





دانشگاه تربیت معلم تهران

دانشکده علوم

گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد  
رشته: زمین‌شناسی (گرایش هیدروژئولوژی)

### عنوان

بررسی تاثیر پدیده‌های ساختاری بر روی هیدروگراف چشمه‌های کارستی انتخابی  
در محدوده شیراز- یاسوج با استفاده از سنجش از دور و GIS

اساتید راهنما

دکتر محسن رضایی

دکتر جهانگیر پرهمت

تدوین

صمد مرادی

شهریور ۱۳۸۹

## چکیده:

مطالعات منابع آب در مناطق کارستی هزینه و زمان زیادی را نیاز دارد. دستیابی به روش‌هایی که بطور غیر مستقیم اطلاعات پایه‌ای با ارزشی را در اینگونه مناطق در اختیار قرار دهد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این تحقیق شامل سه مرحله می‌باشد که مرحله اول آن به بررسی درجه اهمیت عوامل موثر در توسعه کارست در بخشی از پهنه کارستی زاگرس در محدوده شیراز- یاسوج پرداخته شده است. بدین منظور لایه‌های اطلاعاتی لیتولوژی، چگالی خطواره‌ها، شیب سطح زمین، بارش، دما و پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات رقومی سنجش از دور، نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های توپوگرافی و آمار بارش و دما تهیه و در سیستم اطلاعات جغرافیایی پتانسیل کارستی شدن تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. لایه‌های اطلاعاتی مختلف با اعمال قضاوت کارشناسی و بازدیدهای صحرایی بصورت نقشه‌های معیار طبقه بندی شده و با روش‌های کارشناسی و فرآیند تحلیل سلسه مراتبی با توجه به درجه اهمیت هرکدام از عوامل وزن دار شدند و با روش هم‌پوشانی وزن دار شده با هم تلفیق شدند. در این روش وزن هر لایه با توجه به تأثیری که آن لایه در توسعه کارست دارد بصورت درصد و نقشه یا مدلی بوجود می‌آید که توسعه کارست را در سازندهای مختلف دارای پتانسیل نشان می‌دهد. مدل مذکور با استفاده از آمار چشمه‌های بزرگ و معرف منطقه و حوضه‌آبگیر آنها ارزیابی و مدل ارائه شده، صحت‌سنجی گردید. بطوریکه همخوانی مطلوبی بین حوضه‌آبگیر چشمه‌های بزرگ و معرف منطقه و مناطق با توسعه کارست خیلی خوب مشاهده شد. در مرحله دوم این تحقیق با استفاده از داده‌های سنجش از دور و GIS و داده‌های مشاهده‌ای زمینی منابع آب رابطه عوامل ساختاری، لیتولوژیکی و توپوگرافی بر فراوانی منابع آب در مناطق کارستی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور محدوده شیراز تا یاسوج که دارای چنین ویژگی می‌باشد، انتخاب گردید. در اولین گام مبادرت به تهیه نقشه‌های خطواره‌ها از تصاویر ماهواره‌ای

و نقشه‌های زمین‌شناسی و سپس وابستگی موقعیت قرارگیری چشمه‌ها با این ساختارها مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ارتباط نزدیکی بین فراوانی منابع آب با خطواره‌ها و نوع سازندها در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. چشمه‌های این محدوده عمدتاً تحت تأثیر ساختارهای زمین‌شناسی ظاهر گردیده‌اند. هم‌چنین، همبستگی بالایی بین موقعیت ظهور چشمه‌ها و شیب مشاهده گردید، ولی بین ارتفاع و محل ظهور چشمه‌ها رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. در مرحله سوم این تحقیق تأثیر خطواره‌های قرار گرفته در حوضه‌آبگیر چشمه‌های معرف منطقه بر منحنی آبنمود و فروکش آنها بررسی شد و مشخص شد که سیستم جریان این چشمه‌ها متأثر از این عناصر می‌باشد.

---

کلمات کلیدی: کارست، سنجش از دور، خطواره، عناصرساختاری، حوضه‌آبگیر، منحنی فروکش

تقدیم به دو کوه فروزان زندگیم:

## پدر بزرگوارم و مادر مهربانم

آنانکه دیای سیکران مهر خود را بر من ارزانی داشتند، امید آنکه قطره ای از دیای محبتشان را پاشکوب باشم.

## پاسکزاری

تخت پاس خداوندی را که عاشقانه آفرید، سخاوتمندانه بخشید و صادقانه هدایت کرد.

پاس پدری را که در سایه سار حمایت بی دریغ خواستن را آزمودم، تلاش را آموختم و هدف را یافتم.

پاس مادری را که با تکیه بر مهرپاکش خواسته‌ها را خواستم، زندگی را زیتتم و امیدها را یافتم.

بر خود می‌بالم که در مسیر نگارش پایان نامه ام فرصتی دست داد تا افتخار علم آموزی نزد اساتید فریخته جناب آقایان دکتر محسن رضایی و دکتر جهانگیر پرمهت را در کارنامه علمی خود بنگارم که در تیکنمای این میرحیات و راهنماییهای دلسوزانه ایشان همواره دلگرمی و پشتوانه‌ی سرگی بود که اشتیاق آموختن را در من تقویت کرد. افتخاری بس ارزشمند را ارج می‌نم که استاد که تقدیرم جناب آقای دکتر محمد نخعی، پایان نامه ام را به قضاوت و داوری نشست و آموخته‌هایم را با محک دانش سنجید. همچنین از جناب آقای دکتر جواد اشجاری که زحمت داوری خارجی را قبول نمودند و در تدوین این پایان نامه همواره مرا از راهنماییهای ارزشمندشان بهره‌مند کرده‌اند، کمال تشکر را دارم. تشکر و پاسکزاری خود را از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر نادر جلالی به خاطر راهنماییها و در اختیار گذاشتن اطلاعات مورد نیاز، ابراز می‌نمایم.

از دوستان عزیزم آقایان مجید دشتی، صالح رستی، رضا فرج زاده، ابراهیم ارشک و دیگر دوستانم که در تدوین این پایان نامه مریاری کردند، کمال تشکر را دارم. در پایان از خانواده ام که در طول دوران تحصیلی همواره مشوق و همراه من بوده‌اند از صمیم قلب پاسکزارم.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: کلیات



۲	۱-۱- مقدمه
۵	۱-۲- مروری بر مطالعات انجام شده با استفاده از سنجش از دور و GIS
۱۶	۱-۳- عوامل موثر بر توسعه سفره‌های کارستی
۱۶	۱-۳-۱- مقدمه
۱۷	۱-۳-۲- عوامل موثر بر توسعه کارست
۱۷	۱-۳-۳- زمین شناسی
۱۸	۱-۳-۳-۱- لیتولوژی
۱۸	۱-۳-۳-۲- جایگاه چینه‌شناسی
۱۹	۱-۳-۳-۳- جایگاه تکتونیکی
۲۰	۱-۳-۳-۴- گسل
۲۰	۱-۳-۳-۴-۱- درزه و شکاف
۲۱	۱-۳-۳-۴-۲- چین خوردگی
۲۲	۱-۳-۳-۳- اقلیم و آب و هوا
۲۲	۱-۳-۳-۳-۱- بارش
۲۲	۱-۳-۳-۳-۲- دما
۲۳	۱-۳-۳-۳- فشار $CO_2$
۲۴	۱-۳-۴- پوشش گیاهی
۲۴	۱-۳-۵- پوشش خاک
۲۵	۱-۳-۶- شیب
۲۶	۱-۳-۷- ژئومورفولوژی و سایر پدیده ها
۲۷	۱-۴- نقش زمین‌شناسی ساختمانی بر هیدروژئولوژی کارست
۲۷	۱-۵- انواع چشمه های کارستی
۲۸	۱-۶- حوضه آبخیز چشمه های کارستی و ویژگی های آن
۲۹	۱-۷- تعیین حوضه آبخیز چشمه های کارستی
۳۱	۱-۸- سیستم جریان چشمه های کارستی
۳۲	۱-۹- تغییرات آبدهی چشمه های کارستی

۱-۱-۱- تعیین حجم آبخوان چشمه های کارستی با استفاده از منحنی فروکش ..... ۳۳

## فصل دوم: سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی



۱-۲- سنجش از دور .....	۳۸
۲-۲- مقدمه ای بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی .....	۴۳
۱-۲-۲- کلیات .....	۴۳
۲-۲-۲- مراحل انجام کار در GIS .....	۴۴
۳-۲-۲- داده ها در GIS .....	۴۷
۴-۲-۲- ساختار داده های هندسی .....	۴۷
۳-۲- تجزیه و تحلیل داده ها و مدل سازی .....	۴۹
۴-۲- روش هم پوشانی وزن دار شده .....	۵۱
۵-۲- مدل هم پوشانی وزن دار شده با روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی .....	۵۲
۶-۲- ارتباط سنجش از دور و GIS .....	۵۷

## فصل سوم: موقعیت جغرافیایی، زمین شناسی و هیدروژئولوژی



۱-۳- موقعیت جغرافیائی و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه .....	۶۰
۲-۳- آب و هوای منطقه .....	۶۱
۳-۳- زمین شناسی و چینه شناسی منطقه مورد مطالعه .....	۶۱
۱-۳-۳- مشخصات عمومی زاگرس .....	۶۱
۱-۱-۳-۳- دشت خوزستان .....	۶۲
۲-۱-۳-۳- زاگرس چین خورده یا زاگرس خارجی .....	۶۲
۳-۱-۳-۳- زاگرس مرتفع یا زاگرس داخلی .....	۶۳
۲-۳-۳- چینه شناسی منطقه مورد مطالعه .....	۶۳



۶۵	..... ۱-۲-۳-۳ - سری هرمز
۶۵	..... ۲-۲-۳-۳ - سازند فهلیان
۶۶	..... ۳-۲-۳-۳ - سازند گدون
۶۶	..... ۴-۲-۳-۳ - سازند داریان
۶۶	..... ۵-۲-۳-۳ - گروه بنگستان
۶۷	..... ۶-۲-۳-۳ - سازند کژدمی
۶۷	..... ۷-۲-۳-۳ - سازند سروک
۶۸	..... ۸-۲-۳-۳ - سازند ایلام
۶۸	..... ۹-۲-۳-۳ - سازند گورپی
۶۸	..... ۱۰-۲-۳-۳ - بخش آهکی قربان
۶۹	..... ۱۱-۲-۳-۳ - سازند ساچون
۶۹	..... ۱۲-۲-۳-۳ - سازند کشکان
۷۰	..... ۱۳-۲-۳-۳ - سازند پابده
۷۰	..... ۱۴-۲-۳-۳ - سازند جهرم
۷۰	..... ۱۵-۲-۳-۳ - سازند آسماری
۷۱	..... ۱۶-۲-۳-۳ - سازند رازک
۷۲	..... ۱۷-۲-۳-۳ - سازند گچساران
۷۲	..... ۱۸-۲-۳-۳ - سازند آغاچاری
۷۲	..... ۱۹-۲-۳-۳ - سازند بختیاری
۷۳	..... ۲۰-۲-۳-۳ - نهشته های دریاچه ای
۷۳	..... ۲۱-۲-۳-۳ - نهشته های کواترنری
۷۳	..... ۳-۳-۳ - زمین شناسی ساختمانی منطقه
۷۴	..... ۴-۳-۳ - ویژگی های عمومی هیدروژئولوژیک منطقه
۷۶	..... ۱-۴-۳-۳ - هیدروژئولوژی تاقدیس های گر و برم فیروز
۷۸	..... ۲-۴-۳-۳ - هیدروژئولوژی تاقدیس دراک
۷۹	..... ۳-۴-۳-۳ - هیدروژئولوژی تاقدیس دریشک
۸۰	..... ۴-۴-۳-۳ - هیدروژئولوژی تاقدیس بامو
۸۲	..... ۵-۴-۳-۳ - هیدروژئولوژی تاقدیس تامر

## فصل چهارم: روش تحقیق



۸۵	۱-۴- مقدمه
۸۶	۲-۴- مرحله اول تحقیق
۸۸	۱-۲-۴- آماده سازی لایه های اطلاعاتی
۸۸	۱-۲-۴-۱- لایه لیتولوژی
۸۸	۲-۱-۲-۴- لایه شیب
۹۱	۳-۱-۲-۴- لایه پوشش گیاهی
۹۴	۴-۱-۲-۴- لایه دما
۹۵	۵-۱-۲-۴- لایه چگالی خطواره ها
۹۶	۱-۵-۱-۲-۴- فیلتر گذاری
۹۷	۲-۵-۱-۲-۴- انواع فیلترها
۹۹	۳-۵-۱-۲-۴- آشکارسازی لبه یا تشخیص مرزها
۱۰۱	۶-۱-۲-۴- لایه بارش
۱۰۲	۴-۴- تلفیق لایه های اطلاعاتی و تهیه مدل توسعه کارست
۱۰۸	۵-۴- تهیه مدل توسعه کارست
۱۱۰	۶-۴- صحت سنجی مدل توسعه کارست

### مرحله دوم تحقیق

۱۱۲	۷-۴- مقدمه
۱۱۲	۱-۷-۴- لایه چشمه ها
۱۱۴	۲-۷-۴- لایه خطواره ها
۱۱۶	۸-۴- پراکندگی و راستای خطواره های منطقه
۱۲۰	۹-۴- تحلیل ساختارها در منطقه مورد مطالعه
۱۲۴	۱۰-۴- رابطه لیتولوژی با خروج چشمه ها و آبدهی آنها
۱۲۵	۱۱-۴- بررسی نقش عوامل مورفولوژیک در ظهور چشمه ها

### مرحله سوم تحقیق

۱۲۹	۱۲-۴- تعیین تأثیر خطواره های موجود در حوضه آبرگیر چشمه ها بر سیستم جریان هر چشمه
۱۲۹	۱۳-۴- تعیین حوضه آبرگیر چشمه های کارستی معرف منطقه با استفاده از درصد نفوذ
۱۳۰	۱۴-۴- چشمه آبشار
۱۳۵	۱۵-۴- چشمه آب نهر
۱۳۹	۱۶-۴- چشمه خرانداز

۱۴۲.....	۱۷-۴- چشمه سرآبتاوه .....
۱۴۶.....	۱۸-۴- چشمه پهن گنجگون .....
۱۵۰.....	۱۹-۴- چشمه برغان .....
۱۵۳.....	۲۰-۴- چشمه شش پیر .....

### فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات



۱۵۹.....	۱-۵- مقدمه .....
۱۵۹.....	۲-۵- نتایج مرحله اولیه تحقیق .....
۱۶۰.....	۳-۵- نتایج مرحله دوم تحقیق .....
۱۶۱.....	۴-۵- نتایج مرحله سوم تحقیق .....
۱۶۲.....	۵-۵- پیشنهادات .....
۱۶۱.....	منابع .....

### فهرست اشکال

صفحه	عنوان
------	-------



۱۷.....	شکل ۱-۱- عوامل موثر بر توسعه کارست .....
۲۹.....	شکل ۲-۱- انواع چشمه های کارستی .....
۴۱.....	شکل ۱-۲- مولفه های یک سیستم سنجش از دور .....
۶۰.....	شکل ۱-۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران .....
۶۴.....	شکل ۲-۳- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه .....
۷۶.....	شکل ۳-۳- نقشه موقعیت منابع آب منطقه مورد مطالعه .....
۷۸.....	شکل ۴-۳- نقشه هیدروژئولوژی تاقدیس های گر و برم فیروز .....

- شکل ۳-۵ - نقشه هیدروژئولوژی تاقدیس دراک ..... ۷۹
- شکل ۳-۶ - نقشه هیدروژئولوژی تاقدیس دریشک ..... ۸۱
- شکل ۳-۷ - نقشه هیدروژئولوژی تاقدیس بمو ..... ۸۲
- شکل ۳-۸ - نقشه هیدروژئولوژی تاقدیس تامر ..... ۸۳
- شکل ۴-۱ - فلوجارت مراحل تهیه نقشه توسعه کارست منطقه ..... ۸۷
- شکل ۴-۲ - نقشه لیتولوژی منطقه مورد مطالعه ..... ۹۰
- شکل ۴-۳ - نقشه شیب منطقه مورد مطالعه ..... ۹۱
- شکل ۴-۴ - وضعیت پوشش گیاهی تنک منطقه مورد مطالعه ..... ۹۳
- شکل ۴-۵ - وضعیت پوشش گیاهی متراکم منطقه مورد مطالعه ..... ۹۳
- شکل ۴-۶ - نقشه پوشش گیاهی در فصل خشک منطقه مورد مطالعه ..... ۹۴
- شکل ۴-۷ - نقشه هم‌دمای منطقه مورد مطالعه ..... ۹۵
- شکل ۴-۸ - برخی فیلترهای بکاررفته در استخراج خطواره‌ها ..... ۹۸
- شکل ۴-۹ - نقشه چگالی خطواره‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۱۰۱
- شکل ۴-۱۰ - نقشه هم باران منطقه مورد مطالعه ..... ۱۰۲
- شکل ۴-۱۱ - نقشه توسعه کارست منطقه به روش وزن‌دهی کارشناسانه ..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۲ - نقشه توسعه کارست منطقه به روش وزن‌دهی AHP ..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۳ - نقشه موقعیت مکانی ۱۷۶ چشمه منطقه مورد مطالعه ..... ۱۱۴
- شکل ۴-۱۴ - نقشه خطواره‌ها با موقعیت چشمه‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۱۱۵
- شکل ۴-۱۵ - نقشه شکستگی‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۱۱۷
- شکل ۴-۱۶ - نقشه عناصر ساختاری منطقه مورد مطالعه ..... ۱۱۸
- شکل ۴-۱۷ - رزدياگرام خطواره‌های منطقه ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۱۸ - رزدياگرام عناصر ساختاری منطقه ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۱۹ - رزدياگرام شکستگی‌های منطقه ..... ۱۲۰
- شکل ۳-۲۰ - طول خطواره‌ها در مقابل فراوانی آنها ..... ۱۲۱
- شکل ۴-۲۱ - نمودار فاصله از شکستگی‌ها و فراوانی چشمه‌ها ..... ۱۲۳
- شکل ۴-۲۲ - نمودار فاصله از عناصر ساختاری و فراوانی چشمه‌ها ..... ۱۲۳
- شکل ۴-۲۳ - نمودار فاصله از خطواره‌ها و فراوانی چشمه‌ها ..... ۱۲۴
- شکل ۴-۲۴ - نمودار توزیع چشمه‌ها در سازندهای مختلف ..... ۱۲۵
- شکل ۴-۲۵ - نمودار ارتباط بین کلاس شیب و فراوانی چشمه‌ها ..... ۱۲۶
- شکل ۴-۲۶ - نمودار ارتباط بین کلاس ارتفاعی و فراوانی چشمه‌ها ..... ۱۲۷

- شکل ۴-۲۷- نمودار فراوانی خطواره‌ها در کلاس‌های ارتفاعی ..... ۱۲۷
- شکل ۴-۲۸- نقشه مدل رقومی ارتفاع منطقه با موقعیت خطواره‌ها ..... ۱۲۸
- شکل ۴-۲۹- دهانه چشمه آبشار ..... ۱۳۲
- شکل ۴-۳۰- نقشه حوضه آبرگیر چشمه آبشار و خطواره‌های موجود در آن ..... ۱۳۳
- شکل ۴-۳۱- رزدیاگرام خطواره‌های موجود در حوضه آبرگیر چشمه آبشار ..... ۱۳۳
- شکل ۴-۳۲- منحنی آبنمود چشمه آبشار و هیستوگرام بارندگی سال (۸۱-۸۲) ..... ۱۳۴
- شکل ۴-۳۳- منحنی فروکش چشمه آبشار سال (۸۱-۸۲) ..... ۱۳۴
- شکل ۴-۳۴- دهانه چشمه آب‌نهر ..... ۱۳۶
- شکل ۴-۳۵- نقشه حوضه آبرگیر چشمه آب‌نهر و خطواره‌های موجود در آن ..... ۱۳۷
- شکل ۴-۳۶- رزدیاگرام خطواره‌های موجود در حوضه آبرگیر چشمه آب‌نهر ..... ۱۳۷
- شکل ۴-۳۷- منحنی آبنمود چشمه آب‌نهر و هیستوگرام بارندگی سال (۸۱-۸۲) ..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳۸- منحنی فروکش چشمه آب‌نهر سال (۸۱-۸۲) ..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳۹- نقشه حوضه آبرگیر چشمه خرانداز و خطواره‌های موجود در آن ..... ۱۴۰
- شکل ۴-۴۰- رزدیاگرام خطواره‌های موجود در حوضه آبرگیر چشمه خرانداز ..... ۱۴۱
- شکل ۴-۴۱- منحنی آبنمود چشمه خرانداز و هیستوگرام بارندگی سال (۷۸-۷۹) ..... ۱۴۱
- شکل ۴-۴۲- منحنی فروکش چشمه خرانداز سال (۷۸-۷۹) ..... ۱۴۲
- شکل ۴-۴۳- نقشه حوضه آبرگیر چشمه سرآبتاوه و خطواره‌های موجود در آن ..... ۱۴۴
- شکل ۴-۴۴- رزدیاگرام خطواره‌های موجود در حوضه آبرگیر چشمه سرآبتاوه ..... ۱۴۵
- شکل ۴-۴۵- منحنی آبنمود چشمه سرآبتاوه و هیستوگرام بارندگی سال (۸۱-۸۲) ..... ۱۴۵
- شکل ۴-۴۶- منحنی فروکش چشمه سرآبتاوه سال (۸۱-۸۲) ..... ۱۴۶
- شکل ۴-۴۷- نقشه حوضه آبرگیر چشمه پهن‌گنجگون و خطواره‌های موجود در آن ..... ۱۴۸
- شکل ۴-۴۸- رزدیاگرام خطواره‌های موجود در حوضه آبرگیر چشمه پهن‌گنجگون ..... ۱۴۹
- شکل ۴-۴۹- منحنی آبنمود چشمه پهن‌گنجگون و هیستوگرام بارندگی سال (۸۰-۸۱) ..... ۱۴۹
- شکل ۴-۵۰- منحنی فروکش چشمه پهن‌گنجگون سال (۸۰-۸۱) ..... ۱۵۰
- شکل ۴-۵۱- دهانه چشمه برغان ..... ۱۵۲
- شکل ۴-۵۲- منحنی آبنمود چشمه برغان سال‌های (۷۰-۷۱) ..... ۱۵۶
- شکل ۴-۵۳- منحنی فروکش چشمه شش‌پیر سال (۷۰-۷۱) ..... ۱۵۷
- شکل ۴-۵۴- دهانه چشمه شش‌پیر ..... ۱۵۷

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱- وزن تعیین شده برای لایه‌های اطلاعاتی (موحد پور، ۱۳۸۰) ..... ۱۱
- جدول ۱-۲- وزن تعیین شده برای لایه‌های اطلاعاتی (عبادیان، ۱۳۸۱) ..... ۱۳
- جدول ۱-۳- وزن تعیین شده برای لایه‌های اطلاعاتی (شفیعی، ۱۳۸۲) ..... ۱۴
- جدول ۱-۴- وزن تعیین شده برای لایه‌های اطلاعاتی (اشجار ۱۳۸۳) ..... ۱۵
- جدول ۱-۵- وزن تعیین شده برای لایه‌های اطلاعاتی (غیثی ۱۳۸۷) ..... ۱۶
- جدول ۲-۱- مهمترین مشخصات ماهواره لندست ۷ و سنجنده آن ..... ۴۰
- جدول ۲-۲- قضاوت‌های ارائه شده در روش تحلیل سلسله مراتبی ..... ۵۷
- جدول ۳-۱- توزیع منابع آبی و تخلیه سالانه آنها در منطقه ..... ۷۵
- جدول ۴-۱- درصد مساحت هر کدام از بازه‌های کلاس‌های شیب ..... ۸۹
- جدول ۴-۲- ارزش رده‌های لایه‌های اطلاعاتی مختلف ..... ۱۰۴
- جدول ۴-۳- وزن لایه‌های اطلاعاتی داده شده به روش کارشناسی ..... ۱۰۷
- جدول ۴-۴- وزن لایه‌های اطلاعاتی بدست آمده به روش AHP ..... ۱۰۷
- جدول ۴-۵- طبقه بندی چشمه‌ها برحسب دبی ..... ۱۱۳
- جدول ۴-۶- کلاس چشمه‌ها و فراوانی آنها در منطقه ..... ۱۱۳
- جدول ۴-۷- وضعیت آماری خطواره‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۱۲۰
- جدول ۴-۸- مشخصات ضریب فروکش چشمه آبشار ..... ۱۳۲
- جدول ۴-۹- مشخصات ضریب فروکش چشمه آبهر ..... ۱۳۵
- جدول ۴-۱۰- مشخصات ضریب فروکش چشمه خرانداز ..... ۱۳۹
- جدول ۴-۱۱- مشخصات ضریب فروکش چشمه سرآبتاوه ..... ۱۴۳
- جدول ۴-۱۲- مشخصات ضریب فروکش چشمه پهن گنجگون ..... ۱۴۷
- جدول ۴-۱۳- ضرایب تخلیه و درصد جریان سریع و پایه چشمه برغان ..... ۱۵۲
- جدول ۴-۱۴- خصوصیات فیزیکوشیمیایی چشمه برغان ..... ۱۵۳
- جدول ۴-۱۵- ضرایب تخلیه و درصد جریان سریع و پایه چشمه شش پیر ..... ۱۵۵
- جدول ۴-۱۶- خصوصیات فیزیکوشیمیایی چشمه شش پیر ..... ۱۵۶

فصل اول

کلیات

## ۱-۱- مقدمه

سازندهای کارستی کربناته ۱۱٪ از سطح زمین را در ایران پوشانده‌اند که این مقدار در زاگرس به ۲۳٪ افزایش می‌یابد (Raeisi & Kowsar, 1997). با توجه به موقعیت اقلیمی کشور ما و خشکسالی‌های چند سال اخیر، و در نتیجه کاهش پتانسیل آبی آبخوان‌های آبرفتی و نیز آلودگی آنها، توجه کارشناسان منابع آب به سمت مطالعه منابع کارستی<sup>۱</sup> و استفاده بهینه از این منابع معطوف شده است. منابع آب‌های کارستی از جمله منابع بسیار با ارزشی هستند که سهم قابل توجهی در تأمین آب مورد نیاز بشر دارا می‌باشند. استفاده از این منابع در حال حاضر از طرف وزارت نیرو صرفاً جهت مصارف آینده آب شهری و صنعتی تعیین گردیده است. این منابع محدود، نیازمند اجرای صحیح طرح‌های آبیایی و اکتشافات منابع جدید، بهره برداری بهینه و اعمال مدیریت صحیح در حفظ و نگهداری آنها می‌باشد. لذا به همین خاطر بررسی عوامل مؤثر در کارستی‌شدن و توسعه آن و در نتیجه اثر آن بر خروجی آبخوان‌ها که بصورت چشمه‌ها تظاهر پیدا می‌کنند، ضروری می‌باشد.

در یک منطقه مورد مطالعه بزرگ، شناسایی و استخراج عوامل مؤثر بر کارستی‌شدن و آبدهی چشمه‌ها بطریق روش‌های ژئوفیزیکی بسیار پرهزینه و وقت‌گیر خواهد بود و در برخی موارد غیر ممکن می‌باشد. روش‌های سنجش از دور به عنوان سریعترین و کم هزینه‌ترین وسیله برای شناسایی عوامل مذکور می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در دو دهه اخیر استفاده از روش‌هایی نظیر سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۲</sup> (GIS) و سنجش از دور در هیدروژئولوژی<sup>۳</sup> بسیار مورد توجه بوده است. مطالعه سفره‌های کارستی به دلیل ناهمگنی در خصوصیات هیدرودینامیکی با روش‌های معمول حفر چاه‌های اکتشافی و مشاهده‌ای دارای هزینه بالایی می‌باشند که برای

<sup>۱</sup> - Karstic

<sup>۲</sup> - Geographic information system

<sup>۳</sup> - Hydrogeology



شناخت نسبی سفره بندرت قابل تامین می‌باشند. از طرفی بررسی پدیده‌های کنترل کننده و مؤثر بر درجه کارستی و ظرفیت ذخیره این سفره‌ها در صورت استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور<sup>۱</sup> یا بررسی‌های غیر مستقیم با هزینه‌ای به مراتب خیلی کمتر قابل انجام می‌باشند. این موضوع در مطالعات با مقیاس<sup>۲</sup> کوچک و ابعاد منطقه‌ای دارای تفاوت چشمگیر می‌باشد. از طرفی منابع آب کارستی منشا آب بسیاری از چشمه‌ها و رودخانه‌های اصلی کشور می‌باشند. همچنین این سفره‌ها ذخایر قابل توجهی را برای برداشت از طریق چاه‌های بهره برداری تشکیل می‌دهند، که بدون شناخت آنها این امکان میسر نمی‌گردد. بنابراین در این تحقیق رابطه و رفتار هیدرولوژیکی چشمه با عوامل ساختاری و همچنین توسعه کارست در منطقه مطالعاتی با استفاده از داده‌های سنجش از دور مورد بررسی قرار می‌گیرد که در صورت دستیابی به رابطه‌ای مشخص در شناسایی ذخایر آبی سفره‌های کارستی می‌تواند نقش مؤثری را ایفا نماید.

انجام این مطالعه سه هدف را دنبال می‌کند که عبارتست از: ۱- بررسی عوامل مؤثر در توسعه کارست در محدوده شیراز تا یاسوج ۲- بررسی تأثیر عوامل ساختاری، لیتولوژیکی و توپوگرافی برفراوانی منابع آب کارستی در منطقه مورد مطالعه ۳- بررسی تأثیری که خطواره‌های موجود در حوضه‌آبگیر چشمه‌های معرف منطقه بر منحنی آبنمود و فروکش آنها داشته و تعیین سیستم جریان این چشمه‌ها می‌باشد که با استفاده از اطلاعات رقومی سنجش از دور و GIS لایه‌های اطلاعاتی لازم تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در روش پیشنهادی این پایان نامه با استفاده از اطلاعات به دست آمده از سنجش از دور و قابلیت‌های GIS می‌توان مدل توسعه کارست در منطقه مورد مطالعه را تهیه کرد. با بررسی دبی چشمه‌های کارستی، مدل ارائه شده تعیین صحت و کالیبره می‌شود و اهمیت عوامل مؤثر در توسعه کارست تعیین می‌گردد. در ادامه شرح مختصری از روش کار این مدل پیشنهادی ارائه می‌گردد.

<sup>1</sup> -Remote sensing techniques

<sup>2</sup> -Scale

در مطالعات دورسنجی از داده‌های سنجنده  $ETM^+$ ، ماهواره لندست، که در سال ۲۰۰۲ تهیه گردیده است، استفاده شد. با به کارگیری این داده‌ها و اعمال فیلترهای مناسب نقشه خطواره‌ها<sup>۱</sup> و پوشش گیاهی تهیه شد. با استفاده از نقشه خطواره‌ها، نقشه چگالی خطواره تهیه و برای تهیه مدل پتانسیل توسعه کارست به GIS معرفی شد. بعلاوه، با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی رقومی شده، نقشه توپوگرافی، نقشه محل خروج چشمه‌ها و همچنین آمار بارندگی و دما در محدوده مورد مطالعه، سایر لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه شدند. به این ترتیب که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه، مدل رقومی ارتفاع (DEM)<sup>۲</sup> و نقشه هم‌شیب تهیه گردید. با استفاده از آمار ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مورد مطالعه نقشه هم‌باران و هم دما تهیه شدند. در مرحله بعد با استفاده از نقشه‌های فوق‌الذکر لایه‌های اطلاعاتی شامل: لایه زمین‌شناسی (GL)، لایه چگالی خطواره‌ها (LDL)، لایه پوشش گیاهی (VL)، لایه تغییرات شیب (SL)، لایه باران (PL)، و لایه دما (TL) تهیه گردید، که به همراه لایه اطلاعاتی موقعیت چشمه‌ها بانک اطلاعاتی این تحقیق را تشکیل می‌دهند. هرکدام از لایه‌های اطلاعاتی، مورد طبقه‌بندی کارشناسی قرار گرفتند. به این ترتیب هر طبقه متناسب با درجه تأثیر عملکرد خود در توسعه کارست امتیازی دریافت نمود که در این تحقیق علاوه بر روش کارشناسی از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)<sup>۳</sup> نیز برای انتخاب وزن مناسب به لایه‌ها استفاده شد. سپس لایه‌های اطلاعاتی طبقه‌بندی شده برای مدل‌سازی با روش همپوشانی<sup>۴</sup> شاخص‌ها، وزن‌دهی شده و با هم تلفیق شدند، تا مدل توسعه کارست منطقه حاصل گردد. با توجه به اینکه تعیین صحت مدل پیشنهادی از اهداف این تحقیق بوده است، بدین منظور بر اساس آمار دبی چشمه‌های کارستی، چشمه‌ها بر اساس نظرتاد<sup>۵</sup> (2005) طبقه‌بندی شدند و با توجه به اینکه

---

<sup>1</sup> -Lineaments

<sup>2</sup> -Digital elevation model

<sup>3</sup> - Analytical Hierarchy Proces

<sup>4</sup> -Overlay

<sup>5</sup> -Todd

چشمه‌های کارستی با دبی بالا، مؤید مناطق توسعه یافته کارستی هستند، از ارتباط مناطق کارستی توسعه یافته، با موقعیت و دبی چشمه‌ها استفاده گردید. در مرحله دوم تحقیق تأثیر عوامل ساختاری، لیتولوژیکی و توپوگرافی بر فراوانی منابع آب کارستی در منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و در مرحله سوم با استفاده از درصد نفوذ در منطقه و شرایط زمین شناسی، چینه شناسی، توپوگرافی، تکتونیک و بیلان آبی حوضه‌آبگیر اجمالی برای چشمه‌های معرف بدست آمد. سپس شکستگی‌های موجود در حوضه آبگیر آنها مشخص شد و با استفاده از معادله مایلت و تحلیل منحنی فروکش تأثیری که شکستگی‌های موجود در حوضه‌آبگیر چشمه‌ها بر منحنی آبنمود، منحنی فروکش و سیستم جریان چشمه‌ها داشتند مورد بررسی قرار گرفت.

#### ۱-۲- مروری بر مطالعات انجام شده با استفاده از سنجش از دور و GIS

کارهای انجام شده توسط محققین بسیاری به عنوان مثال، (Lattmann 1958)، (1996)، Meijerink, Tametal (2004)، (2007) Sander, Haffman و... سودمندی سنجش از دور را برای دسترسی به آب زیرزمینی در شرایط مختلف زمین‌شناسی تأیید می‌کنند. به طوری که ترکیب سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند درک بهتری از خصوصیات هیدروژئولوژیک منطقه به همراه داشته باشد.

برای مثال، Shaban و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه‌ای بر روی پدیده‌های کارستی لبنان انجام دادند. هدف از این تحقیق ارائه روشی برای تشخیص مناطق با پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی بود. مساحت سایت منطقه مطالعاتی  $500 \text{ km}^2$  بوده و عوامل مؤثر در پتانسیل نفوذ در این تحقیق عبارتند از: خطواره‌ها، آبراهه‌ها، لیتولوژی، حوضه‌های کارستی، کاربری اراضی و پوشش گیاهی است. تعیین این فاکتورها به وسیله سنجش از دور بوده است. تصاویر ماهواره

ای (لندست ETM7 و SPOT) و عکس‌های هوایی منطقه پردازش شدند. همچنین از داده‌های دیگر نظیر نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی استفاده شد. ادغام نقشه‌ها در GIS اثر آنها را روی هم مشخص می‌کند. چون این فاکتورها به یک اندازه در پتانسیل تغذیه مؤثر نبودند، روش وزندهی برای تفسیر و اثر آنها بر هم استفاده شد. نقشه‌نهایی تهیه شده منطقه را به پنج بخش اصلی با مقدارهای مختلف پتانسیل تغذیه از هم جدا می‌کند که از خیلی زیاد تا خیلی کم توصیف شدند. نقشه‌نهایی پتانسیل بالایی را در مناطق مرتفع با توسعه کارست نشان می‌دهد. ۵۷٪ منطقه تغذیه زیاد داشته، که آب بارش به آب زیرزمینی پیوسته است.

A. Dassargues و R.C. Gogu (۲۰۰۰) آنالیز حساسیت برای روش EPIK به کار بردند. این روش بر پایه مشاهدات زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و هیدروژئولوژی است. در این روش چهار پارامتر در نظر گرفته می‌شود، از جمله اپی کارست (E: Epikarst)، پوشش سطحی و محافظ (P: protective cover)، شرایط نفوذ (I: Infiltration condition) و توسعه شبکه کارست (I-karst - K: network development). هدف از این تحقیق برآورد آسیب‌پذیری یک سفره کارستی در جنوب بلژیک بود. سایت‌های مطالعاتی منطقه به وسعت ۵/۲ km<sup>2</sup> است. آبخوان سفره‌ای آزاد است که آب مورد نیاز شهر بوسیله پمپ‌کردن از یک غار طبیعی، از آن تأمین می‌شود. مناظر کارستی منطقه شامل پنج sink hole و غار کوچکی در منطقه می‌باشد. دو رودخانه در طرف شرق و غرب منطقه موجود می‌باشد. شش پیزومتر عمق سطح آب را در منطقه مشخص کردند و جهت جریان در منطقه از غرب به شرق است. تحقیقات ژئوفیزیکی شامل سونداژ ژئوالکتریک، پروفایلینگ و سونداژ لرزه‌ای در تعیین ساختارهای زمین‌شناسی، ضخامت و پوشش خاک و تعیین دقیق محل تماس آهک با سیلت انجام شده است. آزمایش ردیابی در چند چاه مشاهده‌ای و سینک هول‌ها مناطق ورودی و خروجی آب را مشخص کردند. روش EPIK، روش دسته‌بندی و وزندهی پارامترهای اصلی توسعه برای طرح کلی و طبقه‌بندی آسیب‌پذیری آب