

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سقز

تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دانشکده منابع طبیعی

گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته بیابانزدایی

بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب منطقه کارستی مهارلو با استفاده از سنجش از دور و GIS

اساتید راهنما:

دکتر احمد پهلوانروی

دکتر علیرضا مقدم نیا

اساتید مشاور:

دکتر علی اکبر نظری سامانی

مهندس عباس میری

تهیه و تدوین:

سارا ادريس نیا

بِسْمِ اللَّهِ تَعَالَى



دانشگاه زابل

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صفحه الف

این پایان نامه با عنوان: «بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب منطقه کارستی مهارلو با استفاده از سنجش از دور و GIS» قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی گرایش بیابانزدایی توسط دانشجو سارا ادریس نیا تحت راهنمایی اساتید راهنما آقای دکتر احمد پهلوانزوی و آقای دکتر علیرضا مقدم نیا تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه زابل مجاز می باشد.

امضا دانشجو

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۸۹/۱۱/۲۷ توسط هیئت داوران بررسی و نمره ۱۹/۲۵ و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
۱- استاد راهنمای اول: آقای دکتر احمد پهلوانزوی		۱۳۸۹/۱۱/۲۷
۲- استاد راهنمای دوم: آقای دکتر علیرضا مقدم نیا		۱۳۸۹/۱۱/۲۷
۳- استاد مشاور اول: آقای دکتر علی اکبر نظری سامانی		۱۳۸۹/۱۱/۲۷
۴- استاد مشاور دوم: آقای مهندس عباس میری		۱۳۸۹/۱۱/۲۷
۵- استاد داور: آقای دکتر عبدالحمید دهوری		۱۳۸۹/۱۱/۲۷
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی: آقای دکتر عین الله روحی مقدم		۱۳۸۹/۱۱/۲۷
۷- مدیر گروه: (مهر و امضاء) آقای دکتر علیرضا شهرباری		۱۳۸۹/۱۱/۲۷

تقدیم به

همسر مهربان و صبورم سعید

که شوق آموختن و پیش رفتن را در دلم زنده نگاه داشت

و پدر و مادر عزیزم

که وجودم برایشان همیشه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر

و توانشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند

تقدیم و تشکر

حمد و سپاس نگارنده کتاب هستی را که با الطاف بیکرانیش این توفیق را ارزانیم داشت تا بتوانم در راه ارتقای دانش خویش گامی بردارم.

نگاشتن این دانشنامه ادعای شناخت علم نیست، بلکه نشانه دوست داشتن اوست. در هدف پرستش زیبایی به سوی کمال بهتر دیدم که در تار و پود علم به جستجوییش باشم، دوستت دارم خدا.

پروردگارا سپاس تو را که جهت عنایت به این هدف مقدس در انجام پروژه و نگاشتن این رساله در خدمت استادان گرانقدرم آقای دکتر احمد پهلوانروی و آقای دکتر علیرضا مقدم نیا کسب فیض نمودم و از صمیم قلب کمال سپاس و تشکر را از لطف و محبت بی شائبه شان دارم و صمیمانه از مشاور عزیزم آقای دکتر علی اکبر نظری سامانی که طی انجام این پژوهش دلسوزانه یاری ام دادند و از تجارب ارزنده شان بهره مندم ساختند و از رهنمون های ظریف و دقیقشان نکته های بسیاری یافتم که سزا و به جاست از ایشان قدردانی نمایم.

در پایان از تمامی عزیزانی که صمیمانه در تمامی مراحل این دانشنامه یار و غمخوارم بودند، آقایان: دکتر مزدا کمپانی، رشید فلاح شمس، سیاوش بهروز، مهندس دورانی و مهندس قدرت و از تمامی دوستان و هم اتاقی های عزیزم زهرا شهرکی، فریبا کوه پیما، چیمین ابراهیمی و ناهید خواجه کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده:

در مناطق خشک و کم باران مانند ایران، که منابع سطحی آب شیرین محدود بوده و از طرف دیگر این آبها با خطر آلودگی مواجه هستند، یافتن و نگهداری منابع آب زیرزمینی بهترین راه تأمین نیازهای آبی است. همچنین در بعضی از مناطق ایران، اقلیم و ساختار تکتونیکی شرایط خوبی را برای تشکیل سفره های کارستی فراهم کرده است. کارست تعاریف مختلفی دارد اما عمده‌تاً به فعل و انفعالاتی می‌گویند که در سنگ‌های آهکی به وجود می‌آید و حاصل پدیده انحلال و یا درز شکاف دار شدن است و باعث می‌شود سنگ بتواند در خودش آب باران را نگه‌داشته، تا در فرصت‌های مناسب مورد بهره برداری قرار گیرد.

ایران بعد از کشورهای آمریکا، چین و ترکیه، بالاترین درصد کارست را دارد و بیش از ۱۱ درصد سطح کشورمان را سازندهای کارستی می‌پوشانند. هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین خطواره های مستخرج از تصاویر ماهواره ای، عناصر تکتونیکی، شبکه هیدروگرافی و عوامل توپوگرافی با فراوانی منابع آب کارستیک در منطقه مهارلو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور می باشد. بدین منظور مبادرت به تهیه لایه های اطلاعاتی شامل خطواره ها، انحنای دامنه، طبقات ارتفاعی، شیب، پوشش گیاهی، چشمه ها، عناصر تکتونیکی و شبکه هیدروگرافی با استفاده از بازدیدهای صحرایی، نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، تصاویر ماهواره ای و مدل رقومی ارتفاع شد؛ نتایج این تحقیق با آزمون های آماری مانند مدل رگرسیون خطی، ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن و تجزیه به مؤلفه های اصلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این نتایج نشان می دهد که ارتباط نزدیکی بین جنس سازند، توپوگرافی (مانند شیب، ارتفاع و انحنای دامنه)، خطواره ها و عوامل هیدرولوژیکی با فراوانی چشمه ها در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. این روابط نشانگر نقش بارز عوامل ساختاری و محیطی و لزوم توجه به آن در بررسی فراوانی چشمه ها و انتقال آبهای زیرزمینی در مناطق کارستیک می باشد.

کلمات کلیدی: عوامل ساختاری، خطواره، انحنای دامنه، چشمه، کارست و حوضه مهارلو

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۱-۲- اهمیت و ضرورت اجرای تحقیق.....
۵	۱-۳- فرضیه تحقیق.....
۵	۱-۴- اهداف تحقیق.....

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده

۷	۲- سابقه تحقیق.....
۷	۲-۱- عوامل ساختاری.....
۹	۲-۲- سنجش از دور و GIS.....
۱۴	۲-۳- روش های آماری.....

فصل سوم: مواد و روش ها

۱۷	۳- مواد و روش ها.....
۱۷	۳-۱- مشخصات و ویژگی های منطقه مورد مطالعه.....
۱۸	۳-۲- زمین شناسی منطقه.....
۲۳	۳-۳- کارست شدگی در منطقه.....
۲۴	۳-۴- آب و هوا و اقلیم منطقه.....
۲۶	۳-۵- تصویر ماهواره ای منطقه.....
۲۷	۳-۶- لایه های اطلاعاتی مورد استفاده.....
۲۷	۳-۶-۱- لایه پوشش گیاهی.....
۲۹	۳-۶-۲- لایه عناصر تکتونیکی.....
۳۲	۳-۶-۳- لایه چشمه ها.....
۳۴	۳-۶-۴- لایه شیب.....
۳۵	۳-۶-۵- لایه انحنای دامنه.....
۳۶	۳-۶-۶- لایه طبقات ارتفاعی.....
۳۷	۳-۶-۷- لایه شبکه هیدروگرافی.....
۳۸	۳-۶-۸- لایه خطواره ها.....
۵۲	۳-۷- روش های آماری مورد استفاده.....
۵۲	۳-۷-۱- آزمون توزیع داده ها(نیکویی برازش).....
۵۲	۳-۷-۱-۱- آزمون χ^2 (کای اسکور).....
۵۳	۳-۷-۲- همبستگی.....
۵۳	۳-۷-۲-۱- ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن.....

۳-۷-۳ رگرسیون خطی ۵۴

۳-۷-۴ تحلیل عاملی (PCA) ۵۶

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۴-۱-۴ تهیه نقشه نهایی خطواره های منطقه ۶۱

۴-۱-۱-۴ تهیه نقشه تراکم خطواره ۶۲

۴-۲-۴ نتیجه آزمون کای اسکور ۶۳

۴-۳-۴ مفهوم معنی داری در همبستگی ۶۵

۴-۳-۱-۴ نتایج مبتنی بر ضریب همبستگی اسپیرمن ۶۵

۴-۳-۲-۴ نتایج مبتنی بر ضریب همبستگی پیرسون ۶۶

۴-۴-۴ نتایج رگرسیون خطی ۷۱

۴-۵-۴ نتایج آزمون تحلیل عاملی ۷۵

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۵-۱-۵ نتایج ۸۱

۵-۲-۵ پیشنهادات ۸۳

منابع ۸۶

ضمائم ۹۴

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۹	جدول ۳-۱: لیتولوژی، سن و علامت اختصاری سازندهای زمین شناسی حوزه آبخیز مهارلو.....
۴۶	جدول ۳-۲: فیلتر لاپلاس با کرنل ۳×۳.....
۴۷	جدول ۳-۳: فیلترهای دایرکشن زده شده با کرنل ۳×۳ در جهات مختلف.....
۶۳	جدول ۴-۱: آزمون کای اسکور بین فراوانی چشمه و شیب منطقه.....
۶۴	جدول ۴-۲: آزمون کای اسکور بین فراوانی چشمه و انحناى دامنه.....
۶۴	جدول ۴-۳: آزمون کای اسکور بین فراوانی چشمه و ساختار منطقه.....
۶۴	جدول ۴-۴: آزمون کای اسکور بین فراوانی چشمه و سازند منطقه.....
۶۴	جدول ۴-۵: آزمون کای اسکور بین فراوانی چشمه و تراوایی منطقه.....
۶۶	جدول ۴-۶: ضریب همبستگی اسپیرمن.....
۷۰	جدول ۴-۷: ضریب همبستگی پیرسون.....
۷۱	جدول ۴-۸: خروجی اول از آزمون اول رگرسیون خطی.....
۷۱	جدول ۴-۹: ضریب تشخیص رابطه رگرسیون از آزمون اول رگرسیون خطی.....
۷۲	جدول ۴-۱۰: خروجی سوم از آزمون اول رگرسیون خطی.....
۷۳	جدول ۴-۱۱: خروجی چهارم از آزمون اول رگرسیون خطی.....
۷۳	جدول ۴-۱۲: خروجی اول از آزمون دوم رگرسیون خطی.....
۷۴	جدول ۴-۱۳: ضریب تشخیص رابطه رگرسیون از آزمون دوم رگرسیون خطی.....
۷۴	جدول ۴-۱۴: خروجی سوم از آزمون دوم رگرسیون خطی.....
۷۵	جدول ۴-۱۵: خروجی چهارم از آزمون دوم رگرسیون خطی.....
۷۵	جدول ۴-۱۶: آزمون Bartlett و KMO از آزمون PCA.....
۷۶	جدول ۴-۱۷: خروجی Communalities از آزمون PCA.....
۷۷	جدول ۴-۱۸: خروجی Total-Variance Explained از آزمون PCA.....
۷۸	جدول ۴-۱۹: خروجی Component Matrix از آزمون PCA.....
۷۸	جدول ۴-۲۰: خروجی Rotate Component Matrix از آزمون PCA.....

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۸	شکل ۳-۱: موقعیت جغرافیایی محدوده ی مورد مطالعه.....
۲۳	شکل ۳-۲: نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه.....
۲۷	شکل ۳-۳: تصویر ماهواره ای محدوده مورد مطالعه.....
۲۹	شکل ۳-۴: پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه
۳۲	شکل ۳-۵: عناصر تکتونیکی منطقه مورد مطالعه
۳۳	شکل ۳-۶: چشمه ها و حریم آنها در منطقه مورد مطالعه
۳۴	شکل ۳-۷: نقشه شیب منطقه مورد مطالعه
۳۵	شکل ۳-۸: نقشه انحنای دامنه منطقه مورد مطالعه
۳۶	شکل ۳-۹: طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه.....
۳۸	شکل ۳-۱۰: شبکه هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه.....
۴۶	شکل ۳-۱۱: فیلتر لاپلاس اعمال شده بر روی منطقه
۴۸	شکل ۳-۱۲: فیلتر دایرکشن اعمال شده بر روی منطقه
۴۹	شکل ۳-۱۳: فیلتر سوبل اعمال شده بر روی منطقه
۵۰	شکل ۳-۱۴: فیلتر روبرت اعمال شده بر روی منطقه
۶۱	شکل ۳-۱۵: نقشه نهایی خطواره های منطقه مورد مطالعه.....
۶۲	شکل ۳-۱۶: نقشه تراکم طول خطواره های منطقه.....
۶۳	شکل ۳-۱۷: نقشه تراکم تعداد خطواره های منطقه.....

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه:

در حال حاضر سطوح قاره ها را سنگ های کربناته پوشانیده و ۲۷ درصد جمعیت جهان از منابع آب کارست استفاده می نمایند. در کشور ما، علیرغم وجود توده های کارستی در رشته ارتفاعات زاگرس، البرز، کپه داغ، ایران مرکزی و جزایر خلیج فارس متأسفانه تحقیقات بسیار اندکی در مورد شناسایی ناهمواری های کارستی و مدیریت بهره برداری منابع آب کارست انجام شده است. همچنین فشارهای تکتونیکی حاصل از برخورد دو خشکی ایران مرکزی و عربستان، شکستگی های متعددی را در محدوده مورد مطالعه موجب گردیده است که سیمای ساختمانی فعلی این منطقه از جمله ایجاد چین های متعدد، رورانگی ها، فروافتادگی ها و فرونشست هایی را به وجود آورده اند. با توجه به موقعیت خاص آب و هوایی ایران و کمبود بارش و همچنین توزیع نامناسب مکانی و زمانی آن، منابع آب زیرزمینی از اهمیت خاص برخوردار است. از طرفی به علت محدودیت منابع آب آبرفتی از نظر کیفی و کمی و به علت گسترش وسیع سازندهای کارستی در سطح کشور، مطالعات و تحقیقات منابع آب کارست به منظور بهره برداری از آنها حائز اهمیت ویژه ای است.

بهره برداری از مخازن کارستی با توجه به شرایط زمین شناسی، ژئومرفولوژیکی و اقلیمی حاکم بر منطقه می تواند در احداث پروژه های مختلفی که نیازمند منابع آب هستند، مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، شناسایی روند تکوین و یا تخریب این اشکال می تواند کاهش و یا افزایش پتانسیل آبهای زیرزمینی منطقه را نیز در دراز مدت پیش بینی نماید که این خود اقدامات حفاظتی و یا مدیریتی منابع آب کارستی را می طلبد. این بررسی ها می توانند مناطق دارای پتانسیل منابع آب در این سازندها را تعیین نموده تا کاوش های زیر سطحی در مناطق محدودی مورد توجه قرار گیرند.

۱-۲- اهمیت و ضرورت اجرای تحقیق:

ایران بعد از کشورهای آمریکا، چین و ترکیه، بالاترین درصد کارست را دارد و بیش از ۱۱ درصد سطح کشورمان را سازندهای کارستی می‌پوشاند. چون این منابع اصولاً در ارتفاعات وجود دارند، دسترسی انسان به آنها کمتر است و به همین دلیل تقریباً دور از آلودگی‌های انسانی هستند (افراسیابیان، ۱۳۷۷). همچنین اهمیت دیگر منابع کارست ارزان بودن آب آنهاست چرا که اگر به دقت مطالعه کنیم استفاده از آب کارست ارزان‌تر از احداث سد تمام می‌شود. در حال حاضر نیز بیش از ۸۵ درصد شهرهای جنوبی کشورمان آب خود را از این آهک‌ها دریافت می‌کنند.

کارست تعاریف مختلفی دارد اما عمدتاً به فعل و انفعالاتی می‌گویند که در سنگ‌های آهکی به وجود می‌آید که حاصل پدیده انحلال و یا درز و شکافدار شدن است و باعث می‌شود سنگ بتواند در خودش آب باران را نگاهداشته و در واقع ضریب ذخیره سنگ‌سار هم بالا برود به طوری که در فرصت‌های مناسب بتوانیم از آن آب استفاده کنیم. در واقع در محیط‌های مرطوب، آبهای باران و جاری غنی از CO_2 می‌توانند هوازگی وسیع در سنگ‌های کربناته رخنمون یافته در سطح ایجاد کنند، این پدیده به ویژه در زیر افق‌های خاک شدیدتر است. در طی این فرایند تخلخل ثانویه زیادی در نواحی وسیع ایجاد می‌شود؛ بنابراین میزان تخلخلی که در طی کارستی شدن ایجاد می‌گردد بستگی به حجم آب عبوری، حساسیت سنگ‌ها در برابر انحلال و میزان گسترش سیستم درز و شکستگی‌ها در سنگ دارد. به طور کلی فرایند کارستی شدن مبین دوره‌های افت سطح آب دریا و ایجاد رخنمون تحت الجوی است (رحیم پور بناب، ۱۳۸۴).

در مناطق خشک و کم باران مانند ایران، که منابع سطحی آب شیرین محدود بوده و از طرف دیگر این آبها با خطر آلودگی مواجه هستند، یافتن و نگهداری منابع آب زیرزمینی بهترین راه تأمین نیازهای آبی است.

خوشبختانه در بعضی از مناطق ایران، اقلیم و ساختار تکتونیکی شرایط خوبی را برای تشکیل سفره های کارستی فراهم کرده است. از طرفی فشارهای تکتونیکی نیز باعث ارتفاع گرفتن و شکسته شدن این سازندها و قرارگیری آنها در موقعیتی شده است که حجم بالاتری از بارش ها را دریافت و جذب کرده و کمتر تحت تأثیر آلودگی های رایج باشند (عبادیان، ۱۳۸۱). لذا مطالعه این شکستگی ها جزئی از تحقیقات منابع آبی به خصوص منابع کارستی است. از مهمترین این شکستگی ها خطواره ها می باشند. خطواره های طبیعی، مؤثر در توسعه کارست و متعاقب آن، ذخیره و جریان آب زیرزمینی، گسل ها (زون های گسلی) می باشند. گسل ها و مناطق گسلی به خصوص در سنگ های کربناته که فاقد تخلخل اولیه هستند، باعث ایجاد منطقه ای با نفوذپذیری بالا شده و انحلال بعدی این سنگ ها به موازات این نقاط ضعف باعث بزرگتر شدن مجاری می شود. به همین دلیل یکی از مهمترین روش های مطالعه سازندهای کربناته بررسی عناصر مرتبط با فرایندهای کارستی شدن (پدیده های ساختاری مانند گسل ها، درزه ها، چین خوردگی ها و زون های خرد شده) از طریق مطالعات میدانی، تفسیر عکس های هوایی، پردازش اطلاعات ماهواره ای، بررسی نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی است (Galve et al, 2009). علی رغم بررسی های انجام شده در سطح بین المللی، تحقیقات چندانی در خصوص بررسی پتانسیل منابع آب از طریق تلفیق لایه های اطلاعاتی در ایران صورت نگرفته است. نظر به تنوع و وسعت نهشته های کربناته در ایران و موقعیت خشک و بیابانی آن در جهان توجه خاص به پتانسیل این نهشته ها به منظور اکتشاف منابع آب شرب زیرزمینی و جلوگیری از گسترش بیابان در مناطق کم آب اجتناب ناپذیر است (احمدی، ۱۳۶۷). بنابراین هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین خطواره های مستخرج از تصاویر ماهواره ای، عناصر تکتونیکی، شبکه هیدروگرافی و عوامل توپوگرافی با فراوانی منابع آب کارستیک در منطقه مهارلو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی می باشد.

۱-۳- فرضیه تحقیق:

فرضیه های این تحقیق بدین صورت مطرح شده است:

۱. در ایجاد پدیده های کارستی شدن و تشکیل منابع آب در آن وجود سازندهای کربناته مناسب تر می باشد.
۲. عناصر تکتونیکی نقش بارزتری در بررسی استعداد منابع آب و تغذیه منابع آب زیرزمینی و انتقال آنها در مناطق کارستی دارد.

۱-۴- اهداف تحقیق:

در این تحقیق چندین سؤال مطرح می شود. سؤال های اصلی که در این تحقیق سعی در رسیدن به پاسخ آنها است عبارتند از:

۱. در ایجاد پدیده کارستی شدن و تشکیل منابع آب در آن وجود کدام سازندها مناسب تر می باشد؟
 ۲. کدامیک از عوامل ساختاری (زمین شناسی-ساختمانی) نقش بارزتری در شناسایی منابع آب و انتقال آبهای زیرزمینی در مناطق کارستی دارد؟
- شناسایی اشکال و عوارض کارستی به طور یقین در شناسایی پتانسیل منابع آب زیرزمینی و بیلان آب در منطقه بسیار حائز اهمیت است، به همین دلیل اهداف تحقیق عبارتند از:
۱. دسته بندی کردن مناطق کارستی از نظر فراوانی منابع آب با توجه به عوامل ساختاری
 ۲. شناسایی شدت اثر عوامل ساختاری مناطق کارستی مختلف در فراوانی منابع آب

فصل دوم

مروری بر تحقیقات انجام شده

۲- سابقه تحقیق

مهمترین سوابق پژوهشی و تحقیقاتی صورت گرفته در زمینه نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب کارستی به ترتیب به شرح زیر می باشد:

۲-۱- عوامل ساختاری

در نواحی با تخلخل اولیه کم و سنگ بستر دارای هدایت هیدرولیکی پایین، خواص هیدروژئولوژیکی عموماً توسط فاکتورهای ثانویه ای مثل مناطق شکستگی تعیین می گردد (Gustaffson, 1998). این مناطق به صورت خطواره بر روی تصاویر و عکس ها دیده می شوند. از آنجایی که معمولاً در سنگ های انحلال پذیر با تخلخل اولیه بالا توسعه کارست چندانی دیده نشده، در حالیکه در سنگ های متراکمی مانند آهک که بعد از تشکیل و سخت شدن تحت فرایندهای تکتونیکی قرار گرفته و دارای تخلخل ثانویه می شوند، گسترش وسیع کارست مشاهده می گردد (Ford و Williams, 1989). لذا بررسی عوامل ایجادکننده و کنترل کننده این تخلخل که همان شکستگی ها می باشند حائز اهمیت فراوان بوده و مطالعه آنها جزئی از تحقیقات منابع آبی، به خصوص منابع کارستی است. تعریف پیشنهاد شده از سوی O'leary, Friedman و Pohn در رابطه با خطواره ها در سال ۱۹۷۶ به شرح ذیل می باشد:

واژه خطواره به معنی شبیه به خط و یا وابسته به خط می باشد و عبارتست از یک پدیده خطی مرکب و یا ساده و قابل برداشت از سطح زمین که قسمت های مختلف آن در یک راستای تقریباً خطی و یا با انحنای کم قرار داشته، کاملاً از اشکال پیرامون خود قابل تمایز بوده و احتمالاً منعکس کننده یک پدیده موجود در زیر زمین می باشد.

از نظر Morisau و Hack در سال ۱۹۸۵ مورفوتکتونیک معرف رابطه بین تکتونیک و عوارض سطحی می باشد و داشتن این ارتباط با حوادث تکتونیکی از طریق بررسی اشکال و ناهمواری های سطح زمین تعبیر و تفسیر می گردد.

Vanderbrug در سال ۱۹۷۶ برای استخراج اشکال خطی، از الگوریتم هایی بر روی تصاویر لندست استفاده نمود. هدف او از انجام این کار استخراج اشکال خطی زمین شناسی بود. آنالیز مورفولوژیکی اشکال توپوگرافی به ویژه خطواره ها مدت های طویل در مطالعات ساختاری و تکتونیکی مورد استفاده واقع شده است (Frisch, 1997). اینگونه مطالعات به صورت پایه و اساس آنالیزهای تکتونیکی با استفاده از عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای در آمده است. خطواره ها اشکالی سطحی بوده و احتمالاً پدیده های زیر سطحی را مشخص می نمایند (O,leary et all, 1976). در واقع یکی از پدیده های زمین شناختی در حرکت و تخلیه آب زیرزمینی خطواره ها (گسل ها و درزه ها) می باشند. این پدیده به خصوص در نواحی کارستی که غنی از آب زیرزمینی هستند، بسیار حائز اهمیت بوده و گاهی بررسی آن محقق را در تشخیص نحوه تشکیل کارست، چگونگی تغذیه و تخلیه آن و یا مناطق مستعد نفوذ آب یاری می کند.

مطالعه دیگری نیز بر روی پدیده های کارستی با استفاده از داده های لندست TM در یونان صورت گرفته است. هدف از این تحقیق ارائه روشی برای بررسی راههای تشخیص پدیده کارست در داده های لندست بود. طی این مطالعه مورفولوژی، شبکه آبراهه ها، پوشش گیاهی، پوشش خاک و نشت آب از سطح آب زیرزمینی سواحل کارستی به طرف دریا مورد توجه قرار گرفت (Parcharidis et all, 1998). استخراج خطواره ها، در زمینه های مختلف سودمند است، برای مثال در انتخاب مکان مناسب جهت سد سازی، پل سازی، جاده سازی، ارزیابی خطرات لرزشی و لغزشی (Stefouli et all, 1996)، اکتشاف کانی ها (Lathram and Rowan, 1980)، پیدا کردن چشمه های آب گرم، تحقیقات هیدرولوژیکی (Sabins, 1996) و همچنین جهت

اکتشافات نفتی حتماً باید الگوی خطواره های منطقه مشخص گردد. همچنین یکی از فرض هایی که در گذشته درباره سرزمین های کارستی پیشنهاد شد، این است که بیشترین مقدار آب در جایی پیدا می شود که بیشترین تراکم طول شکستگی (جمع کل طول شکستگی های خطی بر حسب مایل در مایل مربع) وجود داشته باشد (Vincent et all, 1978). بنابراین نقشه برداری شکستگی ها با استفاده از داده های دور سنجی، برای اکتشاف آب زیرزمینی در سرزمین های کارستی که اساساً در ارتباط با سنگ های رسوبی کربناته (سنگ آهک ها و دولومیتها) هستند نیز حائز اهمیت است (هاشمی تنگستانی، ۱۳۸۸).

۲-۲- سنجش از دور و GIS

سنجش از دور به اندازه گیری خواص مواد بر روی سطح زمین با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده توسط ماهواره ها و هواپیماها گفته می شود. در واقع سنجش از دور علم و هنر کسب اطلاعات در مورد اجسام، اراضی یا پدیده های مختلف بدون تماس با آنها است (نجفی دیسفانی، ۱۳۷۷). امروزه علم سنجش از دور این قابلیت را برای ما بوجود آورده که می توانیم با بکارگیری طول موج های بزرگتر از امواج مرئی جهان هستی را مشاهده و تصاویر گرفته شده توسط ماهواره ها و هواپیماها را بوسیله کامپیوترهای شخصی بصورت دیجیتالی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم و اطلاعات گوناگونی از آنها استخراج نماییم.

سنجش از دور در واقع علم جمع آوری، پردازش و تفسیر است. در مرحله اول با استفاده از تکنولوژی های متفاوت (مانند سیستم های اسکن) اطلاعات جمع آوری می گردد و بعد از آن در مرحله پردازش، داده های خام اولیه به تصویر تبدیل می شوند و در آخرین مرحله یعنی تفسیر، که مهمترین قسمت سنجش از دور به شمار می رود، تصویر به اطلاعات با ارزش و معنی دار تبدیل می گردد (Sabins, 1996). روش های جدید و مدرن سنجش از دور از دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ با