



پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

دانشکده علوم زمین

گروه آبشناسی

**بررسی توسعه کارست در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان با تلفیق
مطالعات هیدروژئولوژیکی، GIS و RS**

نگارنده:

محمد شکری

اساتید راهنما:

دکتر غلامحسین کرمی

دکتر جواد اشجاری

دی ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مدیریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

شماره :
تاریخ :
ویرایش :

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای محمد شگری رشته زمین شناسی، گرایش آبشناسی، تحت عنوان:
بررسی توسعه کارست در حوضه آبگیر چشمه علی دامغان با تلفیق مطالعات هیدروژئولوژیکی، GIS و RS
که در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه : بسیار خیر امتیاز ۱۸/۷۵) دفاع مجدد مردود

۲- بسیار خوب (۱۸ - ۱۸/۹۹)

۱- عالی (۱۹ - ۲۰)

۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴)

۳- خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
	دانشیار	دکتر غلامحسین کرمی	۱- استاد راهنما
	استادیار	دکتر جواد اشجاری	۲- استاد مشاور
	دانشیار	دکتر غلامعباس کاظمی	۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی
	استادیار	دکتر هادی جعفری	۴- استاد ممتحن
	استادیار	دکتر پرویز امیدی	۵- استاد ممتحن

رئیس دانشکده:

تعهد نامه

اینجانب محمد شکری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی آبشناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی توسعه کارست در حوضه آبگیر چشمه علی دامغان با تلفیق مطالعات هیدروژئولوژیکی، GIS و RS تحت راهنمایی دکتر دکتر غلامحسین کرمی و دکتر جواد اشجاری متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

۹۰/۱۱/۳۰

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است

به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

و تقدیم به

آنانکه اهل یافتن نه اهل یافتن

و آنانکه متواضعانه معترف اند حقیقتی را یافته اند نه کل حقیقت را

حمد و سپاس پروردگاریت را که لطف و کرم بی‌کرانش اینجانب را نیز در برگرفت تا به وسع توان خویش گامی کوچک در گستره علم و معرفت بردارم. بر خود لازم میدانم از تمام کسانی که در این راه یاری کردم بگذرد سپاسگزاری کنم. از پدر، مادر و خانواده عزیزم که در تمام مراحل زندگی‌ام یار و یاورم بودند سپاسگزاری میکنم.

از جناب آقای دکتر غلامحسین کرمی و دکتر جواد اشجاری اساتید راهنمای فریخته و بزرگوارم که اولین روشنی بخش و راهنمای این راه بودند و بدون رهنمودهای ارزنده ایشان، به پایان رساندن این تحقیق ممکن نبود کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. از اساتید دوره کارشناسی آقای دکتر ایاسی (دانشگاه تهران)، اساتید دانشگاه صنعتی شاهرود دکتر کاظمی، دکتر جعفری، دکتر طاهری، دکتر امید، دکتر رضائی و سرکار خانم دکتر فرحانی و همچنین از آقای دکتر پترمالک (پارتمان هیدروژنولوژی و ژئوترمال جمهوری اسلواکی) که به این حقیر کمک نمودند، تشکر میکنم. همچنین از کارمندان محترم دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود، ریاست و پرسنل امور آب شهرستان دامغان، شرکت آبان رود و سازمان فضایی کل کشور که تصاویر ماهواره‌ای منطفه مورد مطالعه را در اختیار اینجانب گذاشتند، تشکر و قدردانی میکنم. از حر است و مسئول کانکس‌های مجموعه چشمه علی، آقای کشاورزبان که با در اختیار گذاشتن و سید تعلقه شخصی خود مرا یاری نمودند سپاسگزاری میکنم. از دوست عزیزم آقای اکبر خدزی (دانشگاه تربیت معلم تهران)، دوستان خوبم آقای وحید شعیبی و وحید قبادی که در مطالعات صحرایی قدم به قدم یار و یاور من بودند صمیمانه تشکر میکنم، همچنین آقایان حامد قناعتیان و روح‌الله درزی و از سایر دوستانی که به هر نحوی در انجام این تحقیق کمک نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی میکنم.

محمد سگری (بهاره ماه ۱۳۹۰)

آسمان فرصت پرواز بلند است ولی قصه این است چه اندازه کبوتر باشی...

چکیده

عوامل مختلفی در توسعه کارست دخیل هستند که بسته به شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی و تکتونیکی متفاوت می‌باشد. میزان توسعه یافتگی متفاوت خواهد بود. بررسی توسعه کارست بیشتر بر مشاهدات و قضاوت‌های شخصی استوار بوده است. اخیراً محققین درصدد ارائه راهکار علمی و منطقی در راستای کمی‌سازی آن نموده‌اند. روش‌های به کار گرفته شده در دو گروه قرار می‌گیرند. ارزیابی توسعه سطحی کارست بر اساس اشکال انحلالی نظیر فراوانی و تراکم آب‌فروچاله‌ها می‌باشد و در گروه دوم ارزیابی توسعه درونی کارست با استفاده از هیدروگراف و کموگراف چشمه‌های کارستی می‌باشد. هدف از این تحقیق استفاده و مقایسه هر دو روش مزبور برای حوضه آبخیز چشمه علی دامغان می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در ۳۲ کیلومتری شمال شهر دامغان است. به منظور دستیابی به هدف مورد نظر، سعی بر آن بوده است که با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS و تجزیه و تحلیل شکستگی-های اندازه‌گیری شده در چند ایستگاه به بررسی توسعه سطحی کارست پرداخته شود. سپس با استفاده از داده‌های آماربرداری شده در سالهای آبی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ و اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در سالهای ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به بررسی توسعه زیرسطحی یا درونی آبخوان کارستی با تجزیه و تحلیل پارامترهای فیزیکی و شیمیایی چشمه و روش‌های هیدروگراف و کموگراف پرداخته شده است. در نهایت توسعه سطحی کارست با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS، مدل توسعه سطحی کارست در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان تهیه شد. صحت‌سنجی مدل تهیه شده با مشاهدات صحرائی تایید گردید. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین درصد مساحت تشکیل دهنده حوضه آبخیز، نواحی با توسعه متوسط کارست بوده است. تجزیه و تحلیل هیدروگراف و منحنی فرود چشمه و برآورد حجم جریان پایه و سریع، نشان دهنده حاکم بودن جریان افشان کاذب موجود در منطقه بوده است. تغییرات هیدروگراف و پاسخ چشمه به بارندگی‌ها حاکی از وجود حداقل یک یا چند مجرای بزرگ و کاندویتی در نزدیک سطح ایستابی آبخوان است که می‌تواند در شرایط وجود بارندگی‌های قابل توجه پاسخ‌های سریع از چشمه مشاهده کرد. بررسی هیدروگراف و کموگراف، نیز مؤید توسعه متوسط تا زیاد مجاری زهکشی درونی آبخوان می‌باشد. بنابراین گرچه هر دو روش سطحی و زیرسطحی قابلیت بیان توسعه کارست را دارند، اما نمی‌توان صرفاً به برداشت‌های سطحی اکتفا کرد و از تجزیه و تحلیل هیدروگراف و کموگراف صرف‌نظر نمود.

کلمات کلیدی: توسعه سطحی کارست، توسعه زیرسطحی کارست، GIS، RS، هیدروگراف و کموگراف، چشمه علی دامغان

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- بیان مسئله ۱
- ۲-۱- هدف مطالعه ۲
- ۳-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی منطقه مورد مطالعه ۴
- ۴-۱- ژئومورفولوژی منطقه ۵
- ۵-۱- آب و هوای منطقه ۶
- ۶-۱- زمین شناسی منطقه ۱۰
- ۷-۱- چینه شناسی منطقه ۱۲
- ۸-۱- تکتونیک منطقه ۲۰
- ۹-۱- هیدروژئولوژی منطقه ۲۴
- ۱۰-۱- هیدروژئولوژی منطقه ۲۷

فصل دوم: تاریخچه مطالعات انجام شده

- ۱-۲- مقدمه‌ای در مورد کارست ۲۹
- ۲-۲- سفره‌های کارستی و عوامل موثر بر توسعه در آن ۳۰
- ۳-۲- انواع سفره‌های کارستی ۳۳
- ۴-۲- عوامل موثر در توسعه کارست ۳۶
- ۴-۲- ۱- آب و هوا و اقلیم ۳۶
- ۴-۲- ۱-۱- بارش ۳۷
- ۴-۲- ۱-۲- دما ۳۷
- ۴-۲- ۱-۳- فشار گاز دی اکسیدکربن (CO_2) ۳۸

۳۸	..... زمین‌شناسی ۲-۴-۲
۳۸	..... لیتولوژی ۱-۲-۴-۲
۳۹	..... جایگاه چینه شناسی ۲-۲-۴-۲
۳۹	..... عوامل تکتونیکی (درزه و شکاف، گسل، چین خوردگی) ۳-۴-۲
۴۰	..... درزه و شکستگی‌ها ۱-۳-۴-۲
۴۰	..... گسل‌ها ۲-۳-۴-۲
۴۰	..... چین خوردگی‌ها ۳-۳-۴-۲
۴۲	..... پوشش گیاهی ۴-۴-۲
۴۲	..... پوشش خاک ۵-۴-۲
۴۳	..... شیب ۶-۴-۲
۴۳	..... آبراهه‌ها ۷-۴-۲
۴۴	..... مروری بر مطالعات انجام شده با استفاده از سنجش از دور و GIS ۵-۲
۵۰	..... استخراج خطوط‌ها به روش سنجش از دور ۶-۲
۵۱	..... جریان آب زیرزمینی در کارست ۷-۲
۵۳	..... تاثیر عوامل ساختاری در جریان آب زیرزمینی در کارست ۱-۷-۲
۵۴	..... صفحه‌های لایه‌بندی ۱-۱-۷-۲
۵۸	..... چین خوردگی‌ها ۲-۱-۷-۲
۶۲	..... شاخص کارستی شدن ۸-۲
۶۲	..... شاخص کارستی شدن شکستگی‌ها ۱-۸-۲
۶۴	..... آنالیز هیدروگراف چشمه و منحنی‌های فرود ۲-۸-۲
۶۵	..... استفاده از روش Maillet برای آنالیز منحنی فرود چشمه ۱-۲-۸-۲
۶۷	..... استفاده از روش Mangin برای آنالیز منحنی فرود چشمه ۲-۲-۸-۲
۷۱	..... استفاده از هیدروگراف و کموگراف جهت بررسی توسعه کارست درونی ۳-۸-۲
۷۵	..... ارتباط کارست شدگی سطحی و عمقی ۹-۲

فصل سوم: روش انجام کار

- ۱-۳- مطالعات زمین‌شناسی ۷۹
- ۲-۳- مطالعات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی ۸۱
- ۱-۲-۳- نمونه برداری از آب چشمه ۸۱
- ۲-۲-۳- پارامترهای اندازه‌گیری شده در محل نمونه برداری ۸۲
- ۳-۲-۳- پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه ۸۵
- ۳-۳- تعیین حوضه آبریز چشمه ۸۵
- ۴-۳- تعیین حجم ذخیره دینامیک آبخوان چشمه های کارستی (روش Maillat) ۸۶
- ۵-۳- تعیین حجم ذخیره دینامیک آبخوان چشمه های کارستی (روش Mangin) ۸۷
- ۶-۳- استفاده از روش سنجش از دور و GIS ۸۸
- ۱-۶-۳- سنجش از دور ۸۸
- ۱-۱-۶-۳- ترکیب رنگ (Color Composite) ۹۱
- ۲-۱-۶-۳- نسبت‌گیری (Ratioing) ۹۲
- ۳-۱-۶-۳- فیلترگذاری ۹۳
- ۲-۶-۳- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۹۴

فصل چهارم: تحلیل داده‌های ساختاری و پردازش‌های دورسنجی

- ۱-۴- توسعه کارست در حوضه آبریز چشمه علی با استفاده از RS و GIS ۹۶
- ۱-۱-۴- آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی ۹۷
- ۱-۱-۱-۴- لایه لیتولوژی ۹۷
- ۲-۱-۱-۴- لایه شیب ۱۰۰
- ۳-۱-۱-۴- لایه پوشش گیاهی ۱۰۱
- ۴-۱-۱-۴- لایه دما ۱۰۳
- ۵-۱-۱-۴- لایه بارش ۱۰۴

- ۱-۴-۱-۶- لایه فاصله از آبراهه‌ها ۱۰۵
- ۱-۴-۱-۷- لایه فاصله از خطوط‌راه‌ها و گسل‌ها ۱۰۶
- ۱-۴-۱-۸- لایه تراکم خطوط‌راه‌ها و گسل‌ها ۱۰۹
- ۱-۴-۲- هم مقیاس‌سازی لایه‌های اطلاعاتی و اهمیت آن ۱۱۰
- ۱-۴-۳- وزن دهی لایه‌های اطلاعاتی ۱۱۲
- ۱-۴-۲- شاخص کارست‌شدگی شکستگی‌های حوضه آبرگیر چشمه‌علی ۱۱۸

فصل پنجم: تحلیل داده‌های هیدروژئولوژیکی

- ۱-۵- تعیین مساحت حوضه آبرگیر چشمه‌علی ۱۲۵
- ۲-۵- تغییرات زمانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چشمه ۱۲۷
- ۱-۲-۵- تغییرات زمانی خصوصیات فیزیکی چشمه علی ۱۲۷
- ۲-۲-۵- تغییرات زمانی هدایت الکتریکی و آبدهی چشمه ۱۳۲
- ۳-۲-۵- تغییرات زمانی دما و آبدهی چشمه ۱۳۳
- ۳-۵- برآورد ضریب آبدهی چشمه به روش مایلت و مانجین ۱۳۴
- ۱-۳-۵- برآورد ضریب آبدهی چشمه و ذخیره دینامیک به روش مایلت (Maillet) ۱۳۴
- ۲-۳-۵- بررسی منحنی فرود و حجم ذخیره دینامیک به روش مانجین (Mangin) ۱۳۶
- ۴-۵- پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه و تجزیه و تحلیل آن‌ها ۱۳۷
- ۵-۵- تغییرات زمانی ضرایب اشباع‌شدگی و سایر پارامترهای محاسبه شده ۱۳۹
- ۶-۵- بررسی ضرایب توسعه درونی کارست به روش هیدروگراف و کموگراف ۱۴۲
- ۷-۵- نقش تکتونیک و چینه‌شناسی در جهت‌یابی جریان آب زیرزمینی ۱۴۵
- ۸-۵- توسعه سطحی و درونی کارست در حوضه آبرگیر چشمه‌علی دامغان ۱۵۰

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱۵۳ ۱-۶- نتیجه گیری

۱۵۶ ۲-۶- پیشنهادها

۱۵۷ منابع

فهرست تصاویر

- شکل ۱-۱- موقعیت مکانی محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن ۴
- شکل ۲-۱- نمایی از دریاچه جنوبی، عمارت فتحعلی شاه قاجار و ارتفاعات مشرف به چشمه علی ۴
- شکل ۳-۱- تصویر سه بعدی ارتفاعات مشرف به چشمه علی دامغان (بر گرفته از نرم افزار Google earth) ۵
- شکل ۴-۱- درصد فراوانی دسته های ارتفاعی حوضه آبرگیر چشمه علی ۶
- شکل ۵-۱- منحنی هیپسومترى و ارتفاع متوسط حوضه آبرگیر چشمه علی ۶
- شکل ۶-۱- رابطه بارندگی- ارتفاع ایستگاه های باران سنجی دامنه جنوبی البرز در شمال استان سمنان ۷
- شکل ۷-۱- رابطه دما - ارتفاع در ایستگاه های تبخیر سنجی شمال استان ۹
- شکل ۸-۱- پهنه‌های رسوبی ساختاری عمده‌ی ایران ۱۱
- شکل ۹-۱- نقشه زمین‌شناسی و واحدهای سنگ چینه‌ای منطقه مورد مطالعه ۱۲
- شکل ۱۰-۱- ماسه سنگ‌های شمشک در یال جنوبی تاقدیس شمالی چشمه علی ۱۳
- شکل ۱۱-۱- آهک های مارنی دلیچای با لایه بندی منظم در تاقدیس چشمه علی ۱۴
- شکل ۱۲-۱- آثار وجود چشمه های کوچک و موقتی در آهک های دلیچای ۱۵
- شکل ۱۳-۱- رخنمونی از آهک‌های سازند لار ۱۶
- شکل ۱۴-۱- آهک های کرتاسه در حوضه آبرگیر چشمه علی دامغان ۱۷
- شکل ۱۵-۱- رخنمون‌های از واحد فجن پایینی در حوضه آبرگیر چشمه علی دامغان ۱۸
- شکل ۱۶-۱- رخنمون های از واحد PgfC سازند فجن در حوضه آبرگیر چشمه علی دامغان ۱۸
- شکل ۱۷-۱- رخنمون های از توف های کرج در حوضه آبرگیر چشمه علی دامغان ۱۹
- شکل ۱۸-۱- گسل چشمه علی دامغان ۲۳
- شکل ۱۹-۱- رخنمونی از گسل موجود در فاصله ۸۰۰ متری پایین دست چشمه‌علی ۲۴
- شکل ۲۰-۱- نمایی از بستر رودخانه آستانه (سلطان میدان- شورتنگه) در اردیبهشت ماه، دید به سمت شرق ۲۶

- شکل ۱-۲- ایجاد شکستگی در لایه ها همراه با چین خوردگی ۴۱
- شکل ۲-۲- نقش صفحه های لایه بندی و شکستگی ها بر جریان آب زیرزمینی در منطقه غیر اشباع ۵۴
- شکل ۳-۲- تاثیر کنترل چینه شناسی بر جریان آب زیرزمینی ۵۶
- شکل ۴-۲- تاثیر چین خوردگی سفره های کارستی با کنترل چینه شناسی بالا در جریان های سطحی و زیرزمینی ۵۶
- شکل ۵-۲- مدل جریان های آب زیرزمینی در تاقدیس های زاگرس ۵۸
- شکل ۶-۲- عملکرد یک گسل نرمال در شرایط بسته یا باز بودن صفحه گسلی در جریان های زیرزمینی ۵۹
- شکل ۷-۲- حالت های مختلف تاثیر گسل در جریان های زیرزمینی ۶۱
- شکل ۸-۲- رژیم های مختلف تخلیه آب در چشمه Ombra ۶۷
- شکل ۹-۲- اجزاء منحنی فرود در روابط Mangin ۶۸
- شکل ۱۰-۲- تغییر در ضریب α در شرایط مختلف شبکه کارستی ۷۲
- شکل ۱۱-۲- تغییر در مقدار α با تغییر در غلظت انحلالی ۷۴
- شکل ۱۲-۲- ارتباط خطی بین α و نسبت $\frac{AVR}{AFP}$ ۷۴
- شکل ۱۳-۲- دیاگرام تئوری های رایج تشکیل غار و مجاری بزرگ زیرزمینی ۷۶
- شکل ۳-۱- خروجی اصلی چشمه و محل نمونه گیری ۸۳
- شکل ۳-۲- محل اندازه گیری آبدهی چشمه ۸۳
- شکل ۳-۳- تقسیم بندی طیف امواج الکترومغناطیسی ۹۱
- شکل ۴-۳- مفهوم ترکیب رنگ در سیستم RGB ۹۲
- شکل ۱-۴- مراحل تهیه مدل توسعه کارست ۹۸
- شکل ۲-۴- تصویر ترکیب رنگی باندها ۴، ۷ و ۲ ماهواره لندست ۹۹
- شکل ۳-۴- لایه لیتولوژی حوضه آبریز چشمه علی دامغان ۹۹
- شکل ۴-۴- نقشه شیب در حوضه آبریز چشمه علی دامغان ۱۰۱
- شکل ۵-۴- پوشش گیاهی تنک و متوسط، دید شرق ۱۰۲
- شکل ۶-۴- پوشش تنک و خیلی تنک، دید جنوب ۱۰۲
- شکل ۷-۴- نقشه پوشش گیاهی در حوضه آبریز چشمه علی دامغان ۱۰۲

- شکل ۴-۸- نقشه لایه هم دما در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۰۳
- شکل ۴-۹- نقشه لایه هم بارش در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۰۴
- شکل ۴-۱۰- نقشه فاصله از آبراهه ها در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۰۶
- شکل ۴-۱۱- نقشه خطواره های استخراج شده و دیاگرام گل سرخی مربوط به آن ۱۰۷
- شکل ۴-۱۲- نقشه لایه فاصله از خطواره ها در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۰۸
- شکل ۴-۱۳- نقشه گسل های منطقه مورد مطالعه و دیاگرام گل سرخی مربوط به آن ۱۰۸
- شکل ۴-۱۴- نقشه لایه فاصله از گسل ها در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۰۹
- شکل ۴-۱۵- نقشه تراکم خطواره ها در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۱۰
- شکل ۴-۱۶- نقشه تراکم گسل ها در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۱۰
- شکل ۴-۱۷- نقشه اولیه توسعه کارست ۱۱۵
- شکل ۴-۱۸- لایه اطلاعاتی جدا سازی مناطق کارستی از غیر کارستی ۱۱۶
- شکل ۴-۱۹- نقشه نهایی توسعه کارست در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۱۷
- شکل ۴-۲۰- شکستگی های مشاهده شده در دو ایستگاه اندازه گیری مختلف ۱۱۹
- شکل ۴-۲۱- نمودار گل سرخی امتدادی و شیبی شکستگی های اندازه گیری شده ۱۲۰
- شکل ۵-۱- محدوده حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۲۶
- شکل ۵-۲- هیدروگراف چشمه علی از آذر ماه ۱۳۸۹ تا مهر ماه ۱۳۹۰ ۱۲۹
- شکل ۵-۳- میانگین بارندگی سالانه نزدیک ترین ایستگاه بارندگی (ایستگاه آستانه) به چشمه علی ۱۳۰
- شکل ۵-۴- توزیع بارندگی و تغییرات دبی سال آبی ۱۳۸۲-۱۳۸۳ ۱۳۱
- شکل ۵-۵- توزیع بارندگی و تغییرات دبی سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ ۱۳۲
- شکل ۵-۶- تغییرات هدایت الکتریکی و دبی چشمه علی ۱۳۳
- شکل ۵-۷- تغییرات زمانی دما و آبدهی چشمه علی ۱۳۴
- شکل ۵-۸- منحنی فرود چشمه علی در سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ ۱۳۵
- شکل ۵-۹- منحنی فرود چشمه علی بر اساس معادلات مانجین از ششم اردیبهشت تا چهاردهم مهر ماه ۱۳۹۰ ۱۳۷

- شکل ۵-۱۰- تغییرات زمانی کاتیون‌ها ۱۳۹
- شکل ۵-۱۱- تغییرات زمانی آنیون‌ها ۱۳۹
- شکل ۵-۱۲- تغییرات شاخص اشباع کلسیت، دولومیت و ژپس در طی نمونه‌برداری ۱۴۱
- شکل ۵-۱۳- رابطه بین غلظت کل املاح جامد محلول و دبی چشمه‌علی در مرحله فروکش آن ۱۴۳
- ۵-۱۴- مقایسه توسعه درونی آبخوان چشمه‌علی با پنج چشمه مذکور در سوئیس ۱۴۴
- شکل ۵-۱۵- مقطع زمین‌شناسی در راستای AB از سازندهای موجود در حوضه آبگیر ۱۴۷
- شکل ۵-۱۳- ترسیم استریوگرافیک شیب یال‌های چین خوردگی منطقه ۱۴۸
- شکل ۵-۱۴- مقایسه نتایج آنالیز آب چشمه و چاه موجود در یال جنوبی تاق‌دیس جنوبی چشمه‌علی ۱۴۹

فهرست جداول

- جدول ۱-۱- مشخصات ایستگاه های باران سنجی شمال استان سمنان ۸
- جدول ۱-۲- طبقه بندی اقلیمی بر اساس رابطه دمارتن ۹
- جدول ۱-۲- رده بندی مهندسی انواع کارست ۳۵
- جدول ۱-۲- وضعیت کارستی شدن بر اساس شاخص کارستی شدن شکستگی ها ۶۴
- جدول ۲-۲- درجه کارستی حوضه آبخیز چشمه های کارستی با استفاده از ضرایب منحنی فرود ۷۰
- جدول ۱-۳- نمونه ای از جدول های مورد استفاده در برداشت های صحرایی ۸۰
- جدول ۲-۳- برخی از فیلترهای جهتی استفاده شده جهت استخراج شکستگی ها ۹۴
- جدول ۱-۴- درصد مساحت بازه های شیب ۱۰۰
- جدول ۲-۴- ارزش های داده شده در لایه های اطلاعاتی ۱۱۱
- جدول ۳-۴- نمونه ی جدول AHP ارائه شده به کارشناسان ۱۱۳
- جدول ۴-۴- مقدار وزن لایه های اطلاعاتی به دست آمده به روش AHP ۱۱۴
- جدول ۴-۵- درصد و مساحت نواحی مختلف توسعه کارست در حوضه آبخیز چشمه علی دامغان ۱۱۸
- جدول ۴-۶- مشخصات شکستگی ها در ایستگاه های مختلف اندازه گیری ۱۲۲
- جدول ۱-۵- مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده در محل چشمه ۱۲۸
- جدول ۲-۵- مقایسه ضریب تغییرات پارامترهای فیزیکی چشمه علی در دو سال آبی متفاوت ۱۲۹
- جدول ۳-۵- مقادیر غلظت اندازه گیری شده یون های اصلی ۱۳۸
- جدول ۴-۵- درصد خطای نمونه های آزمایشگاه ۱۳۸
- جدول ۵-۵- محاسبه برخی پارامترهای آماری چشمه علی ۱۴۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱- بیان مسئله

با افزایش جمعیت و افزایش نیازهای آبی، ضرورت و اهمیت منابع آب زیرزمینی به عنوان یکی از مهمترین منابع تامین کننده آب شیرین، بیش از پیش آشکار می‌شود. اهمیت سفره های کارستی از آنجا مشخص می شود که این سفره ها حدود ۲۵ درصد از آب شرب جمعیت جهان را فراهم می کنند (Ford and Williams, 2007). استفاده روز افزون و بی‌رویه از آبخوان های آبرفتی و افت سطح آب در این آبخوان ها، باعث شده است که جستجو برای یافتن سایر منابع آب زیرزمینی در سازندهای سخت و کارستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد. امروزه اکتشاف و بهره برداری از منابع آب موجود در آبخوان- های کارستی به لحاظ نیاز مبرم تأمین آب شرب شهرها و کیفیت مطلوب این منابع در مقایسه با منابع آب آبرفتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در کشور ما یکی از مهم ترین مناطق جهت تامین آب مورد نیاز، مناطق کارستی است. لذا مطالعه و پی جویی منابع جدید و مطمئن آب کارستی از اهمیت بالایی برخوردار است.

جهت اکتشاف اولیه مناطق دارای پتانسیل بیشتر آب زیرزمینی در نواحی کارستی، می بایست از نمایانگرهای سطحی و پارامترهای موثر بر کارست شدگی استفاده نمود. پتانسیل یابی آب زیرزمینی نیاز به جمع آوری حجم عظیمی از داده های مکانی از منابع مختلف و همچنین مدیریت و تجزیه و تحلیل این داده ها دارد. در این راستا می توان از توانایی های سنجش از دور (Remote Sensing) برای پردازش (Processing) تصاویر ماهواره ای منطقه و تهیه داده ها استفاده نمود و از سیستم

اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) به عنوان ابزاری توانمند در ذخیره، تجزیه و تحلیل، بازیابی، به روز رسانی و نمایش اطلاعات بهره گرفت. منطقه مورد مطالعه حوضه آبرگیر چشمه علی در شمال شهر دامغان واقع در زون البرز شرقی است. این چشمه بزرگترین چشمه کارستی منطقه است که دارای جاذبه‌های گردشگری می‌باشد. کرمی (۱۳۸۳) با مطالعه خصوصیات کمی و کیفی این چشمه در سال آبی ۱۳۸۳-۱۳۸۲ و تغییرپذیری اندک کلیه خواص فیزیکی و شیمیایی آب چشمه، و هم‌چنین عدم وجود پدیده‌های ژئومورفولوژیکی مهم کارستی از قبیل گودی‌های مسدود، فروچاله‌ها، درزه‌ها و شکستگی‌های انحلالی بزرگ و عمیق بیان نموده که سیستم غالب جریان آب زیرزمینی در آبخوان چشمه‌علی از نوع سیستم افشان است. در مطالعه حاضر توسعه سطحی کارست با استفاده از GIS و RS و توسعه درونی با ادامه مطالعات هیدروژئوشیمیایی موجود (کرمی، ۱۳۸۳) و به بررسی امکان ارتباط بین توسعه سطحی و زیرسطحی کارست در حوضه آبرگیر این چشمه پرداخته می‌شود.

۱-۲- هدف مطالعه

عوامل متعددی در توسعه کارست دخیل می‌باشند که شامل، زمین‌شناسی، تکتونیک، بارندگی، دما و ... می‌باشد. اثر این عوامل از زمان تشکیل یک لایه رسوبی تا به امروز بر نحوه توسعه عوارض سطحی و داخلی کارست تاثیر می‌گذارند. همواره مطالعات انجام شده در این زمینه از دو منظر کاملاً متفاوت بوده است در دیدگاه اول کسانی همانند (Aloui and Chaabani, 2006)، با استفاده از شواهد سطحی به ارزیابی توسعه کارست پرداخته‌اند، این مطالعات عمدتاً با انجام بازدیدهای صحرایی و نظرات کارشناسی همراه بوده است. گرچه امروزه با استفاده از روشهای سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور تلاش می‌شود اطلاعات وسیعی بدست آید. در دیدگاه دوم کسانی چون (Bonacci, 1993; Malik, 2006; Alessandro Grasso et al, 2002) با استفاده از هیدروگراف چشمه و آنالیز تغییرات شیمیایی چشمه به دنبال معرفی فاکتوری بنام اندیس توسعه کارست بوده‌اند.

در ایران بررسی عوامل موثر در توسعه کارست با استفاده از روش سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور توسط محققین مختلف صورت پذیرفته است که عمده مطالعات مزبور در زون ساختاری زاگرس متمرکز بوده است که شامل (عبادیان، ۱۳۸۱؛ شفیع، ۱۳۸۲؛ اشجار، ۱۳۸۳؛ غیثی، ۱۳۸۷؛ دشتی، ۱۳۸۹) اشاره کرد. جلالی (۱۳۸۳) نیز در محدوده سد لار با استفاده از روش سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در جهت مشخص کردن عوامل ژئومورفولوژیکی سطحی قدم برداشته است. در هیچ یک از مطالعات مزبور به بررسی ارتباط احتمالی توسعه کارست سطحی و درونی پرداخته نشده است. هدف این رساله تلفیق مطالعات هیدروژئولوژیکی، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور جهت بررسی توسعه کارست سطحی و درونی می‌باشد. لازم به ذکر است که بررسی توسعه کارست ارتباط احتمالی توسعه کارست سطحی و درونی می‌باشد. لازم به ذکر است که بررسی توسعه کارست سطحی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور همانند دیگر محققین انجام می‌پذیرد و توسعه کارست درونی عمدتاً با معرفی اندیس‌های کارستی شدن از طریق هیدروگراف چشمه انجام می‌گیرد.

۱-۳- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی منطقه مطالعه

چشمه‌علی که نام اصلی آن بنا به نوشته مورخین علی بولاغ است در ۳۲ کیلومتری شمال غربی شهر دامغان قرار گرفته است که از طریق جاده آسفالته دامغان-کیاسر- ساری قابل دسترسی می‌باشد (شکل ۱-۱). این منطقه از نظر تقسیمات زمین شناسی در البرز شرقی و از لحاظ تقسیمات جغرافیایی در حوضه دهستان رودبار قرار دارد. چشمه و حوضه آبگیر آن در مختصات جغرافیایی ۵۳° ۴۱ تا ۵۴° ۱۵ طول شرقی و ۳۶° ۰۶ تا ۳۶° ۲۴ عرض شمالی واقع شده است. مجموعه چشمه‌علی دارای دو دریاچه جنوبی و شمالی می‌باشد که عمارت آغا محمد خان قاجار در قسمت جنوبی دریاچه و عمارت فتحعلی شاه در حدواسط دو دریاچه واقع شده است (شکل ۱-۲).