S-Pd2	37,51,34	45,06,44	5.0	1.50
30	554	S-Pd3	37,51,34	45,10,06	5.0	1.50
31	555	S-Pd4	37,51,34	45,13,28	5.0	1.48
32	556	S-Pd6	37,51,34	45,20,13	5.0	1.49
33	557	S-Pd7	37,51,34	45,23,35	5.0	1.49
34	565	S-Qd2	37,54,16	45,06,44	5.0	1.49
35	564	S-Qd3	37,54,16	45,10,06	7.0	1.50
36	568	S-Qd5	37,54,16	45,16,51	5.0	1.51
37	596	S-Qd6	37,54,16	45,20,13	5.0	1.53
38	570	S-Qd7	37,54,16	45,23,35	5.0	1.49
39	578	S-Rd1	37,56,58	45,03,22	5.0	1.48
40	579	S-Rd2	37,56,58	45,06,44	5.0	1.51

جدول (۱۶-۳) نتایج آزمایشات فصل بهار- عنصر پتاسیم - نمونه های عمیق- داده های خام

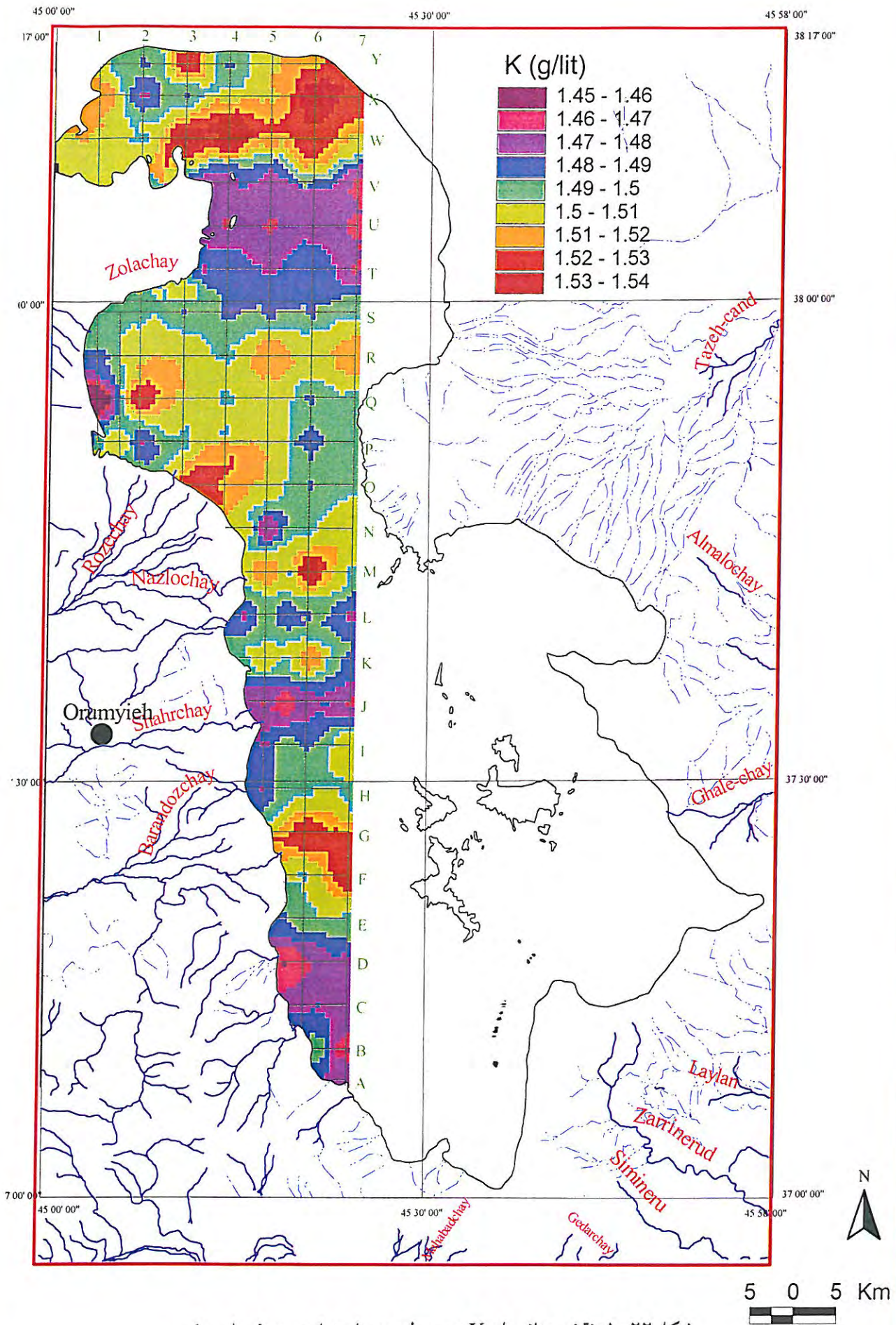
Spring	S
میانه	m
عمیق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	اعداد طول نمونه برداری

Row	Lab.No.	Sample No.	X_COORD	Y_COORD	Dept (m)	K (g/l)
41	577	S-Rd3	37,56,58	45,10,06	7.0	1.50
42	581	S-Rd4	37,56,58	45,13,28	5.0	1.49
43	582	S-Rd5	37,56,58	45,16,51	5.0	1.51
44	583	S-Rd6	37,56,58	45,20,13	5.0	1.50
45	584	S-Rd7	37,56,58	45,23,35	5.0	1.51
46	594	S-Sd1-1	37,59,40	45,05,03	5.0	1.53
47	595	S-Sd2	37,59,40	45,06,44	5.0	1.53
48	592	S-Sd4	37,59,40	45,13,28		1.51
49	593	S-Sd5	37,59,40	45,16,51	5.0	1.53
50	599	S-Sd6	37,59,40	45,20,13	5.0	1.51
51	600	S-SdA	38,01,01	45,10,06	5.0	1.53
52	609	S-Td3-1	38,02,22	45,11,47	7.0	1.48
53	610	S-Td4	38,02,22	45,13,28	7.0	1.49
54	611	S-Td5	38,02,22	45,16,51	7.0	1.46
55	612	S-Td6	38,02,22	45,20,13	7.0	1.46
56	623	S-Ud4	38,05,04	45,13,28	5.0	1.47
57	622	S-Ud5	38,05,04	45,16,51	7.0	1.48
58	625	S-Ud6	38,05,04	45,20,13	5.0	1.48
59	626	S-Ud7	38,05,04	45,23,35	5.0	1.48
60	631	S-Vd4	38,07,46	45,13,28	5.0	1.51
61	632	S-Vd5	38,07,46	45,16,51	5.0	1.50
62	633	S-Vd7	38,07,46	45,23,35	5.0	1.47
63	639	S-Wd4	38,10,28	45,13,28	5.0	1.53
64	640	S-Wd5	38,10,28	45,16,51	5.0	1.53
65	648	S-Xd1-1	38,13,10	45,05,03	5.0	1.51
66	656	S-Yd4	38,14,31	45,13,28	5.0	1.47

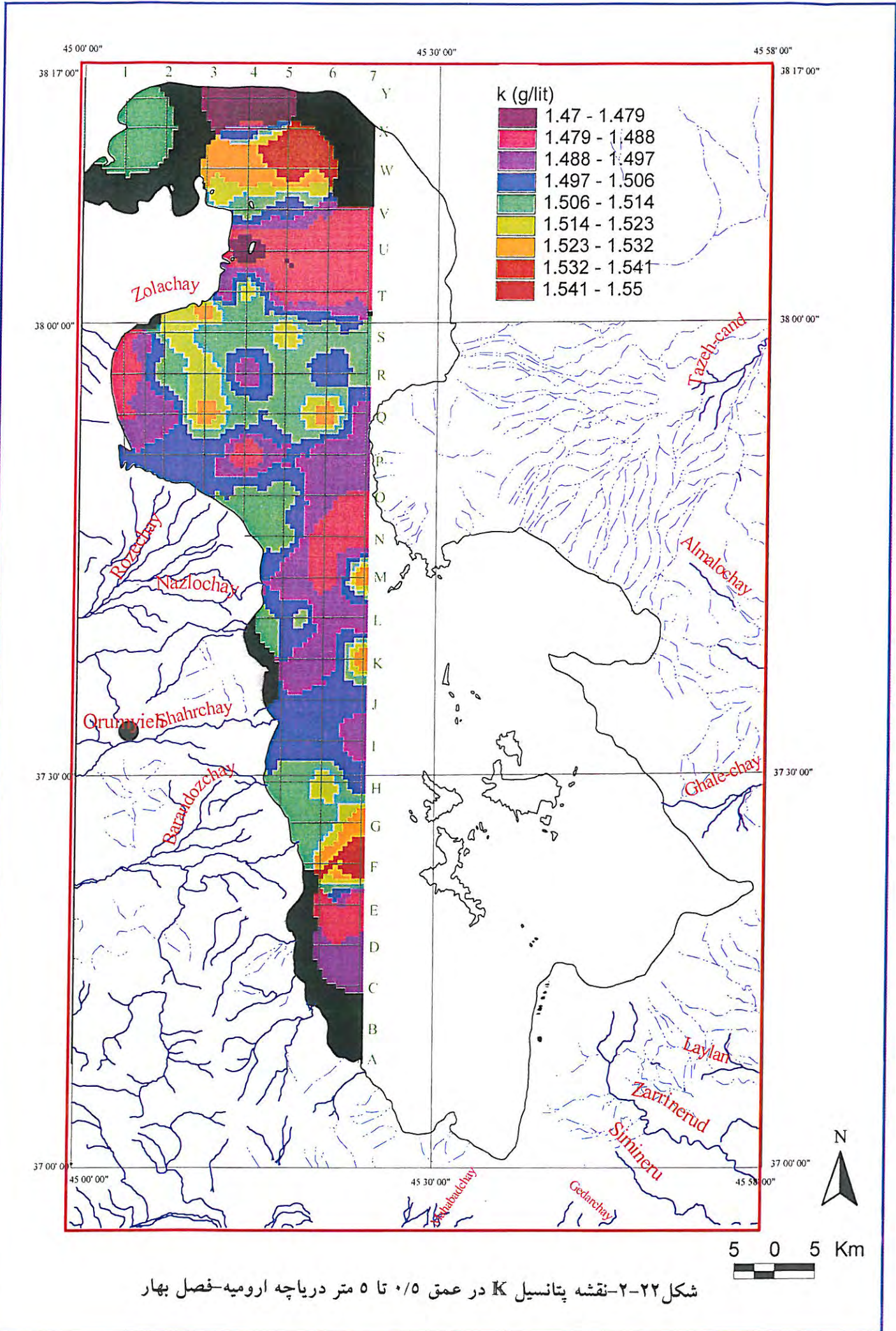
Average 1.50

جدول (۱۶-۳) نتایج آزمایشات فصل بهار- عنصر پتاسیم - نمونه های عمیق- داده های خام

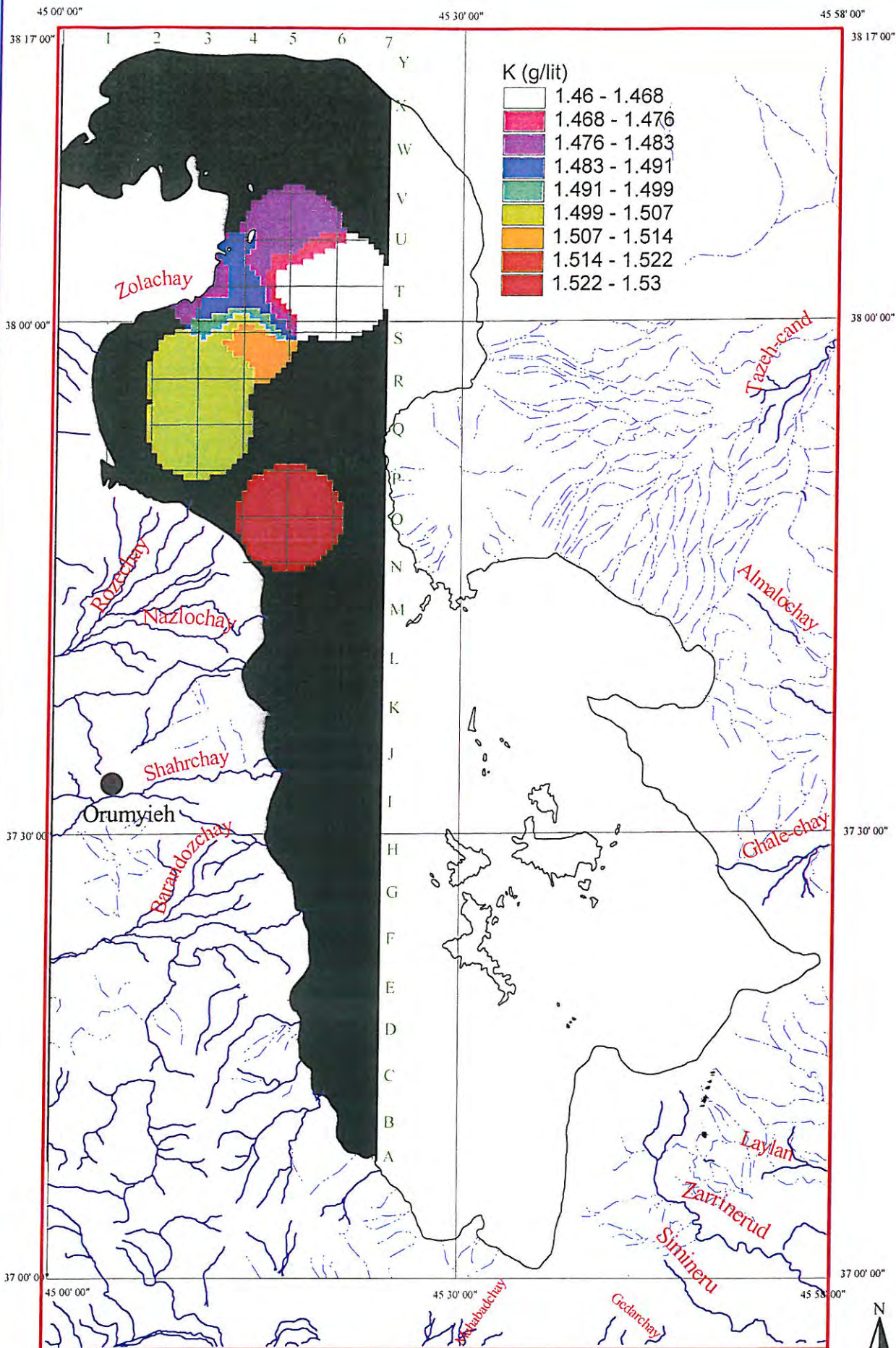
Spring	S
سطحي	s
عميق	d
حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری	حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری



شکل ۲۲-۱- نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه ارومیه- فصل بهار



شکل ۲۲-۲- نقشه پتانسیل K در عمق ۰/۵ تا ۵ متر دریاچه ارومیه- فصل بهار



شکل ۲۲-۳- نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه ارومیه- فصل بهار

5 0 5 Km

Row	Lab.No	Sampel No.	X COORD	Y COORD	Na(g/l)	Mg(g/l)	Ca(g/l)	Br(ppm)	Li(ppm)
1	471	S-As6	37,11,04	45,20,13	82.5	5.60	3.40	1.00	14.0
2	474	S-Bs7	37,13,46	45,23,35	83.1	5.60	3.30	0.80	14.0
3	478	S-Ds5	37,19,10	45,16,51	82.5	5.50	3.40	0.50	14.0
4	480	S-Ds7	37,19,10	45,16,51	82.5	5.60	3.40	1.00	15.0
5	491	S-Gs5-1	37,27,16	45,18,32	82.3	5.50	3.40	0.80	15.0
6	492	S-Gs7	37,27,16	45,16,51	82.5	5.60	3.40	0.70	14.0
7	513	S-Js5-1	37,35,22	45,18,32	83.1	5.60	3.40	0.90	15.0
8	515	S-Js7	37,35,22	45,16,51	84.4	5.50	3.50	1.20	15.0
9	533	S-Ms5	37,43,28	45,16,51	86.9	5.50	3.50	2.00	14.0
10	536	S-Ms7	37,43,28	45,16,51	84.4	5.50	3.50	0.50	14.0
11	559	S-Ps2	37,51,34	45,06,44	86.2	5.60	3.40	1.00	14.0
12	561	S-Ps4	37,51,34	45,13,28	83.1	5.60	3.50	1.00	15.0
13	563	S-Ps7	37,51,34	45,16,51	84.4	5.50	3.40	1.00	15.0
14	601	S-Ss1-1	37,59,40	45,05,03	82.5	5.60	3.40	1.50	15.0
15	604	S-Ss4	37,59,40	45,13,28	83.1	5.50	3.50	1.00	15.0
16	607	S-Ss7	37,59,40	45,16,51	83.7	5.50	3.50	1.00	16.0
17	627	S-Us4	38,05,04	45,13,28	83.1	5.50	3.50	1.00	15.0
18	630	S-Us7	38,05,04	45,16,51	81.9	5.50	3.40	2.20	15.0
19	641	S-Ws1	38,10,28	45,03,22	81.9	5.60	3.50	2.00	15.0
20	643	S-Ws3	38,10,28	45,10,06	82.5	5.60	3.50	1.00	15.0
21	647	S-Ws7	38,10,28	45,16,51	83.7	5.50	3.40	0.80	15.0
22	657	S-Ys1-1	38,14,31	45,05,03	85.6	5.50	3.40	0.50	14.0
23	662	S-Ys6	38,14,31	45,20,13	86.2	5.60	3.50	1.00	15.0
				Average	83.57	5.55	3.44	1.06	14.7

جدول (۱۷-۱) نتایج اندازه گیری عناصر سدیم، منیزیم، کلسیم، برم و لیتیم فصل بهار- داده های خام

Spring	S	m	میانه
سطحی	s	d	عمیق
اعداد طول نمونه برداری			حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

Row	Lab.No	Sampel No.	X COORD	Y COORD	As(ppm)
2	473	S-Bs6	37,13,46	45,20,13	0.30
4	475	S-Cs6	37,16,28	45,20,13	0.28
7	483	S-Es5	37,21,52	45,16,51	0.28
8	484	S-Es6	37,21,52	45,20,13	0.30
9	487	S-Fs6	37,24,34	45,20,13	0.25
10	489	S-Gm6	37,27,16	45,20,13	0.28
5	478	S-Ds5	37,19,10	45,16,51	0.25
Average					0.28

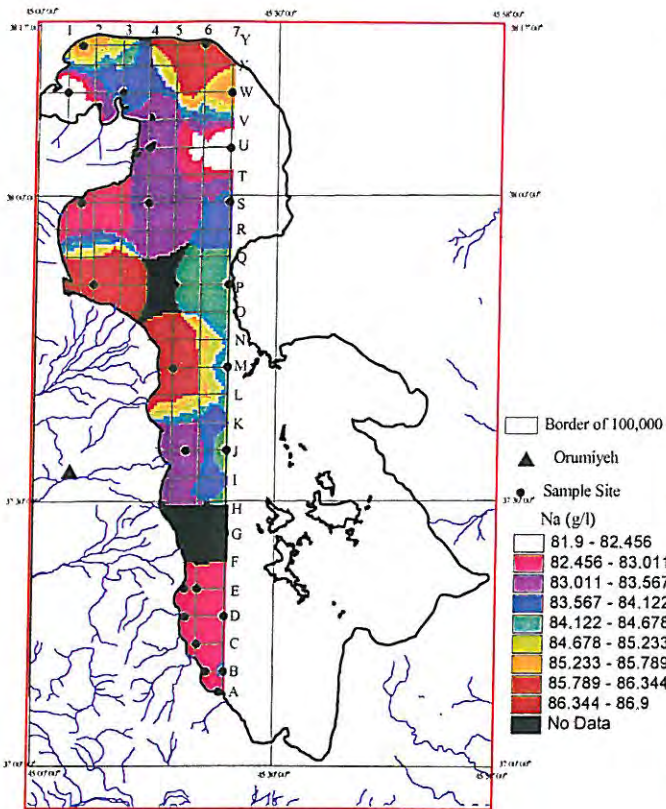
جدول (۱۷-۲) نتایج اندازه گیری آرسنیک در ۷ نمونه انتخابی - فصل بهار

Winter	W	m	میانہ
سطحی <td>s <td>d <td>عمیق</td> </td></td>	s <td>d <td>عمیق</td> </td>	d <td>عمیق</td>	عمیق

اعداد طول نمونه برداری حروف بزرگ ساده عرض نمونه برداری

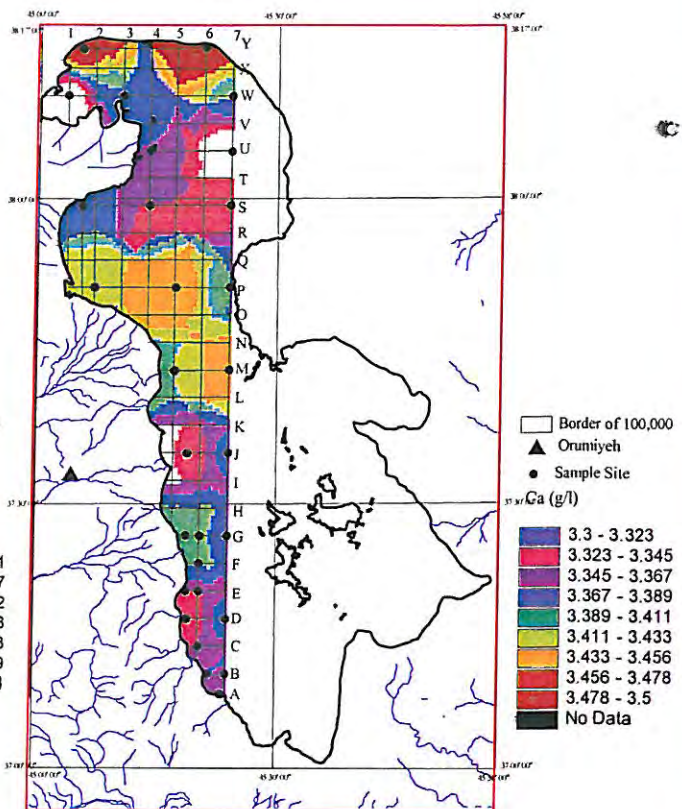
Potential Map of Na in Lake

(Third Step)



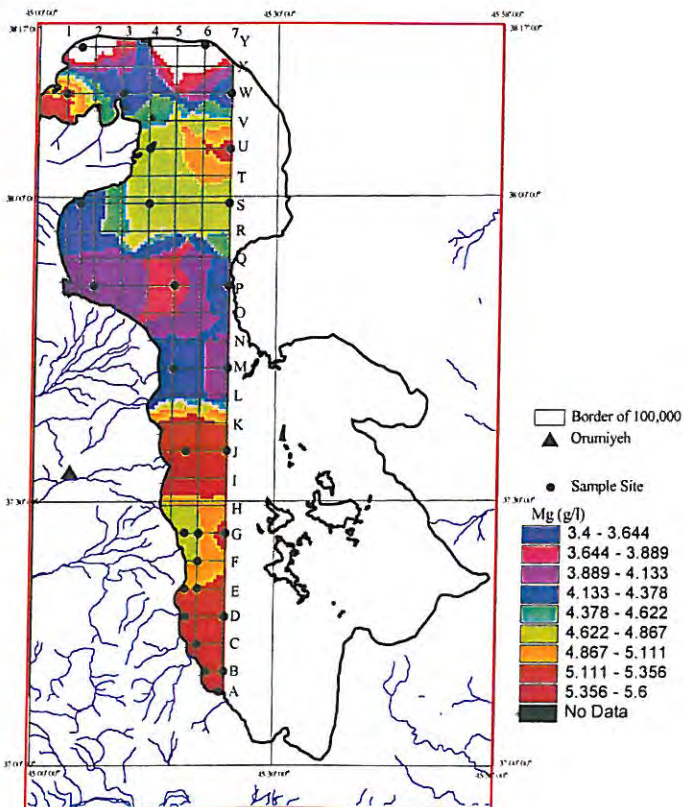
Potential Map of Ca in Lake

(Third Step)



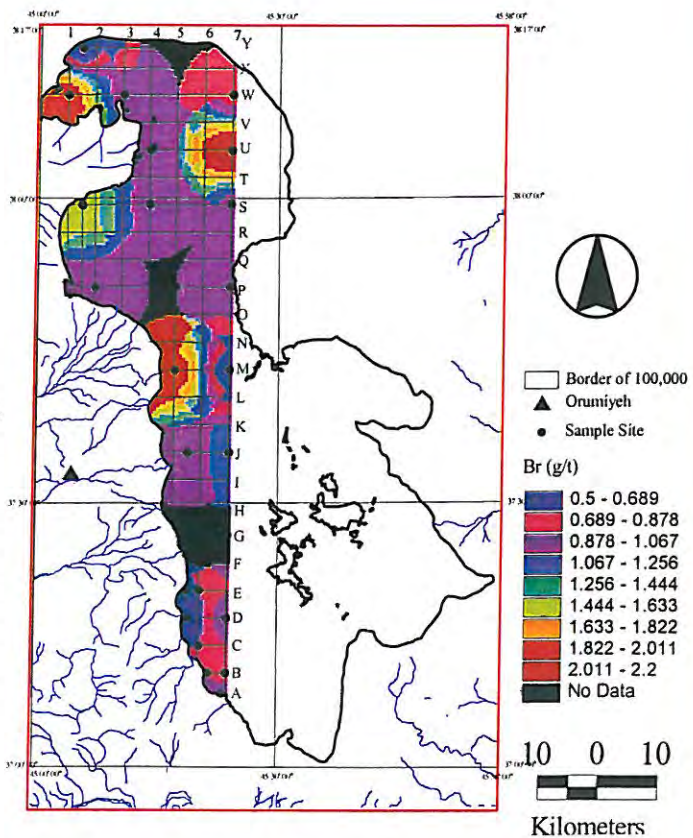
Potential Map of Mg in Lake

(Third Step)



Potential Map of Br in Lake

(Third Step)



شکل ۲۳- نقشه پتانسیل عناصر سدیم، کلسیم، منیزیم و برم- فصل بهار

۴-۴- مقایسه نتایج سه فصل نمونه برداری

۴-۴-۱- پتاسیم

اکنون اگر نتایج حاصل از سه فصل را با هم مقایسه کنیم وضعیت پتاسیم در لایه سطحی (شکل ۲۴-۱) قسمتهای جنوبی در هر سه فصل دارای غنی شدگی نسبت به شمال دریاچه می باشد. دامنه تغییرات از ۱/۴۷۶ تا ۱/۵۰ گرم در لیتر است. اگر رنگ آبی (Step 4) را ملاک مقایسه سه تصویر قرار دهیم مشاهده می شود که از فصل پاییز به سمت فصل بهار دارای غنی شدگی است اما تفاوت عمده در این است که در فصل پاییز نمونه گیری بخش جنوبی آنومال نشان می دهد و بتدریج بسمت فصل بهار (از مهر ماه بسمت اردیبهشت ماه) منطقه آنومال به سمت شمال شیفیت پیدا می کند و نقشه فصل بهار از توزیع یکنواخت تر پتاسیم حکایت می کند علت این موضوع یکی مربوط به ورود رودخانه های فصلی است که با توجه به عمق کم آب در بخش جنوبی بیشتر از بخش شمال تحت تاثیر قرار می گیرد و دیگر اینکه وجود امواج متلاطم و بادهای موسمی عامل مناسبی در بهم ریختن سکون نسبی آب و یکنواخت کردن عیار پتاسیم در سراسر دریاچه می باشد.

در شکل ۲۴-۲ تغییرات عنصر پتاسیم در عمق ۰/۵ تا ۵ متر برای سه مرحله نمونه برداری مقایسه شده است. در فصل زمستان تمرکز عنصر پتاسیم در قسمتهای جنوبی همچنان افزایش می یابد و حداکثر مرتبه آنومالی از ۱/۵۲۹ به ۱/۵۷ افزایش می یابد. در اینجا نیز اگر رنگ سبز را با دامنه

۱/۴۸ تا ۱/۵۲ گرم در لیتر ملاک مقایسه قرار دهیم افزایش نسبی رابه سمت فصل بهار مشاهده می کنیم. در فصل بهار دامنه آنومالی از ۱/۵۷ به ۱/۵۵ کاهش می یابد و پراکندگی آنومالی را با کمی شیفت به طرف شمال نشان می دهد.

در شکل ۲۴-۳ مقایسه تغییرات عنصر پتاسیم برای عمق بستر در سه فصل انجام گرفته است. مقایسه سه نقشه پتانسیل نشان می دهد که آنومال ترین وضعیت در فصل پاییز کمتر از دامنه تهی در فصل بهار می باشد و به وضوح نشان می دهد که غلظت پتاسیم به سمت فصل بهار به شدت رو به افزایش است. علت این موضوع تاثیر کمتر جریانهای سطحی بر عمق و ایجاد لایه بندی در سطوح مختلف آب در فصل سرما که ممکن است پتاسیم به علت تمایل به رسوب شدن به سطح پایین کشیده شود.

با توجه به دامنه تغییرات پتاسیم در سطوح مختلف و در سه فصل نمونه گیری می توان گفت در فصل زمستان آب دریاچه از حداکثر غلظت پایدار برخوردار است. بخش جنوبی دریاچه نسبت به بخش شمالی وضعیت مناسبتری (غلظت بالاتر) نشان می دهد.

۴-۲-۴- سایر عناصر

جدول ۱۸ متوسط غلظت عناصر مختلف در سه فصل از نمونه برداری مقایسه شده است. از داده های این جدول نیز می توان نتیجه گرفت که فصل زمستان دارای حداکثر غلظت عناصر مفید اقتصادی شامل ۱/۵۰ گرم در لیتر پتاسیم و ۶/۰۸ گرم در لیتر منیزیم می باشد. همچنین برم با مقدار ۱/۲۵ قسمت در میلیون دارای حداکثر تمرکز در فصل زمستان می باشد. یون کلسیم معمولاً در فرآیند استحصال پتاسیم مفید نیست و در این مرحله از حداقل تمرکز برخوردار است فقط

عنصر لیتیم در فصل بهار فراوانی بیشتری یافته است. ارسنیک در این بررسی مشکلی محلی است و با موضوع مطالعه ارتباط ندارد. اگر به نحوه انتشار ارسنیک در جدولهای ۲-۹، ۲-۱۵، و ۲-۱۷ توجه شود مقدار ارسنیک از سمت جنوب بتدریج به سمت نقطه E افزایش می یابد و سپس به سمت شمال مجدداً بطور قابل ملاحظه کاهش می یابد و بخصوص در نمونه گیری فصل پاییز که حاصل پس آب کارخانه دباغی در آن منطقه به حداکثر خود می رسد غنی شدگی زیاد است اما بسمت فصل بهار غنی شدگی کم و تمرکز در نقطه E کاهش می یابد. البته در صورتیکه مسئولین محیط زیست مانع از آلودگی یاد شده نگردند طبیعی است دامنه انتشار بسمت بخشهای دیگر دریاچه محتمل می باشد. بهر حال بنظر نمی رسد تغییرات فصلی ارسنیک به دینامیک آب ارتباطی داشته باشد زیرا در مرحله دوم که همه عناصر غلظت بالایی یافته اند ارسنیک به نصف کاهش یافته است و علت آنرا باید در فعالیت فصلی کارخانجات دباغی جستجو نمود.

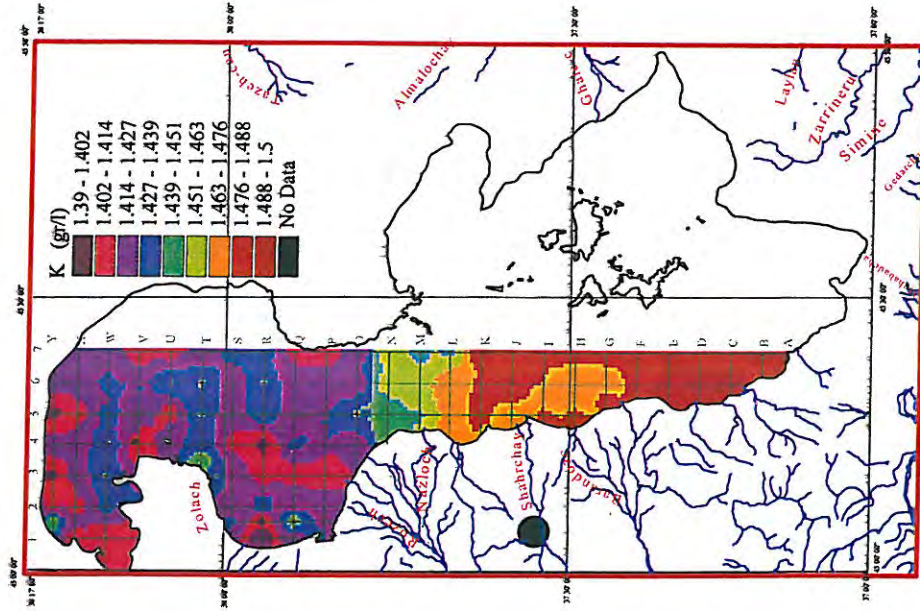
As(ppm)	Li(ppm)	Br(ppm)	Na(g/l)	Ca(g/l)	Mg(g/l)	K(g/l)	
۱/۳۷	۱۳	۱/۱۹	۸۵/۶	۴/۵۴	۴/۸۲	۱/۴۴	مرحله اول
۰/۶۹	۱۲/۶۱	۱/۲۵	۸۹	۲/۶۳	۶/۰۸	۱/۵۰	مرحله دوم
۱/۰۶	۱۴/۷۰	۱/۰۶	۸۳/۵۷	۳/۴۴	۵/۵۵	۱/۵۰	مرحله سوم
۱/۰۴	۱۳/۴۴	۱/۱۶	۸۶	۳/۵۳	۵/۴۸	۱/۴۸	متوسط

جدول ۱۸- مقایسه متوسط غلظت عناصر در سه مرحله نمونه گیری

Potential Map of K

(in Surface)

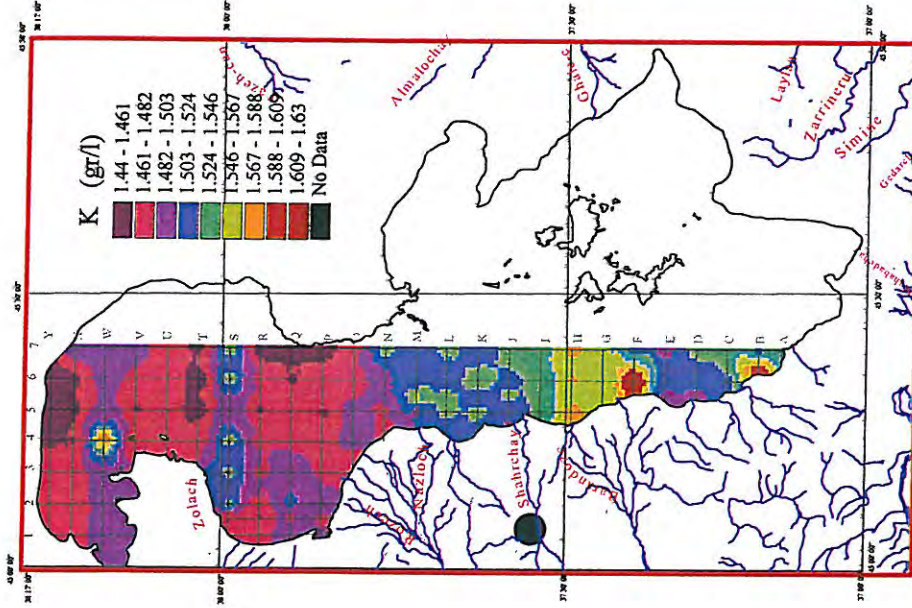
(First Step)



Potential Map of K

(in Surface)

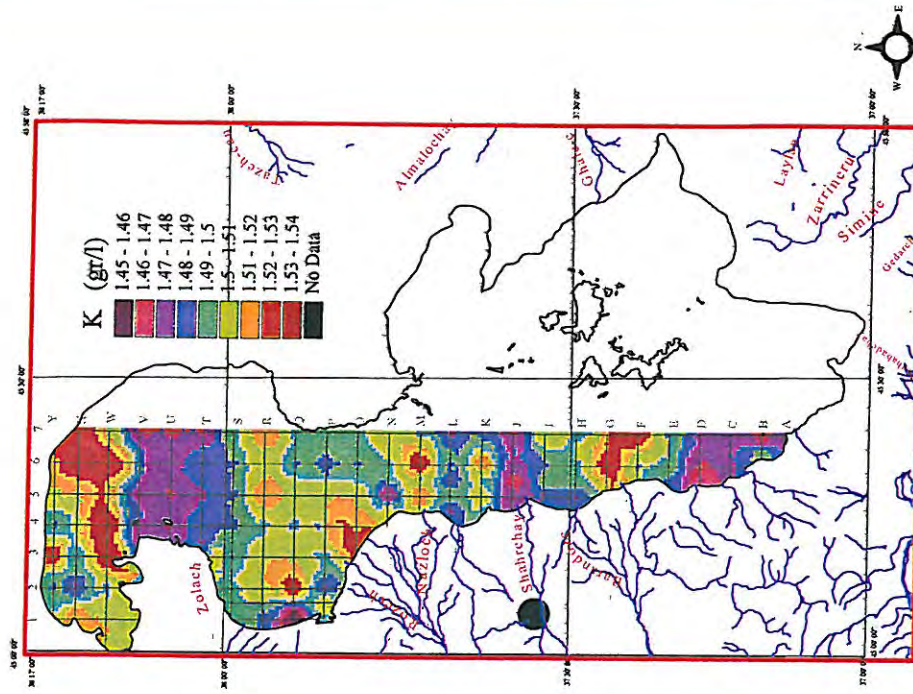
(Second Step)



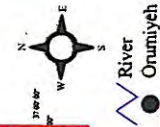
Potential Map of K

(in Surface)

(Third Step)

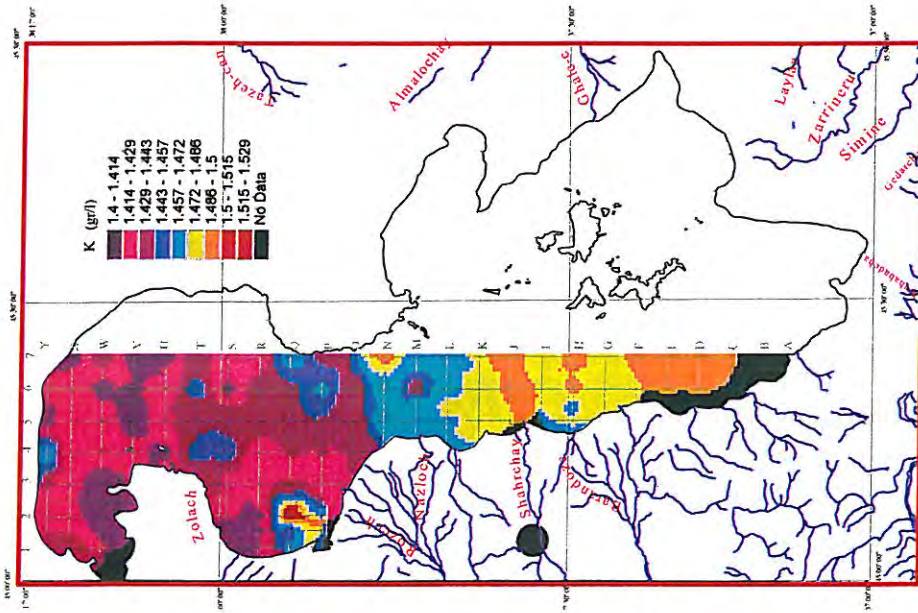


شکل ۲۴-۱ مقایسه نقشه پتانسیل K در سطح دریاچه ارومیه در سه فصل مختلف



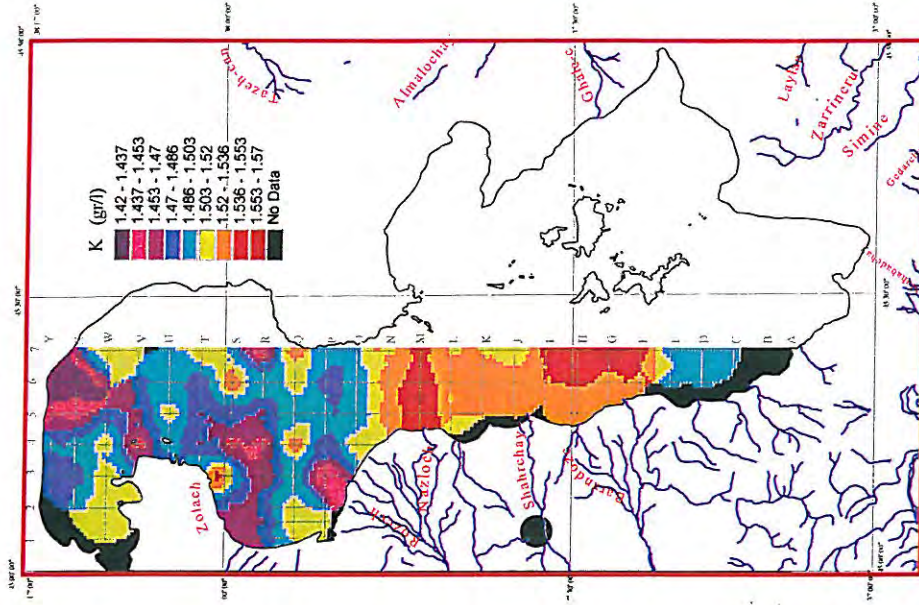
Potential Map of K

(5m > Depth > 0.5m)
(First Step)



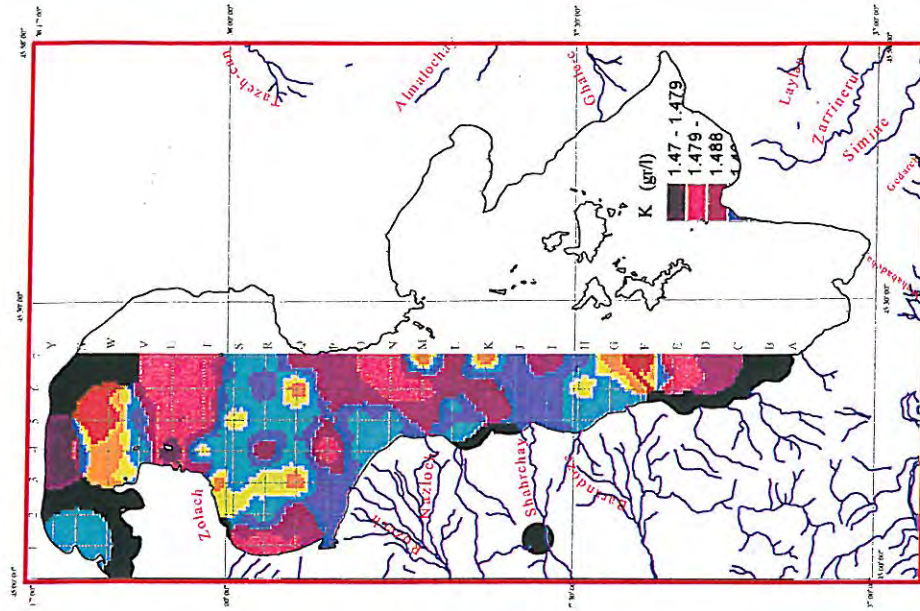
Potential Map of K

(5m > Depth > 0.5m)
(Second Step)

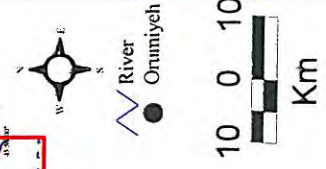


Potential Map of K

(5m > Depth > 0.5m)
(Third Step)



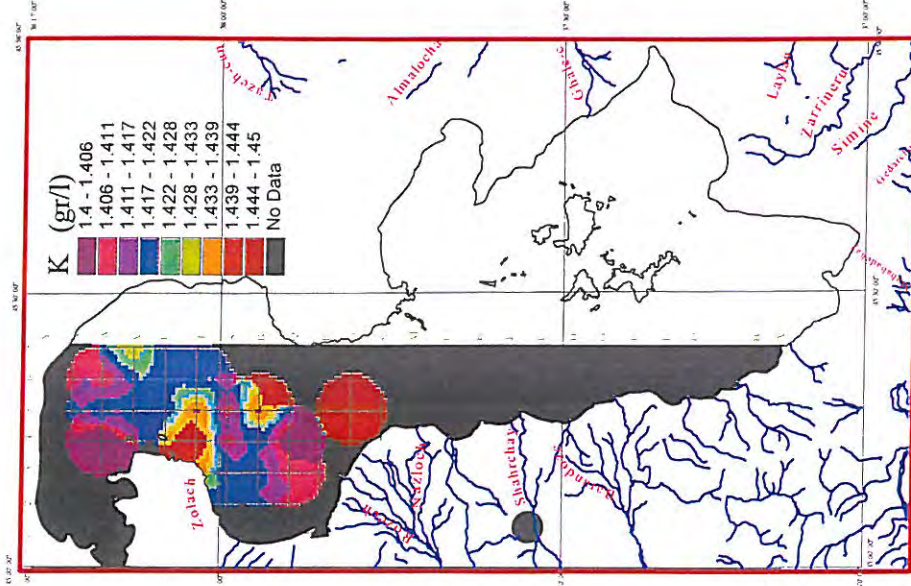
شکل ۲۴-۲ مقایسه نقشه پتانسیل K در عمق ۵ تا ۰/۵ متر دریاچه ارومیه در سه فصل مختلف



Potential Map of K

(Depth >5 m)

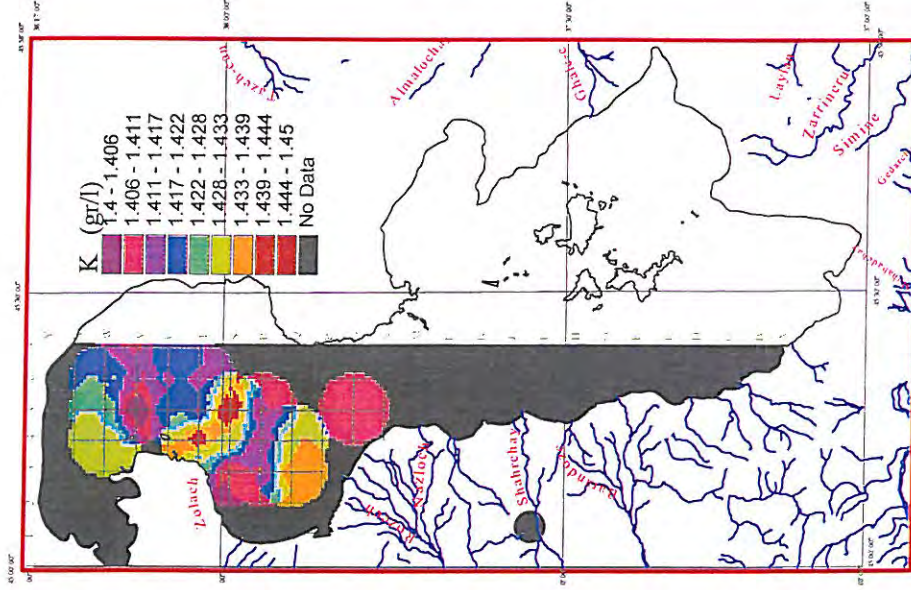
(First Step)



Potential Map of K

(Depth >5 m)

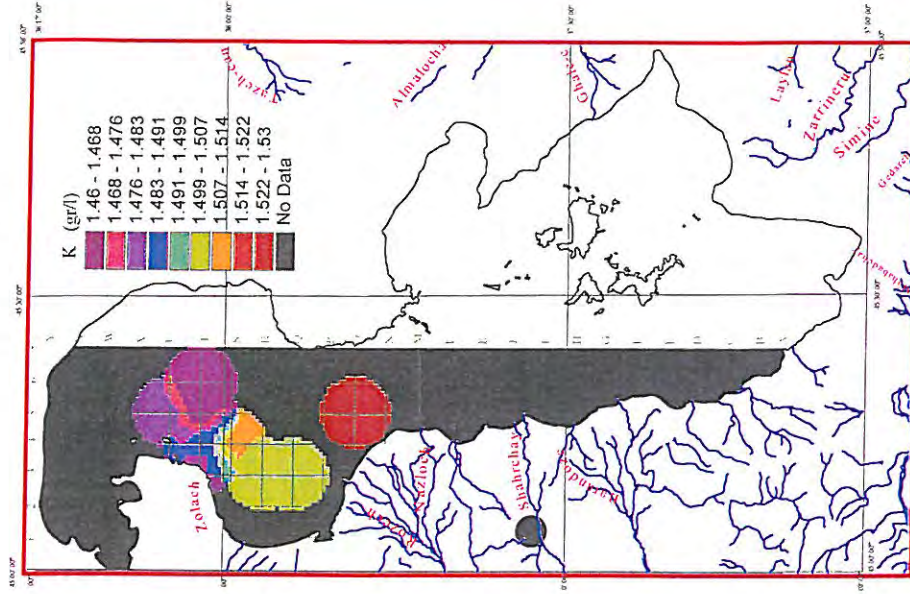
(Second Step)



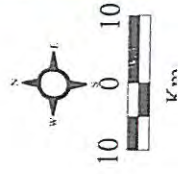
Potential Map of K

(Depth >5 m)

(Third Step)



River
Orumiyeh



شکل ۲۴-۳ مقایسه نقشه پتانسیل K در بستر دریاچه ارومیه در سه فصل مختلف

فصل پنجم

توانایی های معدنی دریاچه ارومیه

۱- محاسبه ذخیره

۲- استحصال املاح از شورابه دریاچه ارومیه

۳- نتیجه گیری

۴- پیشنهادات

۵-۱- محاسبه حجم آب و ذخیره املاح مختلف

از ابعاد دریاچه ارومیه گزارشهای متفاوتی منتشر شده است. از آنجا که شرح خدمات مشاور مربوط به بخش غربی دریاچه است، ابعاد اندازه گیری شده فقط مربوط به بخش مطالعه شده می باشد (شکل ۲۵) تصویر سه بعدی بخش مطالعه شده را نشان می دهد که حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع از بخش نسبتاً عمیق تر دریاچه را تحت پوشش قرار می دهد.

با توجه به نقشه باتی متریک و جدول ۲ که داده های مربوط به عمق را ارائه می کند حداکثر عمق دریاچه در بخش مطالعه شده از ۹ متر فراتر نمی رود.

گزارش نه چندان علمی (دهقان علی ۱۳۴۸) عمیق ترین نقطه دریاچه را ۱۶ متر و عمق متوسط را ۶ متر گزارش می نماید.

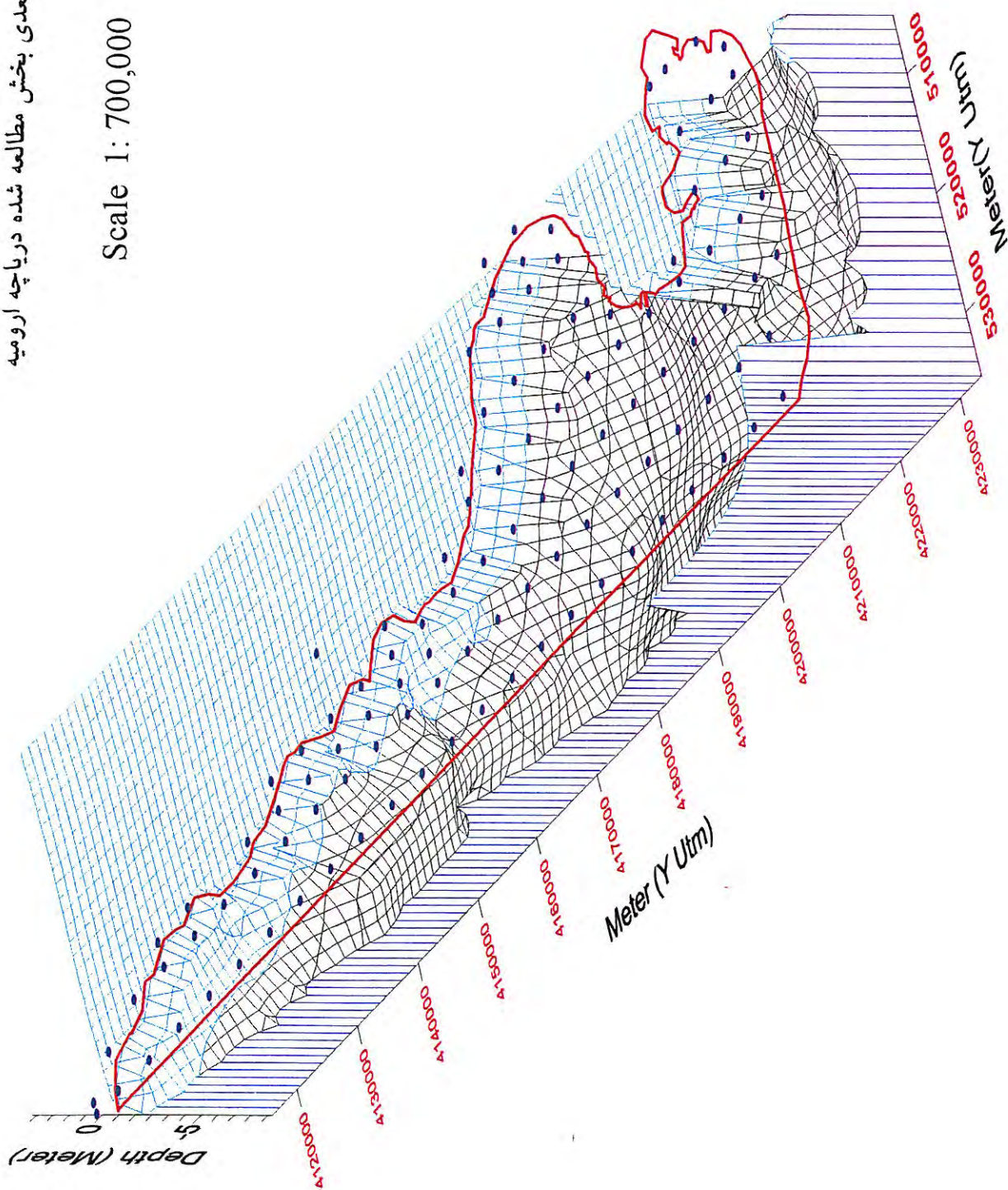
گزارش دیگری (شهرابی م ۱۳۶۱ و ۱۳۷۱) عمیق ترین نقطه دریاچه را در بخش شمالی ۱۳ متر گزارش می کند.

همانطور که در بحث تعادل آب در دریاچه ارومیه بحث شد سطح آب دریاچه بطور متوسط سالانه، در طول ده سال بررسی ۳۲ سانتی متر پایین رفته است. در یک دوره ۱۰ ساله منجر به افت سطح ۳/۲۰ متر می گردد و بنابراین با توجه به سال مطالعه یاد شده که به بیست سال پیش برمی گردد اندازه گیری عمق ۹ متر در سال ۷۹ با عمق متوسط ۱۳ متر ارائه شده مطابقت می نماید.

در مورد سطح دریاچه ارومیه نیز گزارشات متفاوتی منتشر شده است. ایرج صدیقیان و فرخ برزگر (۱۳۷۱) اندازه گیری های سطح را به شرح زیر خلاصه می کند.

شکل ۲۵- تصویر سه بعدی بخش مطالعه شده دریاچه ارومیه

Scale 1: 700,000



۱- بر مبنای اندازه گیری از روی نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ چاپ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۷۱)

۶۶۰ کیلومتر مربع (مبنای نقشه عکسهای هوایی سال ۱۳۳۵ می باشد)

۲- بر مبنای اندازه گیری از روی نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰۰ چاپ سازمان نقشه برداری کشور (که بر مبنای

عکسهای هوایی سال ۱۳۳۵ تهیه شده است) ۵۱۰۵۰ کیلومتر مربع

۳- عکس های هوایی در زمان پر آب (جلیلی ۱۳۶۳) ۵۹۰۰ کیلومتر مربع

۴- عکس های هوایی در زمان کم آب (جلیلی ۱۳۶۳) ۵۴۰۰ کیلومتر مربع

۵- ماهواره لندست ۱۹۶۵ (۱۳۴۴) ۴۶۰۶ کیلومتر مربع

۶- ماهواره لندست ۱۹۷۶ (۱۳۵۵) ۵۳۱۰ کیلومتر مربع

۷- ماهواره لندست ۱۹۸۴ (۱۳۶۳) ۵۳۱۳ کیلومتر مربع

البته اندازه گیری های دیگری نیز ارائه شده است که در محدوده ارقام فوق می باشد و لذا با توجه به سیر کاهش سطح (پایین رفتن سطح آب) از سال ۱۳۶۳ تا کنون ، در محاسبه حجم آب به مساحت ۴۶۰۰ کیلومتر مربع تکیه می نمائیم تا محاسبات از ضریب اطمینان بالاتری برخوردار باشد.

حجم دریاچه ارومیه نیز دستخوش گزارشات متنوعی می باشد. ارقام محاسبه شده بوسیله طرح اکتشاف املاح دریاچه ارومیه (استان آذربایجان شرقی) حجم آب دریاچه را با سطح ۵۰۰۰ کیلومتر مربع معادل ۲۳ کیلومتر مکعب ارائه می کند. متوسط گیری عمق (جدول ۲) از نیمه مطالعه شده دریاچه ۴/۶ متر است که بخش نسبتاً عمیق را در بر می گیرد و با توجه به مناطق کم عمق تر بخش شرقی متوسط عمق قابل قبول در این محاسبه ۴ متر می باشد.

بنابراین حجم آب دریاچه معادل ۱۸۴۰۰ میلیون متر مکعب می باشد

$$(4600 \times 10^6 \times 4 = 18400 \times 10^6 \text{ m}^3)$$

املاح موجود در این حجم از آب به شرح زیر است: لازم به توضیح است که ذخیره املاح محاسبه شده ذخیره بالقوه است که در بحث استحصال مقدار برداشت مجاز و راندمان مورد توجه قرار خواهد گرفت.

۵-۱-۱- مجموع باقیمانده جامد

اگر یک لیتر از آب دریاچه را خشک نمائیم بطور متوسط ۲۸۵ گرم نمک جامد حاصل می شود (جدول ۷) بنابراین در هر متر مکعب از آب دریاچه ۲۸۵ کیلوگرم نمک (شامل املاح غیراقتصادی مانند کربنات کلسیم و سولفات کلسیم نیز می گردد) بدست می آید. با توجه به حجم آب دریاچه مجموع نمک دریاچه به شکل زیر محاسبه می شود:

$$\begin{aligned} \text{کیلوگرم} \quad 18400 \times 10^6 \times 285 &= 5244 \times 10^9 \\ &= 5244 \times 10^6 \text{ تن} \end{aligned}$$

۵-۱-۲- پتاسیم

در اصطلاح تجاری پتاس را بر حسب K_2O می سنجند که یک درصد K مساوی با $1/2046$ درصد K_2O است. اما در محاسبه ذخیره با توجه به وجود یون سولفات در شورابه و امکان راسب نمودن پتاس به صورت سولفات، ذخیره پتاس را به دو صورت K_2O و سولفات پتاسیم بیان می نمائیم.

ذخیره پتاس به صورت K_2O

متوسط عیار پتاسیم در هر لیتر شورابه $1/48$ گرم می باشد که برابر با $1/48$ کیلوگرم در هر متر مکعب است.

$$\text{تن K} \quad 18400 \times 10^6 \times 1/48 = 27232 \times 10^6 \text{ kg} = 27232 \times 10^3 \text{ ton} = 27232000$$

۲۷۲۳۲۰۰۰

$$272320000 \times 1/20.46 = 32804000 \quad \text{تن } K_2O$$

۳۲۸۰۴۰۰۰

ذخیره پتاس به صورت K_2SO_4

هر تن K برابر با ۲/۲ تن K_2SO_4 است بنابراین:

$$272320000 \times 2/2 = 544640000 \quad \text{تن } K_2SO_4$$

۵۴۴۶۴۰۰۰۰

۵-۱-۳- منیزیم

در هر لیتر شورابه به طور متوسط ۵/۴۸ گرم منیزیم وجود دارد بنابراین در هر متر مکعب شورابه

۵/۴۸ کیلوگرم منیزیم یافت می شود.

$$18400 \times 10^6 \times 5/48 = 100832 \times 10^6 \text{ kg} = 100832 \times 10^3 = 100832000 \quad \text{تن}$$

۱۰۰۸۳۲۰۰۰۰

معمولاً منیزیم را برحسب $Mg(OH)_2$ بیان می کنند پس ذخیره منیزیا به صورت زیر محاسبه

می شود که ۲/۴۲ برابر مقدار Mg است.

$$100832000 \times 2/42 = 244013000 \quad \text{تن } Mg(OH)_2$$

۲۴۴۰۱۳۰۰۰۰

۵-۱-۴- سولفات سدیم

در هر لیتر شورابه ۸۸ گرم سدیم وجود دارد که معادل ۸۸ کیلوگرم در هر متر مکعب است. از این

مقدار بخشی به سولفات سدیم تعلق می گیرد و باقیمانده به صورت کلورید سدیم راسب می شود.

بخشی از یون سولفات صرف رسوب دادن کلسیم به شکل سولفات کلسیم می شود. زیرا کلسیم در

فرآیند استحصال املاح عنصری مزاحم محسوب می شود و وجود یون سولفات امتیاز مهمی است

که بتوان در اولین مرحله کلسیم را به صورت رسوب از محیط خارج نمود بنابراین با توجه به

اینکه مقدار متوسط کلسیم ۱/۲۱ کیلوگرم در متر مکعب شورابه است و به ازای هر واحد کلسیم

۲/۴ واحد سولفات مصرف می شود در فرآیند استحصال از هر متر مکعب شورابه ۲/۹ کیلوگرم سولفات صرف ترکیب و راسب نمودن کلسیم می گردد. بنابراین از متوسط ۱۴/۲ کیلوگرم بر متر مکعب یون سولفات ۱۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب آن در فرآیند تولید سولفات سدیم مصرف می شود.

$$\text{تن یون سولفات} = ۲۰۷۹۲۰ \times ۱۰^۳ = ۲۰۷۹۲۰ \times ۱۰^۶ \text{ Kg} = ۲۰۷۹۲۰ \times ۱۰^۶ \times ۱۱/۳ = ۱۸۴۰۰ \times ۱۰^۶$$

از هر واحد یون سولفات ۲/۵۲ واحد سولفات سدیم حاصل می شود.

$$\text{تن سولفات سدیم} = ۲۰۷۹۲۰۰۰۰ \times ۲/۵۲ = ۵۲۳۹۵۸۰۰۰$$

اما با توجه به اینکه استحصال پتاس به صورت سولفات پتاسیم که مستقیماً در صنعت کشاورزی کاربرد دارد امری منطقی است لذا سهم تولید سولفات پتاسیم را نیز که به ازای هر واحد پتاسیم ۱/۲۳ واحد سولفات مصرف می نماید جدا کنیم باقیمانده سولفات ۱۰/۰۷ کیلوگرم در هر متر مکعب شورابه در تولید سولفات سدیم بکار می رود.

$$\text{تن سولفات} = ۱۸۴۰۰ \times ۱۰^۶ \times ۱۰/۰۷ = ۱۸۵۲۸۸ \times ۱۰^۶ \text{ Kg} = ۱۸۵۲۸۸ \times ۱۰^۶$$

$$\text{تن سولفات سدیم} = ۱۸۵۲۸۸۰۰۰ \times ۲/۵۲ = ۴۶۶۹۲۵۰۰۰$$

۴۶۶,۹۲۵,۰۰۰

۵-۱-۵- نمک طعام

با توجه به اینکه به ازای هر واحد یون سدیم، در تولید سولفات سدیم ۴/۱۷ واحد سولفات مصرف می شود به ازای هر متر مکعب شورابه (۱۰/۰۷ کیلوگرم سولفات) ۲/۴ کیلوگرم سدیم از فرآیند خارج می گردد و با توجه به متوسط ۸۸ کیلوگرم بر متر مکعب سدیم ۸۵/۶ کیلوگرم آن می تواند در تولید نمک طعام وارد گردد.

$$\text{تن سدیم} = ۱۸۴۰۰ \times ۱۰^۶ \times ۸۵/۶ = ۱۵۷۵۰۰۰ \times ۱۰^۶ \text{ Kg} = ۱۵۷۵ \times ۱۰^۶$$

$$1070 \times 10^1 \times 2/52 = 3969 \times 10^1$$

تن نمک طعام

۳۹۶۹

۲/۵۲ ضریب تبدیل سدیم به کلرور سدیم می باشد.

۵-۱-۶- برومید

برم بر حسب Br_2O_3 بیان می گردد و به ازای هر واحد برم $1/3$ واحد Br_2O_3 داریم پس در هر متر

مکعب شورابه با احتساب متوسط $1/16$ گرم بر متر مکعب برم $1/51$ گرم اکسید برم وجود دارد.

$$18400 \times 10^1 \times 1/51 = 27784 \times 10^1 \text{ gr} = 27784 \times 10^2 \text{ Kg} = 27784 \text{ تن برمید}$$

۲۷۷۸۴

۵-۱-۷- لیتیم

در هر متر مکعب شورابه $13/5$ گرم لیتیم وجود دارد بنابراین ذخیره کل لیتیم به شرح زیر است:

$$18400 \times 10^1 \times 13/5 = 248400 \times 10^1 \text{ gr} = 248400 \text{ تن لیتیم}$$

در جدول ۱۹ ذخیره نمکهای مختلف دریاچه ارومیه بطور خلاصه آورده شده است. لازم به توضیح

است که محاسبه ذخیره بر اساس محاسبات نظری است. در بخش بعد توضیح داده خواهد شد که

پس از انجام مراحل کانه آرایی و بدست آمدن نمک خالص با ترکیبات مختلف سهم هر عنصر در

تشکیل نمک مشخص می گردد و با انجام کانی شناسی کیفی و کمی بر روی کنسانتره مقدار واقعی

استحصال نمکهای مختلف در هر متر مکعب شورابه بدست می آید.

یک نمونه از نمک شورابه خشک شده که بدون در نظر گرفتن فرآیند کانه آرایی تبخیر شده بود و

جدا سازی فاز های مختلف بر روی آن انجام نشده بود جهت کانی شناسی به روش XRD به

آزمایشگاه سازمان زمین شناسی ارسال گردید، با توجه به اینکه کانیهای تشکیل شده نسبت به

حجم اصلی نمک طعام ناچیز بودند، نتیجه آزمایش به جز نمک طعام کانی دیگری را معرفی نکرده است.

ردیف	نوع نمک	مقدار (تن)
۱	باقیمانده جامد	5244×10^6
۲	پتاس	۲۷۲۳۲۰۰۰ بر حسب K_2O و بر حسب سولفات 59910000 تن
۳	منیزیا	۲۴۴۰۱۳۰۰۰
۴	سولفات سدیم	۴۶۶۹۲۵۰۰۰
۵	نمک طعام	3969×10^6
۶	برومید	۲۷۷۸۴ کیلوگرم
۷	لیتیم	۲۴۸۴۰۰ کیلوگرم

جدول ۱۹- ذخیره نمکهای مختلف دریاچه ارومیه

۵-۲- استحصال املاح از شورابه دریاچه ارومیه

۵-۲-۱- حوضچه های تبخیر خورشیدی

مطالعه به روش آزمایشگاهی

با توجه به تجربه استحصال املاح از شورابه های مختلف جهان مانند دریاچه بزرگ نمک یوتا و شورابه سیرلزلیک و مطالعاتی که بر روی شورابه های ایران از جمله کویر خور انجام گرفته است، می توان روش های آزمایشگاهی مناسب انتخاب نمود که در اینجا به ذکر دو روش می پردازیم.

- ایجاد شرایط تبخیر در آزمایشگاه

در این روش از حوضچه تبخیر شیشه ای شبیه آکواریوم استفاده می شود. ظرف شیشه ای که ابعاد و ارتفاع آنها متناسب با مقیاس آزمایشگاهی طراحی می شود در فضای بسته قرار می گیرند و با استفاده از لامپهای حرارتی، درجه حرارت محیط را کاملاً شبیه طبیعت ساحل ارومیه می سازند. آزمایشات در فصول مختلف طراحی می شود این روش آزمایشگاهی قادر است شرایط محیط زمستان را نیز فراهم آورده و رفتار شورابه را در درجه حرارت های مختلف اندازه گیری نماید. PH و غلظت عوامل کنترل کننده محیط تبخیر هستند لذا نمونه برداری آزمایشگاهی در زمانهای مختلف تبخیر در زمانی که وزن مخصوص شورابه در حدهای معینی قرار می گیرد انجام می شود. PH محیط می تواند به طور طبیعی ثبت شود و یا با افزودن متغیرها PH دلخواه را بدست آورد. چندین حوضچه آزمایشگاهی تهیه می گردد. در اولین فاز که غلظت شورابه به حد معینی می رسد مثلاً "زمانیکه وزن مخصوص شورابه از ۱/۱۸ (حالت طبیعی) به ۱/۳ می رسد، رسوب گذاری نمک طعام به حدی رسیده است که غلظت K بالا رفته و احتمال رسوب پتاس وجود دارد، مایع از ظرف

اولیه به ظرف دوم انتقال داده می شود و بدین ترتیب فازهای مختلف نمک از یکدیگر جدا می شوند. تکرار نمونه برداری باعث می شود تا شرایط بهینه برای جدا سازی فازهای مختلف نمک مشخص گردد.

امروزه در روشهای آزمایشگاهی ابتدا از شورابه سنتز استفاده می شود باین مفهوم که ترکیب شیمیایی و فیزیکی دریاچه ارومیه در آزمایشگاه ساخته می شود و نهایتاً یک نمونه از شورابه دریاچه با نتیجه نهایی تست می شود.

کنسانتره بدست آمده از این مرحله آزمایشگاهی محصول نهایی نیست بلکه مشابه حوضچه های استحصال خورشیدی غلظت کانی های اقتصادی به حدی است که بتوان آنرا وارد کارخانه نمود. در این مرحله معمولاً غلظت پتاسیم از ۱/۵ گرم در لیتر به چند درصد می رسد. تجربه شورابه خور و دریاچه نمک یوتا نشان می دهد که امکان تغلیظ شورابه در حوضچه های تبخیر خورشیدی تا ۱۰ درصد پتاس نیز وجود دارد. کنسانتره بدست آمده از فاز های مختلف به روش آزمایشگاهی مجدداً مطابق شرایط کارخانه تغلیظ می گردد.

- تبخیر در شرایط محیط

روش دیگر مطالعه در مقیاس کوچک ایجاد شرایط تبخیر در محیط است. در این روش با استفاده از تشتکهای مخصوص که دارای ابعاد و ارتفاع مشخصی است در ساحل دریاچه و در فصول مختلف اقدام به تبخیر شورابه می نمایند. روشهای نمونه برداری و اندازه گیری و ثبت شرایط مانند روش قبل است اما ایجاد شرایط به طور مصنوعی امکان پذیر نبوده و باید تابع محیط بود. لذا در این روش امکان از دست دادن نتایج دقیق در بعضی از مراحل وجود دارد.

-انجام عملیات نیمه صنعتی (Pilot scale)

در این مرحله با استفاده از نتایج بدست آمده در مرحله آزمایشگاهی حوضچه هایی در ابعاد کوچک مثلا ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع طراحی می گردد و در ساحل دریاچه ساخته می شود. شورابه در فصول مختلف به حوضچه ها انتقال داده شده و شرایط محیطی دقیقا ثبت می گردد. در این روش نیز مانند روش آزمایشگاهی عوامل PH و وزن مخصوص عوامل اصلی انتخاب زمانهای نمونه گیری هستند. با توجه به فازهای مختلف نمک که در مرحله آزمایشگاهی به دست آمد تعداد حوضچه ها مشخص می گردد. در مرحله پایلوت معمولا به مقدار قابل توجهی کنسانتره بدست می آید که بتوان عملیات فرآوری را بر روی آن انجام داد اگرچه استفاده از نمونه سنتز همچنان در این مرحله نیز رایج است. بهر حال اجرای این مرحله جهت طراحی حوضچه های نهایی امری ضروری است.

-ساخت حوضچه های تبخیر خورشیدی

پس از حصول نتایج مرحله پایلوت تبخیر و به موازات آن نتایج مرحله پایلوت فرآوری نهایی اقدام به طراحی و ساخت حوضچه های تبخیر خورشیدی می گردد. امروزه حوضچه های تبخیر خورشیدی به گونه ای طراحی می گردد که عمل جداسازی به طور پیوسته (Continous) در آن انجام می شود. ممکن است آب از زمانی که وارد اولین بخش از حوضچه گردد تا زمانی که آخرین محصول بدست آید دو سال بطول انجامد اما این بدان معنی نیست که در طول دو سال فقط یک نوبت شورابه وارد محیط شده و کنسانتره خارج می گردد بلکه حوضچه ها طوری طراحی شده است که بلافاصله بعد از اینکه شورابه حوضچه اول که معمولا مخصوص رسوب املاح جامد و تاحدی نمک طعام است را طی نمود و غلظت املاح با ارزش به مرز مشخصی رسید، از طریق

دریچه های خودکار و یا پمپهای خودکار به حوضچه بعد انتقال داده می شود. در سطح حوضچه ها شناورهای ثقلی قرار دارد که با رسیدن وزن مخصوص شورابه به حد معینی فرمان انتقال شورابه را به دریچه و یا پمپ صادر می کند. این قبیل حوضچه ها در قسمت کنترل از تعداد کمی نیروی انسانی استفاده می کند و اغلب تاسیسات با رایانه کنترل می شود.

محل انتخاب حوضچه ها تابع عوامل چندی است. معمولاً زمین های با ارزش زراعی و شبیه آن مناسب نیستند زیرا حوضچه ها باید بسیار ارزان تهیه شوند به همین دلیل در مطالعه جا نمایی به زمینهای اطراف ساحل باید توجه خاص مبذول گردد. عامل دیگر بررسیهای ژئوتکنیکی است، حوضچه ها باید دارای عمر طولانی باشد زیرا سرمایه گذاری اولیه نسبتاً سنگین است. پس زمینهایی که در معرض عوامل مخرب مانند زمینهای فرونشستی و یا زمین لغزی هستند انتخاب نمی گردند. مخروط افکنه های فعال که در زمان سیلاب مورد هجوم قرار می گیرند نیز از انتخاب حذف می شوند. نوسانات سطح آب دریاچه نیز موضوع قابل توجه است. با استفاده از داده های

مربوط به نوسانات سطح آب حریم دریاچه مشخص خواهد شد. حوضچه ها باید خارج از حریم دریاچه احداث گردد. با حفظ عوامل یاد شده حوضچه ها حتی الامکان نزدیک به دریاچه احداث می گردد زیرا هزینه انتقال شورابه به حوضچه ها ممکن است طرح را غیر اقتصادی قلمداد کند. حوضچه ها دارای دیواره و بستر ناتراوا هستند. فاصله تامین منابع قرضه برای ساخت بستر نیز از مواردی است که باید قبل از انتخاب محل به آن توجه و مطالعه لازم صورت گیرد. در شرایط مساوی بسترهایی که با احداث کانال بتوان شورابه را به آنها انتقال داد، نسبت به جاهائیکه نیاز به لوله گذاری می باشد برتری دارند. کنسانتره حاصل از حوضچه ها خمیره ای است که باید به کارخانه منتقل شود. توجه به حمل و نقل این خمیره از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا خمیره دارای خورندگی شدید است و استفاده از کامیون رایج نمی باشد. اگر طرح اجازه دهد که کارخانه

در فاصله معقولی از حوضچه ها احداث گردد انتقال خمیره توسط خط لوله پلی اتیلن و پمپاژ انجام می گردد و هزینه های اجرایی را به شدت کاهش می دهد.

۵-۲-۲- فرآوری

کنسانتره حاصل از حوضچه های تبخیری در مرحله بعد با استفاده از فرآیندهای متفاوت که ماهیت کنسانتره تعیین می کند به محصول نهایی تبدیل می شود.

یکی از قدیمی ترین روش های تهیه املاح پتاس روش نیکولی (Niccoli) می باشد. این روش در سال ۱۹۳۹ در ایتالیا ابداع گردید. در این روش شورابه باقیمانده بعد از جدایش نمک طعام مخلوطی از املاح کلرور پتاسیم، سولفات پتاسیم و نمک خوراکی تشکیل می گردد که به آن ملالیت (Melalite) گفته می شود. از شستشوی ملالیت با شورابه با غلظت و دمای معین نمک پیکرومریت (Picromerite) می گیرند. نمک پیکرومریت تا ۱۷۰ درجه سانتی گراد گرم شده تا آب تبلور خود را از دست بدهد و محصول نهایی دارای ۵۱ درصد سولفات پتاسیم، ۳۷ درصد سولفات منیزیم و ۲ درصد کلرور سدیم خواهد بود. در صورتیکه از تولید سولفات پتاسیم صرفنظر نمائیم و با روشهای خاص یون سولفات را به وسیله رسوب سولفات سدیم از محیط خارج نمائیم مثلاً با اضافه کردن کلرور کلسیم به شورابه یون سولفات به شکل سولفات کلسیم رسوب می نماید. شورابه باقیمانده ایجاد سیستم $KCl-MgCl_2-H_2O$ می نماید که در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد حالت تعادل دارد. حال با افزایش درجه حرارت محیط KCl رسوب می نماید و غلظت $MgCl_2$ افزایش می یابد تا به مرحله ای می رسد که $MgCl_2$ رسوب نموده و با رسوب KCl فاز کارنالیت ($KMgCl_3 \cdot 6H_2O$) را تشکیل می دهد و سپس با افزایش غلظت $MgCl_2$ بیشوفیت ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) نیز رسوب می نماید. نمک $NaCl$ همواره در شورابه حضور دارد اما بر روی

حلالیت KCl و MgCl₂ اثر نمی گذارد. پس با روش فوق می توان به محض جدا شدن نمک KCl پساب غنی از MgCl₂ را جدا نمود و در مرحله اول به نمک KCl دست یافت. نمک KCl را با شورابه اشباع از کلرور سدیم مجدداً به وزن مخصوص مناسب برای تشکیل سیلونیت رساند (حدود ۱/۳) و در مرحله دوم کارنالیته استحصال نمود.

سیلونیت به دست آمده در مرحله اول حاوی ۲۵ تا ۳۵ درصد KCl و باقیمانده NaCl است البته مقادیر کمی از املاح منیزیم، سدیم و حتی املاح نامحلول مانند دولومیت و ژیپس به همراه دارد. مراحل جدا سازی سیلونیت بر اساس سیستم فازی KCl-NaCl-H₂O انجام می گیرد که در آن از درجه حرارت های متفاوت استفاده می گردد. در جدول ۲۰ حلالیت نمک طعام و KCl در وزن مخصوص و حرارت های مختلف آمده است.

درجه حرارت-سانتی گراد	KCl (g/l)	NaCl (g/l)	جرم مخصوص (g/cm ³)
۰	۱۰/۳	۳۱/۸	۱/۲۳۴
۱۰	۱۲/۷	۳۰/۹	۱/۲۴۰
۲۰	۱۵/۱	۳۰/۲	۱/۲۴۰
۴۰	۲۰	۲۹	۱/۲۴۰
۶۰	۲۵/۱	۲۸/۲	۱/۲۴۰
۸۰	۳۰/۲	۲۷/۲	۱/۲۴۱
۱۰۰	۳۵/۷	۲۷/۵	۱/۲۴۴
۱۲۰	۴۰/۹	۲۷/۸	-

جدول ۲۰- ارتباط همزمان حلالیت نمک NaCl و KCl در حرارت های مختلف و چگالی

مشخص را نشان می دهد.

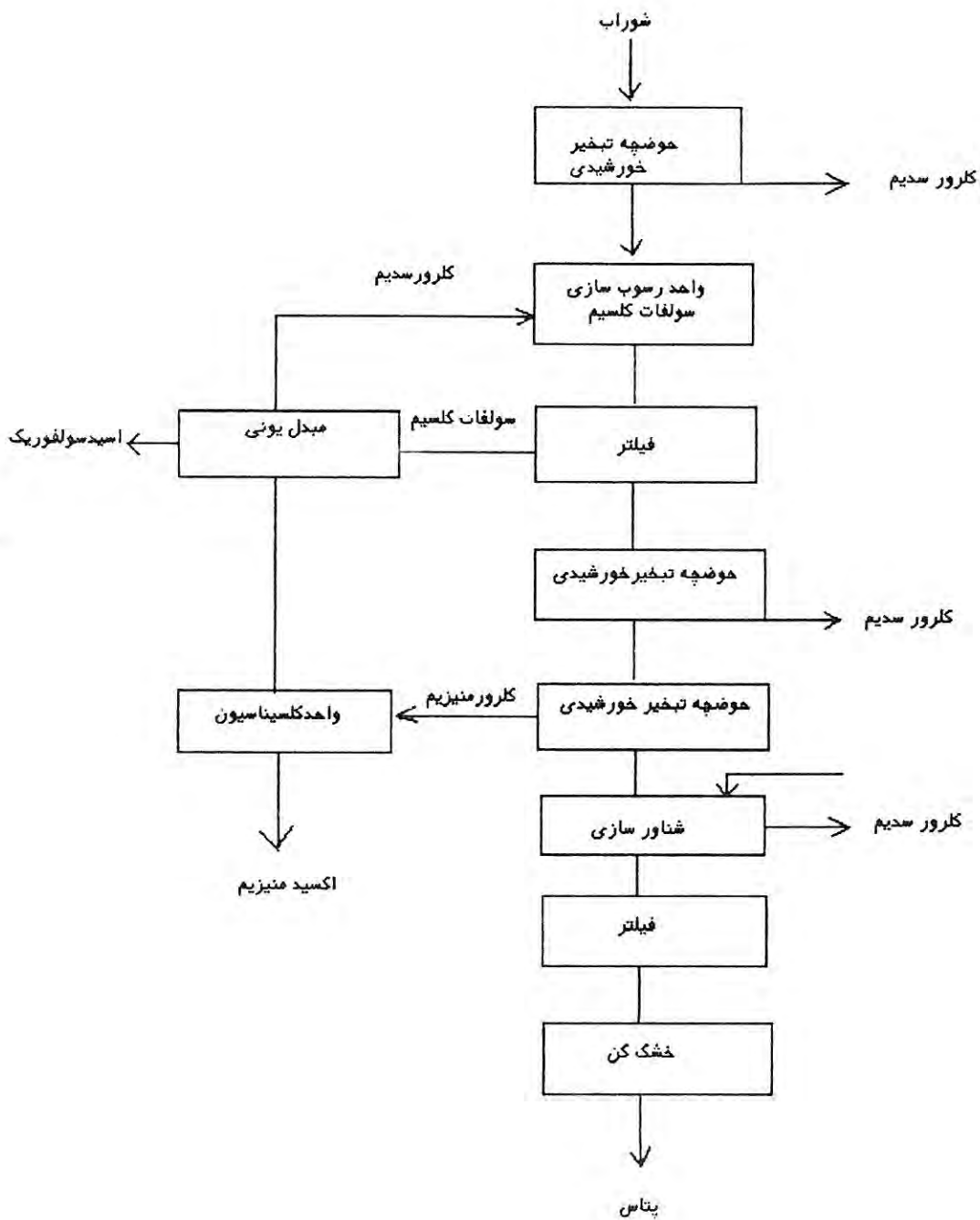
هرگاه سیلوانیت در آب تا حد اشباع در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد حل شود محلول حاوی مقدار معینی از هر یک از نمکهای KCl و NaCl می باشد. اکنون با سرد شدن سریع سیستم تا حرارت ۲۰ درجه سانتی گراد چون در این درجه حرارت حلالیت نمک طعام بالاتر است مقداری از KCl به صورت بلور از سیستم جدا می شود. با اضافه کردن سیلوانیت به پساب مرحله اول که KCl غلظت کمتری دارد مجدداً غلظت KCl را بالا برده با افزایش و کاهش درجه حرارت بتدریج KCl را از سیلوانیت جدا می نمایند. در این روش می توان KCl با خلوص ۹۵٪ بدست آورد.

شکل ۲۶- جداسازی پتاسیم را از شورابه حاوی سولفات نشان می دهد.

روش دیگری که به نام مبنکر آن گارت (Garret) مشهور است به یون سولفات در شورابه توجه خاص مبذول داشته است. مطابق این روش کانی های پتاسیم دار (کائینیت) همراه با سایر ناخالصیها که از حوضچه های تبخیر خورشیدی حاصل شده است به واحد شوئینیت انتقال می یابد. شوئینیت بر اثر واکنش نمک های پتاسیم دار با آب داغ و سپس کاهش درجه حرارت مطابق واکنش زیر تشکیل می گردد.



شوئینیت جدا شده از واحد شناور سازی (Flotation) به واحد شستشوی شوئینیت انتقال می یابد و سپس به کمک آب، سولفات پتاسیم از سولفات منیزیم جدا شده و تلخاب حاصل از عملیات شستشو که غنی از سولفات منیزیم می باشد به واحد تبدیل کائینیت انتقال می یابد. فاز مایع حاصل از حوضچه قبلی به حوضچه دیگر جهت تبخیر انتقال یافته تا بخشی از کائینیت به کارنالیت تبدیل گردد. بلورهای کائینیت و کارنالیت را به همراه کلرور منیزیم حاصل از حوضچه های بعدی به واحد تجزیه کارنالیت هدایت می کنند. مواد حاصل از واحد تجزیه وارد واحد شناور سازی شده و



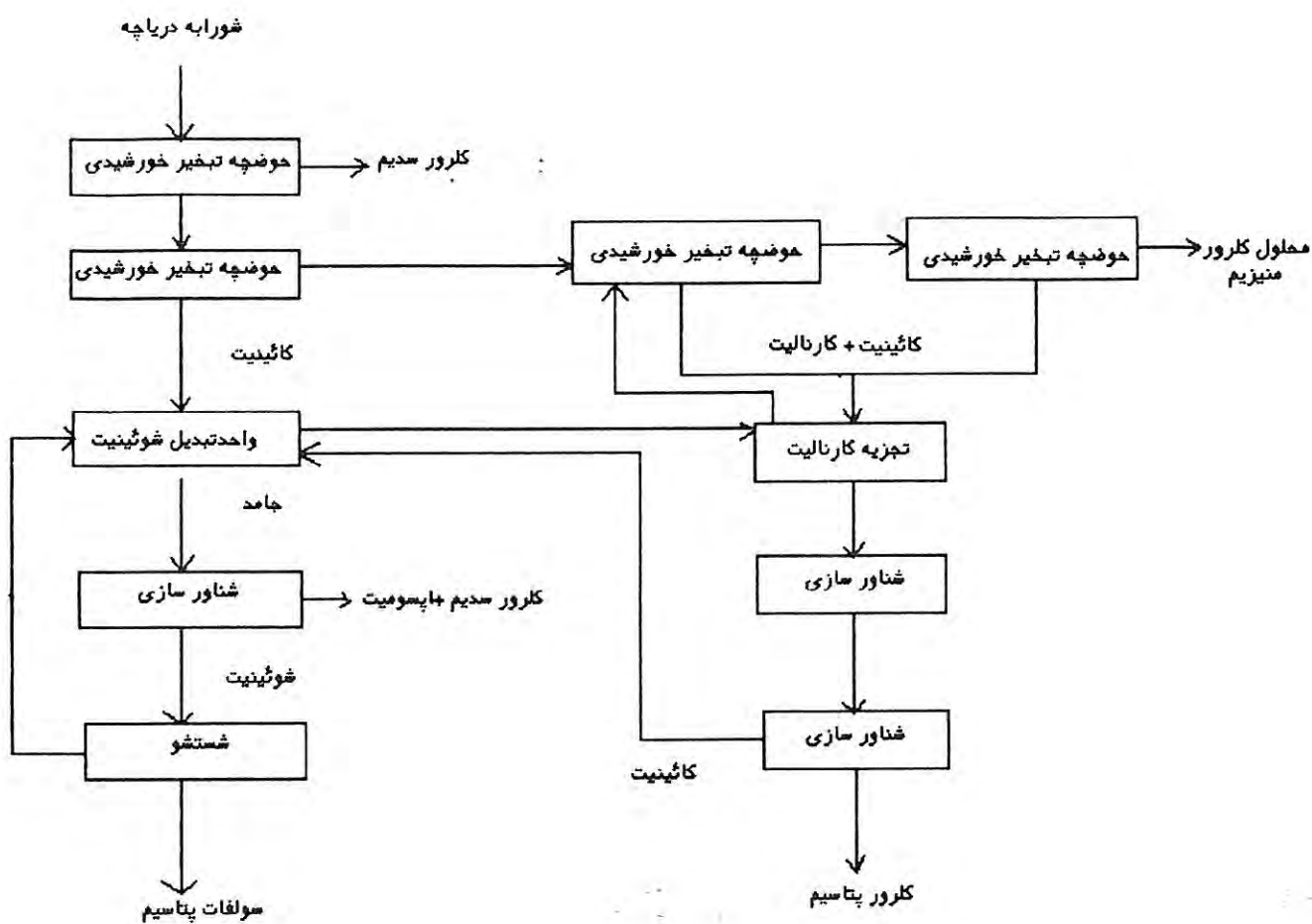
شکل ۲۶- جداسازی پتاسیم از شورابه حاوی سولفات به روش Hadzeriga

به کمک مواد شیمیایی خاص، سولفات منیزیم به صورت اپسومیت ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) همراه نمک طعام خارج می گردد. سپس با شناور سازی مجدد، کلرور پتاسیم از این واحد خارج می شود. در پایان عملیات شوئینیت حاصله با روش شناور سازی از ناخالصی های کلرور سدیم و اپسومیت جدا می شود (شکل ۲۷). مزیت این روش نسبت به روش حرارتی که قبلاً توضیح داده شد اینست که شناور سازی بسیار ارزاتر قابل اجرا است.

گارت روش دیگری را برای تهیه کلرور و سولفات پتاسیم پیشنهاد نموده است. این روش با توجه به ویژگی ترکیب شیمیایی شورابه دریاچه ارومیه و نوع املاح قابل استحصال ممکن است برای استحصال پتاس دریاچه ارومیه پیش بینی گردد. مطابق این روش کانی های پتاسیم دار (بویره کائینیت) همراه با سایر ناخالصی ها که از حوضچه های تبخیر و تبلور مرحله پتاس شورابه ارومیه حاصل شده است به واحد شوئینیت انتقال می یابد. شوئینیت بر اثر واکنش نمک های پتاسیم دار با آب داغ و سپس کاهش درجه حرارت مطابق واکنش زیر تشکیل می گردد:



شوئینیت جدا شده از واحد شناور سازی به واحد شستشوی شوئینیت انتقال می یابد و سپس به کمک آب، سولفات پتاسیم از سولفات منیزیم جدا شده و تلخاب حاصل از عملیات شستشو که غنی از سولفات منیزیم می باشد به واحد کائینیت انتقال می یابد. فاز مایع حاصل از حوضچه قبلی به حوضچه دیگر جهت تبخیر انتقال یافته تا بخشی از کائینیت به کارنالیته تبدیل گردد. بلورهای کائینیت و کارنالیته را به همراه کارنالیته و کلرور منیزیم حاصل از حوضچه های بعدی به واحد تجزیه کارنالیته هدایت می کنند. مواد حاصل از واحد تجزیه وارد واحد شناور سازی شده و به کمک مواد شیمیایی خاص، سولفات منیزیم به صورت اپسومیت همراه نمک طعام خارج می گردد. آنگاه با بکار گیری شناور سازی مجدد، کلرور پتاسیم از این واحد خارج می شود. در پایان عملیات



شکل ۲۷- فرآیند پیشنهادی برای استحصال پتاس (مطابق روش Garrt)

شوئینیت حاصله با استفاده از واحد شناور سازی از ناخالصی های کلرور سدیم و اپسومیت جدا می شود.

تهیه سولفات منیزیم

انواع سولفات منیزیم هیدراته را می توان از کانی های محتوی آن و یا شورابه های بعضی دریاچه ها و یا به طریق شیمیایی تولید نمود. سولفات منیزیم در فرآیند تبخیر خورشیدی حوضچه های تبخیری از انواع کانی های منیزیم دار نظیر لانگبیت، کایزیت و یا تلخاب های حاصل از تولید پتاس بدست می آید. استحصال سولفات منیزیم آبدار (اپسومیت) نسبتاً خالص از آب برخی دریاچه های شور نظیر قره بغاز و حتی دریاچه ارومیه به سادگی امکان پذیر است. در حالی که استحصال آن از کایزیت و لانگبیت و یا تولید نوع خالص آن به روش های شیمیایی پر هزینه تر است.

برای تولید سولفات منیزیم بدون آب، املاح کایزیت و لانگبیت را پس از خالص سازی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد گرم کرده و سپس سرد می کنند. بدین ترتیب کانی های مزبور آب تبلور خود را از دست می دهند. در صورتیکه برای تهیه سولفات منیزیم بدون آب از کانی اپسومیت استفاده شود، ابتدا آن را در دمای کمتر از ۷۰ درجه سانتی گراد قرار می دهند. کانی اپسومیت در این دما تعداد ۶ مولکول آب خود را از دست می دهد، سپس آن را در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده تا دهیدراته گردد و سولفات منیزیم بدون آب حاصل گردد.

اپسومیت و هگزا هیدریت بعنوان سولفات های منیزیم آبدار در طول فرآیند تبخیر خورشیدی شورابه دریاچه ارومیه همراه با ناخالصی نمک طعام و یا به همراه املاح پتاسیم دار از حوضچه

۵-۲-۳- طرح واحد ۵۰۰۰۰ تنی پتاس

اگر یک واحد تبخیر خورشیدی و فرآوری که قادر باشد سالانه ۵۰۰۰۰ تن پتاس تولید نماید در نظر بگیریم به ۴۱۵۰۷ تن پتاس نیازمندیم و برای تامین مقدار پتاسیم یاد شده سالانه بایستی ۲۸ میلیون متر مکعب شورابه از دریاچه به حوضچه های استحصال خورشیدی انتقال داده شده و تبخیر گردد. با در نظر گرفتن حجم آب دریاچه ارومیه، شورابه موجود قادر ست ۶۵۷ سال آب مورد نیاز طرح را تامین نماید بدون اینکه آبی به دریاچه وارد گردد. معمولاً چنین طرحهایی برای دوره ۵۰ ساله طراحی می گردد. مسئله قابل طرح در اینجا کاهش غلظت عناصر بخصوص پتاسیم با برداشت مداوم شورابه است. اگر فرض کنیم آبهای تغذیه کننده دریاچه کاملاً خالص باشد با جانشینی آب خالص به جای شورابه برداشت شده در طول ۵۰ سال غلظت پتاسیم از ۱/۴۸ به ۱/۳۷ گرم در لیتر کاهش می یابد و با توجه به اینکه دوره های پر بارش تاثیر بیشتری بر غلظت یونهای محلول می گذارد و طبعاً در طراحی به این نوسانات توجه می گردد میتوان از کاهش ۰/۱ گرم در لیتر یاد شده صرف نظر کرد. معمولاً استحصال نمکهای اقتصادی از شورابه در شرایط مطلوب به بازیابی ۱۰۰ درصد نمی رسد. تجربه نشان داده است که ضریب بازیابی نمکها در مجموع فرآیند تبخیر و فرآوری حدود ۷۵ درصد است لذا در جدول ۲۱ مقدار تولید نظری و تولید با احتساب ضریب بازیابی (Recovery) ۷۵ درصد محاسبه شده است. باید توجه داشت که نمک طعام در فرآیند تولید محصول جانبی در نظر گرفته می شود و مقدار قابل قبول آن در محاسبات فنی و اقتصادی با توجه به جاذبه بازار داخل و خارج در نظر گرفته می شود در صورتیکه نمک طعام حاصل به طور کامل قابل ارائه به بازار مصرف نباشد مقدار مازاد در مراحل اولیه تبخیر و فرآوری به آب دریاچه برگردانده می شود.

ردیف	نام محصول	تولید %۱۰۰	با بازیابی %۷۵
۱	پتاس	۵۰۰۰۰۰ تن	۳۷۵۰۰۰ تن
۲	سولفات سدیم	۸۱۲۰۰۰ تن	۶۰۹۰۰۰ تن
۳	منیزیا	۳۷۱۰۰۰ تن	۲۷۸۰۰۰ تن
۴	برومید	۵۶ کیلوگرم	۴۲ کیلوگرم
۵	لیتیم	۳۷۸ کیلوگرم	۲۸۳ کیلوگرم
۶	نمک طعام	۵۷۰۰۰۰۰ تن	۴۲۷۵۰۰۰ تن

جدول ۲۱- محصولات قابل بازیابی از یک واحد ۵۰۰۰۰۰ تنی پتاس

نتیجه گیری

بررسی داده های ۵۰ سال گذشته از شرایط آب و هوایی دریاچه ارومیه، ۲۰ ساله تبخیر و ۱۰ ساله دبی رودخانه ها نشان می دهد که بارش در منطقه پرپودیک می باشد و دوره های ۴ تا ۱۰ ساله از تغییرات رژیم بارش ثبت شده است. حداکثر میزان بارش سالانه ۵۷۲ میلیمتر و حداقل آن ۱۲۰ میلی متر ثبت شده است و در مجموع بارندگی دارای سیر نزولی با نرخ کم می باشد. درجه حرارت نیز دارای نوسانات پرپودیک است اما دامنه نوسانات به شدت بارش نبوده اما این عامل نیز دارای سیر نزولی با نرخ کم است. با استفاده از نقشه های رگرسیون بارش و دما می توان وضعیت را در سالهای آتی پیش بینی کرد. دبی رودخانه ها نیز تابع میزان بارش می باشد و تغییرات دوره ای آن منطبق بر تغییرات بارش است. مجموع رودخانه های تغذیه کننده دریاچه ارومیه بر اساس متوسط داده ها (۹ سال آبی) ۱۳۸ متر مکعب در ثانیه آب به دریاچه ارومیه می ریزد که معادل ۴/۵ میلیارد متر مکعب می باشد. این مقدار آب قادر است سالانه سطح آب دریاچه را ۰/۹۷۸ متر بالا آورد اما در تعادل آب عوامل تبخیر و بارش نیز دخالت می نمایند. متوسط بارش سالانه ۳۲۰ میلی متر و متوسط تبخیر سالانه ۱۶۱۸ میلی متر اندازه گیری شده است لذا در دوره بررسی شده سطح آب دریاچه سالانه ۳۲ سانتی متر پایین رفته است.

K(g/l)	Mg(g/l)	Ca(g/l)	Na(g/l)	Br(ppm)	Li(ppm)	As(ppm)	SO4(g/l)
1.48	5.84	3.53	86	1.16	13.44	1.04	14.2
Cl(g/l)	F(ppm)	B(ppm)	HCO3 (ppm)	TDS	PH	SpG	Cond
153	47	77	284	285	6.75	1.18	392

جدول ۲۲- متوسط ترکیب شیمیایی دریاچه ارومیه .

مساحت دریاچه ارومیه با توجه به کاهش عمق و بالطبع آزاد شدن زمینهای ساحلی از سیطره دریاچه ۶۰۰ کیلومتر مربع می باشد. در حال حاضر حداکثر عمق دریاچه ۹ متر بوده و متوسط عمق از ۴ متر فراتر نمی رود. حجم آب دریاچه ۱۸۴۰۰ میلیون متر مکعب محاسبه شده است. ذخیره بالقوه کانی های مختلف دریاچه ارومیه به شرح زیر است.

۱- پتاس: ۲۷ میلیون تن که معادل حدود ۶۰ میلیون تن سولفات پتاسیم می باشد.

۲- منیزیا: ۲۴۴ میلیون تن.

۳- سولفات سدیم: ۴۶۷ میلیون تن.

۴- برومید: ۲۷ تن.

۵- لیتیم: ۲۴۸ تن.

۶- نمک طعام: تقریباً ۴ میلیارد تن

استحصال نمکهای دریاچه ارومیه با احداث حوضچه های تبخیر خورشیدی و کارخانه فرآوری امکان پذیر است. با توجه به اینکه مطالعات فرآوری بر روی شورابه انجام نشده است امکان اظهار نظر در مورد اقتصادی بودن طرح وجود ندارد. مقایسه املاح دریاچه ارومیه و دریاچه بزرگ یوتا نشان می دهد که مقدار پتاسیم دریاچه یوتا دو برابر دریاچه ارومیه است. در صورتیکه نمک طعام حاصل از فرآیند بتواند جایگاه مناسبی در منطقه و کشورهای همجوار پیدا کند، ممکن است طرح توجیه اقتصادی داشته باشد.

پیشنهادهات

املاح دریاچه ارومیه با تعداد نمونه برداری کافی و آزمایشات بیشمار اندازه گیری شده است و با توجه به تعدد داده ها و نبودن تناقض در سه مرحله کار قابل اتکا می باشد. به منظور تکمیل طرح اجرای عملیات زیر به ترتیب اولویت و مرحله بندی پیشنهاد می گردد.

۱- تعیین یک تا دو ایستگاه نمونه برداری در بخش شمالی و جنوبی دریاچه و نمونه برداری ماهانه از آنها و آزمایش عناصر تعیین کننده. حتی الامکان باید آزمایشات در محل انجام گیرد و یا بلافاصله به آزمایشگاه تهران منتقل شود تا تردیدهایی در مورد تبخیر، رسوب و هرگونه تغییر احتمالی برطرف گردد.

۲- انجام مطالعات آزمایشگاهی تبخیر و فرآوری و تهیه فلوشیت های مربوطه.

۳- مطالعه فنی و اقتصادی اولیه.

در صورتیکه مطالعات فنی و اقتصادی در این مرحله پاسخ مثبت داشته باشد مراحل زیر انجام گردد.

۴- انجام مطالعات تبخیر و فرآوری در مقیاس پایلوت.

در صورتیکه نتایج حاصل از پایلوت در چهارچوب مطالعه فنی و اقتصادی اولیه قرار گیرد:

۵- مطالعه حوضه های آبریز.

۶- مطالعه جانمایی و طراحی حوضچه های تبخیر خورشیدی.

۷- مطالعه جانمایی و طراحی کارخانه.

۸- مطالعه منابع قرضه مورد نیاز در ساخت حوضچه های تبخیر خورشیدی.

۹- مطالعات ژئوتکنیک ، محیط زیست و ... و طراحی حوضچه های تبخیر خورشیدی و کارخانه

فراوری

۱۰- مطالعه فنی اقتصادی نهایی.

فصل ششم

ضمیمه

توانایی های معدنی شورابه ها

شورابه های مهم جهان

شورابه های ایران

خاک با استفاده از پودر استخوان، خاکستر چوب، نمکها و گچ باروش آزمون و خطا انجام دادولی در هیچکدام از این موارد به نتایج ایده آلی دست نیافت. در قرن هفدهم هلمونت (Van Helmont) شاید اولین دانشمندی بوده است که دریلژیک مطالعه املاح خاک را مورد توجه قرار داده و بعد از آن دیگ بای (Digby 1660) در چهارچوب جهان چهار عنصری به مطالعه خاک می پردازد.

با پیشرفت علم شیمی و کشف عناصر متعدد شیمیایی مطالعه گیاهان و خاک آسانتر شد. در اوایل قرن نوزدهم انسان پی برد که گیاهان از سه عنصر عمده کربن، اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده اند. پایه گذار علم کودهای شیمیایی Liebig است که در سال ۱۸۴۰ کار خود را آغاز کرد و اولین کارخانه های آهک، منیزیم، فسفات و پتاس زاینده تفکرات او است.

امروزه نقش ۱۷ عنصر در رشد و بقای گیاهان مشخص شده است. این عناصر به دو دسته غذا گیاهان پرمصرف (Macronutrient) و غذا گیاهان کم مصرف (Micronutrient) تقسیم می شوند. ازت، پتاسیم و فسفر دسته اول را تشکیل می دهند و عموماً برنامه ریزی عمده بر روی تهیه و توزیع کودهای شیمیایی به این دسته تعلق دارد.

۶-۱-۲- پتاس

واژه پتاس (Potash) از ترکیب دو کلمه Pot (دیگ) و Ash (خاکستر) تشکیل شده است. علت انتخاب این نام مربوط به اینست که در ابتدا از سوزاندن چوب در ظروف فلزی املاح پتاسیم که بیشتر کربنات پتاسیم بود را به دست می آوردند. اما در حال حاضر به کلیه املاح محلول پتاسیم، پتاس گفته می شود.

حدود ۹۵ درصد پتاس تولید شده در جهان در کشاورزی مصرف و ۵ درصد باقیمانده در صنایع مختلف بکار می رود. کلرور پتاسیم (KCl) با خلوص بالا (۹۹،۹۲٪) را از طریق الکترولیز به دست

می آورند که به صورت KOH عرضه می شود. این ماده با خلوص بالا در تولید صابون مایع، پاک کننده ها، گریس، کاتالیتها، بعضی از باتریها و پلاستیک بکار می رود. همچنین پتاس با خلوص بالا به صورت کربنات پتاسیم و یاسایر ترکیبات پتاسیم ممکن است تولید و عرضه شود. بیش از نیمی از کربنات پتاسیم تولید شده، در صنعت شیشه مصرف می شود و بالاخره در تهیه کودهای شیمیایی خاص مثل کودهای مایع، پتاس با خلوص بالا مورد استفاده قرار می گیرد.

روند مصرف پتاس سالانه رو به افزایش است. مصرف جهانی کود شیمیایی پتاس در سال ۱۸۶۴ میلادی ۱۱۰۰۰۰ تن بوده است در حالیکه این رقم در سال ۱۹۸۰ به ۴۴ میلیون تن افزایش یافته است. در حال حاضر مصرف کود شیمیایی پتاس ایران بالاتر از یکصد هزار تن در سال می باشد و نیاز واقعی مصرف سالانه به ۲۰۰۰۰۰ تن بالغ می گردد که از منابع وارداتی تامین می شود.

۲/۳۵ درصد پوسته زمین از پتاسیم تشکیل شده است که قسمت عمده آن در سنگهای تبخیری است. علاوه بر آن در فلدسپاتها، مسکویت، گرانیت و گنیس و همچنین سنگهای رسوبی (۱/۱ درصد ماسه سنگها، ۲/۷٪ شیلها و ۰/۲۷٪ سنگ آهک) نیز یافت می شود.

معمولاً پتاس همراه آب باران از طریق رودخانه وارد حوضه تبخیری می شود. نسبت سدیم به پتاسیم که از طریق آب وارد حوضه شده زیاد بوده زیرا پتاسیم به علت میل ترکیبی شدید به سختی از سنگها کنده می شود، بویژه که در مجاورت رسها اتصال محکمتری ایجاد می نماید.

پتاس هنگام ورود به حوضه تبخیری به علت حلالیت زیاد در آخرین مرحله رسوب می کند. یعنی در ابتدا کربناتهای کلسیم و منیزیم (توضیح آنکه عده ای رسوبگذاری کربناتها را شیمیایی دانسته و از فاز تبخیری جدا می نمایند)، سولفات کلسیم، کلرور سدیم، سولفات منیزیم، کلرور منیزیم و نهایتاً کلرور پتاسیم رسوب می نماید.

محلول مادر پس از رسوب مقدار قابل توجهی از نمکها از کلرور منیزیم، سولفاتها، پتاسیم و برم غنی می شود که کانیهای آن به شرح زیر است .

KCl	سیلویت
KCl, MgCl ₂ , 6H ₂ O	کارنالیت
MgSO ₄ , H ₂ O	کیسریت
2CaSO ₄ , MgSO ₄ , K ₂ SO ₄ , 2H ₂ O	پلی هالیت
K ₂ SO ₄ , 2MgSO ₄	لانگبیت
5MgO, MgCl ₂ , 7B ₂ O ₃	بوراسیت

امادرشورابه اولیه معمولاً کانیهای زیر یافت می شود.

NaCl	هالیت
9Na ₂ SO ₄ , 2Na ₂ CO ₃ , KCl	هانکسیت
Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃ , 2H ₂ O	ترون
Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	بوراکس
3K ₂ SO ₄ , Na ₂ SO ₄	گلاسریت

مهمترین کانی پتاسیم دارسیلویت است که عموماً همراه بانمک طعام یافت می شود دراین صورت به آن سیلوینیت گفته می شود. از دیگر کانیهای مهم که در کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند: کارنالیت، لانگبیت، کائینت و نیترو می باشد. به طور کلی کانیهای پتاسیم دار در جدول ۲۳ آمده است.

ذخایر پتاس رامی توان به سه تیپ اصلی تقسیم نمود که بر اساس رسوبگذاری افقهای اصلی نامگذاری شده است.

۱- رسوبگذاری کارنالیت شامل: زون کارنالیت - کیزریت - هالیت

زون کارنالیت - انیدریت - هالیت

زون سیلویت - هالیت

۲- رسوبگذاری سیلونیت شامل: زون سیلونیت، کیزریت - هالیت

زون سیلویت، انیدریت - هالیت

زون سیلویت، هالیت

۳- رسوبگذاری کائینیت شامل سولفاتها، کلرورها و زون کائینیت، لانگبیت، پیکرومریت، گلاسریت -

پلی هالیت

کانی	ترکیب	درصد K ₂ O
Sylvite	KCl	63.1
Carnalite	KCl, MgCl ₂ , 6H ₂ O	17.0
Kainite	KCl, MgSO ₄ , 2Na ₂ CO ₃	18.9
Hanksite	KCl, 9Na ₂ SO ₄ , 2Na ₂ CO ₃	3.0
Polyhalite	K ₂ SO ₄ , MgSO ₄ , 2CaSO ₄ , 2H ₂ O	15.5
Langbeinite	K ₂ SO ₄ , 2MgSO ₄	22.6
Leonite	K ₂ SO ₄ , MgSO ₄ , 4H ₂ O	25.5
Schoenite	K ₂ SO ₄ , MgSO ₄ , 6H ₂ O	23.3
Krugite	K ₂ SO ₄ , MgSO ₄ , 4CaSO ₄ , 2H ₂ O	10.7
Glaserite	3K ₂ SO ₄ , Na ₂ SO ₄	42.6
Syngenite	K ₂ SO ₄ , CaSO ₄ , H ₂ O	28.8
Aphthalite	(K, Na) ₂ SO ₄	29.8
Kainite	K ₂ SO ₄ , Al ₂ (SO ₄) ₃ , 24H ₂ O	9.9
Alunite	K ₂ Al ₆ (OH) ₁₂ (SO ₄) ₄	11.4
Niter	KNO ₃	46.5

جدول ۲۳- کانی های پتاسیم، سیلیکاتها و سایر کانیهای غیر محلول (بجز آلونیت) در این جدول

نیامده است.

سیلویت

این کانی به دو صورت اولیه و ثانویه تشکیل می گردد. آغاز رسوبگذاری سیلویت در آب شور هنگامی صورت می گیرد که نسبت $MgCl_2, KCl, NaCl$ به مقدار ۱۷-۱-۹ یا ۱۷-۱-۸ باشد. رسوبگذاری با توجه به درجه حرارت تانسبتهای ۱۷-۳-۱ و ۱۷-۲-۱ ادامه خواهد داشت (Adams, SS1985). سیلویت اولیه در شرایط غیر هوازی و در زیر فصل مشترک آبهای سطحی با آبهای عمقی تشکیل می شود. در این حالت رشد و نمو بلورها و رسوب آنها آهسته بوده و در حین ته نشست بلورها بر روی کف حوضه رسوبی بطور بخشی انحلال پیدا می کنند. حالت ابری که در برخی از سیلویت‌های اولیه دیده می شود به دلیل وجود کلرور منیزیم در آب شور می باشد و وجود آهن به میزان کم در محیط باعث می گردد تا سیلویت به رنگ صورتی درآید. سیلویت ثانویه به رنگ سفید است. سیلویت قرمز در نتیجه تبلور دوباره کارنالیت قرمز و خروج $MgCl_2$ از متن کارنالیت ایجاد می شود. در یک سکانس تبخیری که تناوبی از لایه های پتاس و نمک است انتظار می رود پتاس به صورت کارنالیت وجود نداشته باشد زیرا کارنالیت پس از تشکیل و ته نشست در کف حوضه قبل از سخت شدن توسط فاز بعدی که منجر به رسوب لایه نمکی می شود باعث خروج $MgCl_2$ از کارنالیت قرمز شده و در نتیجه سیلویت قرمز به وجود می آید و در نهایت در فوقانی ترین قسمت سکانس پتاس و نمک می توان انتظار وجود کارنالیت را داشت یعنی جائیکه دیگر لایه نمک بر روی آن قرار نگرفته باشد. از طرف دیگر چون کارنالیت در شرایط جوی در آب مولکولی خود حل می گردد لذا در رخنمون های طبیعی کمیاب است. ترکیبات آلی محلول در آب شور در تعیین نوع رسوب پتاس دخالت دارند. اوره و سایر ترکیبات نیتروژنه باعث افزایش حلالیت کلرور منیزیم شده و بدین ترتیب محیط برای رسوبگذاری آهسته سیلویت و تجمع سریعتر کارنالیت مساعد می گردد. افزایش کلرور کلسیم به میزان کم در محیط باعث کاهش انحلال سیلویت می گردد.

کارنالت

این کانی به دو صورت اولیه و ثانویه در طبیعت تشکیل می گردد ولی اکثر کانیهای کارنالت اولیه می باشد. کارنالت اولیه به دورنگ سفید و قرمز وجود دارد و هنگامی تشکیل می گردد که آبهای عمقی در معرض جو قرار گرفته باشد به عبارت دیگر آب شور تغلیظ یافته به وسیله آبهای تازه جریان یافته از دریا به داخل حوضه رسوبی پوشیده نشده است. در این حالت میزان تبخیر سریع، درجه اشباع آب شور حوضه به میزان لازم برای رسوب کارنالت اولیه برخلاف آنکلوزیونهای سیلویت اولیه دارای میزان کمتری از نیتروژن و مقدار بیشتری از گاز آرگون می باشد که خود دلیل بر اینست که محیط آب شور با جو در تماس بوده است.

۶-۱-۳- سولفات سدیم

یکی از مواد مهم صنعتی است که در سالهای اخیر بیش از ۵۰ درصد آن از منابع طبیعی به دست می آید.

سولفات سدیم در طبیعت به صورت نمک آبدار میرابلیت ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) و نمک بدون آب تناردیت (Na_2SO_4) یافت می شود. سولفات سدیم در حالت کاملاً خالص از بلورهای میرابلیت نامخلوط و ترکیبهای دیگر یافت می شود. در شورابه ها معمولاً مقداری سولفات سدیم وجود دارد که از لحاظ اقتصادی می تواند مورد توجه قرار گیرد.

ذخایر دریاچه ای غرب کانادا، دریاچه بزرگ نمک یوتا و ذخایر قره بغاز از مهمترین آنها هستند. در ایران ذخایر سولفات سدیم اطراف پلایای قم و میغان اراک از دیرباز شناخته شده و بهره برداری می گردند. بزرگترین ذخیره شناخته شده سولفات سدیم جهان خلیج قره بغاز می باشد. این خلیج بوسیله یک سد پشته ای باریک از دریای خزر جدا می شود بطوریکه آب دریا دائماً به سمت خلیج

جریان دارد. ۷۰ سال قبل خلیج قره بغاز ۱۸۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت داشت و عمق آن به ۱۲ متر می رسید. از آن زمان تاکنون تداوم رسوبگذاری ناشی از تبخیر سطح آن رابه ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع و عمق آن رابه ۳ متر کاهش داده است که البته غلظت شورابه افزایش پیدا کرده است. بلافاصله در پشت سد در اثر تبخیر ژپس و گلابریت رسوب می نماید که به طور جزئی بلودیت و هالیت نیز همراه این رسوبگذاری وجود دارد. بعد از این رسوبگذاری ها شورابه باقیمانده عمدتاً حاوی سولفات سدیم است که در فاز نهایی رسوب می کند.

دریاچه سیرلز نیز یکی از منابع مهم تولید سولفات سدیم در ایالات متحده است که تا سال ۱۹۸۲ از آن سالانه ۵۰۰۰۰۰ تن سولفات سدیم تولید می گردید. استحصال سولفات سدیم در این شورابه با کربناتی نمودن شورابه به وسیله دی اکسید کربن انجام می گیرد. در این حالت کربنات سدیم رسوب می نماید. کربنات سدیم حاصل از صافی عبور داده می شود. این شورابه کربناته پس از سرد شدن بلورهای بوراکس تشکیل می گردد. بعد از جدایش بوراکس بادوباره سرد کردن شورابه سولفات سدیم تشکیل می شود که از محلول جدا می گردد.

دریاچه بزرگ یوتا نیز حاوی سولفات سدیم است اما بهره برداری از آن اقتصادی تشخیص داده نشده است.

۶-۱-۴- کربنات سدیم

پیشینه مصرف کربنات سدیم به مصر باستان می رسد که نمکها را از شورابه و نمکهای سنگی استحصال می نمودند و به وسیله سودا آن را خالص می کردند که در آن زمان در صنعت شیشه سازی مورد استفاده قرار می گرفت. در طول سالیان متمادی تولید کربنات سدیم از منابع غیر معدنی بخصوص خاکستر چوب انجام گرفت. صنایع شیمیایی نوین از سال ۱۶۹۱ استحصال کربنات سدیم

را از تاثیر اسید سولفوریک و آهک بر نمک طعام مورد استفاده قرارداد. در خلال جنگ جهانی اول و دوم علاوه بر تولید کربنات سدیم باروشهای فوق استفاده از کربنات سدیم طبیعی هرچند محدود انجام شد بهره برداری از شورابه دریاچه سیرلزدر ایالات متحده و ماگادی در کنیا از این دسته هستند. کربنات سدیم بدون آب هرگز به طور طبیعی یافت نشده است و دوکانی ترموناتریت (Thermonatrite) و ترونا (Trona) مهمترین کانیهای کربنات سدیم هستند.

کربنات سدیم طبیعی معمولاً در رسوبات غیر دریایی مانند دریاچه ها و مردابهای قلیایی تشکیل می شود اما غالباً ارزش اقتصادی ندارند. از مشخصات این گونه آبها عمق کم و تغییرات فصلی و در نتیجه تمرکز متغیر می باشد. بلورهای ناترون در محیطهای سرد و مرطوب در کف دریاچه ها و باتلاقهای کم عمق تشکیل می شود. دریاچه های Owens و Goodenough نمونه های بارز آن می باشند.

ترموناتریت در حاشیه دریاچه های قلیایی به صورت یک لایه پودری تشکیل می شود از این نمونه رسوبگذاری پایین دست رودخانه دانوب و دریاچه نیاسا در تانزانیا رامی توان نام برد. نهشته های نسبتاً سخت و متخلخل ترونا در حاشیه پلایا و قسمت کم عمق دریاچه های قلیایی به وجود می آید. این رسوبات رامی توان در دریاچه ماگادی کنیا، دریاچه آونز و دریاچه چادا آفریقا مشاهده نمود. لایه های سخت شده رسوبات قدیمی حاوی ترونا و ناکولیت و سایر کانیهای کربنات سدیم در گرین ریور (Green River) به اثبات رسیده است. دریاچه سیرلز نمونه خوبی از شورابه حاوی کربنات سدیم می باشد.

در دریاچه سیرلز (Searles lake) کانی ترونا در عمق ۱۰۷ متری قرارداد. با حفر چاه به لایه های ترونا و تزریق آب گرم ترونا حل شده و به خارج پمپاژ می گردد. شورابه پمپاژ شده وارد حوضچه شده و در آنجا سرد می گردد و در شرایط تبخیر خورشیدی تا حدی تغلیظ می گردد. ادامه تغلیظ در کارخانه

انجام می شود. با اضافه نمودن کربنات به حوضچه ها بی کربنات سدیم تولید می شود و محصول نهایی پس از عبور از صافی و خشک شدن دوباره کلسینه می شود تا کربنات سدیم سبک (Light soda ash) حاصل گردد.

حدود ۴۵٪ از کربنات سدیم در صنعت شیشه سازی مورد استفاده قرار می گیرد. ۱۰٪ از کربنات سدیم مصرفی در صنایع فسفات مورد استفاده قرار می گیرد و ۴۵٪ دیگر در صنایع سیلیکات، کاغذ سازی، صابون و سایر مواد پاک کننده بکار می روند.

۶-۱-۵- نمک طعام (هالیت)

نمک طعام از لحاظ کانی شناسی هالیت نام دارد. هالیت اولین کانی است که بوسیله پرتو مجهول مورد شناسایی قرار گرفت. هالیت دارای فرمول شیمیایی NaCl است. در صفر درجه سانتیگراد ۳۵/۷٪ در آب محلول است و هنگامی که حرارت آب به ۱۰۰ درجه سانتیگراد برسد حلالیت آن به ۳۹/۸٪ افزایش می یابد.

(تذکر: در اینجا حلالیت نمک طعام در آب بصورت فاز آب - نمک طعام مورد نظر قرار گرفته است اما در بحث کانه آرایی و تغلیظ که یونهای دیگری مانند پتاسیم مطرح است تعادل فازی محلول تغییر می نماید و حلالیت نمک طعام با افزایش درجه حرارت کاهش یافته و به عکس حلالیت کلرور پتاسیم با افزایش درجه حرارت افزایش می یابد از این خاصیت در جداسازی نمک طعام و کلرور پتاسیم به روش حرارتی استفاده می گردد)

سالانه بیش از ۲۰۰ میلیون تن نمک طعام در جهان مصرف می شود. مصرف نمک طعام رami توان به صورت زیر رده بندی نمود.

۱- مواد غذایی و طعم دهنده ها مانند مصرف در طبخ غذا، تولید کره و پنیر، کنسروسازی، مصرف دام، نمک در آجیل، نمک در آشپزخانه و غیره.

۲- نگهداری مواد مانند پنیر، خیارشور، ماهی و غیره

۳- فرآوری مواد غذایی مانند غذاهای دریایی و سبزیجات، جداسازی ثقلی و غیره

۴- فرآورده های شیمیایی - هیدروکلریت کلسیم، دی اکسید کلر، کلرات سدیم، فلوسیلیکات سدیم و پرکلرات سدیم.

این ترکیبات مواد اولیه تولید مواد دیگری مانند کربنات سدیم، سدیم فلزی، سولفات سدیم، هیدروژن، اسید کلریدریک، کلر و سودسوزآور می باشد که هر کدام از آنها در تولید دهها فرآورده نقش دارند. حدود ۳۰ درصد از کلرورسدیم تولید شده در جهان از منابع شورابه تامین می شود. در ایران کلرور سدیم علاوه بر منابع سنگی از منابع شورابه نیز تولید می گردد. حوضچه های استحصال خورشیدی با استفاده از فن آوری جدید در بندر امام نمک طعام مورد نیاز پتروشیمی بندر امام را از آب خلیج فارس تامین می نماید.

حوضچه های تبخیر خورشیدی در دریاچه مهارلو نمک طعام مورد نیاز پتروشیمی فارس را تامین می کند.

تقریباً در همه دریاچه های شور و شورابه های پلایا استحصال سنتی نمک طعام وجود دارد مانند دریاچه ارومیه، دریاچه سیرجان و

به علت مصرف روزافزون نمک طعام قیمت جهانی آن نیز رشد ویژه ای داشته است. در انگلستان در سال ۱۹۷۰ بهای یک تن سنگ نمک ۲/۷۱ پوند بوده است در حالیکه این رقم در سال ۱۹۹۷ به ۳۰ تا ۳۰ پوند افزایش یافته است. اما در استرالیا بدلیل تولید نمک از راه تبخیر خورشیدی بهای آن از

سال ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ از ۲۰ دلار در هر تن به ۱۸ دلار در هر تن کاهش یافته است. در ایالات متحده نیز نمک طعام از سال ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۷ روند صعودی داشته است بطوریکه بهای هر تن نمک سنگی در ۱۹۷۲ حدود ۱۰ دلار بوده است و این رقم در ۱۹۹۷ به ۲۰ تا ۲۷ دلار افزایش یافته است. لازم به ذکر است که بهای نمک طعام متناسب با خلوص آن نوسانات شدیدی دارد مثلاً نمک طعام خالص نشده شورابه در ایالات متحده کمتر از ۷ دلار در تن می باشد در حالیکه نمک فرآوری شده خالص بالاتر از ۵۳ دلار در هر تن فروخته می شود. بهای نمک وارداتی کره جنوبی در سال ۱۹۹۶ به ازای هر تن ۲۷ دلار بوده است و در همین سال ژاپن به ازای هر تن نمک بیش از ۳۰۰۰ این پرداخت نموده است.

۶-۱-۶- برم

برم یک عنصر حد واسط از خانواده هالوژنها بین ید و کلر است. برم تنها عنصر نافلز است که در حرارت عادی مایع می باشد. نقطه ذوب آن $7/2^{\circ}$ - درجه سانتیگراد و نقطه جوش آن $58/78^{\circ}$ درجه سانتیگراد است. به راحتی در آب حل می شود. در حالت مایع دارای وزن مخصوص $3/12$ می باشد. عنصری فوق العاده فعال است و در طبیعت بصورت ترکیبات برم یافت می شود. برم در حدود وسیعی در طبیعت پراکنده است. ترکیبات آن در شورابه ها، آب دریا، چشمه های شور، شورابه های چاه های نفت و گاز و کانیهای تبخیری یافت می شود. برم به مقدار 60 تا 65 قسمت در میلیون در آب دریا و چند گرم در لیتر در شورابه های دریاچه ای و چاه های نفت و گاز یافت می شود.

اسرائیل یکی از بزرگترین تولید کنندگان برم در جهان است که از شورابه بحرالمیت بهره برداری می کند. این کشور سالانه 100 میلیون پاوند برم به بازار عرضه می نماید. مهمترین منابع اقتصادی برم شامل چاه های نفت آرکانزاس، دریاچه سیرلز، شورابه میشیگان و شورابه تگزاس در ایالات متحده،

حوضه پتاس دار فرانسه، بحرالمیت و منابع پتاس آلمان است همچنین کشورهای ژاپن و انگلستان برم را از آب دریا استحصال میکنند. تولید سالانه برم در جهان بیش از ۶۵۰ میلیون پاوند می باشد که غالباً محصول جانبی استحصال سایر املاح مانند پتاس و نمکهای همراه می باشد.

برم در صنایع کشاورزی، صنایع پالایش نفت، صنایع پرودتی و پلاستیک سازی و در عکاسی و غیره کاربرد دارد.

۶-۱-۷- بر و بوراتها

بورات سدیم و مشتقات حاصل از بوراکس و شورابه حاوی بوراکس بیشتر از سایر ترکیبات مورد توجه هستند زیرا به راحتی در آب محلول می باشند و به سادگی قابل تبدیل به سایر ترکیبات هستند. مصرف سالانه بر در یکصد سال اخیر از چند تن سالانه به بیش از یک میلیون تن B_2O_3 رسیده است.

ایالات متحده، ترکیه، روسیه، کشورهای آمریکای جنوبی و چین از مهمترین تولیدکننده های بر در جهان هستند.

بوراتها به صورت ترکیبات مختلفی به بازار عرضه می گردند. بوراکس با ۱۰ مولکول آب حدود ۱۵۰ دلار در تن قیمت دارد. اسید بوریک و بوراکس بدون آب از جمله ترکیباتی هستند که قیمت آنها در هر تن به ۵۰۰ دلار می رسد. بوراتها در صنایع دارویی، نگهداری مواد غذایی، صنایع سرامیک، صنایع شیشه و صنایع متالورژی کاربرد دارد. صنایع دارویی به دلیل نیاز به خلوص بالا، بوراکس را با بالاترین قیمت خریداری میکنند در حالیکه صنایع متالورژی معمولاً بوراکسهای با قیمت پایین را طلب می نمایند.

ترکیبات بردریش از ۱۵۰ کانی وجود دارد اما ۳ کانی عمده مورد توجه بهره برداران هستند.

۱- بوراکس Borax با ترکیب $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

۲- کولمانیت Colemanite با ترکیب $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

۳- زایلیت Szaiblyite با ترکیب $\text{MgBO}_2(\text{OH})$

دریاچه سیرلز یکی از نمونه های شاخص تمرکز بردر محیطهای دریاچه ای است. ترکیبات بر به صورت بلور بوراکس درین سایر بلورهای املاح مانند کلرورسدیم، کربنات سدیم، کلسیم و سولفاتها در شورابه های بین مولکولی وجود دارد. دوزون قابل بهره برداری در دریاچه سیرلز وجود دارد. بخش نمک بالائی که از ۹ تا ۲۷ متر ضخامت دارد و محتوی متوسط ۱٪ B_2O_3 است و بخش نمک پایینی که به طور متوسط ۱۲ متر ضخامت دارد و حاوی ۱/۲٪ B_2O_3 می باشد. شورابه حاوی بوراکس از چاه پمپاژ می شود و سپس توسط فرآیندهای مختلف بوراکس آن جدا می گردد.

۲-۶- شورابه های مهم جهان

شورابه های باارزش از نظر شکل تشکیل به سه صورت دیده می شوند:

-شورابه های دریاچه های آب شور یا شیباع، مانند دریاچه بزرگ نمک در ایالات متحده (یوتا)، خلیج قره بغاز و دریاچه ارومیه می باشد.

-شورابه های بین کریستالی در بین پوسته ها و یالایه های نمکی دریاچه های نمک خشک مانند دریاچه سیرلزلیک کالیفرنیا، دریاچه نمک قم، کویر بزرگ، مرداب گاوخونی و پلایای ابرقو وجود دارد. سفره های آب زیرزمینی شور یالب شور که در حاشیه پلایا و دشت ها قرار دارند

۱-۲-۶- دریاچه بزرگ نمک یوتا (Grate Salt Lake)

بزرگترین دریاچه آب شور در ایالات متحده دریاچه بزرگ نمک می باشد. عمق متوسط این دریاچه ۱۹ متر است و مساحت آن ۶۲۰۰ کیلومتر مربع می باشد و مشابه دریاچه ارومیه به وسیله یک جاده به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم شده است. بخش شمالی نسبت به بخش جنوبی شوری بالاتری دارد اگر آب دریاچه را در حوضچه های تبخیر خورشیدی خشک نمائیم مخلوطی از کانی های زیر بدست می آید.

Astraknite=Blodite ($\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{MgSO}_4, 4\text{H}_2\text{O}$)

Epsomite ($\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$)

Kainite ($\text{KCl}, \text{MgSO}_4, 3\text{H}_2\text{O}$)

Schoenite ($\text{MgSO}_4, \text{K}_2\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$)

Carnallite ($\text{KCl}, \text{MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$)

Lenite ($\text{K}_2\text{SO}_4, \text{MgSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$)

Bischoffite ($\text{MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$)

Halite (NaCl)

Sylvite (KCl)

که در این حالت جداسازی کانی های خشک غیر عملی ویا مستلزم هزینه های سنگین است به همین دلیل شرکت G.S.L (Grate Salt Lake Minerals & Chemicals Corp) که بزرگترین بهره بردار املاح از این دریاچه می باشد با احداث یک سیستم گسترده از حوضچه های تبخیر خورشیدی (Solar evaporation ponds) آب دریاچه را از نواحی پرعیار پمپاژ نموده و به حوضچه ها انتقال می دهد و با استفاده از یک سری فرآیندها کریستالیزاسیون کانی های مختلف را به صورت مرحله ای ، کنترل شده و جدا از یکدیگر انجام می دهد. به این ترتیب رسوبات هر حوضچه برای مرحله فرآوری صنعتی مناسب می گردد. شورابه از بخش شمال دریاچه و از یک عمق مناسب با دبی ۵ متر مکعب در ثانیه پمپاژ می گردد و از طریق کانالهای انتقال آب به حوضچه های اولیه وارد می شود در این حوضچه ها ابتدا بخش اعظم نمک طعام رسوب می نماید و سپس شورابه غنی شده مجدداً به حوضچه های دیگری هدایت می گردد. این سیستم تبخیر دارای ۴۵ کیلومتر کانال انتقال آب ، ۸۰ حوضچه تبخیر خورشیدی بامیث از ۱۸۰ کیلومتر دیواره جداکننده و ۱۲ ایستگاه پمپاژ می باشد. وسعت کل این تاسیسات بیست هزار هکتار است. در حوضچه های اولیه حدود ۹۰٪ نمک طعام رسوب می نماید و با توجه به اینکه این شرکت برنامه ای برای استحصال نمک ندارد ، نمک رسوب داده شده به وسیله آب بخش جنوبی که شوری کمتری دارد شستشو داده شده و به داخل دریاچه برمی گردد. املاح با ارزش از یک مجموعه حوضچه عبور کرده و در هر مرحله یکی از املاح با ارزش رسوب داده شده و جدا می گردد. سیستم حوضچه ها از ابتدا تا انتها به صورت پیوسته می باشد و یک سیکل استحصال ۲ سال به طول می انجامد . جزئیات بهره برداری که از ابداعات شرکت یاد شده می باشد و تاکنون منتشر نشده است.

ترکیب شیمیایی شورابه پمپاژ شده به درون حوضچه هادر چهار فصل مختلف به شرح زیر است:

محل و زمان نمونه برداری	K(g/l)	Na(g/l)	Mg(g/l)	Cl(g/l)	SO ₄ (g/l)
یوتا-Sept1988	3.9	89.6	7	148.1	17.8
یوتا-Dec1988	4.1	78.3	6.7	147.4	15.1
یوتا-March1988	3.8	88.6	6.8	143.5	18.4
یوتا-June1988	3.9	89.8	7.3	150.7	16.0
ارومیه ۷۹	1.48	86	5.48	153	14.2

جدول ۲۴- مقایسه ترکیب شیمیایی دریاچه نمک یوتا و دریاچه ارومیه

نمک های قابل استحصال از شورابه این دریاچه نمک طعام (به غیر از مرحله اول)، سولفات پتاسیم و سدیم و کلرور منیزیم می باشد. سولفات پتاسیم عمده ترین کانی اقتصادی این فرآیند می باشد. درحوضچه های تبخیر خورشیدی آنجا که املاح پتاسیم جدا می شود نمک پتاسیم دار حاوی ۹۵٪ پتاسیم است و از لحاظ کانی شناسی برحسب تغییرات درجه حرارت و رطوبت ممکن است کارنالیت و یا مخلوطی از سولفات پتاسیم و منیزیم باشد. نمک حاصل با استفاده از روش فلوتاسیون بین ۱۰ تا ۱۲٪ غنی سازی می شود و سپس محصول پر عیار به کارخانه تولید سولفات پتاسیم هدایت می گردد.

فرآیند فلوتاسیون در صورتی انجام می شود که نمک حاصل کمتر یا مساوی ۵٪ پتاسیم داشته باشد ولی در موارد عیار بالاتر از ۵٪ نمک مستقیماً به کارخانه تولید سولفات پتاسیم هدایت می گردد.

۶-۲-۲- دریاچه نمک سیرلز (Searles lake)

دریاچه سیرلز با وسعت حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع یک پلایا است که در جنوب شرقی ایالت کالیفرنیا واقع شده است. پوسته نمکی سطح پلایا (Salt crust) حدود ۷ متر ضخامت دارد که غالباً از روباره

رسی ماسه ای پوشیده شده است. این پلایا از تناوب لایه های گل و نمک با ضخامت ۱۰۰۰ متر تشکیل شده است این رسوبات به پلئستوسن - هولوسن تعلق دارد. سنگ کف از توده مونزونیتی تشکیل شده است. لایه های نمک متشکل از کربناتها، سولفاتها و کلورهای سدیم و پتاسیم و کانی های بر می باشد. لایه های گل (Mud) جداکننده طبقات نمک از یکدیگر می باشد. درین کریستالهای نمک شورابه غنی از عناصر اقتصادی وجود دارد. واحدهای عمده دریاچه سیرلز به شرح زیر است.

۱- گل روباره (رسی-ماسه ای) ۷متر

۲- لایه نمک فوقانی ۱۵متر

۳- گل میانی ۴متر

۴- لایه نمک تحتانی ۱۲متر

۵- گل تحتانی ۳۰متر

۶- لایه های مختلط (Mixed layer) ۲۰۰متر

تقسیم بندی های کوچکتری در این طبقات نیز وجود دارد مثلاً نمک تحتانی از ۷ واحد کوچکتر نمکی S1 تا S7 و ۶ واحد گلی M2 تا M7 تشکیل شده است. همچنین در لایه های مختلط ۶ واحد نمکی بامیان لایه های گلی را تشکیل داده است.

۲۰۰ متر بالایی طبقات دریاچه سیرلز به طور دقیق مطالعه و مورد بهره برداری قرار گرفته است.

لایه های نمکی از لحاظ ترکیب شیمیایی و کانی شناسی دارای تنوع زیادی می باشد به طور مثال در لایه ای مختلط کانی های هالیت (NaCl)، ترونا ($\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3, 2\text{H}_2\text{O}$) و ناکولیت (NaHCO_3) غالب است. و در لایه های نمکی زیرین ترونا، هالیت و بورکیت ($2\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3$) از فراوانی بیشتری برخوردار است. ولی به صورت فرعی تاکتیت ($2\text{Na}_2\text{CO}_3, 2\text{MgCO}_3$) و سولفو

هالیت ($2\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{NaCl}, \text{Na}$) نیز وجود دارد. در نمک فوقانی هالیت، ترونا و هانکسیت فراوانتر و بوراکس ($\text{Na}_2, \text{B}_2\text{O}_7, 10\text{H}_2\text{O}$)، بورکثیت، تناردیت (Na_2SO_4) و گلاسریت ($3\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Na}_2\text{SO}_4$) کمتر یافت می شود.

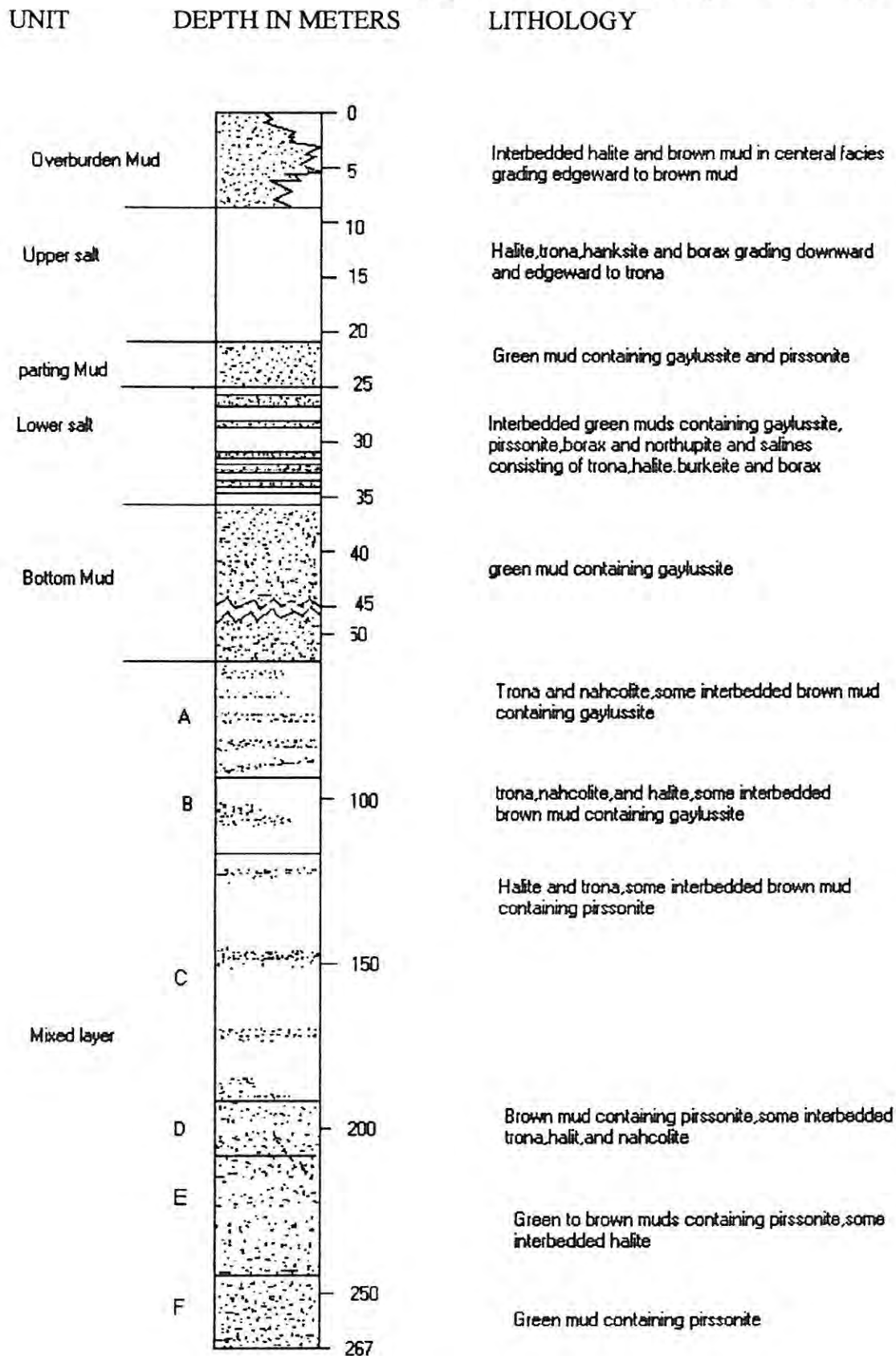
ترونا لایه های نمکی بخش حاشیه ای را تشکیل می دهد و سایر نمکها بخش مرکزی وحد فاصل بین بخش مرکزی وحاشیه ای را پر می کنند.

شکل ۲۸- ستون چینه شناسی ردیفهای تبخیری در دریاچه سیرلزلیک راتا عمق ۲۶۷ متر نشان می دهد در این ستون ۶ واحد از لایه های مختلط و ۱۳ واحد نمک و گل رادر واحد نمک پایینی مشخص کرده است .

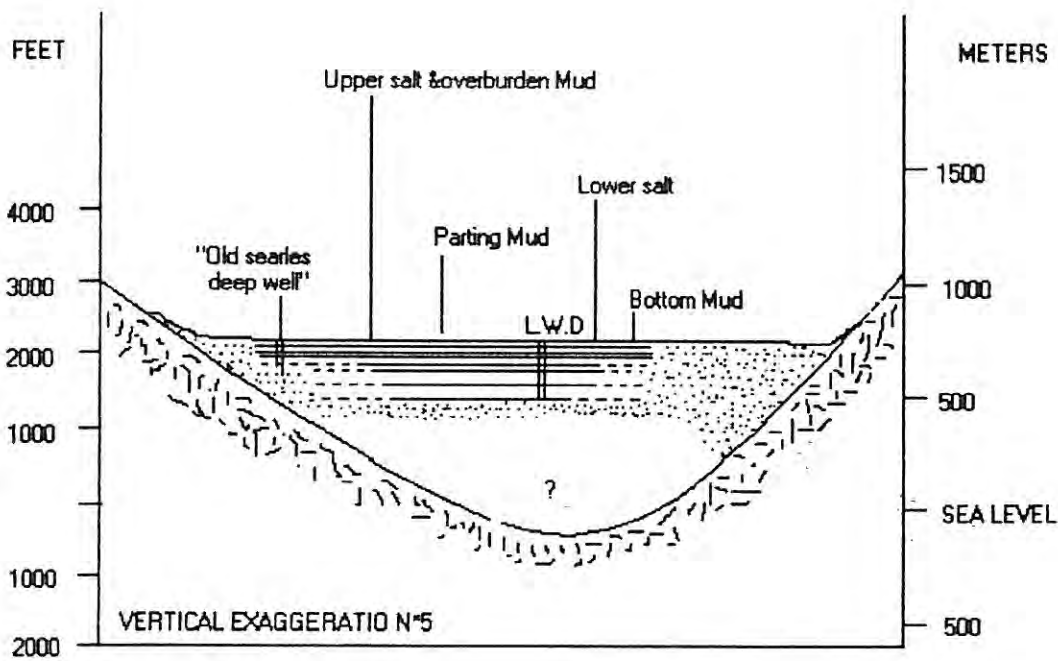
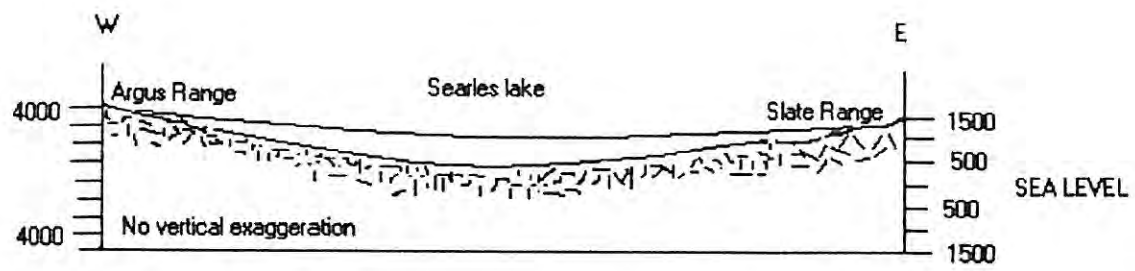
شکل ۲۹- برش دریاچه سیرلزلیک رانشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود سنگ کف توده مونزونیتی است. این برش شرقی غربی است. اطلاعات مربوط به ۴۵ متر بالای رسوبات از Smith and Haines 1964 و Smith 1962, Haines 1959 گرفته شده است. مغزه های دوگمانه عمیق در طرح این برش دخالت داشته است.

جدول ۲۵- آنالیز شیمیایی شورابه سیرلزلیک که مربوط به واحد نمک پایینی است آورده شده است. آنالیز مربوط به شورابه بین مولکولی از مغزه گمانه های S28, S31, X, W, U, MM, HM که به وسیله موسسه پتاس و صنایع وابسته منتشر شده است. آنالیز گمانه های L-31, GS10, GS4, GS1 از سازمان زمین شناسی ایالات متحده گرفته شده است و در جدول ۲۶ ترکیب کانی شناسی بخش جامد از نمک پایینی آورده شده است.

شکل ۲۸-چینه شناسی ردیفهای تبخیری دریاچه سیرلر



شکل ۲۹- برش عرضی دریاچه سیرلز که با استفاده از داده های دو گمانه تهیه شده است.



1	2	3	4	PH	Na	K	Li (ppm)	Co3	So4	Cl	B2O3	Po4(ppm)	F (ppm)	Br (ppm)	S (ppm)	As (ppm)	Si (ppm)	I (ppm)
(90.7-129.8) Nov-49	95	1.3	34.75	11.05	2.4			2.39	4.98	12.2	1.06	960	20	910	200			
	HH	100	1.31	34.98	12.04	1.69		4.53	3.22	11.26	1.83	400		550	1300			
	105	1.31	34.99	12.01	1.74			4.57	3.2	11.19	1.85	400	16	550	1300			
	110	1.311	35.02	12.04	1.73			4.66	3.15	11.14	1.88	400	23	540	1300			
	115	1.314	35.12	12.18	1.61			4.93	3.04	10.95	1.99	400	13	520	1400			
	120	1.317	35.33	12.31	1.56			5.24	2.91	10.78	2.12	380	18	510	1300			
125	1.32	34.4	12.34	1.54			5.52	2.83	10.53	2.24	360	23	460	1300				
(66.5-98.3) Nov-49	70	1.297	34.37	11.34	2.08			2.76	4.5	12.06	1.13	580		840	980			
	MM	75	1.299	34.46	11.46	1.96		2.88	4.5	11.95	1.2	580		780	1080			
	80	1.3	34.52	11.47	1.96			2.91	4.52	11.88	1.23	660		810	1060			
	85	1.301	34.57	11.49	1.95			2.95	4.53	11.84	1.24	700		810	1050			
	90	1.301	34.64	11.51	1.96			2.97	4.52	11.84	1.26	700		810	1110			
	95	1.301	34.6	11.48	1.96			2.97	4.52	11.84	1.26	700		810	1040			
(78.4-114.6) Dec-49	80	1.292	33.95	11.23	2.03			2.43	4.53	12.24	1.13	580		800	1400			
	U	85	1.294	34.22	11.35	2.01		2.55	4.44	12.16	1.17	580		780	1400			
	90	1.294	34.11	11.33	1.99			2.6	4.39	12.09	1.16	600		760	1400			
	95	1.299	34.45	11.58	1.85			3.09	4.11	11.84	1.42	600		690	1600			
	100	1.3	34.42	11.59	1.82			3.17	4.05	11.77	1.46	600		660	1600			
	105	1.3	34.47	11.62	1.8			3.24	4.03	11.74	1.48	620		650	1600			
110	1.3	34.47	11.65	1.77			3.25	4.1	11.66	1.47	620		660	1600				
(85.5-120.1) Mar-50	85	1.301	34.84	11.37	2.1			2.81	5.31	11.52	1.11	860		770	700			
	W	90	1.304	35.99	11.52	1.92		2.91	5.76	11.12	1.13	860		770	800			
	95	1.304	34.85	11.5	1.89			2.91	5.73	11.07	1.12	860		790	800			
	100	1.304	34.91	11.52	1.89			2.92	5.76	11.07	1.13	840		790	800			
	105	1.303	34.86	11.49	1.89			2.92	5.81	10.99	1.13	860		770	800			
	110	1.303	34.76	11.43	1.92			2.93	5.84	10.89	1.13	820		790	900			
115	1.302	34.57	11.39	1.89			2.93	5.87	10.77	1.12	800		790	800				
120	1.302	34.59	11.38	1.9			2.93	5.87	10.77	1.12	820		770	900				
(89.2-127.2) Mar-50	90	1.304	35	11.47	2.13			3.07	4.58	11.84	1.29	840		870	700			
	X	95	1.304	35.04	11.48	2.13		3.07	4.58	11.84	1.3	860		890	800			
	100	1.305	35	11.45	2.14			3.07	4.56	11.84	1.3	860		890	800			
	105	1.305	35.01	11.46	2.14			3.07	4.56	11.84	1.3	860		890	800			
	110	1.305	35.05	11.47	2.14			3.07	4.6	11.84	1.29	860		890	800			
	115	1.306	34.97	11.5	2.1			3.23	4.43	11.74	1.33	860		870	800			
120	1.306	34.94	11.49	2.1			3.24	4.43	11.7	1.35	840		850	900				
125	1.306	34.91	11.52	2.05			3.41	4.62	11.01	1.38	820		810	900				
(77.4-102.1) Sep-50	80	1.289	33.5	11.51	1.46			2.39	4.58	12.06	1.03	500		560	1400			
	S-28	85	1.29	33.5	11.54	1.43		2.51	4.58	11.93	1.04	480		550	1500			
	90	1.293	33.94	11.74	1.39			2.72	4.6	11.93	1.08	520		530	1400			
	95	1.295	34.11	11.8	1.35			2.88	4.7	11.67	1.16	620		520	1600			
100	1.295	33.97	11.75	1.34			2.89	4.7	11.58	1.16	660		520	1400				
(84.0-117.1) Dec-50	85	1.297	34.27	11.72	1.6			2.89	4.43	11.95	1.21	500		630	1400			
	S-31	90	1.297	34.23	11.74	1.55	11	2.93	4.42	11.88	1.23	500		630	1500			
	95	1.298	34.29	11.81	1.52	11		3.08	4.25	11.88	1.29	460		600	1500			
	100	1.303	34.5	12.04	1.39	32		3.66	3.81	11.63	1.48	500		570	1600			
	105	1.305	34.48	12.07	1.35			3.89	3.68	11.42	1.57	500		570	1700			
	110	1.305	34.5	12.09	1.33	32		3.92	3.67	11.42	1.58	500		570	1600			
115	1.305	34.62	12.12	1.35			3.93	3.67	11.45	1.59	520		550	1600				
(65.0-88.6) Jul-54	68	1.253	29.8	9.3	10.2	0.95	8.8	3.98	5.34	8.5	0.79							
	GS-1	70	1.255	30.1	9.3	10.3	0.96	8.8	4.12	5.44	8.48	0.79						
	75	1.253	30.5	9.3	10.7	1.06	12	3.72	5.37	8.48	0.81							
	80	1.265	31.3	9.3	10.6	1.36	21	3.14	5.11	10.14	0.95							
	85	1.264	31.6	9.3	10.8	1.36	22	3.12	5.14	10.2	0.95							
86	1.263	31.7	9.3	10.7	1.42	20	3.29	5.19	10.19	0.91								
(64.6-89.5) Sep-54	65	1.275	31.8	9.15	11.2	0.93	11	2.96	5.94	10.16	0.59							
	GS-4	70	1.274	31.9	9.19	11.1	1.01	11	3	5.81	10.41	0.59						
	75	1.274	31.8	9.12	11.1	0.94	11	2.81	5.9	10.39	0.61							
	80	1.276	31.5	9.18	10.8	0.9	11	3.11	6.3	9.82	0.57							
	85	1.274	32	9.15	11.1	0.92	11	3.11	6.36	9.91	0.57							
86	1.272	31.3	9.1	11	0.58	7	3.91	8.2	7.17	0.45								
(83.1-114.5) Jan-55	85	1.28	33	9.32	10.7	1.7	23	2.58	4.53	12.34	1.1							
	GS-10	90	1.281	33.3	9.41	10.9	1.85	23	2.7	4.49	12.24	1.16						
	95	1.288	34.6	9.37	11.8	1.95	51	2.66	4.73	12.24	1.19							
	100	1.288	33.7	9.39	11	2	51	2.58	4.7	12.2	1.22							
	105	1.288	33.6	9.42	11	1.95	52	2.56	4.71	12.22	1.2							
110	1.286	34	9.38	11	2.02	50	2.69	4.71	12.22	1.38								
(91.5-129.1) Nov-64	L-31	102	1.299	33	9.75	11.1	2.39	3.23	3.78	11.7	1.23	536	23	704		102	40	27
	127	1.302	32.2	9.9	11.1	1.77		4.32	4.08	9.82	1.45	357	35	449		98	33	22

Uppermost brine sample used to calculate composition of brine in units S1+S2+S3+S4+S5.
Sample from depth of 102 feet represents brine from unit S7; sample from 127 feet represents brine from S1, S2 and S3
1-Core hole (depths in feet to top and base of lower salt) Date of sampling
2-Brine sample depth(feet)
3-Specific gravity
4-Total dissolved solids(by summation)

جدول ۲۵- ترکیب شیمیایی شورابه دریاچه سیرلز

Sample No	Depth(ft)	Stratigraphic Units included	Chemical analysis										Acid insoluble		Sum	Oxygen equivalent of Cl	Remarks
			CaO	MgO	Na2O	K2O	CO2	SO2	B2O3	Cl	H2O	insoluble	Sum				
GS-11-F	83.5-87.5	S7	1.2	0.64	47.5	0.43	10.4	1	0.19	40.5	5.7	1.5	9.14	99.9	Halite, trona, pirssonite?		
G	87.5-92.0	M7+S6	3.8	2.1	36.9	1	16.3	1.3	2	26	9.6	5.8	5.87	99	Halite, trona, gaylussite, northupite, pirssonite.		
H	92.0-94.2	S6+M6	6.4	1.6	35.8	1.1	18.7	3.7	0.85	21.5	10.1	5.8	4.85	100.7	Halite, trona, pirssonite, gaylussite, bankite?		
I	94.2-100.0	M6+S5	2.9	1	41	0.89	14.2	5.3	0.78	27.3	7.6	4.8	6.16	99.6	Halite, trona, burkeite, pirssonite?		
J	100.0-104.8	S5	0.05	0.03	50.7	0.27	3.8	62	0.41	46.5	1.7	0.08	10.49	99.2	Halite, trona, burkeite.		
K	104.8-109.7	S5+M5+S4	1.5	0.4	46.2	0.44	9.4	9.2	0.29	33.2	5.1	1.6	7.49	99.8	Halite, trona, burkeite, gaylussite.		
L	109.7-113.4	M4+S3	6	1	29.4	1.2	26.6	1.9	1.3	4	20	8.1	0.90	98.6	Trona, gaylussite, northupite, halite		
M	113.4-116.8	S2+M2+S1	4.7	1.6	31.8	0.87	28.9	3.2	0.32	3.6	17.9	6.1	0.81	98.2	Trona, gaylussite, northupite, halite, tyohite?		
N	116.8-120.8	S1+BotMud	0.51	0.46	39.5	0.51	35.6	3.7	0.2	2.7	17.8	0.5	0.21	100.9	Trona, halite, northupite?, tyohite?		
GS-12-E	86.9-88.1	S7	0.37	0.17	30.5	0.17	18.9	0.33	22.8	0.93	24.5	0.26	0.61	98.7	Tincaconite, trona, halite.		
F	88.1-94.9	S7+M7+S6	3.2	0.92	38.8	0.72	20.1	10	0.34	12.4	10	3.8	2.80	97.6	Trona, halite, burkeite, pirssonite?		
G	94.9-98.0	S6	0.34	0.44	47.2	0.33	11.3	3.3	0.18	39.1	5.8	3.4	8.82	102.6	Halite, trona, northupite?		
H	98.0-102.4	M6+S5	7.2	2	33.6	0.95	17	6.5	1.5	15.3	9.6	8.3	3.45	98.5	Halite, pirssonite, trona.		
I	102.4-110.0	S5	0.16	0.4	48.6	0.2	7.6	8.3	1.5	37.1	4	0.12	8.37	99.2	Halite, trona, burkeite.		
J	110.0-114.3	S5+M5+S4+M4	2.1	0.58	42.5	0.33	12.4	14.6	1.1	20.4	7	2.1	4.60	98.5	Halite, burkeite, trona, gaylussite.		
K	114.3-119.3	M4+S3+M3+S2+M2	6.3	2	29.6	0.49	25.6	5.2	0.49	3.3	18.2	6.7	0.74	97.1	Trona, gaylussite, northupite?, halite.		
L	119.3-121.9	M2+S1	4	1.5	33.4	0.35	31.2	2.6	0.28	2.2	19.4	4.2	0.50	98.6	Trona, tincaconite, gaylussite, halite, northupite?		
GS-16-F	81.1-83.7	Parting mud+S7	4.8	1.8	28.3	0.9	23	1.3	10.2	3.5	18.8	6	0.79	97.8	Trona, halite.		
G	83.7-86.8	S7	0.2	0.08	43.5	0.38	26.2	1.6	0.15	17.1	13.4	0.23	3.86	99	Trona, halite.		
H	86.8-91.4	S7+M7	5.3	1.8	35.8	0.99	13.2	3.4	1.3	25.3	9.6	6.6	5.71	97.6	Halite, trona, gaylussite, thenardite?		
I	91.4-92.6	M7+S6	3.5	0.78	35.2	1.2	32.7	2	0.38	4.9	15.7	5	1.11	100.2	Trona, halite, pirssonite.		
J	92.6-97.1	S6	0.16	0.12	48.7	0.35	9.8	1	0.1	44	4.8	0.09	9.93	99.2	Halite, trona.		
K	97.1-101.9	M6+S5	7	2.2	31.6	1.3	17.1	2.3	1.5	18.6	10.2	10	4.20	97.6	Pirssonite, halite, trona, tincaconite?		
L	101.9-105.6	S5	0.22	0.08	47.6	0.25	11	13	1.7	26.9	5.2	0.18	6.07	99.9	Halite, trona, burkeite, tincaconite?		
M	105.6-111.3	S5+M5	0.46	0.14	46.2	0.23	9.8	16.2	2.2	24.6	4.8	0.2	5.55	99.3	Halite, burkeite, trona, tincaconite.		
N	111.3-113.8	S4+M4	4	2	35.8	0.55	16.7	19.2	1.8	4.3	9.7	4.1	0.97	97.2	Burkeite, gaylussite, northupite, trona, halite		
O	113.8-117.8	M4+S3+M3	4.3	1.5	29.9	0.57	27.2	1.5	6.3	2.5	18.6	6	0.56	96.8	Trona, gaylussite, tincaconite, northupite, halite.		
P	117.8-119.8	M3+S2+M2	2.5	1.1	36.2	0.5	30.2	4.6	0.28	2.7	17.3	2.6	0.61	97.4	Trona, gaylussite, northupite, halite.		
G-21-D	53.0-56.8	S6	0.32	0.8	39.2	0.53	35.2	1.5	0.23	3.4	18.3	0.97	0.76	99	Trona, halite, gaylussite.		
E	56.8-61.2	S6+M6+S5	6.5	2.3	28.6	0.92	25.8	2.1	0.43	5.4	17.5	8.8	1.22	97.1	Trona, gaylussite, northupite?, halite.		
F	61.2-65.9	S5	0.4	0.22	40.5	0.55	35.4	2.6	0.24	3.6	17.7	0.31	0.81	100.7	Trona, halite.		
G	65.9-69.9	S5+M5+S4+M4+S3	4.7	1.6	31.3	0.83	27.8	2.2	0.4	5.3	17.5	6.3	1.2	96.7	Trona, gaylussite, halite, northupite.		
H	69.9-74.2	S3+M3	9.4	4	20.4	1.06	24.6	2.8	1.4	5	15.1	13.7	1.13	96.3	Gaylussite, tincaconite, halite, trona.		
I	74.2-77.8	M3+S2+M2+S1	7.3	2	26.7	0.84	25.9	2	0.84	4.5	18.8	9.2	1.01	97.1	Trona, gaylussite, northupite, halite.		

Occurrences of tincaconite represent borax before dehydration in atmosphere.

جدول ۳۶- ترکیب کانی شناسی نمک پائینی دریاچه سیرلز

۶-۲-۳- خلیج قره بغاز

خلیج قره بغاز در شرق دریاچه خزر قرار دارد. شورابه آن ۲۵۰ گرم در لیتر نمک دارد که عمده ترین آن شامل کلور سدیم (۸ تا ۱۹٪)، کلرور منیزیم (۷ تا ۸٪)، سولفات منیزیم (۴ تا ۶٪)، سولفات سدیم (۵ تا ۶٪) و کلرور پتاسیم (۰/۸٪) می باشد.

سولفات سدیم با ترکیب کانی شناسی میرابلیت، کلرور منیزیم به صورت بیشوفیت و پتاس به صورت سیلویت و کارنالیت استحصال می گردد.

علاوه بر بهره برداری طبیعی از شورابه خلیج قره بغاز با حفر کانال از دریاچه خزر آب بیشتری به خلیج هدایت می گردد و زمینه مساعد برای استحصال سولفات سدیم ایجاد می کنند همچنین در حاشیه خلیج با حفر چاهک و تزریق آب از کانی های اقتصادی خلیج بهره برداری می شود.

نام محیط شورابه	K(g/l)	Na(g/l)	Mg(g/l)	Cl(g/l)	SO ₄ (g/l)
خلیج قره بغاز	4	88	46	166	91
دریاچه ارومیه	1.48	86	5.48	153	14.2

جدول ۲۷- مقایسه ترکیب شیمیایی خلیج قره بغاز و دریاچه ارومیه

۶-۲-۴- بحرال میت (Dead sea)

بحرال میت نمونه بارزی از نیک دریاچه عمیق بانتهشته های کلروری لایه لایه است که در یک حوضه فرونشستی فعال تشکیل شده اند. رسوبات آبرفتی بادبزی که بوسیله رودخانه دائمی تغذیه می شده آنها را احاطه نموده است. دریاچه بحرال میت در عمیق ترین فرونشست گرابن اردن-آراوا بین اسرائیل و اردن قرار گرفته است. دیوارهای این گرابن حدود ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریاچه اند. سطح دریاچه حدود ۳۹۷/۵ متر زیر سطح دریا می باشند.

بحرالمیت با حدود ۸۰ کیلومتر طول و بیشترین عرض ۱۷/۵ کیلومتر مساحتی برابر با ۹۴۰ کیلومتر مربع رامی پوشاند. حجم توده آن ۱۳۶ کیلومتر مکعب است. حداکثر عمق این دریاچه ۴۰۰ متر است. از لحاظ عمق می توان بحرالمیت را به دو بخش جنوبی و شمالی تقسیم نمود. حوضه جنوبی کم عمق شامل ۲۷٪ مساحت دریاچه که حداکثر عمق آن ۱۰ متر است و حوضه شمالی عمیق که از نظر مساحت بیشتر از دوبرابر حوضه جنوبی است و دارای فروافتادگی حدود ۳۰۰ متر است. آب دریاچه بسیار شور است مجموع باقیمانده خشک آن حدود ۳۰۰ گرم در لیتر است که حاوی کلورهای سدیم و منیزیم (یا کلسیم) می باشد مقدار سولفات و بی کربنات بسیار کم است بطوریکه کمتر از ۰/۴ درصد وزنی آنیونها را تشکیل می دهد.

آبهای حوضه شمالی از بالا به پایین به سه عضو قابل تقسیم بندی است. عضو بالایی، لایه لایه و مترام ۴۰ متر ارتفاع دارد. عضو میانی وضعیت تدریجی دارد و بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ متر ضخامت دارد. غلظت لایه های فوق الذکر بر حسب شوری متفاوت اند به طوریکه عضو بالایی دارای شوری ۳۰۰ درصد و زون تدریجی حدود ۳۲۰ درصد و عضو پایینی حدود ۳۳۲ درصد می باشد.

تغییرات شیمیایی تابع تغییرات شوری (یا بلعکس) است جدول ۲۸ توسط (Neev & Emery 1967) ارائه گردیده است.

نسبت مولکولی	Mg/K	Na/K	Ca/K	Cl/K	Br/K	SO ₄ /K	HCO ₃ /K	PH
عضو بالایی	8.952	10.090	2.464	33.458	0.343	0.036	0.023	6.4
عضو پایینی	8.995	8.902	2.211	31.876	0.340	0.021	0.019	6.2

جدول ۲۸- نسبت مولکولی عناصر مختلف شورابه بحرالمیت

در حال حاضر آراگونیت و ژپس تواما از سطح آب ته نشین می شوند. ژپس و آراگونیت در محفظه های جمع کننده در دریاچه جمع آوری می شوند مقدار آنها یک هفتم کل توده را تشکیل می دهد . آراگونیت های سوزنی نازک حداکثر تا ۱۱ میکرون و اندازه قطعات ژپس حداکثر به ۹۵ میکرون می رسد. جدایش به صورت ته نشینی در تابستان افزایش می یابد و در حوضه جنوبی نسبت به حوضه شمالی مقدار ته نشینی بیشتر است . مقدار ته نشست آراگونیت که با رنگ سفید مشخص می گردد در ماه آگوست چشمگیر است . مغزه های گرفته شده از عضو پایینی خطوط زیبای رنگی تیره و روشن کریناته رابه نمایش می گذارد. خطوط روشن نشان دهنده آراگونیت و خطوط تیره بیانگر ژپس و کلسیت است . همراه با نوارهای تیره ممکن است کوارتز و پیریت نیز تشکیل شده باشد. قابل توجه اینکه خطوط تیره و روشن سالیانه نیستند بلکه ۲۰ نوار مربوط به ۷۰ سال گذشته می باشد و از سوی دیگر نسبت آراگونیت به ژپس با افزایش عمق کاهش می یابد.

ترکیب شیمیایی شورابه بحرالمیت به شرح جدول ۲۹ است .

وزن مخصوص	PH	Na	Mg	K	Ca	Cl	SO ₄	Br	باقیمانده خشک	
بحرالمیت	1.15	6.3- 9.5	40.10	24	7.65	17.20	224.9	0.45	5.30	339.6
اردبیل	1.18	6.75	86	5.48	1.48	3.53	153	14.2	1.16	285

جدول ۲۹- مقایسه ترکیب شیمیایی شورابه بحرالمیت (۱۹۷۵) و دریاچه ارومیه بر حسب گرم بر لیتر

۶-۳- شورابه های ایران

شورابه های شناخته شده ایران به سه دسته عمده تقسیم می شود. شورابه های دریاچه ای که بزرگترین و باارزشتترین دریاچه شور ایران دریاچه ارومیه می باشد و موضوع اصلی این نوشتار است که در اینجا به ذکر نام آن بسنده می نمائیم. دریاچه های کوچکتری مانند دریاچه مهارلو در استان فارس وجود دارد که از شورابه آن فقط جهت بهره برداری نمک طعام استفاده می گردد. شورابه های کم اهمیت تری نیز وجود دارد که ممکن است از منشا باارزش اقتصادی و مهمی سرچشمه گرفته باشد. این نوع شورابه ها، چشمه ها و جویبارهایی را تشکیل می دهند که از نهشته های نمکی سرچشمه گرفته و یا خارج می شوند و می توان به عنوان ردیاب از آنها استفاده نمود. از مهمترین آنها می توان به آبراهه های گنبد نمکی پهل حد فاصل بندر عباس و بندر خمیر اشاره نمود که شورابه آن سرشار از پتاسیم است مقدار پتاسیم در بعضی از آبراهه ها از ۸ گرم در لیتر تجاوز می نماید. نوع سوم و پراهمیت از شورابه ها مربوط به پلایا است و از آنجا که در صفحات قبل به ذکر مهمترین نمونه جهان (Searles lake) پرداختیم در اینجا مختصری در مورد پلایا در ایران و دو نمونه شاخص آن می پردازیم.

کرانه ساحلی دریا و یا زمینهای مسطح کویری که در فصل بارندگی آب در آن جمع می شود را پلایا می گویند. در قسمت های پست تر پلایا که بیشتر به واسطه حرکات تکتونیکی حاصل می شود، حوضچه ای به وجود می آید که آن را دریاچه پلایا می گویند در مواقع سیلابی مقدار زیادی آب از طریق شبکه آبراهه وارد دریاچه می شود و در زمان های خشک به تدریج آب تبخیر شده و نمک برجای می گذارد بعضی از دریاچه های پلایا که حوضه آبرگیر بزرگتری دارند ممکن است در فصل خشک نیز به صورت دریاچه باقی بمانند. برای اینکه کفه نمکی (Salt crust) به وجود آید می بایست بستر از رسوبات مناسب و غیر قابل نفوذ تشکیل شده باشد. در صورتیکه بستر از رسوبات

باتراوایی مناسب تشکیل شود معمولاً آبهای سیلابی هنگامی که وارد دریاچه می شوند پیش از آنکه تبخیر شوند به طبقات زیرین نفوذ کرده و سفره های آبدار زیرزمینی را تشکیل می دهند. اما هرگاه طبقات غیر قابل نفوذ مانند رس یا مارن در کف بستر باشد آب باقی مانده و نهایتاً تبخیر می شود و املاح خود را بر جای می گذارد. از آنجا که شبکه آبراهه در کویر از شیب ملایمی برخوردار است معمولاً رسوباتی که رودخانه با خود حمل می کند زمانی که به دریاچه پلایا می رسد غالباً دانه ریز است و این مواد ممکن است به دو حالت محلول و معلق به دریاچه حمل شود مواد معلق بیشتر رس و گاه سیلت است و مواد محلول نمکها را تشکیل می دهد.

کویر بزرگ بخش وسیعی از حوضه آبرگیر شبکه آبراهه های البرز است که دارای ارتفاع بین ۶۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا می باشد. مرز دقیقی برای این کویر تعریف نشده است اما مرز شمالی آن به کوهپایه های البرز منتهی می شود. توپوگرافی به سمت شمال به تدریج از کویر به تپه های باشیب ملایم و کوهپایه و بالاخره ارتفاعات البرز تبدیل می شود.

۶-۳-۱- پلایای خور

یکی از بزرگترین پلایاهای کویر بزرگ، پلایای خور در شرق و شمال شرق شهرستان خوراز توابع استان اصفهان می باشد. این پلایا ۱۸۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. مطالعات اکتشافی در این پلایا از سال ۱۳۷۰ توسط سازمان زمین شناسی کشور آغاز شده است و هم اکنون عملیات تجهیز کارخانه و احداث حوضچه های تبخیر خورشیدی در جریان می باشد. حفاریها در این پلایا نشان می دهد که رسوبات از دو بخش عمده بالایی و پائینی تشکیل شده است. بخش بالایی به ضخامت متوسط ۲۰ متر از سه لایه نمکی اصلی تشکیل یافته که توسط لایه های مارن دریاچه ای به رنگ قهوه ای و بزرنگ

با ضخامت بین یک تا سه متر از یکدیگر جدا می شوند. در هر سه لایه نمکی، شورابه اشباع از کلرور سدیم فضای خالی بین بلورهای نمک را پر کرده است و دارای مقادیر قابل توجهی از یون پتاسیم و منیزیم می باشد. بخش پایینی شامل رسوبات دریاچه ای است که تناوبی از مارن قهوه ای و سبزره تشکیل می دهد که مستقیماً بر روی سنگ کف (رسوبات چین خورده میوسن) قرار گرفته اند. متوسط ترکیب شورابه پلایای خور به شرح زیر است :

Na g/l	K g/l	Mg g/l	Ca g/l	Cl g/l
68	4	15.8	39.0	19.4

جدول ۳۰- ترکیب شیمیایی پلایای خور

طبق محاسبات انجام شده ذخیره شورابه بین کریستالی خور ۳۰۰ میلیون متر مکعب اعلام شده است و کارخانه در حال احداث بر اساس یکصد هزار تن تولید پتاس طراحی گردیده است. کلرور سدیم از محصولات جانبی این کارخانه خواهد بود.

۶-۳-۲- مرداب گاوخونی

مرداب یا باتلاق گاوخونی موسوم به پلایای ورزنه با وسعتی حدود ۵۵۰ کیلومتر مربع یکی از فرورفتگیهای سیرجان - اصفهان می باشد. در قسمت شمالی آن دریاچه فصلی کم عمق است که در سالهای اخیر با محدود نمودن آب زاینده رود و همچنین وجود سالهای خشک این دریاچه فصلی عملاً خشک گردیده است. در نواحی جنوبی این دریاچه پوسته نمکی همراه با شورابه بین کریستالی وجود دارد. بررسی شورابه این پلایا نشان داده است که عیار پتاسیم قابل توجه است. پوسته نمکی در این پلایا ۱۳۰ کیلومتر مربع وسعت دارد.

آزمایش شیمیایی متوسط شورابه گاوخونی به شرح زیر است.

Cl g/l	Na g/l	Mg g/l	SO ₄ g/l	K g/l
17.6	83	18	8	3

جدول ۳۱- ترکیب شیمیایی شورابه گاوخونی

بررسی کانی شناختی بر روی نمونه خشک شورابه کانی های زیر را به اثبات رسانده است:

هالیت (NaCl)، ژپس (CaSO₄)، سرنالیت (ClK, Cl₂Mg) و تاکسایدیت (Cl₂Ca, Cl₂Mg, 6H₂O).

ضخامت پوسته نمکی در این پلایا به طور متوسط ۱۰ متر است و میزان شورابه محاسبه شده برای آن ۲۶۰ میلیون متر مکعب می باشد.

منابع

اصلانی - سهیلا، ۱۳۷۳، استحصال پتاس از شورابه های مرداب گاوخونی و کویر خور، سازمان

زمین شناسی کشور

اعظمی اسکویی - ف، ۱۳۵۴، بررسی آب دریاچه در منطقه حیدرآباد، پایان نامه دانشکده داروسازی،

دانشگاه تبریز، صفحه ۴۲ تا ۵۸

افتخار نژاد - ج، ۱۹۸۰، برگزیده ای از رساله دکترا

امکانات توسعه صنعتی آذربایجان، انتشارت وزارت اقتصاد

انزلی - حسن، ۱۳۷۸، ارومیه در گذر زمان، انتشارات انزلی

آمار هواشناسی، تبخیر از ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۷، سازمان هواشناسی کشور

آمار هواشناسی، دما - بارش از ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۸، سازمان هواشناسی کشور

آمار رودخانه ها، ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۸، سازمان آب استان آذربایجان غربی

آمار رودخانه ها، ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۸، سازمان آب استان آذربایجان شرقی

دانشگر - م، ۱۳۵۴، بررسی آب دریاچه ارومیه در منطقه شرفخانه، پایان نامه دانشکده داروسازی

دانشگاه تبریز

دهقان - علی، ۱۳۴۸، سرزمین زرتشت، انتشارات ابن سینا

سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۵، آذربایجان غربی، پارک ملی دریاچه ارومیه

شهرابی - مصطفی، ۱۳۶۱، دریاچه ارومیه و منابع اقتصادی آن، سازمان زمین شناسی کشور،

نشر داخلی

شهرابی - مصطفی، ۱۳۶۶، دریاچه شناسی و زمین شناسی مهندسی در گستره دریاچه ارومیه،

سازمان زمین شناسی کشور

شهرابی - مصطفی، ۱۳۷۱، دریاها و دریاچه های ایران، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین شناسی

کشور

صدیقیان - ایرج و فرخ بزرگر، ۱۳۷۱، بررسی تاثیر بزرگراه شهید کلانتری بر پراکنش و رسوب

گذاری رسوبات ورودی به دریاچه ارومیه با استفاده از اطلاعات

ماهواره ای، مجله علوم زمین، شماره ۶

طلوعی - جواد و دیگران، ۱۳۷۶، هیدروشیمی دریاچه ارومیه، اولین همایش زمین شناسی

دریایی ایران

فرهمند - حسن، ۱۳۷۵، استحصال املاح از دریاچه ارومیه، همایش صاحب نظران و دست

اندرکاران بخش معدن

کریمی نژاد، ۱۳۶۵، بررسی آب دریاچه ارومیه در منطقه رحمانلو، پایان نامه دانشکده داروسازی،

دانشگاه تبریز

کمیلی بیرجندی - د، ۱۳۶۷، بررسی استخراج املاح با ارزش از آب دریاچه ارومیه، پایان نامه

دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، صفحه ۶۰ تا ۱۰۰

گزارشهای اندازه گیری آب دریاچه ارومیه در منطقه رحمانلو، ۱۳۵۲-۱۳۶۲، آزمایشگاه مطالعات

منابع آب، سازمان آب منطقه آذربایجان

مهاجر باوقار - نسرین و فریدون غضبان، ۱۳۷۶، ژئوشیمی و منشا شور آب دریاچه ارومیه، اولین

همایش زمین شناسی دریایی ایران

مهندسين مشاور توسعه علوم زمين، ۱۳۷۶، گزارش مقدماتي فني و اقتصادي شورابه هاي پتاس دار

پلايای خور، وزارت معادن و فلزات

نبوي- محمد حسن، ۱۳۵۵، دياچه اي بر زمين شناسي ايران، سازمان زمين شناسي کشور

نيان- احمد، ۱۳۷۱، گزارش اکتشاف شورابه خور- طرح املاح تبخيري، سازمان زمين شناسي کشور



Adams.S.S, 1985, Pothash, Industrial Minerals &Rocks, PP1049-1077

Jensen.J.H,1985, Bromine, Industrial Minerals &Rocks, PP561-565

Kamei.T.etal, 1973, A general report of the geological and paleontological survey in Maraghe Area,Nort-West Iran

1977, The Economics of Salt, Roskill information services Ltd.
PP285-288

1980, Pothash, Fertilizer manual,No 13,United Nations

Kelts.K,&M.Shahrabi, 1985, Holocene sedimentology of hypersaline lake Urmia,north west Iran, Geological institute ETH,
Geological survey of Iran

Kelts.K,&M.Shahrabi, 1997, Resource assessment of Uromiah lake Artemia cycts and biomass

Kistler.R.B,&W.C.Smith, 1985, Boron&Borates, Industrial Minerals &Rocks,
PP533-559

Lefond.S.J, 1985, Salt, Industrial Minerals &rocks, PP1119-1145

Mannion.L.E, 1985, Sodium carbonate deposite, Industrial Minerals &Rocks,
PP1187-1205

Stockline,J,& Nabavi, M.H,1968,Summary of the geology of the Alborz Mountains and Iranian Azarbaijan,Geological survey of Iran

Weisman.W.M.I, 1985, Sodium sulfate deposite, Industrial Minerals &Rocks,
PP1207-1221