



دانشکده: علوم زمین

گروه: آبشناسی و زمین‌شناسی زیست محیطی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

**بررسی وجود و یا عدم وجود ارتباط هیدرولیکی چشمه کارستی امام‌قیس  
با منابع آب مجاور (استان چهارمحال و بختیاری)**

رقیه خسروی سوادجانی

**استاد راهنما:**

دکتر غلامحسین کرمی

**استاد مشاور:**

دکتر عزیزا... طاهری

خردادماه ۱۳۹۰

## لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

(۱) خسروی، ر.، کرمی، غ.، فاضلی فارسانی، ع.، بررسی هیدروژنولوزیکی و هیدروژنوشیمیایی چشمه کارستی امام‌قیس، (۱۳۸۹)، چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه ارومیه.

(۲) خسروی، ر.، کرمی، غ.، طاهری، ع.، بررسی هیدروژنوشیمیایی چاه‌های کارستی منطقه تنگ آهن سمیرم (۱۳۹۰)، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران.

"تقدیم به تو عزیزتر از هر چه هست

تقدیم به تو که در برابر اراده‌ات ناتوان‌ترینم

و تقدیم به تو که تنها تو میدانی و بس"

تقدیم به مادرم،

رفیق و همراه همیشه‌ام،

مهربانترین هدیه خداوند در زندگی‌م،

که بهتر از هر کسی ارزش وجودی‌ام را به من شناساند،

تقدیم به پدرم کسی که دسترنج دستان خسته‌اش همیشه بوی خدا می‌دهد

و تقدیم به استاد عزیزم دکتر حسین وزیری مقدم که برایم بهترین است.

تقدیر و تشکر:

"خداوند! بیش از همه از تو سپاسگزارم که مرا آنگونه که شایسته خداوندیت بود یاری فرمودی" لازم می‌دانم از تمام عزیزانی که مرا در انجام این تحقیق یاری نموده‌اند از صمیم قلب تشکر نمایم. از خداوند مهر آفرین و پاک می‌خواهم یاریم کند تا آنطور که شایسته است مراتب سپاس را به جای آورم. در ابتدا از زحمات بی‌دریغ و صبر و شکیبایی خانواده مهربانم، از راهنمایی‌های استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر غلامحسین کرمی و نیز راهنمایی و مشاوره اساتید محترم دکتر عزیزالله طاهری و مهندس عبدالله فاضلی فارسانی، از اساتید بزرگواری که از محضرشان آموختم آقایان دکتر غلامعباس کاظمی، فرامرز دولتی ارده‌جانی، ناصر حافظی مقدس و حمید طاهری شهر آئین صمیمانه تشکر می‌نمایم. همچنین از آقایان دکتر غلامعباس کاظمی و هادی جعفری که داوری پژوهش حاضر را بر عهده گرفتند بینهایت سپاسگزارم.

از همکاری و همراهی صمیمانه کلیه همکاران و عزیزان در شرکت‌های آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری، آب منطقه‌ای استان اصفهان، آبفای مرکزی استان اصفهان، آبفای شهرستان شهرضا و سازمان هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری نهایت تشکر را دارم.

با تشکر ویژه از همکاری صمیمانه آقایان مهندس فاضلی، مهندس صبا و نیز خانم مهندس ایزدی (حفاظت آبهای زیرزمینی آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری) و خانم مهندس زمانی (رئیس بخش مطالعات آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری)، مهندس مرتضوی (ریاست مدیریت بهره‌برداری آبفای مرکزی استان اصفهان)، مهندس صالح (ریاست آبفای شهرضا)، مهندس عبدالکریم فاطمی (مدیریت بهره‌برداری آبفای شهرضا) و مهندس مدرسی (حراست آبفای شهرضا).

با تشکر ویژه از همراهی و زحمات ارزشمند برادر عزیزم جناب آقای محمد خسروی.

با تشکر از دوست‌ترین دوستانم خانم‌ها فاطمه ابراهیمی، مهدالسادات نصرالله‌زاده، زینب اخوان ثالث، رقیه ملکی، نسیم مسلمی عقیلی و آقایان ارسطو مینویی، علی نجاتی‌پور و سید محمد موسوی خفری.

و در نهایت از دو تن که صبورانه با من همکاری نمودند خانم مهندس فارسی (دفتر دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود) و جناب آقای بلالی (دفتر حفاظت آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری) بینهایت سپاسگزارم.

از خدای بزرگ، سلامتی و سعادت همیشگی برای تمامی این عزیزان خواستارم و اقرار می‌کنم:

"مهربانی‌هایتان برایم فراموش ناشدنی خواهند بود"

رقیه خسروی سوادجانی

## چکیده

در دو دهه اخیر حفاظت و مدیریت صحیح منابع آب موجود در آبخوان‌های کارستی، به دلیل اهمیت ویژه آن‌ها در تامین آب شرب، مورد توجه بسیار بوده است. هدف از این تحقیق بررسی وجود و یا عدم وجود ارتباط هیدرولیکی بین چشمه کارستی امام‌قیس و چاه‌های کارستی تامین آب شرب شهرستان شهرضا می‌باشد. در این پژوهش، بررسی‌های هیدروژئولوژیکی، هیدروژئوشیمیایی و ایزوتوپی آبخوان در محدوده حوضه آبرگیر چشمه امام‌قیس و چاه‌های آب شرب انجام شده است.

برای محاسبه حوضه آبرگیر چشمه امام‌قیس ابتدا با استفاده از وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه محدوده احتمالی حوضه آبرگیر چشمه ترسیم گردید. سپس با استفاده از روش بیلان و وضعیت هیدروژئولوژیکی و توسعه کارست در منطقه، درصد نفوذ حدود ۶۰ درصد برآورد شد. در نهایت با توجه به این که حجم ذخیره دینامیک چشمه در سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۲/۴ میلیون مترمکعب برآورد شده است، محدوده حوضه آبرگیر اولیه اصلاح گردید.

به جهت بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی چشمه و چاه‌های مورد مطالعه، به طور همزمان خواص فیزیکوشیمیایی آن‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای ارزیابی غلظت یون‌های اصلی و وضعیت هیدروژئوشیمیایی چشمه و چاه‌ها، از چشمه ۱۴ بار و از چاه‌ها ۷ بار (در فاصله زمانی آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹) نمونه‌برداری انجام شده است. نتایج حاصله بیانگر این است که میانگین هدایت الکتریکی چشمه در مقایسه با چاه‌ها به طور قابل توجهی کمتر می‌باشد. همچنین غلظت یون‌های اصلی و نسبت‌های یونی در چشمه با چاه‌ها تفاوت‌های معنی‌داری را شامل می‌شود.

بررسی ایزوتوپ‌های اکسیژن ۱۸ و دوتریم مربوط به چشمه و نزدیکترین چاه‌های آب که به صورت همزمان در یک نوبت اندازه‌گیری شده است نشان می‌دهد که آب چشمه نسبت به نمونه‌های آب مربوط به چاه‌ها غنی‌تر می‌باشد. بنابراین جریان آب زیرزمینی از سوی چشمه به سمت چاه‌ها بعید به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: آبخوان کارستی امام‌قیس، چشمه امام‌قیس، چاه‌های آب شرب شهرضا، هیدروژئولوژی، هیدروژئوشیمی، ایزوتوپ.

## فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه .....	۱
۱-۱- بیان مساله و هدف از انجام تحقیق .....	۱
۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه .....	۲
۳-۱- اقلیم و آب و هوای منطقه .....	۲
۴-۱- زمین شناسی منطقه .....	۶
۱-۴-۱- چینه شناسی منطقه .....	۶
۲-۴-۱- زمین شناسی ساختاری منطقه .....	۱۰
۳-۴-۱- ژئومورفولوژی منطقه .....	۱۲
۵-۱- هیدرولوژی منطقه .....	۱۵
۶-۱- هیدروژئولوژی منطقه .....	۱۵
۱-۶-۱- چشمه های تخلیه کننده آبخوان کارستی امام قیس .....	۱۵
۲-۶-۱- چاه های پیزومتری .....	۱۵
۳-۶-۱- چاه های آب شرب شهرضا .....	۱۷
فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته .....	۲۵
۱-۲- تعریف و اهمیت کارست .....	۲۵
۲-۲- فرآیند انحلال در کارست های کربناته .....	۲۵
۳-۲- ارزیابی هیدروژئولوژیکی آبخوان های کارستی با مطالعه چشمه های کارستی .....	۲۷
۴-۲- ارزیابی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی آبخوان های کارستی .....	۳۰
۱-۴-۲- تکامل هیدروژئوشیمیایی آب های کارستی .....	۳۱
۲-۴-۲- آنیون ها و کاتیون های اصلی و تیپ آب در آب های کارستی .....	۳۴
۳-۴-۲- شاخص اشباع .....	۳۶
۵-۲- بررسی ارتباط هیدرولیکی در آبخوان های کارستی با استفاده از وضعیت هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی آن ها .....	۳۷
۶-۲- کاربرد ایزوتوپ های پایدار آب در مطالعه آبخوان های کارستی .....	۴۰
۷-۲- مرز تقسیم آب های زیرزمینی در آبخوان های کارستی .....	۴۲
۱-۷-۲- عوامل موثر بر موقعیت خط تقسیم آب زیرزمینی .....	۴۳
فصل سوم: روش انجام کار .....	۴۶
۱-۳- مقدمه .....	۴۶
۲-۳- جمع آوری اطلاعات و مروری بر مطالعات پیشین .....	۴۶
۳-۳- بررسی زمین شناسی منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه زمین شناسی .....	۴۷

۳-۴- بررسی هیدروژنولوژیکی و هیدروژنوشیمیایی چشمه کارستی امام‌قیس و چاه‌های

آب شرب شهرضا (از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹) ..... ۴۸

۳-۴-۱- نمونه‌برداری ..... ۴۸

۳-۴-۲- اندازه‌گیری خواص فیزیکی و شیمیایی چشمه و چاهها در صحرا ..... ۵۰

۳-۴-۳- اندازه‌گیری غلظت یون‌های اصلی در آزمایشگاه ..... ۵۲

۳-۴-۴- محاسبه درصد خطای آزمایش ..... ۵۲

۳-۴-۵- محاسبه ضرایب اشباع ..... ۵۲

فصل چهارم: ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی چشمه کارستی امام‌قیس ..... ۵۳

۴-۱- مقدمه ..... ۵۳

۴-۲- تغییرات زمانی آبدهی چشمه کارستی امام‌قیس ..... ۵۴

۴-۳- تغییرات زمانی هدایت الکتریکی چشمه کارستی امام‌قیس ..... ۵۸

۴-۴- تغییرات زمانی درجه حرارت آب در چشمه امام‌قیس ..... ۶۰

۴-۵- تغییرات زمانی  $pH$  آب در چشمه امام‌قیس ..... ۶۱

۴-۶- تغییرات زمانی غلظت یونهای اصلی در چشمه امام‌قیس ..... ۶۲

۴-۷- پارامترهای کیفی محاسبه شده برای چشمه امام‌قیس ..... ۶۳

۴-۸- ارزیابی تیپ آب در چشمه امام‌قیس ..... ۶۴

۴-۹- ارزیابی زون‌های غالب کاتیونی و آنیونی در چشمه امام‌قیس ..... ۶۵

فصل پنجم: ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چاه‌های آب شرب شهرضا ..... ۶۷

۵-۱- مقدمه ..... ۶۷

۵-۲- ارزیابی تغییرات زمانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چاه‌های آب شرب ..... ۷۳

۵-۲-۱- تغییرات زمانی هدایت الکتریکی چاه‌ها و تاثیر بارندگی روزانه بر آن ..... ۷۳

۵-۲-۲- تغییرات زمانی درجه حرارت آب در چاه‌ها و تاثیر بارندگی روزانه بر آن ..... ۷۵

۵-۲-۳- تغییرات زمانی  $pH$  چاه‌ها و تاثیر بارندگی روزانه بر آن ..... ۷۶

۵-۲-۴- تغییرات زمانی غلظت یون‌های اصلی در چاه‌ها ..... ۷۸

۵-۲-۵- ارزیابی تیپ آب در چاه‌ها ..... ۷۸

۵-۲-۶- ارزیابی زون‌های غالب کاتیونی و آنیونی در چاه‌ها ..... ۸۰

فصل ششم: ارزیابی وجود یا عدم وجود ارتباط هیدرولیکی بین چشمه کارستی

امام‌قیس و چاه‌های آب شرب شهرضا ..... ۸۲

۶-۱- مقدمه ..... ۸۲

۶-۲- بررسی ارتباط هیدرولیکی با استفاده از خصوصیات هیدروژنولوژیکی ..... ۸۲

۶-۲-۱- وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی ..... ۸۲

۶-۲-۲- وضعیت توسعه کارست ..... ۸۴



۸۶	..... ۳-۲-۶- بیان هیدروژنولوژیکی
۹۱	..... ۳-۶- بررسی ارتباط هیدرولیکی با استفاده از خصوصیات هیدروژنوشیمیایی
۹۲	..... ۱-۳-۶- نسبت‌های یونی
۹۴	..... ۲-۳-۶- استفاده از شاخص‌های اشباع
۹۴	..... ۳-۳-۶- استفاده از میانگین غلظت یون‌های اصلی و همبستگی آنها با هم
۹۷	..... ۴-۳-۶- استفاده از نمودارهای ترکیبی
۹۷	..... ۵-۳-۶- استفاده از تیپ آب و نمودار پایپر
۹۹	..... ۴-۶- بررسی ارتباط هیدرولیکی با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار آب
۱۰۳	..... فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۰۳	..... ۱-۶- نتیجه‌گیری
۱۰۵	..... ۲-۷- پیشنهادات
۱۰۷	..... منابع

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه ..... ۲
- شکل ۱-۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ..... ۷
- شکل ۱-۳- به هم ریختگی و خردشدگی شدید آهک‌ها در منطقه مورد مطالعه ..... ۹
- شکل ۱-۴- گسترش کارست در امتداد شکستگی‌ها و درزه‌ها و تشکیل کارن در شمال کوه نسا‌عباسی ..... ۱۳
- شکل ۱-۵- چاه کارستی در دامنه جنوبی کوه نسا‌عباسی ..... ۱۴
- شکل ۱-۶- فروچاله‌های در نزدیکی خط‌الراس کوه نسا‌عباسی ..... ۱۴
- شکل ۱-۷- فضاهای انحلالی غاری شکل مشاهده شده در سازندهای کارستی اطراف چشمه امام‌قیس ..... ۱۴
- شکل ۱-۸- لاگ زمین‌شناسی چاه‌های آب شرب شهرضا ..... ۱۸
- شکل ۱-۳- سرریز مستطیلی نصب شده برای محاسبه دبی چشمه امام‌قیس ..... ۵۰
- شکل ۱-۴- هیدروگراف چشمه امام‌قیس از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۵۵
- شکل ۲-۴- تغییرات آبدی چشمه و بارندگی روزانه ایستگاه هواشناسی امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۵۶
- شکل ۳-۴- گسترش فضاهای انحلالی در حوضه آ‌بگیر چشمه امام‌قیس ..... ۵۷
- شکل ۴-۴- آثار زهکشی سطحی سریع در حوضه آ‌بگیر چشمه کارستی امام‌قیس ..... ۵۷
- شکل ۵-۴- منحنی فرود چشمه کارستی امام‌قیس در سال آبی ۸۹-۱۳۸۸ ..... ۵۸
- شکل ۶-۴- تغییرات زمانی آبدی و هدایت الکتریکی چشمه کارستی امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۵۹
- شکل ۷-۴- تغییرات زمانی درجه حرارت آب و دبی چشمه امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۶۰
- شکل ۸-۴- وجود استخر آب در محل خروجی چشمه امام‌قیس ..... ۶۱
- شکل ۹-۴- تغییرات زمانی  $pH$  و دبی چشمه کارستی امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۶۱
- شکل ۱۰-۴- تغییرات زمانی غلظت آنیون‌های اصلی چشمه امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۶۳
- شکل ۱۱-۴- تغییرات زمانی غلظت کاتیون‌های اصلی چشمه امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۶۳
- شکل ۱۲-۴- نمودار استیف مربوط به چشمه کارستی امام‌قیس ..... ۶۴
- شکل ۱۳-۴- نمودار پایپر مربوط به نمونه‌های تهیه شده از چشمه امام‌قیس  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۶۵
- شکل ۱-۵- تغییرات زمانی هدایت الکتریکی در چاه‌های آب شرب شهرضا  
از آذر ۱۳۸۸ تا مردادماه ۱۳۸۹ ..... ۷۳
- شکل ۲-۵- تغییرات زمانی درجه حرارت آب در چاه‌های آب شرب شهرضا  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا مرداد ۱۳۸۹ ..... ۷۶
- شکل ۳-۵- تغییرات زمانی  $pH$  آب در چاه‌های آب شرب شهرضا  
از آذرماه ۱۳۸۸ تا مردادماه ۱۳۸۹ ..... ۷۸

- شکل ۵-۴- تغییرات زمانی غلظت یون‌های اصلی در چاه‌های آب شرب شهرضا  
 از آذرماه ۱۳۸۸ تا مردادماه ۱۳۸۹ ..... ۷۹
- شکل ۵-۵- نمودار استیف برای نمونه‌های چاه‌های آب شرب شهرضا ..... ۸۰
- شکل ۵-۶- نمودار پایپر مربوط به نمونه‌های آب تهیه شده از چاه‌های آب شرب شهرضا ..... ۸۱
- شکل ۶-۱- نیمرخ زمین‌شناسی در امتداد NW-SE در محدوده آبخوان کارستی امام‌قیس ..... ۸۵
- شکل ۶-۲- نیمرخ زمین‌شناسی کوه نسا عباسی و توسعه کارست در بخش‌های مختلف آن ..... ۸۸
- شکل ۶-۳- رابطه بارندگی و ارتفاع در ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به محدوده مورد مطالعه ..... ۹۰
- شکل ۶-۴- موقعیت تقریبی حوضه آبرگیر چشمه کارستی امام‌قیس ..... ۹۱
- شکل ۶-۵- مقایسه میانگین نسبت‌های یونی در چشمه و چاه‌های شماره (۱) و (۲) ..... ۹۳
- شکل ۶-۶- میانگین ضرایب اشباع برای چشمه و چاه‌های شماره (۱) و (۲) ..... ۹۶
- شکل ۶-۷- غلظت میانگین  $(HCO_3 + SO_4)$  و  $(Ca + Mg)$  در چاه‌های (۱) و (۲) ..... ۹۸
- شکل ۶-۸- نمودار ترکیبی تبادل یونی در نمونه‌های چشمه و چاه‌های (۱) و (۲) ..... ۹۸
- شکل ۶-۹- مقایسه نمودار استیف برای نمونه‌های مربوط چشمه و چاه‌های (۱) و (۲) ..... ۹۸
- شکل ۶-۱۰- مقایسه موقعیت قرارگیری نمونه‌های مربوط به چشمه و چاه‌های (۱) و (۲) ..... ۹۹
- شکل ۶-۱۱- موقعیت نمونه‌های تهیه شده از چشمه و چاه‌ها نسبت به (GMWL) ..... ۱۰۱

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱- مقادیر میانگین بارندگی ماهیانه و سالیانه در ایستگاه هواشناسی-اقلیم‌شناسی امام‌قیس ..... ۴
- جدول ۱-۲- توزیع فصلی بارندگی در ایستگاه هواشناسی- اقلیم‌شناسی امام‌قیس ..... ۵
- جدول ۱-۳- مقادیر میانگین دمای ماهیانه و سالیانه در ایستگاه هواشناسی-اقلیم‌شناسی امام‌قیس ..... ۵
- جدول ۱-۴- طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن ..... ۶
- جدول ۱-۵- چشمه‌های اطراف آبخوان امام‌قیس ..... ۱۶
- جدول ۱-۶- چاه‌های پیژومتری دشت‌های شمالی و شمال‌غرب اطراف آبخوان کارستی امام‌قیس ..... ۱۶
- جدول ۱-۷- مشخصات چاه شماره (۱) آب شرب شهرضا ..... ۱۹
- جدول ۱-۸- مشخصات چاه شماره (۲) آب شرب شهرضا ..... ۲۰
- جدول ۱-۹- مشخصات چاه شماره (۳) آب شرب شهرضا ..... ۲۰
- جدول ۱-۱۰- مشخصات چاه شماره (۴) آب شرب شهرضا ..... ۲۱
- جدول ۱-۱۱- مشخصات چاه شماره (۵) آب شرب شهرضا ..... ۲۲
- جدول ۱-۱۲- مشخصات چاه شماره (۶) آب شرب شهرضا ..... ۲۳
- جدول ۱-۱۳- مشخصات چاه شماره (۷) آب شرب شهرضا ..... ۲۴
- جدول ۱-۴- پارامترهای اندازه‌گیری شده در محل چشمه امام‌قیس از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۵۴
- جدول ۲-۴- غلظت یون‌های اصلی در چشمه امام‌قیس از آذر ۱۳۸۸ تا آذر ۱۳۸۹ ..... ۶۲
- جدول ۳-۴- پارامترهای کیفی محاسبه شده برای چشمه امام‌قیس از آذرماه ۱۳۸۸ تا آذرماه ۱۳۸۹ ..... ۶۴
- جدول ۱-۵- پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده برای چاه شماره (۱) آب شرب شهرضا ..... ۶۸
- جدول ۲-۵- پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده برای چاه شماره (۲) آب شرب شهرضا ..... ۶۹
- جدول ۳-۵- پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده برای چاه شماره (۳) آب شرب شهرضا ..... ۷۰
- جدول ۴-۵- پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده برای چاه شماره (۵) آب شرب شهرضا ..... ۷۱
- جدول ۵-۵- پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده برای چاه شماره (۷) آب شرب شهرضا ..... ۷۱
- جدول ۱-۶- ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به حوضه آبرگیر چشمه امام‌قیس ..... ۸۹
- جدول ۲-۶- میانگین نسبت‌های یونی در چشمه و چاه‌های آب شرب ..... ۹۲
- جدول ۳-۶- میانگین شاخص‌های اشباع در چشمه و چاه‌های آب شرب ..... ۹۶
- جدول ۴-۶- میانگین غلظت یون‌های اصلی در چشمه و چاه‌های آب شرب ..... ۹۵
- جدول ۵-۶- مقادیر همبستگی یون‌های اصلی در چشمه و چاه‌های (۱) و (۲) ..... ۹۵
- جدول ۶-۶- مقادیر اندیس ایزوتوپ‌های اکسیژن (۱۸) و دوتریم مربوط به نمونه‌های چشمه و چاه‌های (۱) و (۲) ..... ۱۰۱

## فصل اول: مقدمه

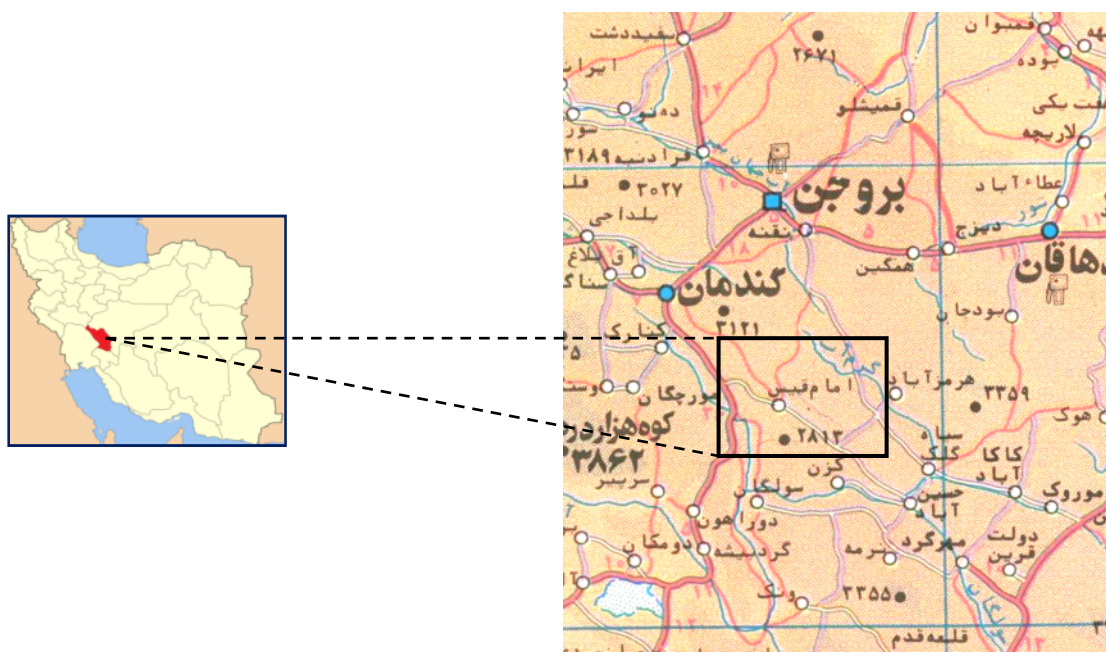
### ۱-۱- بیان مساله و هدف از انجام تحقیق

آبخوان کارستی امام‌قیس در ارتفاعات آهکی شمال روستای امام‌قیس (کوه نسا‌عباسی)، از توابع شهرستان بروجن و در جنوب آن، واقع شده است. چشمه‌علی امام‌قیس (واقع در جنوب آبخوان و شرق روستای امام‌قیس) بخش قابل توجهی از آب‌های زیرزمینی تغذیه شده به این آبخوان کارستی را تخلیه می‌کند. این چشمه از چشمه‌های معروف و پر آب ناحیه بروجن است. سنگ‌های آهکی آبخوان کارستی مذکور در محدوده‌ی حوضه آبرگیر چشمه‌علی امام‌قیس به طور قابل توجهی کارستی شده‌اند به گونه‌ای که در این منطقه علاوه بر توسعه فضاهای انحلالی و وجود زون‌های تراوا، فروچاله‌ها (Sinkholes) و چاه‌های کارستی (Kars tic shafts) نیز مشاهده می‌شوند.

با توجه به حفر و بهره‌برداری از تعدادی چاه آهکی در محدوده شرق آبخوان کارستی امام‌قیس در سال ۱۳۸۳ و همچنین کاهش آبدهی چشمه در سال‌های اخیر، تاکنون مطالعه جامعی در خصوص وجود و یا عدم وجود ارتباط هیدروژئولوژیکی بین حوضه آبرگیر این چشمه و چاه‌های مذکور انجام نشده است. بنابراین، هدف اصلی از انجام این تحقیق " تعیین محدوده حوضه آبرگیر چشمه مذکور و بررسی وجود و یا عدم وجود ارتباط هیدرولیکی این حوضه با منابع آب مجاور به ویژه چاه‌های کارستی مذکور " می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، بایستی وضعیت هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی سفره کارستی منطقه مورد نظر، درجه کارستی شدن آهک‌ها، نوع سیستم جریان آب زیرزمینی در آهک‌ها، محدوده حوضه آبرگیر چشمه و ارتباط یا عدم ارتباط هیدرولیکی منابع آب مجاور با چشمه مذکور مورد بررسی قرار گیرد.

## ۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه‌ی مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری جنوب بروجن واقع شده است و ارتفاعات آهکی نسا‌عباسی در شمال روستای امام‌قیس را در بر می‌گیرد. ارتفاعات مذکور آبخوان کارستی امام‌قیس را تشکیل می‌دهند که در محدوده شرقی آن‌ها چاه‌های آب شرب شهرضا احداث گردیده است. منطقه مورد مطالعه در مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. دسترسی به این منطقه از طریق جاده‌ی آسفالتی درجه یک بروجن-لردگان میسر است که در کیلومتر ۲۵ جاده آسفالتی گندمان-لردگان یک جاده‌ی آسفالتی درجه دو به سمت روستای امام‌قیس جدا می‌شود. شکل (۱-۱) موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه

## ۱-۳- اقلیم و آب و هوای منطقه

منظور از اقلیم یک ناحیه مجموعه شرایط جوی حاکم در آن ناحیه و نیز تغییرات این شرایط در طول زمان می‌باشد. جهت بررسی آب و هوای منطقه‌ی مورد مطالعه اقدام به جمع‌آوری مهمترین پارامترهای هوا-اقلیم در ایستگاه هواشناسی-اقلیم‌شناسی امام‌قیس (نزدیکترین ایستگاه به منطقه

مورد مطالعه) گردید. این پارامترها شامل میانگین بارندگی ماهیانه، میانگین بارندگی سالیانه، میانگین دمای ماهیانه و میانگین دمای سالیانه می‌باشند.

ایستگاه هواشناسی-اقلیم‌شناسی امام‌قیس با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی در ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح آزاد دریاها در سال ۱۳۳۶ احداث و آغاز به کار نموده است. آمار ۳۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۵۹) مربوط به میانگین بارندگی ماهیانه و سالیانه ایستگاه امام‌قیس در جدول (۱-۱) ارائه شده است.

براساس اطلاعات مندرج در جدول (۱-۱) ملاحظه می‌شود میانگین بارندگی سالیانه در این ایستگاه ۵۹۲/۱ میلی‌متر می‌باشد. براساس این آمار ۳۰ ساله میانگین و درصد بارندگی فصلی در ایستگاه مذکور برآورد شده و نتایج در جدول (۲-۱) ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده حدود ۷۸/۳ درصد بارندگی در این منطقه در فصل‌های پاییز و زمستان صورت می‌گیرد که در بخش‌های مرتفع، بخش اعظم آن به صورت برف می‌باشد. با گرم‌تر شدن هوا در این ناحیه در فصل‌های پاییز و زمستان و نیز اوایل بهار، بخش عمده برف‌ها ذوب می‌گردد. آب‌های ناشی از ذوب برف به داخل آبخوان کارستی انتقال یافته و در آن ذخیره می‌شوند.

به دلیل کم بودن میانگین دمای سالیانه و نیز توسعه قابل توجه پدیده‌های کارستی در محدوده حوضه آبخیز چشمه کارستی امام‌قیس می‌توان چنین نتیجه گرفت که بیش از هشتاد درصد بارش‌های جوی در این محدوده به درون آبخوان تغذیه می‌شوند. این مسئله در محاسبه بیلان اجمالی هیدروژئولوژیکی و تعیین محدوده حوضه آبخیز چشمه کارستی امام‌قیس که در این تحقیق انجام شده است، دارای اهمیت بسیار می‌باشد.

همچنین آمار ۳۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۵۹) مربوط به میانگین درجه حرارت ماهیانه و سالیانه ایستگاه امام‌قیس در جدول (۳-۱) ارائه شده است. براساس اطلاعات مندرج در جدول (۳-۱) میانگین دمای سالیانه در این منطقه ۱۰/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین میانگین حداقل دمای مطلق ۱۹- و میانگین حداکثر مطلق دما ۳۳/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سال در منطقه به ترتیب دی‌ماه و مردادماه می‌باشند. منطقه مورد مطالعه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن (De Martonne 1909) دارای ضریب خشکی ۲۸/۷ می‌باشد و در گروه اقلیم‌های نسبتاً

مرطوب قرار می‌گیرد. دمارتن جهت تعیین اقلیم مناطق مختلف معادله (۱-۱) را پیشنهاد نموده است (علیزاده، ۱۳۸۱):

$$I = \frac{P}{T + 10} \quad \text{معادله (۱-۱)}$$

در این رابطه P میانگین بارندگی سالیانه (میلی‌متر) و T متوسط دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. براساس معادله دمارتن اقلیم‌های مختلف در ۶ گروه طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱-۴).

جدول ۱-۱- مقادیر میانگین بارندگی ماهیانه و سالیانه در ایستگاه هواشناسی امام‌قیس

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
۱۳۵۹	۱۰۵/۷	۴۹/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۴/۴	۵۳/۱	۵۵/۷	۱۴۹/۰	۶۵/۴	۴۹۲/۳
۱۳۶۰	۲۰۴/۲	۱۶/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۴/۷	۷۶/۵	۶۳/۵	۸۴/۷	۱۱۷/۱	۵۷۷/۴
۱۳۶۱	۵۴/۱	۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۸/۵	۱۹۹/۰	۱۷/۰	۱۴۴/۵	۵۵/۴	۱۴۴/۰	۶۵۱/۵
۱۳۶۲	۵۶/۷	۵۱/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲/۲	۲۴/۸	۶۲/۸	۴۷/۰	۱۶۱/۷	۴۰۶/۹
۱۳۶۳	۱۱۶/۹	۷۳/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷/۹	۴۸/۰	۲۶/۰	۹۸/۳	۵۵/۲	۳۷/۰	۴۶۲/۷
۱۳۶۴	۵۵/۰	۶/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۴/۲	۱۰۷/۲	۳۰/۰	۶۳/۰	۱۰۴/۰	۳۷۹/۴
۱۳۶۵	۱۵۵/۲	۱۴۳/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۴	۱۷۰/۹	۶۴/۰	۶۹/۰	۱۵۰/۰	۸۵۲/۹
۱۳۶۶	۱۱۷/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۱۸/۴	۰/۰	۱۴/۴	۴۴/۶	۲۴/۰	۱۲۲/۴	۷۹/۰	۱۴۷/۰	۵۶۸/۸
۱۳۶۷	۲۰/۰	۵۷/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۰/۰	۶۰/۰	۹۹/۰	۱۰۳/۰	۶۲/۰	۴۷۱/۰
۱۳۶۸	۶۸/۰	۳۶/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۶۸/۰	۵۷/۰	۱۲۰/۰	۴۶/۰	۵۹۵/۰
۱۳۶۹	۲۲/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	-	-	-	۰/۰	۲۳/۰	۱۰۴/۰	۸۶/۰	۱۰۱/۰	۳۳۸/۰
۱۳۷۰	۹۳/۰	۰/۰	۰/۰	۶/۰	۰/۰	۰/۰	۵۷/۰	۰/۰	۲۳۱/۰	۷۶/۰	۵۵/۰	۹۹/۰	۶۱۷/۰
۱۳۷۱	۸۰/۰	۱۰۴/۰	۶/۰	۰/۰	۰/۰	۶/۰	۰/۰	۳/۰	۱۲۰/۰	۲۵۲/۰	۱۰۱/۰	۲۸۱/۰	۹۵۳/۰
۱۳۷۲	۲۴/۰	۵۰/۰	۳/۰	۰/۰	۰/۰	۷/۰	۰/۰	۶۶/۰	۳۵/۰	۳۰/۰	۸۴/۰	۶۷/۰	۳۶۶/۰
۱۳۷۳	۵۰/۲	۴۵/۹	۰/۰	۹/۰	۰/۰	۰/۹	۱۴/۰	۱۴۱/۰	۲۶۱/۰	۵۲/۰	۱۰۲/۰	۷۱/۰	۷۴۷/۰
۱۳۷۴	۳۶/۰	۳۲/۰	۵۸/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴/۰	۰/۰	۵۷/۰	۱۴۳/۰	۱۲۳/۰	۱۹۳/۰	۶۴۶/۰
۱۳۷۵	۱۰۷/۵	۴۵/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۴/۰	۶/۰	۰/۰	۲۸/۰	۵۹/۰	۱۶/۰	۱۰۰/۰	۳۶۷/۵
۱۳۷۶	۱۷۹/۵	۲۷/۰	۰/۰	۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۰/۰	۱۲۴/۰	۱۳۵/۰	۲۰۷/۰	۱۹۸/۰	۸۹۳/۵
۱۳۷۷	۱۰۳/۰	۹/۰	۰/۰	۰/۰	۷/۰	۳/۰	۳۰/۰	۰/۰	۱۷/۰	۱۰۳/۰	۱۰۱/۵	۲۳۸/۰	۶۱۱/۵
۱۳۷۸	۴۲/۰	۱۰/۰	۰/۰	۱۶/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۴/۰	۴۸/۰	۶۵/۰	۱۲۵/۰	۴۴/۰	۳۹۴/۰
۱۳۷۹	۳۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲/۰	۴۶/۰	۱۰۱/۰	۴۵/۰	۶۴/۰	۹۱/۰	۲۸۰/۰
۱۳۸۰	۳۷/۰	۲۵/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳۴/۰	۳۵۹/۵	۱۱۳/۰	۸۱/۰	۳۳/۰	۶۸۲/۵
۱۳۸۱	۲۲۳/۰	۱۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶۵/۰	۱۸۱/۰	۳۲/۰	۱۳۱/۰	۱۱۸/۰	۷۶۱/۰
۱۳۸۲	۹۷/۰	۶۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۴۲/۰	۲۰۳/۰	۱۴۷/۰	۹۹/۰	۶۵۴/۰
۱۳۸۳	۱۳۸/۰	۲۸/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸۰/۰	۱۹۰/۰	۱۷۹/۰	۹۷/۰	۱۲۳/۰	۸۳۵/۰
۱۳۸۴	۳۹/۰	۱۲/۰	۶/۰	۰/۰	۵/۰	۰/۰	۰/۰	۵۰/۰	۳۳/۰	۳۰۱/۰	۳۷۷/۰	۱۶/۰	۸۳۹/۰
۱۳۸۵	۱۳۷/۰	۴۵/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸۵/۰	۹۴/۰	۸۶/۰	۱۸۲/۰	۱۲۱/۰	۷۵۰/۰
۱۳۸۶	۱۹۲/۰	۱۰/۰	۱۵/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۰	۶/۰	۸۸/۰	۷۹/۰	۸۳/۰	۱۷/۰	۴۹۱/۰
۱۳۸۷	۳۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵/۰	۰/۰	۶۸/۰	۲۷/۰	۵۱/۰	۱۰۵/۰	۱۰۶/۰	۳۹۵/۰
۱۳۸۸	۷۲/۰	۱۷/۰	۴/۰	۹/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۹/۰	۱۸۳/۰	۱۱/۰	۱۵۳/۰	۶۶/۰	۵۹۴/۰
۱۳۸۹	۱۱۱/۰	۲۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	-	-	-	-	-
میانگین	۹۰/۳	۳۲/۱	۳/۰	۱/۲	۱	۰/۹	۵/۳	۴۱/۸	۹۹/۰	۹۷/۲	۱۰۸/۲	۱۰۷/۲	۵۹۲/۱
حداکثر	۲۲۳/۰	۱۴۳/۴	۵۸/۰	۱۶/۰	۱۸/۴	۷/۰	۵۷/۰	۱۹۹/۰	۳۵۹/۵	۳۰۱/۰	۳۷۷/۰	۲۸۱/۰	۹۵۳/۰
حداقل	۲۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۷/۰	۱۱/۰	۱۶/۰	۱۶/۰	۳۳۸/۰



جدول ۱-۲- توزیع فصلی بارندگی در ایستگاه هواشناسی - اقلیم‌شناسی امام‌قیس

فصل	بارندگی (میلی‌متر)	درصد بارندگی سالیانه
بهار	۱۲۵/۲	۲۱/۱
تابستان	۳/۳	۰/۶
پاییز	۱۵۱/۱	۲۵/۵
زمستان	۳۱۲/۶	۵۲/۸

جدول ۱-۳- مقادیر میانگین دمای ماهیانه و سالیانه (درجه سانتی‌گراد) در ایستگاه هواشناسی - اقلیم‌شناسی امام‌قیس

سالانه	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	سال
۱۰/۷	۴/۳	-۰/۲	-۱/۳	۱/۴	۷/۴	۱۳/۱	۱۸/۷	۲۱/۵	۲۱/۰	۱۸/۷	۱۴/۳	۹/۱	۱۳۵۹
۹/۶	-۰/۲	-۳/۳	-۰/۴	۲/۱	۷/۵	۱۱/۳	۱۸/۶	۲۰/۶	۲۱/۶	۱۶/۶	۱۲/۶	۷/۷	۱۳۶۰
۹/۳	-۱/۸	-۵/۶	-۳/۴	-۲/۲	۴/۵	۱۲/۷	۱۹/۰	۲۳/۶	۲۱/۶	۱۹/۸	۱۵/۷	۸/۲	۱۳۶۱
۱۰/۲	۲/۸	-۳/۰	-۲/۲	۲/۵	۶/۷	۱۲/۹	۱۹/۲	۲۳/۰	۲۲/۳	۱۹/۱	۱۳/۱	۵/۷	۱۳۶۲
۱۰/۲	۲/۰	۱/۲	-۲/۶	۲/۴	۶/۵	۱۱/۸	۱۹/۷	۲۲/۵	۲۱/۰	۱۷/۵	۱۱/۲	۸/۸	۱۳۶۳
۱۰/۴	۲/۱	-۱/۴	۰/۰	۱/۴	۷/۳	۱۳/۵	۱۸/۸	۲۱/۴	۲۲/۷	۱۸/۲	۱۲/۰	۸/۵	۱۳۶۴
۹/۳	۱/۹	-۰/۱	-۴/۲	-۱/۰	۶/۶	۱۴/۵	۱۶/۲	۲۰/۵	۲۱/۶	۱۷/۰	۱۱/۴	۷/۶	۱۳۶۵
۱۰/۳	۱/۷	-۲/۸	۰/۴	۳/۲	۸/۷	۱۲/۶	۱۸/۷	۲۰/۶	۲۱/۲	۱۸/۲	۱۴/۹	۶/۲	۱۳۶۶
۹/۹	۲/۷	-۸/۰	-۵/۷	۳/۳	۸/۶	۱۴/۴	۱۸/۹	۲۲/۰	۲۱/۵	۱۸/۲	۱۳/۵	۸/۹	۱۳۶۷
-	۳/۹	-۲/۵	-۱/۰	-	-	۱۲/۴	۱۹/۹	۲۱/۱	۲۲/۴	۱۸/۵	۱۲/۰	۶/۸	۱۳۶۸
-	۳/۰	-۰/۷	-۲/۲	۴/۲	-	-	-	-	-	۱۹/۵	۱۳/۹	۶/۴	۱۳۶۹
۱۰/۰	-۰/۵	-۵/۰	-۴/۱	۲/۹	۸/۶	۱۳/۴	۲۰/۹	۲۳/۶	۲۲/۰	۱۶/۶	۱۳/۷	۸/۵	۱۳۷۰
۹/۹	۲/۶	-۱/۷	-۱/۷	۲/۵	۸/۷	۱۳/۳	۱۷/۱	۲۱/۸	۲۲/۱	۱۶/۹	۱۱/۶	۵/۶	۱۳۷۱
۱۰/۹	۳/۸	۰/۱	۳/۰	۵/۰	۸/۷	۱۳/۵	۱۹/۶	۲۱/۳	۲۱/۰	۱۷/۰	۱۱/۱	۶/۲	۱۳۷۲
۱۱/۰	۳/۳	۰/۷	۰/۸	۱/۷	۸/۲	۱۳/۰	۱۸/۸	۲۵/۱	۲۲/۶	۱۸/۳	۱۲/۶	۷/۶	۱۳۷۳
۱۰/۳	۲/۹	-۱/۳	-۳/۶	-۰/۲	۹/۷	۱۳/۷	۲۰/۳	۲۲/۸	۲۲/۰	۱۶/۸	۱۲/۲	۸/۳	۱۳۷۴
۱۰/۹	۳/۲	-۲/۵	۱/۹	۴/۵	۸/۷	۱۴/۵	۱۹/۹	۲۱/۲	۲۰/۹	۱۸/۲	۱۳/۲	۷/۵	۱۳۷۵
۱۰/۴	۲/۷	-۱/۲	-۳/۵	۱/۶	۸/۱	۱۵/۵	۱۸/۹	۲۳/۹	۲۲/۶	۱۷/۷	۱۲/۸	۵/۵	۱۳۷۶
۱۲/۱	۲/۸	۱/۱	۵/۷	۷/۶	۹/۵	۱۴/۷	۱۹/۳	۲۱/۶	۲۲/۱	۱۸/۱	۱۳/۵	۹/۷	۱۳۷۷
۱۱/۲	۲/۶	-۲/۸	۱/۷	۳/۷	۸/۹	۱۴/۴	۱۹/۹	۲۲/۵	۲۲/۳	۱۸/۵	۱۳/۹	۸/۹	۱۳۷۸
۱۱/۴	۴/۲	۰/۱	۱/۱	۲/۶	۷/۷	۱۴/۰	۲۰/۰	۲۱/۴	۲۲/۷	۱۷/۹	۱۴/۷	۱۰/۴	۱۳۷۹
۱۱/۹	۵/۴	۰/۰	۱/۱	۳/۳	۹/۲	۱۵/۴	۲۰/۲	۲۲/۳	۲۳/۸	۱۸/۴	۱۴/۵	۹/۶	۱۳۸۰
۱۱/۱	۳/۸	۱/۲	-۰/۱	۲/۹	۸/۱	۱۵/۸	۲۰/۴	۲۱/۷	۲۱/۳	۱۸/۱	۱۳/۴	۷/۶	۱۳۸۱
۱۱/۲	۵/۴	-۱/۰	۰/۲	۳/۴	۸/۵	۱۴/۴	۱۹/۲	۲۲/۸	۲۲/۸	۱۷/۰	۱۲/۴	۸/۸	۱۳۸۲
۹/۹	۴/۳	-۴/۰	-۵/۱	۱/۷	۸/۵	۱۳/۸	۱۹/۴	۲۲/۷	۲۰/۷	۱۷/۳	۱۲/۴	۷/۴	۱۳۸۳
۱۱/۳	۵/۴	۱/۰	-۳/۵	۶/۰	۸/۰	۱۴/۹	۱۹/۷	۲۲/۴	۲۳/۲	۱۶/۹	۱۲/۹	۸/۶	۱۳۸۴
۱۰/۳	۲/۶	-۱/۹	-۵/۵	-۱/۳	۹/۰	۱۴/۷	۱۸/۷	۲۲/۵	۲۲/۸	۱۸/۵	۱۴/۶	۸/۸	۱۳۸۵
۱۰/۹	۶/۱	-۲/۰	-۶/۰	۴/۰	۹/۴	۱۴/۱	۱۹/۴	۲۱/۷	۲۳/۱	۱۸/۹	۱۴/۳	۸/۰	۱۳۸۶
۱۱/۷	۵/۵	۱/۳	۱/۴	۲/۳	۷/۳	۱۴/۸	۱۹/۲	۲۲/۳	۲۲/۶	۱۸/۹	۱۳/۹	۱۰/۸	۱۳۸۷
۱۱/۳	۷/۹	۲/۵	۰/۳	۱/۱	۸/۹	۱۳/۵	۱۹/۶	۲۳/۱	۲۳/۱	۱۷/۶	۱۲/۸	۶/۶	۱۳۸۸
-	-	-	-	-	۹/۰	۱۶/۳	۲۰/۳	۲۱/۷	۲۳/۲	۱۹/۳	۱۲/۸	۹/۲	۱۳۸۹
۱۰/۶	۳/۲	-۱/۴	-۱/۳	۲/۵	۸/۲	۱۳/۹	۱۹/۳	۲۲/۲	۲۲/۱	۱۸/۰	۱۳/۲	۸/۰	میانگین
۱۲/۱	۷/۹	۲/۵	۵/۷	۷/۶	۹/۷	۱۶/۳	۲۰/۹	۲۵/۱	۲۳/۸	۱۹/۸	۱۵/۷	۱۰/۸	حداکثر
۹/۳	-۱/۸	-۸/۰	-۶/۰	-۲/۲	۴/۵	۱۱/۳	۱۶/۲	۲۰/۵	۲۰/۷	۱۶/۶	۱۱/۱	۵/۵	حداقل

جدول ۱-۴- طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن

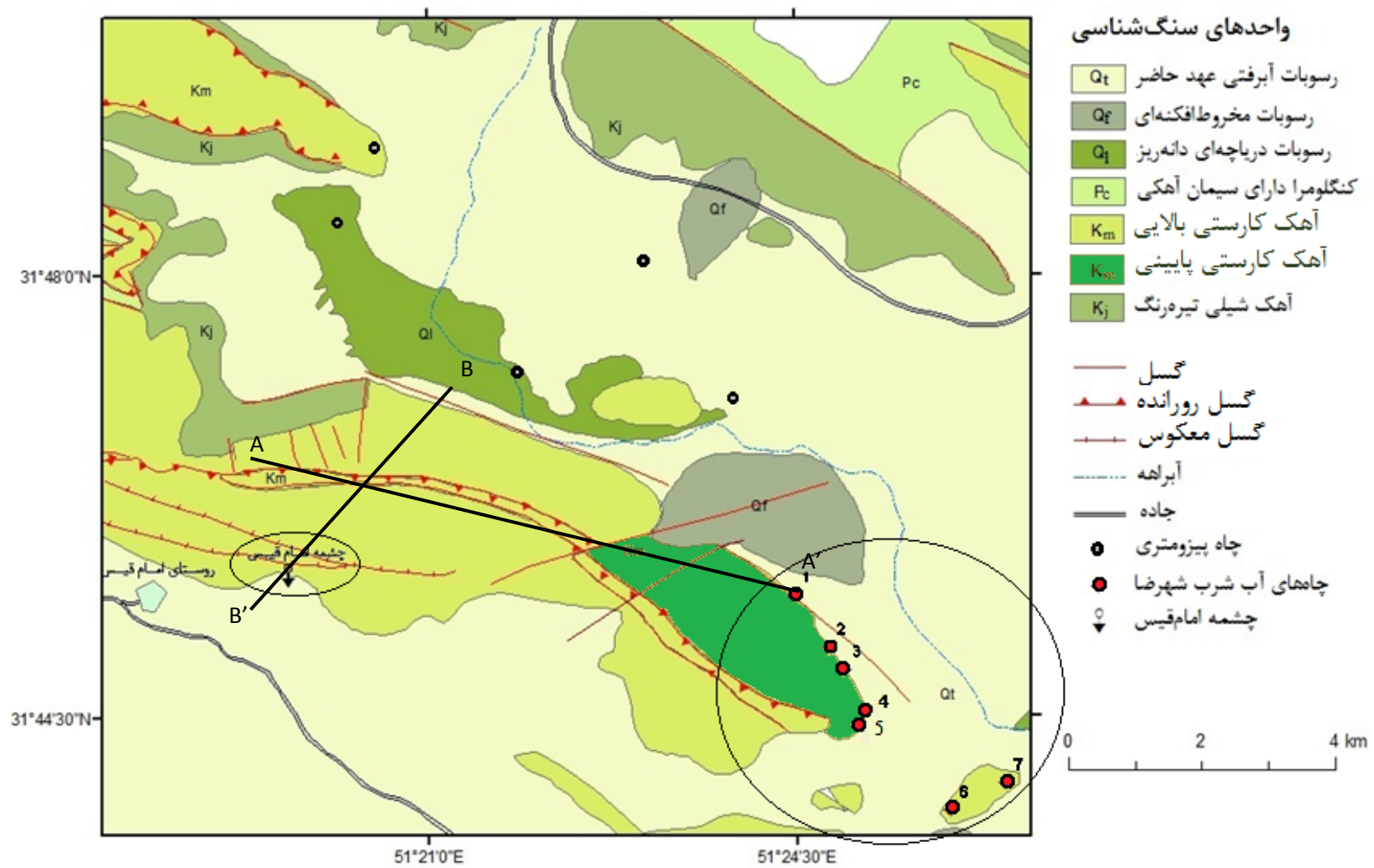
نام اقلیم	خشک	نیمه خشک	مدیترانه‌ای	نیمه مرطوب	مرطوب	بسیار مرطوب
محدوده ضریب خشکی	کوچکتر از ۱۰/۰	۱۰/۰ تا ۱۹/۹	۲۰/۰ تا ۲۳/۹	۲۴/۰ تا ۲۷/۹	۲۸/۰ تا ۳۴/۹	بزرگتر از ۳۵/۰

#### ۱-۴- زمین شناسی منطقه

محدوده‌ی مورد بررسی از نظر زمین‌شناسی در بخشی از زون زمین‌شناسی سنندج-سیرجان و در مرز بلافاصل با زون زاگرس مرتفع قرار دارد. گسل اصلی زاگرس مرز جنوبی منطقه‌ی مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد که تاثیر بسیار زیادی بر وضعیت زمین‌ساختاری منطقه داشته است. گسل مذکور که گاهی به نام راندگی اصلی زاگرس نیز خوانده می‌شود، منطقه‌ای گسلیده و خردشده است که گاهی پهنای آن تا چند کیلومتر نیز می‌رسد. در نواحی که گسل اصلی زاگرس از دسته گسل‌های متعدد تشکیل می‌یابد، مرز بین زون‌های سنندج-سیرجان و زاگرس مرتفع، به عنوان زون تدریجی (Transitional zone) معرفی می‌گردد که در این حالت می‌توان واحدهای سنگ‌چینه‌ای هر دو زون را در کنار یکدیگر مشاهده نمود. به دلیل نیروهای فشارشی شدیدی که به ناحیه‌ی برخورد اعمال گردیده، غالباً واحدهای سنگ‌چینه‌ای به شدت خرد و گسلیده شده‌اند و گاهی واحدهای سنگ‌چینه‌ای دو زون زاگرس مرتفع و سنندج-سیرجان با یکدیگر ادغام گردیده‌اند. شکل (۱-۲) نقشه زمین‌شناسی منطقه را نشان می‌دهد.

#### ۱-۴-۱- چینه‌شناسی منطقه

به طور کلی واحدهای سنگ‌چینه‌ای مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه به سه گروه واحدهای سنگ‌چینه‌ای ژوراسیک-کرتاسه، واحدهای سنگ‌چینه‌ای کرتاسه و واحدهای رسوبی عهد حاضر تقسیم می‌شوند. هر کدام از تقسیمات واحدهای سنگی نیز به نوبه خود دارای زیر واحدهای مختلفی می‌باشند. در ادامه توضیحات مختصری در مورد وضعیت چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی این واحدها ارائه خواهد شد. واحدهای سنگی موجود در محدوده مورد مطالعه که براساس سن به صورت مختصر معرفی می‌گردند شامل:



شکل ۱-۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از مطالعات پایه زمین‌شناسی تامین آب شرب شهرضا، ۱۳۷۲)

#### الف- آهک‌های شیلی ژوراسیک-کرتاسه ( $K_j$ )

این واحد شامل آهک‌های مارن و شیلی خاکستری تا تیره رنگ می‌باشد. در قسمت‌های بالایی این رسوبات به صورت بین‌لایه‌ای، ماسه‌های آهکی و کنگلومرای آهکی مشاهده می‌شود که حکایت از تغییر شرایط حاکم در حوضه رسوبگذاری و کاهش عمق آن دارد. همچنین در آن‌ها باندهای آندزیتی نیز قابل مشاهده است. مرز زیرین آهک‌های شیلی در منطقه مورد مطالعه رخنمون نداشته و مرز بالایی آن نیز با سطح تماس گسله در همبری با اسلیت‌های ژوراسیک قرار می‌گیرد. گسترش این آهک‌ها در بخش‌های شمال‌غرب محدوده مورد مطالعه (شمال کوه نسا‌عباسی) اندک است و به صورت تپه ماهورهای کم‌ارتفاع در این ناحیه برونزد دارند. در بخش‌های آهکی‌تر این طبقات آثار ناچیزی از فرآیند کارستی شدن قابل مشاهده است و به طور کلی از دیدگاه توسعه‌ی پدیده‌ی کارست قابلیت اندکی دارا می‌باشند.

ب- آهک‌های کرتاسه‌ی پایینی ( $K_m$ ): این واحد شامل آهک‌های مقاوم خاکستری و گاهی تیره رنگ است که به طور پراکنده دارای ندول‌های چرت می‌باشند. در برخی نواحی این واحد سنگی به واحدهای مارنی و دولومیتی تبدیل شده است. از نظر سنگ‌شناسی این واحد قابل تقسیم به دو بخش پایینی و بالایی می‌باشد. بخش پایینی از آهک‌های مارنی و دولومیتی تیره رنگ نازک لایه و بخش بالایی از آهک‌های خاکستری رنگ ضخیم لایه تا توده‌ای تشکیل شده است. تفکیک این دو بخش از یکدیگر به دلیل خردشدگی شدید و به هم ریختگی‌های تکتونیکی سنگ‌های آهکی در طی بررسی‌های صحرایی مگر در چند مورد محدود امکان پذیر نمی‌باشند (شکل ۱-۳). به همین دلیل در نقشه‌ی زمین‌شناسی از یکدیگر جدا نشده و یک واحد زمین‌شناسی در نظر گرفته شده‌اند. به دلیل مقاومت زیاد این واحد و به ویژه بخش‌های بالایی آن در برابر فرسایش، این واحد سنگی صخره‌ساز بوده و گاهی پرتگاه‌هایی (Scarps) را نیز به وجود آورده است. در محدوده‌ی مورد مطالعه تقریباً تمامی کوه‌ها و ارتفاعات موجود در بخش‌های شمالی گسل اصلی زاگرس از این واحد تشکیل شده‌اند. مرز زیرین واحد سنگی مذکور به دلیل شدید بودن حرکات تکتونیکی در این ناحیه، در همه جا گسلی است. شدت حرکات تکتونیکی سبب شده تا آهک‌های کرتاسه خردشدگی شدیدی داشته باشند، به حدی که لایه‌بندی در آن‌ها به دشواری قابل تشخیص است. این امر به ویژه در نزدیکی گسل اصلی زاگرس