

# غار یاریم قیه ماکو (بررسی و شناخت)

نوشته: صمد علیپور\*

\*گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

## Yarim-Ghayeh Cave (Study and Investigation)

By: S. Alipour\*

\*Department of Geology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۰۸/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۱۲/۰۷

### چکیده

غار آبی یاریم قیه در نقطه صفر مرزی ایران و ترکیه دارای آب زلال و کاملاً شفاف است. بارندگی میانگین ناحیه ۲۵۰ میلی متر در سال و با دمای میانگین سالانه ۹°C در اقلیم نیمه خشک قرار دارد. دمای آب درون غار ۹/۵°C و دمای درون آن ۹°C است. دوره یخبندان از آبان تا فروردین و طول روزهای یخبندان ۱۰۸ روز در سال است. سنگهای در برگیرنده آن الیگوسن - میوسن اما خود غار بسیار جوان و در مراحل ابتدایی تشکیل خود می باشد. غار با حجم ۹۶۰۰ متر مکعب از دو بخش خشک با مساحت ۶۳۱ متر مربع و بخش آبدار با حجم ۴۷۰۰ متر مکعب و ژرفای ۴ تا ۶ متر تشکیل شده است. ساختار غار شامل یک فروچاله در سطح بالایی و ساختار گسلی در داخل است. ارتفاع سقف آن ۱۰ متر اما در بعضی نقاط در اثر سقوط دارای چندین متر افتادگی است. آزمایش میکروبی و شیمیایی نشان می دهد که آب غار عاری از هر نوع آلودگی میکروبی بوده و قابل شرب است. pH آب آن ۷/۳۶ و فلورین آن در مقایسه با فلورین بالا در آبهای این ناحیه که تا ۴/۵ (ppm) اندازه گیری شده، ۱/۷ (ppm) است که در دامنه مجاز برای شرب قرار می گیرد.

در مجاورت غار، تالاب یاریم قیه با وسعتی حدود ۵ کیلومتر مربع در خاور غار واقع شده است. ارتفاع سطح آب آن ۱۴۱۴ متر و در مقایسه با ارتفاع ۱۴۱۰ متری سطح آب داخل غار ۲ متر بالاتر است. اگر چه در شبانه روز ۵۰۰ متر مکعب آب از غار برداشت می گردد اما این برداشت، تغییری در ارتفاع سطح آب غار ایجاد نمی کند. ترازبایی ارتفاع آب غار و تالاب نشان می دهد که گرادیان هیدرولیکی آب از تالاب به طرف غار است و با توجه به این که هیچ آب دیگری به غار وارد نمی شود لذا غار به طور دائم و مستقیم از تالاب تغذیه می شود. غار یاریم قیه فاقد جلوه های زیبای معمول در غارهای با کاربری گردشگری است. لذا برای حفظ کیفیت آب غار از هر نوع آلودگی زیست محیطی و ثابت نگهداشتن رابطه اکوسیستم غار و تالاب بر اساس رده بندیهای استاندارد، باید دسترسی به آن جز در موارد علمی و بازدیدهای ویژه محدود گردد.

**کلیدواژه ها:** غار، غار یاریم قیه، شناسایی غار، تالاب یاریم قیه، ماکو

### Abstract

Yarim-ghayeh cave, is located in the border of Iran and Turkey and is hosted by the Oligocene-Miocene limestone body. Its in and outside rough topography implies that the cave is very young and intact in the beginning stage of its formation. Overall volume is 9600 m<sup>3</sup> with 631 m<sup>2</sup> dry area and 4700 m<sup>3</sup> occupied by water with 4 to 6 meters in depth. Structurally, the cave has been formed by a fault system cause a sinkhole form on the top of the cave approximately of 10000 m<sup>2</sup>. Its water is clean and clear with pH of 7.36 and its fluorine is only 1.7 ppm compared to 4.5 ppm in Maku area.

Yarimghayeh playa with an area of 5 m<sup>2</sup> is in the close eastern part of the cave with permanent water flow. Elevation of the water surface of playa is 1414 m which is 2 m higher than the water surface of the cave (1412 m). 500 m<sup>3</sup> water is daily pumped

out without any change in water level. Since there is no any other water flowing to the cave, therefore, the playa is supplying the cave water system. The ecosystem of the cave and playa are tight together and any change in one will affect the other. To protect its water quality from contamination, access to this small scale cave must be restricted except for scientific research.

**Key words:** Cave, Yarimghayeh cave, Cave investigation, Yarimghayeh Playa, Maku

## مقدمه

توزیع زمانی بارش نشان می‌دهد که ۲۳٪ بارش در فصل پاییز، ۲۰ درصد در فصل زمستان، ۴۴٪ در بهار و ۱۳٪ در تابستان روی داده است. بر اساس پارامترهای بارندگی و دمای منطقه، بر اساس اقلیم‌نماهای سیلیانینف، دومارتن و آمبرژه، یاریم قیه در هر سه مورد در اقلیم نیمه خشک قرار می‌گیرد. دوره برگشتهای مختلف بیشترین شدت بارش از زمان ۱۵ دقیقه تا ۶ ساعت با دوره برگشتهای ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال (جدول ۱) و بیشینه بارش ۲۴ ساعته حوضه غار یاریم قیه با دوره‌های برگشت تا ۱۰۰ ساله از فرمول ویبول محاسبه شد (جدول ۲). منحنی شدت، مدت و بسامد ۲ تا ۱۰۰ سال ناحیه نیز در شکل ۳ نشان داده شده است (حصاری، ۱۳۷۶).

## باد

بر اساس نمودار گلبادهای منطقه (شکل ۴) جهت باد غالب در ایستگاه مذکور خاوری است و ۶۶٪ از طول دوره منطقه آرام بوده است.

## نم نسبی، دوره یخبندان و دما

بیشترین نم نسبی میانگین سالانه در دی ماه، حدود ۷۱٪ و کمترین میزان آن ۴۱٪ در مرداد ماه است. بیشترین نم نسبی در فصل زمستان و کمترین آن در تابستان مشاهده می‌شود (شکل ۵). دمای میانگین منطقه بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک ماکو برای یاریم قیه در حدود ۹ درجه محاسبه گردید (شکل ۶). روزهای یخبندان (که در آنها دما دست کم به صفر می‌رسد)، برابر ۱۰۸ روز در سال است که از آبان آغاز شده و در اواسط فروردین به پایان می‌رسد (جدول ۳).

## ویژگی هندسی غار

ورودی غار در فاصله‌ای حدود ۱۲۰ متر از بلندترین نقطه خط‌الرأس تقسیم آب در خاور و شمال خاوری دهانه قرار می‌گیرد (نقشه شماره ۱). شیب آبراهه‌ها با جهت جنوب باختر به سمت محوطه بالایی غار در امتداد

غار آبی یاریم قیه یکی از غارهای بکر ایران است که در نقطه صفر مرزی با ترکیه در موقعیت طول خاوری ۴۴°۲۱' و عرض شمالی ۲۷°۳۹' در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال ماکو واقع شده است (شکل ۱). قرار گرفتن غار در نقطه مرزی و قابلیت شرب آب آن اهمیت ویژه‌ای به آن بخشیده است. اگرچه از حدود پانزده سال پیش تا کنون از آب این غار برای تأمین آب شرب چند روستا استفاده می‌شود، اما هیچ مطالعه‌ای در راستای شناخت و یا استفاده بهینه و بهسازی آن به عمل نیامده است. این مقاله حاصل تحقیقی است که پیرامون شناخت غار و تالاب و روابط بین این دو در سال ۱۳۸۴ انجام گرفته است. شناخت عوامل اقلیمی دمایی، رطوبتی، بادهای منطقه و همچنین فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، آب‌شناسی، رابط با تالاب مجاور، ژرفایابی، آزمایشهای میکروبی و شیمیایی آب غار از جمله اهداف این تحقیق بوده‌اند.

## روش تحقیق

این تحقیق مبتنی بر برداشتهای مستقیم زمین‌شناسی، نقشه‌برداری و ترازبایی، ژرفایابی، تهیه نقشه ژرفا، اندازه‌گیری ابعاد فیزیکی غار بوده و تحلیل نتایج بر اساس نمونه‌گیری، آزمایش شیمیایی و میکروبی با استفاده از روشهای استاندارد و علمی انجام گرفته است. در رابط با عوامل اقلیمی و آب‌شناسی از آمارهای ۵۰ سال گذشته استفاده شده است (مهندسین مشاور جاماب، ۱۳۷۶).

## اقلیم ناحیه

### بارش

از محاسبات دوره شاخص آماری ۲۴ ساله بین سالهای آبی ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۱ با روش رگرسیون خطی و روش عکس مجذور فاصله، مشخص شد که دوره خشکسالی با در نظر گرفتن میانگین متحرک ۵ ساله در محدوده سالهای ۶۵ تا ۷۰ و ۷۴ تا ۷۹ و دوره ترسالی در محدوده سالهای ۵۹ تا ۶۲ و ۶۹ تا ۷۴ روی داده است. میانگین بارندگی منطقه یاریم قیه از ایستگاه بازرگان ۲۵۰ میلی متر در سال تعیین شد (شکل ۲).

ورودی تاحاشیه آب دریاچه ۹۶۰۰ متر مکعب و مساحت سطح بالایی غار حدود ۱/۵ هکتار و کل مساحت درون غار حدود ۸۴۰۰ متر مربع برآورد می‌شود. محوطه آبدار غار به صورت یک دریاچه نعل اسبی دور معبر خشک اصلی را احاطه کرده است (شکل ۱۰). آب این دریاچه کاملاً زلال و در تابستان که دمای بیرون حدود ۲۸ درجه بود، دمای آب آن حدود ۹/۵ درجه و دمای هوای داخل غار نیز ۹°C درجه ثبت گردید. رطوبت داخل ۹۰٪ و pH آب ۷/۳۶ تعیین شد. بیشترین ژرفا در بخشهای تقریباً میانی دریاچه واقع شده و دارای دیواره‌های پر شیب تقریباً قائم است. حجم کل آب در محوطه آبدار حدود ۳۷۰۰ متر مکعب برآورد شده است. ژرفای غالب دریاچه بین ۴ متر در کناره تا بیش از ۶/۵ متر در بخشهای میانی است (شکل ۱۰). پیرامون دیواره‌ها، شکافهای کم عرض مشخص کننده جدایش صفحات گسلی به فراوانی وجود دارد که طول آنها از ۴ تا به ۱۰ متر بالغ می‌گردد. داخل غار هیچ نوع آثار آب چکانه‌ای (استالاگمیت و استالاگمیت) و یا اشکوب مشاهده نمی‌شود که این امر دلالت بر جوان بودن غار دارد. بستر آب دریاچه ناهموار بوده و از ریزش قطعه سنگهای سقف و دیواره انباشته شده که تغییرات ژرفای آن بین ۴ تا ۶/۵ متر ایجاد کرده است. در صورت بهسازی و تمیز کردن کف از قطعات ریزشی، ژرفای دریاچه تقریباً در همه نقاط کف آن ممکن است به ۶ متر و یا بیشتر بالغ گردد. در شکل ۱۱ مقایسه بین محوطه خشکی و محوطه آبدار غار و همچنین محل ورود لوله پمپاژ آب در آن نشان داده شده است.

### رابط آب تالاب و آب داخل غار

تالاب دارای آب دائمی بوده و به طور عمده از رودخانه ساری سو و آبهای دامنه آرارات سرچشمه گرفته و در مخزنات جغرافیایی ۳۹، ۲۵، ۴۴ عرض شمالی و ۵۳، ۲۶، ۴۴ طول خاوری قرار می‌گیرد (عکس ۱۱). مساحت تالاب بالغ بر ۴۰۰ هکتار بوده و بیشترین طول و عرض آن به ترتیب ۸۰۰۰ و ۵۰۰ متر و بیشترین ژرفای آن ۴ متر است. ارتفاع دهانه از نواحی هموار پیرامونی حدود ۱۵ متر و از سطح دریاها آزاد بر اساس اندازه‌گیری با G.P.S، ۱۴۴۰ متر است. ترازبایی بین سطح آب تالاب با سطح آب غار و رسم نیمرخ بین این دو (نیمرخ A1A2، نقشه ۱، و شکل ۱۲) نشان می‌دهد که سطح آب تالاب حدود دو متر از سطح آب غار بالاتر است. بدیهی است که گرادیان هیدرولیکی آب از طرف تالاب به طرف غار خواهد بود و لذا همیشه ارتباط مستقیمی بین تالاب و آب غار وجود خواهد داشت. به همین دلیل نیز با وصف خشکسالیهای دهه اخیر و در تمام طول عمر غار، تقریباً هیچ گونه خط تراز بالاتر از حد فعلی، جز یک اثر مبهم در حد چند سانتی‌متر در غار دیده نمی‌شود. عدم افت سطح آب نشانه ثبات آب و تغذیه دائم غار از آب تالاب است.

گسلهایی که عامل اصلی تشکیل این آبراهه‌ها هستند، امتداد می‌یابند. بارشهای سطحی محوطه غار با طی مسافت حدود ۴۰۰ متر در طول مدتی بسیار کوتاه از حوضه آبرگیر خارج و به تالاب می‌ریزند. با توجه به اینکه هیچ جریان آبی از سقف به درون غار مشاهده نمی‌شود، بارشها نمی‌توانند در تأمین ذخیره آب داخلی غار نقشی داشته باشند.

مشخصه بسیار مهم بیرونی غار این است که محدوده‌ای به ابعاد تقریبی ۱۴۰ متر در ۱۲۰ متر و به مساحت ۱/۵ هکتار به طور غیر عادی به پایین فرو افتاده و فروچاله (Sinkhole) بزرگی را ایجاد کرده که به صورت نعل‌اسبی از سه طرف شمال، خاور و باختر به ارتفاعات محصور بوده و فقط از طرف جنوب باختری به طرف تالاب باز است و با شیب ملایمی به تالاب ختم می‌شود. (تصاویر ۱ و ۲). در این فروافتادگی بقایای یک روستای تخریب شده که در سطح بالایی غار ایجاد شده بوده، هنوز باقی است (عکس ۱).

غار از بخش ورودی تا انتها از چهار بخش اصلی حاصل شده است (شکل ۷، نقشه ۲):  
۱- دهانه ورودی (تصاویر ۳ و ۱۲) و ۲- معبر خشک شیب‌دار (عکس ۵)  
۳- محوطه خشک اصلی (تصاویر ۳ و ۴) - محوطه آبدار دریاچه (تصاویر ۶، ۴ و ۷).  
دهانه ورودی غار ۷ × ۷ متر بوده و از تلاقی گسلهای با جهت‌های N135E, N30E, N120E, N0E حاصل شده است. معبر ورودی به طول ۱۲ متر و دارای شیب ۴۰ درجه است که به طرف پایین از شیب آن کاسته شده و به شیب میانگین ۳۰ درجه می‌رسد. عرض معبر از ۲۲ متر شروع شده و در نهایت به بیش از ۵۰ متر می‌رسد. نقشه مسطحه بخش زیرین در شکل شماره ۸ نشان داده شده است.

معبر خشک دارای دیواره‌های قائم بوده و کف آن با لایه‌ای خاک نرم پوشیده شده است. سقف غار نیز ناهموار بوده و دارای ارتفاعات متفاوت از کف می‌باشد. در شکل ۹ نقشه توپوگرافی هم ارتفاع بین کف و سقف غار رسم شده است.

بخش خشک درون غار به صورت پادگانه شیب‌داری با مساحت ۲۴۶۹ متر مربع و بخش آبدار آن ۶۳۱ متر مربع و در کل بالغ بر ۳۹۰۰ متر مربع می‌شود. ریخت‌شناسی درون غار شبیه یک صدف دوکفه‌ای متقارن است که با ابعاد تقریبی ۵۸ × ۶۰ متر و با زاویه تقریبی ۳۰ درجه نسبت به سطح افق قرار گرفته‌اند. در شکل ۷ نیمرخ طولی غار در امتداد AB (نقشه ۲) از ورودی تا دریاچه و انتهای غار در راستای شیب اصلی و مسیر تردد غار و در شکل ۸ سطح مسطح زیرین آن نشان داده شده است.

ارتفاع آب تالاب تقریباً ۱۴۱۴ متر ولی ارتفاع سطح آب در غار ۱۴۱۲ متر است که حدود ۲ متر پایین‌تر از سطح آب تالاب قرار دارد. پهن‌ترین قسمت غار در راستای N10W حدود ۶۰ متر قطر دارد. حجم غار در شرایط کنونی از دهانه



## زمین‌شناسی و تشکیل غار

پیرامون غار از آهکهای مارنی به رنگ کرم روشن تشکیل شده که با توجه به وجود فسیل مرجان تابولو فیلوم (tabulophylum) و فسیل دو کفه‌ای از خانواده Rugosa Coral، متعلق به الیگوسن-میوسن، معادل سازند قم در ایران مرکزی و آذربایجان محسوب می‌شود. آخرین فعالیت‌های این زون تظاهرات ماگمایی نسبتاً قلیایی است که به طرف بخش‌های شمال باختری و باختری با بازالت پوشیده می‌شود. غار با توجه به واقع شدن در مجموعه سنگهای کربناتی نوژن (میوسن) از نظر ساختاری در زون البرز باختری قرار می‌گیرد. اما غالب ساختارهای زمین‌ساختی و گسل‌های غار، همراستا با روند شمال باختری - جنوب خاور در زون زاگرس است.

## سامانه درزه‌ها و گسلها

گسل و درزه‌های موجود در سنگهای آهکی در برگیرنده غار از نوع فشارشی و مربوط به حرکات کوهزایی و چین خوردگی ملایم لایه‌های یاد شده است. بیشتر این گسلها و درزه‌ها قائم بوده و باز شدگی آنها تا حدود ۲۰ سانتی‌متر و فاقد پرشدگی هستند که به دلیل جوان بودن درزه‌ها و مراحل ابتدایی شکل‌گیری این غار است (عکس ۱۰). نمودار گل سرخی درزه‌ها (شکل ۱۳) نشان می‌دهد که دو جهت آماری غالب در درزه‌های سنگها قابل مشاهده است: جهت اول با زاویه ۱۴۲ درجه و مربوط به فازهای فشارشی شمال‌خاوری - جنوب‌باختری و منطبق بر ساختارهای چین خوردگی منطقه است. جهت دوم با زاویه ۳۵ تا ۴۰ درجه با تراکم کمتر و عمود بر جهت اول است. این سامانه حاصل درزه‌های نوع L سطوح لایه‌بندی است (شکل ۱۳). استریوگرام درزه‌های درون غار نشان می‌دهد که همه دیواره‌های غار گسلی و تقریباً قائم هستند (شکل ۱۴). این گسلها در سطح زمین نیز قابل مشاهده هستند (شکل ۱۵ و عکسهای ۲ و ۱۰).

## ترکیب شیمیایی آب غار

میانگین آزمایش‌های نمونه‌های آب درون غار و آب تالاب، تشابه بسیار نزدیک ترکیب این دو توده آبی را از نظر میزان عناصر و مجموعه کاتیونها و آنیونهای آنها نشان می‌دهد (جدول ۴). این تشابه همچنین رابطه نزدیک آنها با هم و تغذیه آب غار از تالاب را با توجه به ارتفاع بالای آب تالاب نسبت به غار بیان می‌کند.

تجزیه آب درون غار با تکیه بر اندازه‌گیری عنصر فلورید در دو نمونه و مقایسه با تجزیه کیفی آب شرب شهر ارومیه و آبهای معدنی سیلوانا در ارومیه و آب معدنی پلور نشان می‌دهد که آب آشامیدنی ارومیه اگر چه نسبت به آب مورد آزمایش از شرایط مناسب‌تری برای استفاده در مصارف خانگی برخوردار است، ولی آب غار یاریم قیه نیز مزایایی نسبت به آب آشامیدنی ارومیه دارد که از جمله می‌توان به مقدار یونهای فلورید و سولفات اشاره کرد. در حالی که مقدار یون فلورید در آب ارومیه کمتر از مقدار بهینه یعنی  $0.7 - 1.2$  یا  $0.7 - 2.4$  میلی‌گرم در لیتر است، ولی مقدار آن در آب مورد آزمایش در محدوده استاندارد یون فلورید قرار دارد. تأثیر یون فلورید در کاهش میزان پوسیدگی دندانها اثبات شده است ولی اگر مقدار آن کمتر از  $0.7$  میلی‌گرم در لیتر باشد اثر آن در جلوگیری از پوسیدگی قابل چشم‌پوشی است. همچنین مقدار یون سولفات در آب آزمایشی  $23$  میلی‌گرم در لیتر و در آب ارومیه بیش از  $38$  میلی‌گرم در لیتر است. البته هر دو نمونه آب از نظر میزان یون سولفات، قابل استفاده در مصارف آشامیدنی هستند. در ضمن هر چند سختی کل آب مورد آزمایش بیش از آب آشامیدنی ارومیه است ولی از نظر سختی دائم با هم قابل مقایسه می‌باشند و این نشان می‌دهد بخش عمده سختی کل آب آزمایشی را سختی موقت یا سختی کربناتی تشکیل می‌دهد که با حرارت دادن و یا هوادهی قابل کاهش است.

## رده‌بندی غار یاریم قیه

در گذشته غارها با توجه به مورد استفاده آنها از جمله موارد زیر رده‌بندی می‌شدند: استفاده از ترکیبات شیمیایی مانند نیترات (Bellwood et al., 1978)، استفاده دفاعی (De Paepe et al., 1981)، خواص آب درمانی (Lyons et al., 1992)، آثار تاریخی (Solecki et al., 1972)، استخراج گوانو (White, 1988)، به عنوان ژئوتوریسم (Williams, 1985) و استفاده به عنوان منابع آب و غیره (Yuan, 1991). با توجه به منسوخ شدن بعضی از موارد فوق، به تازگی غارها را بر اساس وضع موجود و ارزش انفرادی و فلسفه مدیریتی به شش گروه تقسیم کرده‌اند (Worboys et al., 1982):

## آزمایش میکروبی (MPN) و شیمیایی آب غار

تجزیه آب غار نشان می‌دهد که به رغم بالا بودن بعضی از املاح در این آب نسبت به آبهای معدنی و یا تصفیه شده، آب آن قابل شرب است. قابل ذکر است که در آبهای ناحیه ماکو، فلورید زیادی وجود دارد که موجب قهوه‌ای و زرد شدن دندانها و ترک خوردگی مینای دندانها می‌شود. اما فلورید این آب بسیار کمتر بوده و مقدار آن با  $1/7$  (ppm) در مقایسه با فلورید آبهای منطقه سه برابر پایین‌تر است. در ضمن هر چند که سختی کل آب مورد آزمایش بیش از آب آشامیدنی شهر ارومیه است، اما از نظر سختی دائم با هم قابل مقایسه می‌باشند (جدول ۴).

**گروه ۱**

غارهای مسدود: به دلایل علمی و ایمنی غار با دروازه مسدود می‌گردد.

**گروه ۲**

غارهای علمی: غارهای دارای ویژگی خاص زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، زیست‌شناسی و یا باستان‌شناسی است. هدف مدیریت این غارها، حفظ این غارها به همان کیفیت طبیعی آن است.

**گروه ۳**

غارهای با دسترسی محدود: به خاطر دارا بودن ارزشهای متعدد و حفظ این ارزشها دسترسی با برنامه محدود میسر می‌شود.

**گروه ۴**

غارهای دارای ارزش اکتشاف غارشناسی: دارای مشکلات ناشناخته بوده و تا شناسایی آن فقط دسترسی غارشناسان آموزش دیده به آن میسر است.

**گروه ۵**

غارهای ماجراجویانه: فاقد ارزش ویژه ای بوده و دسترسی افراد آماتور مجبزه به تجهیزات ایمنی اولیه به آن بلامانع است.

**گروه ۶**

غارهای تفریحی و عمومی: برای استفاده عموم تجهیز شده و دسترسی به آن برای همگان با رعایت شرایط بازدید آزاد است.

غار یاریم قیه در طبقه بندی فوق و با توجه به نبود هر نوع جاذبه گردشگری و محدودیت حجم و ارزش بالای آن به عنوان منبع آب و لزوم حفظ کیفیت آب از هر نوع آلودگی جزو گروه سوم قرار می‌گیرد و لذا دسترسی به آن، به جز برای افراد دارای مجوز تحقیقاتی و بازدیدهای ویژه باید محدود گردد.

**نتیجه گیری**

۱- متوسط بارندگی سالانه منطقه یاریم قیه با توجه به آمار ایستگاه بازرگان که در فاصله اندکی از منطقه مورد مطالعه است، در حدود ۲۵۰/۰ میلی متر است.  
۲- در حدود ۲۳ درصد بارش در فصل پاییز، ۲۰ درصد در فصل زمستان، ۴۴ درصد در بهار و ۱۳ درصد در تابستان روی می‌دهد.

۳- بر اساس آمار هواشناسی، میزان تبخیر سالانه منطقه ۱۴۹۵ میلی متر است.  
۴- جهت باد غالب در منطقه خاوری بوده و در ۶۶٪ از طول زمانی دوره، منطقه آرام و ۳۴٪ منطقه ناآرام و بادخیز بوده است.

۵- دوره خشکسالی بر اساس روش میانگین متحرک ۵ ساله در محدوده سالهای ۶۵ تا ۷۰ و ۷۴ تا ۷۹ و دوره ترسالی در محدوده سالهای ۵۹ تا ۶۲ و ۶۹ تا ۷۴ روی داده است.

۶- نم نسبی میانگین سالانه در دی ماه و حدود ۷۱٪ و حداقل نم سالانه

حدود ۴۱/۲٪ در مرداد ماه است. بیشترین نم نسبی در فصل زمستان و کمترین آن در تابستان ثبت گردیده است.

۷- دوره یخبندان از اوایل آبان ماه شروع شده و در اواسط فروردین به پایان می‌رسد و مجموع کل روزهای یخبندان سالانه ۱۰۸ روز است.

۸- اقلیم منطقه با توجه به تمام روشهای اقلیم نمای سیلیانینف، دومارتن و آمبرژه در ناحیه نیمه خشک قرار می‌گیرد.

۹- غار از نظر سنی جوان و در رسوبات ترشیری واقع شده و فاقد ساختار استالاکتیت و استالاکمیت بوده و از بافت خشن و در حال ریزش برخوردار است.

۱۰- بر اساس مطالعات زمین ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی، زایش غار تحت کنترل عوامل ساختاری (گسلها و ریزش سطوح گسلی) صورت گرفته است که در زیر یک فروچاله (Sinkhole) با مساحت حدود یک هکتار حاصل شده است.

۱۱- آزمایش MPN شمارش میکروبی را صفر و عاری از هرنوع آلودگی به فضولات حیوانی نشان می‌دهد، لذا استفاده از این آب برای شرب از نظر میکروبی هیچ گونه خطری را در بر نخواهد داشت.

۱۲- فلئور آب در مقایسه با فلئور نواحی دیگر ماکو (۴/۷ قسمت در میلیون) خیلی کمتر و در حدود ۱/۷ قسمت در میلیون می‌باشد. مقدار یون سولفات در آب غار ۲۳ میلی گرم در لیتر است، لذا شرب این آب مشکل ویژه‌ای در بر نخواهد داشت.

۱۳- هر چند سختی کل آب غار به نسبت بالا است، اما بخش عمده آن را سختی موقت یا سختی کربناتی تشکیل می‌دهد که با حرارت دادن و یا هوادهی قابل کاهش است.

۱۴- با توجه به اختلاف مساحت ناحیه فروچاله در سطح زمین با مساحت اندک آب در درون غار امکان گسترش بیش از حد فعلی قابل رؤیت در زیر فروچاله وجود دارد.

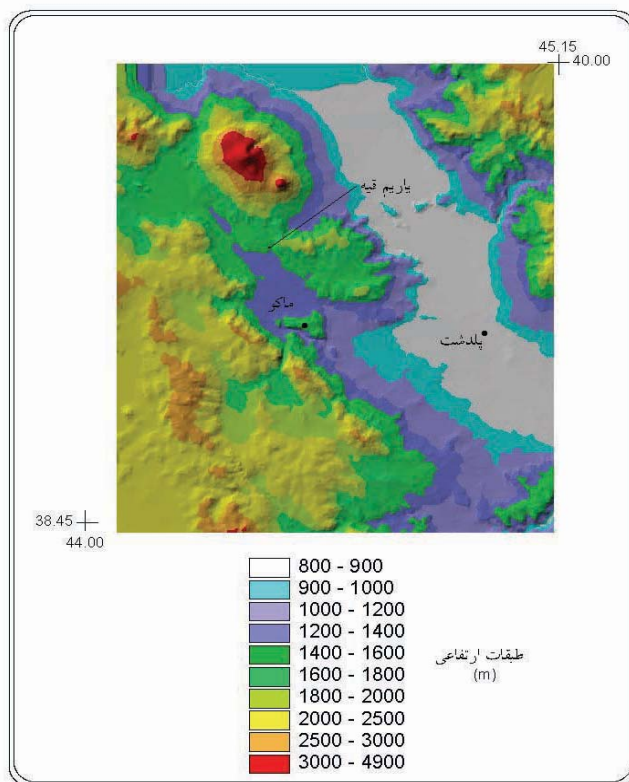
۱۵- غار بر اساس رده بندی (Worboys et al. (1982)، با توجه به نبود هر نوع جاذبه گردشگری و محدودیت حجم و ارزش بالای آن به عنوان منبع آب و لزوم حفظ کیفیت آب از ورود هر نوع آلودگی جزو گروه سوم از شش گروه غارهای جهان قرار می‌گیرد و لذا دسترسی به غار جز برای افراد دارای مجوز تحقیقاتی باید محدود شود.

۱۶- نبود هر نوع خط تراز ناشی از نوسان آب نشانه عدم تغییر سطح آب تالاب در طول تشکیل خود می‌باشد. با توجه به پایین بودن حدود ۲ متر سطح آب غار از سطح آب تالاب گرادیان هیدرولیکی از تالاب به طرف غار بوده و غار از آب تالاب تغذیه می‌کند. لذا حفظ وضع اکوسیستم و رابط غار و تالاب امری کاملاً ضروری است.

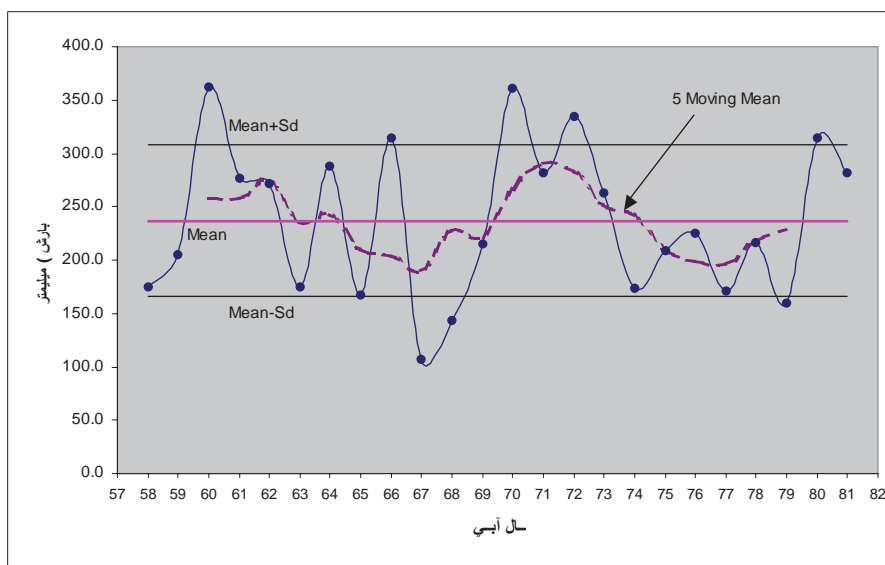
**سپاسگزاری**

پروژه و از آقای مهندس علی همتی در عملیات میدانی پروژه با اینجانب صمیمانه تشکر می‌گردد.

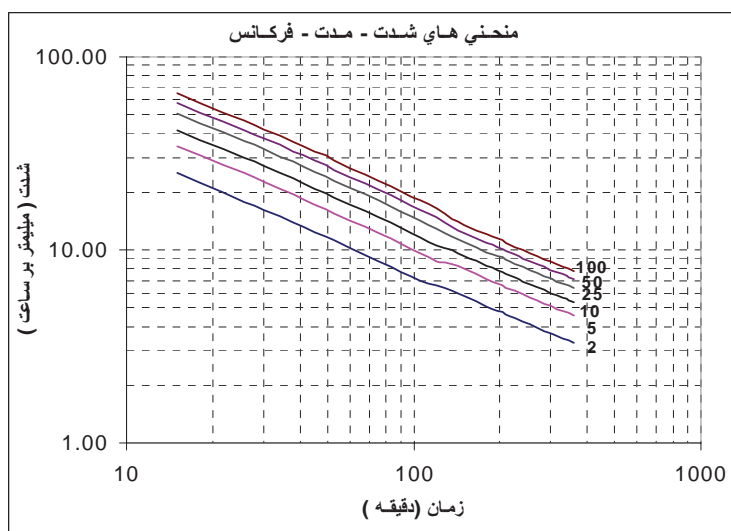
در اینجا از آقایان مهندس محقق مدیر عامل محترم و آقای مهندس بشیری پور مدیر مطالعات منابع آب سازمان آب آذربایجان غربی در حمایت مالی از



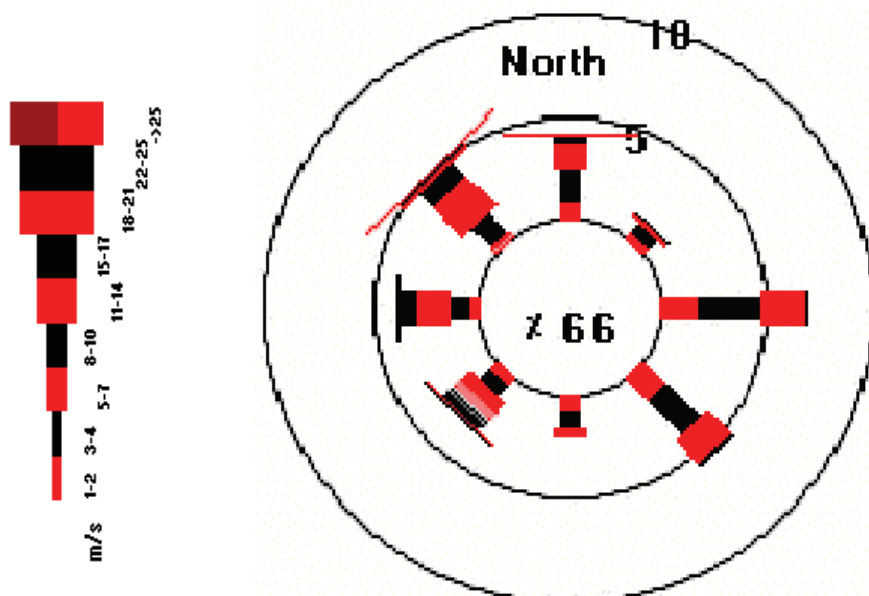
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه



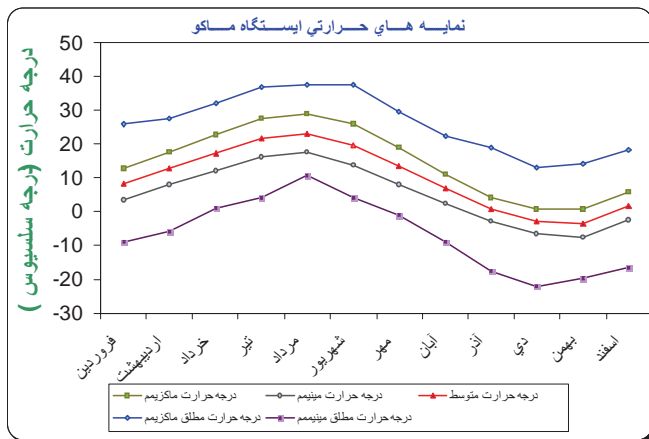
شکل ۲- روند بارش منطقه غار یاریم قیه



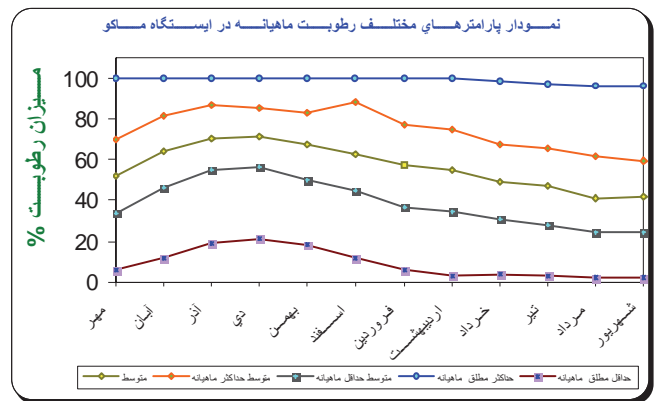
شکل ۳- منحنی شدت، مدت و بسامد محدوده یاریم قیه



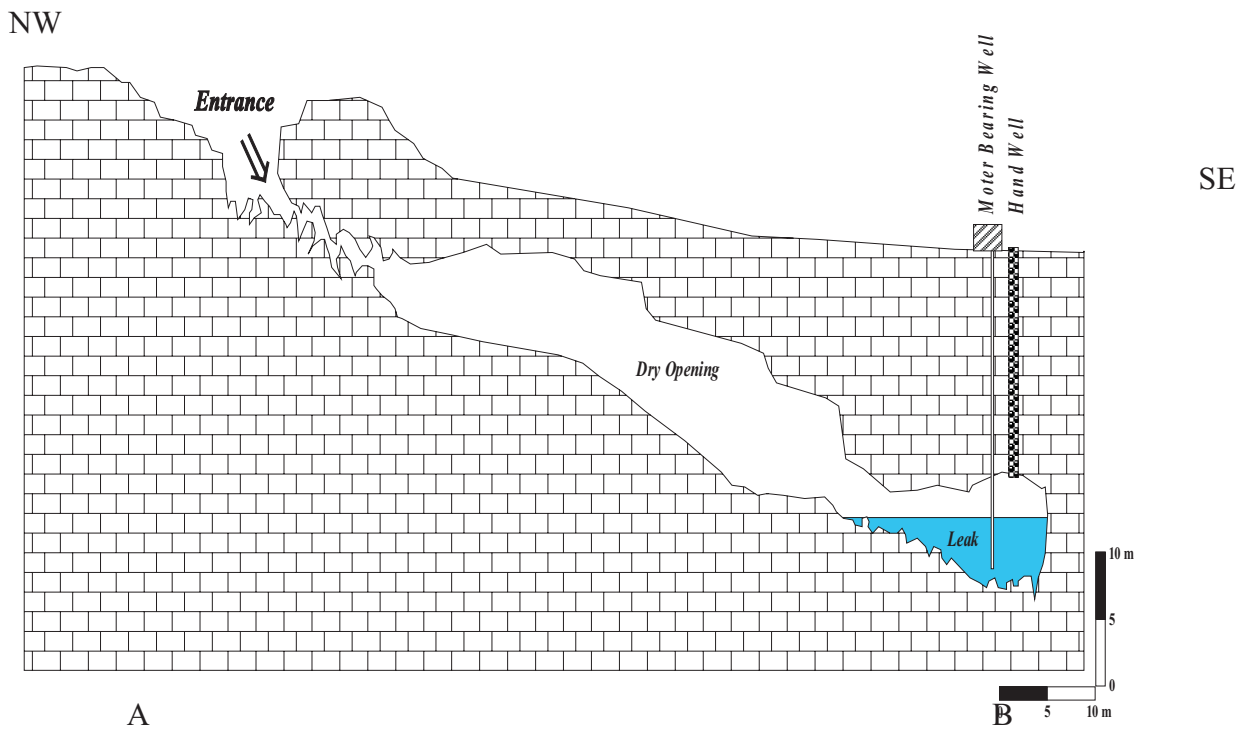
شکل ۴- گلباد سالانه یاریم قیه در ایستگاه سینوپتیک ماکو، دوره ۱۹۸۵-۱۹۹۹



شکل ۶- دوره یخبندان از آبان ماه تا فروردین

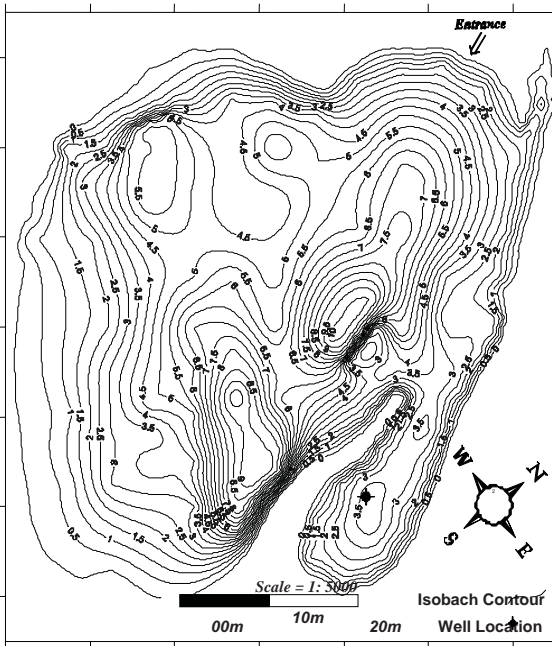


شکل ۵- نم نسبی میانگین ماهانه یاریم قیه

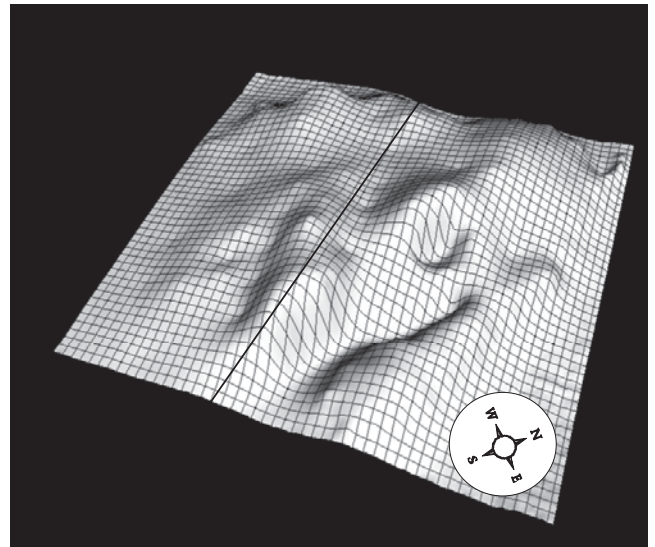


شکل ۷- نیمرخ طولی غاراز ورودی تا دریاچه در مسیر AB (نقشه ۲)

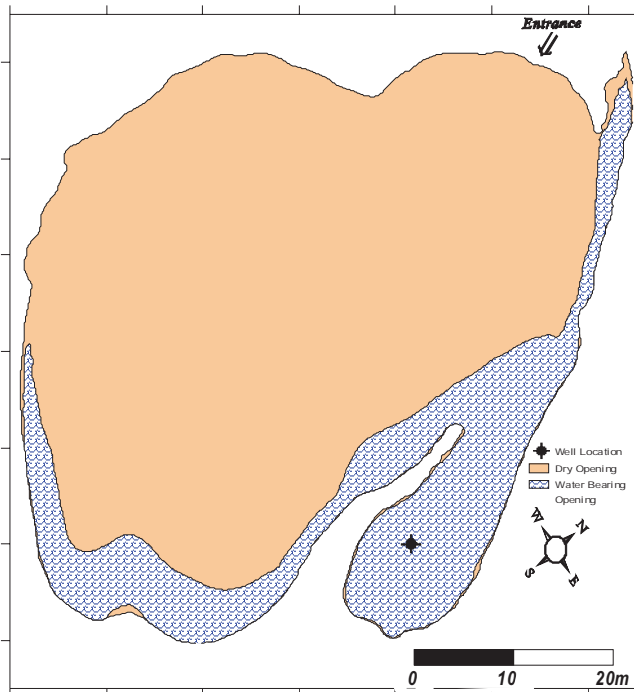




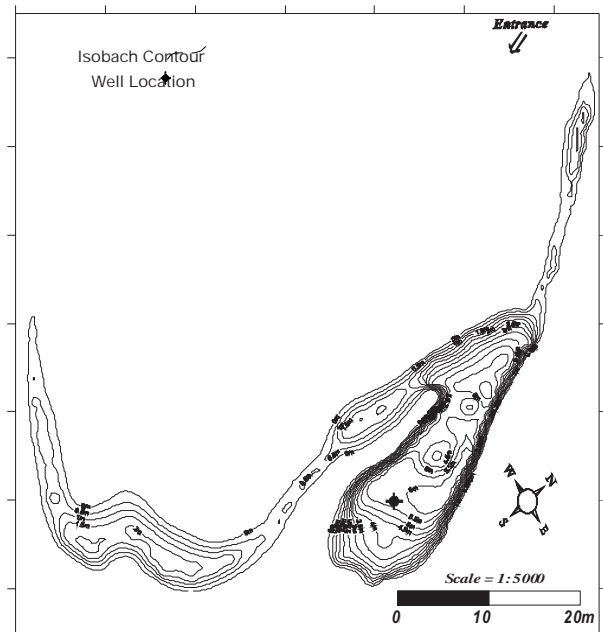
شکل ۹- نقشه منحنیهای هم ارتفاع فاصله سقف تا کف غار



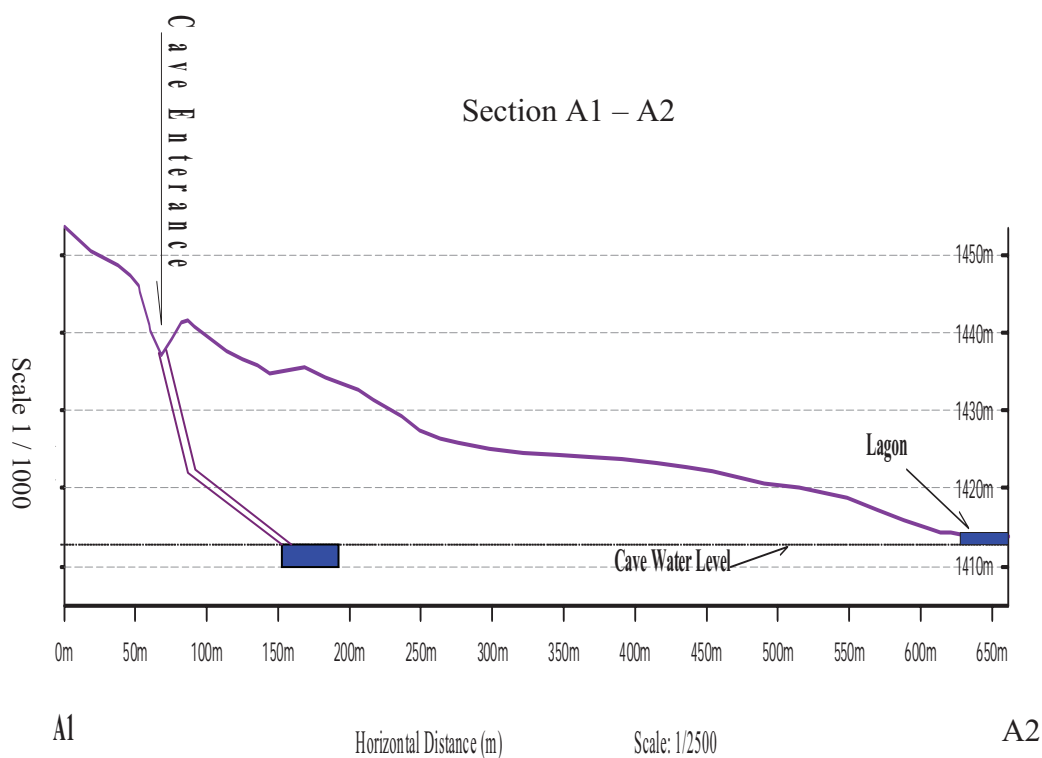
شکل ۸- نقشه سه بعدی غار با فرض مسطح بودن سطح زیرین



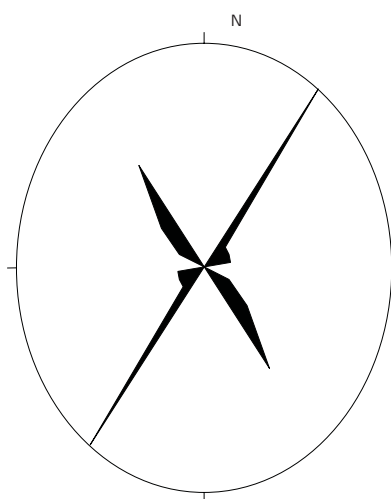
شکل ۱۱- نقشه غار با وسعت بخش خشکی و ناحیه آبدار (مقیاس ۱:۵۰۰)



شکل ۱۰- نقشه گسترش آب و منحنیهای هم ژرفا در معابر آبدار



شکل ۱۲- نیمرخ نشان دهنده اختلاف سطح آب تالاب با سطح آب غار

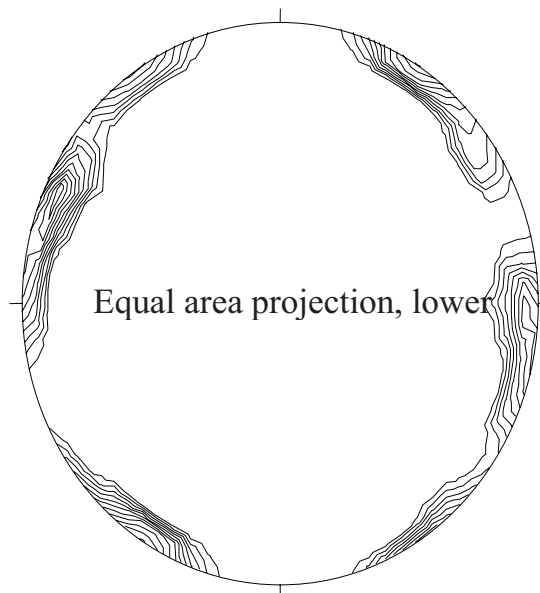


Largest petal: 7.00 Values

n=17

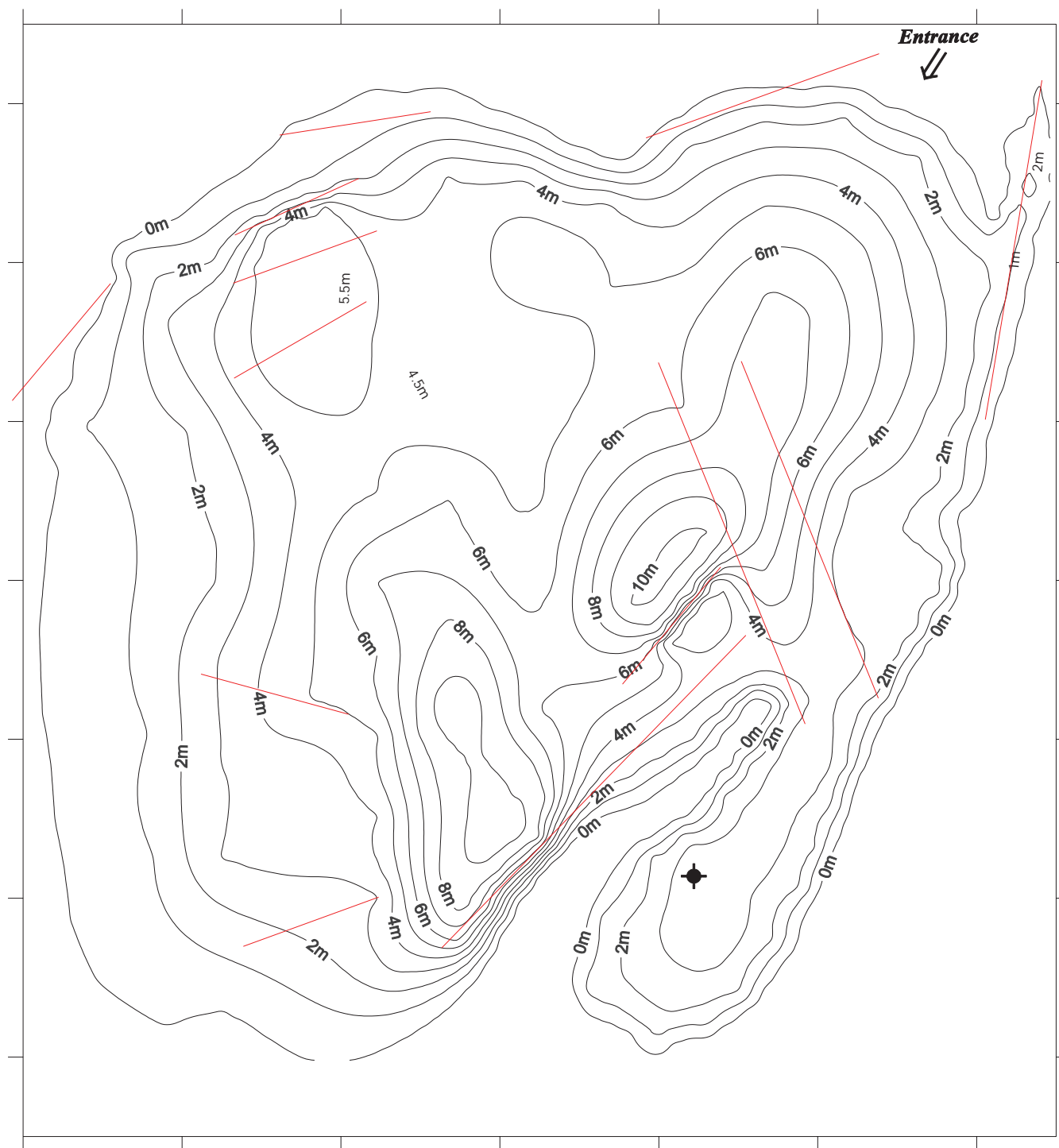
Strike Direction: 15.0 °

Largest petal: 41 % of all Values

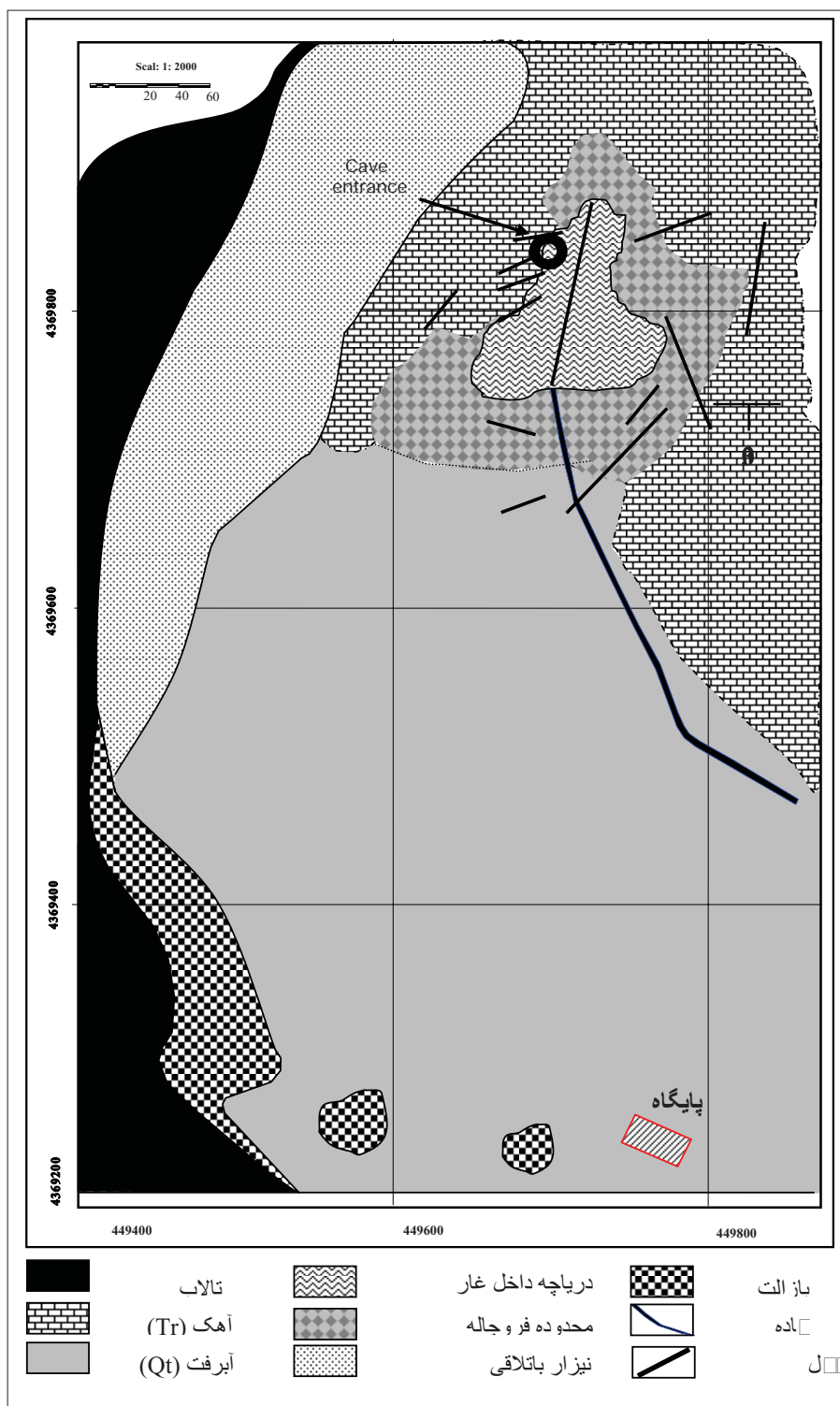


شکل ۱۴- استریوگرام ناپیوستگیهای درون غار (گسلها و درزه های غار)

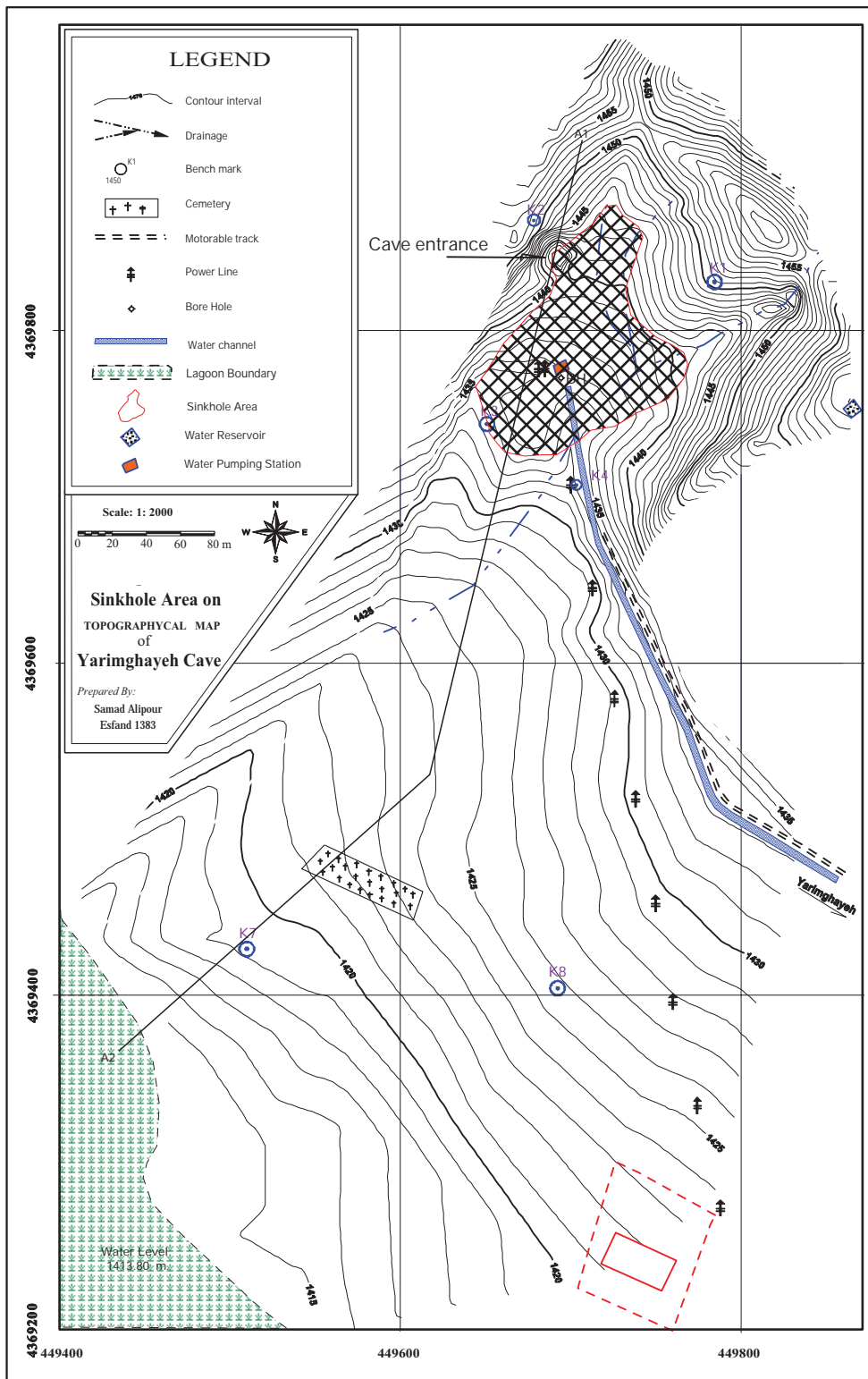
شکل ۱۳- نمودار گل سرخی جهت درزه های اصلی سنگهای آهکی میزبان غار



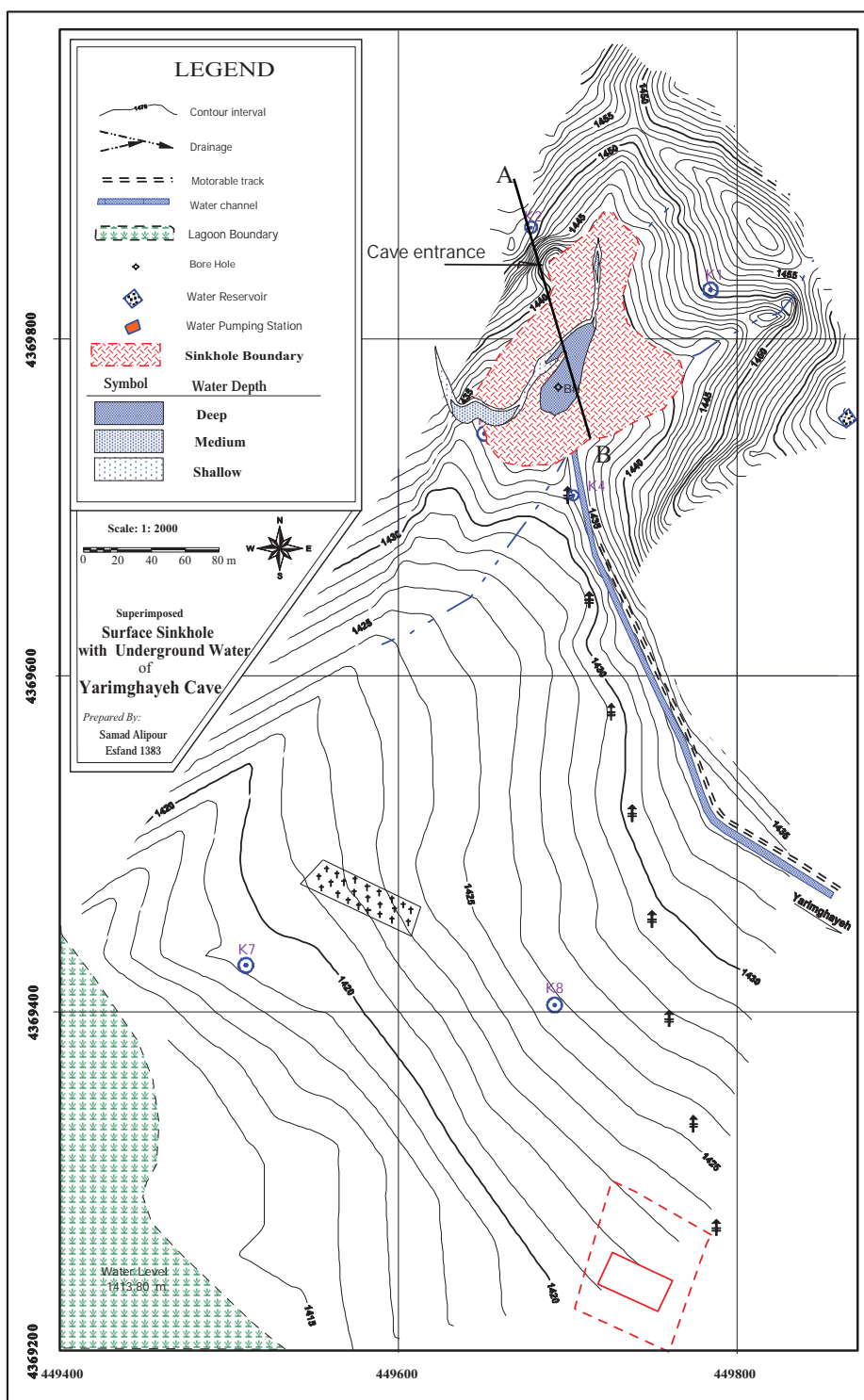
شکل ۱۵- گسله‌های مؤثر در شکل‌گیری غار در سطح زمین



شکل ۱۶- نقشه زمین شناسی ساده شده ناحیه پیرامون غار



نقشه ۱- توپوگرافی ناحیه بیرونی غار، فروچاله سطحی و تالاب



نقشه ۲- مقایسه وسعت فروچاله سطحی با وسعت آبدار درونی (عکس شده بر توپوگرافی غار)



عکس ۲- سطح غار و آثار روستای قدیمی بخشی از فروافتادگی بالایی



عکس ۱- فروافتادگی (Sinkhole) با آثار سکونت قدیمی در بخش بالایی غار



عکس ۴- مرز خشکی با کناره آب غار



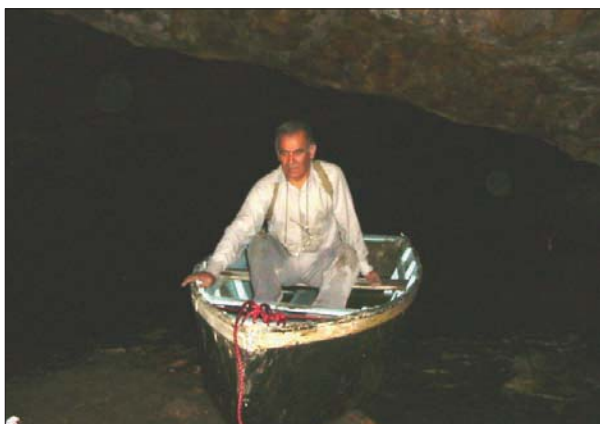
عکس ۳- دهانه ورودی غار (نگاه از درون به خارج)



عکس ۶- لوله پمپاژ آب که ۳ متر در درون آب قرار گرفته است



عکس ۵- معبر شیب دار غار پوشیده با خاک نرم



عکس ۸- قایق چوبی مورد استفاده در دریاچه غار



عکس ۷- بخشی از سقف و کف در مرز شروع دریاچه غار



عکس ۱۰- آهکهای گسل خورده و خرد شده بخش بالایی دهانه ورودی غار



عکس ۹- آهک و مارن محتوی فسیل مرجان تابولوفیلوم (tabulophylum) از خانواده (Rugosa Coral) متعلق به الیگوسن - میوسن همراه فسیل دو کفه‌ای



عکس ۱۲- دهانه سنگ ریزشی ورودی غار



عکس ۱۱- انتهای جنوبی تالاب در روستای یاریم قیه پایین



جدول ۱- مقادیر بیشینه شدت بارش حوضه محدوده یاریم قیه

سال	دوره برگشت				
	۱۵ دقیقه	۱ ساعت	۲ ساعت	۳ ساعت	۶ ساعت
۲	۲۴/۹	۱۰/۲	۶/۵	۵/۱	۳/۳
۵	۳۴/۶	۱۴/۲	۸/۸	۷/۱	۴/۶
۱۰	۴۱/۷	۱۷	۱۰/۶	۸/۳	۵/۴
۲۵	۵۰/۹	۲۰/۹	۱۲/۹	۹/۸	۶/۴
۵۰	۵۷/۸	۲۳/۷	۱۴/۶	۱۰/۹	۷/۱
۱۰۰	۶۴/۸	۲۶/۶	۱۶/۴	۱۲/۰	۷/۸

جدول ۲- بیشینه بارش ۲۴ ساعته با دوره برگشتهای مختلف

دوره بازگشت (سال)						
۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۲
۶۱/۷	۵۷/۷۶	۲۲/۵۴	۵۲/۵۴	۴۸/۵	۴۴/۲۸	۳۷/۹۴

جدول ۳- تعداد روزهای یخبندان در یاریم قیه

مجموع سالانه	شهر یور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ایستگاه	
													سینوپتیک	ماکو
۱۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۲۰	۲۹	۲۵	۲۲	۸	۰	سینوپتیک	ماکو

جدول ۴- نتایج تجزیه آب درون غار یاریم قیه در مقایسه با بعضی از آبهای شرب

Parameter	آب غار یاریم قیه	آب شرب شهر ارومیه	آب معدنی سیلوانا	آب معدنی پلور
°Temp. / C	۹	-	-	-
pH	۶,۹۴	۸/۰۰	۸	۷/۴
HCO <sub>3</sub> --			-	۱۴۳/۹۶
EC (μS/cm)	۹۱۰	۳۵۶	-	-
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	۱۳۴	۵۴/۱	۳۲	۳۲/۰۶
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	۸/۴	۱۵/۳	۲۱	۷/۶۱
Total Hardness (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	۳۷۰	۱۸۶	-	-
Permanent Hardness (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	۸۰	۷۰	-	-
Temporary Hardness (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	۲۹۰	۱۱۶	-	-
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	۲۶/۳	۸/۱۷	۵	۶
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	۲۳/۰	۳۸/۷	۱۱	۴
Na <sup>+</sup> (mg/L)	۱۷۸	۷/۷۵	۶/۴	۱
K <sup>+</sup> (mg/L)	۷/۰۶	۱/۶۶	۱/۳	۰/۱
F <sup>-</sup> (mg/L)	۱/۷۰	۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۰۷
TDS (mg/L)	۸۰۸	۲۶۱	۱۳۰	-
MPN (کلیرم)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

جدول ۵ - مقایسه نتیجه تجزیه آب نواحی مختلف غار یاریم قیه

نمونه گیری محل	ساحل غار	داخل غار	اواخر تابان	قبله تابان به ساری سو	آب داخل غار	آب داخل غار
T.H	--	--	--	--	365	335
S.A.R	--	--	--	--	$\frac{2/617}{40}$	$\frac{2/884}{43/7}$
TDS (Mg/lit)	--	--	--	--	693	693
EC*10 <sup>6</sup>	980	1010	1270	1230	1100	1100
PHI	6/5	6/5	3/2	8/3	6/5	6/5
CO <sub>3</sub>	-	-	-	3	-	-
HCO <sub>3</sub>	10/6	11/7	14/5	11/5	10/5	10/7
Cl	0/5	0/5	0/8	0/7	./5	0/5
SO <sub>4</sub>	0/8	0/9	0/15	0/19	1	1
جمع آنیونها	11/9	13/1	15/45	15/39	12	12/2
بر حسب میلی اکی والان	5/8	5/5	203	202	5	4/5
Mg	2/2	2/5	208	208	2/3	2
Na	3/75	4/1	10	10/9	./5	5/2
K	0/2	0/2	0/34	0/34	./2	0/2
کاتیونها جمع	11/95	12/3	15/44	16/24	12/5	12/5

**کتابنگاری**

- حصاری، ب.، ۱۳۷۶- تعیین منحنیهای شدت، مدت و فرکانس برای طرحهای آبیاری و زهکشی (مطالعه موردی آذربایجان غربی)، پایان نامه فوق لیسانس دانشگاه تبریز، گروه آبیاری.
- جاماب، مهندسین مشاور، ۱۳۷۶- طرح جامع آبریز حوضه ارس، وزارت نیرو.
- هیدرولوژی کاربردی (جلد اول)، دکتر محمد مهدوی، ۱۳۷۴- انتشارات دانشگاه تهران.
- چنارانی، س.، ۱۳۶۸- برنامه کامپیوتری ETO، مهندسین مشاور منابع آب.
- قریب، ع.، (مترجم)، ۱۳۷۱- تألیف ج کوک آلبوگ، غار شناسی، نشر کوهستان، تهران. ۱۷۲ صفحه
- قریب، ع.، ۱۳۷۱- غارشناسی و اهمیت آن، انتشارات سازمان انرژی اتمی ایران، ۵۲ صفحه

**References**

- Bellwood, P., 1978- Man,s Consquest of the Pcific : The Prehistory of South –East Asia and Oceania . New York r: Oxford University Press.
- Chow, V. T., 1988- Applied Hydrology, McGraw Hill, New York.
- De Paepe, D. and Hill, C. A., 1981- Historical Geography of the United. States saltpeter Caves. NSS Bull. 43, 88-93. Lyons, R. G. Radon Hazard in Caves: a monitoring and management strategy. Helictite 30 92) 33-40.
- Solecki, R., 1972- Shanidar : The Humanity of Neandertal Man. London: Allen Lane, 222 pp.
- White, W. B., 1988- Geomorphology and Hydrology of Karst terrains. New York, Oxford University Press.
- Williams, D. R., 1985- The future of the Cave Tourism in Waitomo Caves. In D. Williams, and D. K. Wild (eds). Cave management in Australia 6, 13-22.
- Worboys, G., Davey, A. and Stiff, C., 1982- report on Cave Classificahion. Cave management in Australia IV, 11-18.
- Yuan, D., 1991- Karst of China. Beijing; Geological Publishing House, 224 PP.