



دانشگاه تبریز

دانشگاه تبریز

دانشکده علوم انسانی و اجتماعی

گروه جغرافیای طبیعی

پایان نامه:

برای دریافت درجه دکتری تخصصی در رشته جغرافیای طبیعی
با گرایش ژئومورفولوژی

عنوان:

نقش مورفوتراویتونیک در پیدایش و توسعه پدیده های کارستی

« مطالعه موردی: منطقه تخت سلیمان »

استاد راهنما:

دکتر محمد حسین رضایی مقدم

استاد مشاور:

دکتر محسن مؤید

پژوهشگر:

محمد رضا قدری

ماه و سال:

اردیبهشت ۱۳۸۹

۱۳۸۹ / ۳ / ۲۴

اطلاعات درج شده در این سند
تایید شده است

۱۳۸۱۸۴

۲۰۱۶۶۵۱

سپاسگزاری

این پژوهش حاصل راهنمایی، کمک و دلگرمی عزیزانی است که در اینجا لازم می دانم به این تلاش ها ارج نهاده و صمیمانه از آنها سپاسگزاری کنم.

از جناب آقای دکتر محمد حسین رضایی مقدم که با بردباری و صمیمیت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. کمک و راهنمایی ایشان نارسایی ها و کمبودهای مسیر پژوهش را برطرف نمودند. از جناب آقای دکتر محسن مؤید استاد مشاور این پایان نامه که با بزرگواری و ریز بینی ایراد های علمی پژوهش را برطرف نمودند، تشکر می کنم. از جناب آقایان دکتر محمد رضا ثروتی، دکتر محمد حسین رامشت و خانم دکتر معصومه رجبی که داوری این پایان نامه را پذیرا شدند، سپاسگزاری می کنم.

از جناب آقای دکتر امجد ملکی که پایان نامه دوره دکترایشان را در اختیار من قرار داده و همچنین از راهنمایی های ارزنده ایشان در آغاز پژوهش تشکر می کنم.

از مدیر محترم پایگاه میراث فرهنگی تخت سلیمان جناب آقای مهندس ابراهیم حیدری، مدیریت داخلی و دوست عزیزم جناب آقای مهندس داود فرازی که زحمات زیادی را پذیرا شدند. تشکر می کنم. از دوستان و همکاران عزیزم در پایگاه میراث فرهنگی تخت سلیمان آقایان شیرکو عبداللهی، ساسان صفی، سامان صفی، احسان عسکری، حمید امان اللهی، سلیمان اشرافی، قدرت علی نیا، داود نوروزی، سمیه قره خانی و دیگر همکاران خانم جعفری و آقایان تقوی و اسماعیلی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان عزیزم آقایان سلام ادهمی، خالد بابایی، دکتر محمدرضا کرمی، منصور کاظمی، رضا قدری، مجتبی قدری، خانم سمیه کریمی و خانم هانا قادری زاده که در گردآوری داده ها، تهیه نقشه و کارهای میدانی این پژوهش من را یاری نمودند، سپاس گزارم.

سپاس ویژه خود را تقدیم خانواده عزیزم می کنم که در این مدت پشتوانه و مشوق من در مسیر تحصیل بودند.

محمدرضا قدری

اردیبهشت ۱۳۸۹

نام خانوادگی: قدری

نام: محمدرضا

عنوان پایان‌نامه: نقش مورفوتراویتونیک در پیدایش و توسعه پدیده های کارستی « مطالعه موردی: منطقه تخت سلیمان »

استاد راهنما: دکتر محمدحسین رضائی مقدم

استاد مشاور: دکتر محسن مؤید

مقطع تحصیلی: دکتری رشته: جغرافیای طبیعی گرایش: ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز
دانشکده علوم انسانی و اجتماعی تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۲/۱ تعداد صفحات: ۲۰۷

کلید واژه‌ها: تراویتونیک، کارست، عوامل زمین ساخت، سنگ های آهکی، چشمه های آهک ساز، کانال خود ساخته آهکی، دولین، مورفومتري. تحلیل خوشه ای.

چکیده:

منطقه تخت سلیمان در شمال غرب کشور ایران و در بخش شمال شرقی شهرستان تکاب واقع شده است. فعالیت های زمین ساختی در دوره های زمین شناسی گذشته، شکستگی ها و گسل های زیادی را ایجاد نموده اند که در مسیر این گسل ها، چشمه های آهک ساز فراوانی به وجود آمده اند. نهشته های حاصل از این چشمه ها، پدیده های آهکی ویژه ای را به وجود آورده اند که تحت عنوان مورفوتراویتونیک مورد بررسی قرار می گیرند. فرایند تشکیل نهشته های کربناته در حال حاضر نیز به صورت فعال ادامه دارد. بر اساس اندازه گیری های انجام گرفته، (بدون در نظر گرفتن عوامل فرسایش) به طور متوسط هر سال، ۱۲ میلی متر به نهشته های توفایی و تراورتنی این محدوده افزوده می شود. در این پژوهش سعی بر این است تا در کنار بررسی پدیده های مهم تراویتونیک منطقه، نقش این پدیده ها در پیدایش و تحول پدیده های کارستی مانند دولین ها، مورد توجه قرار گیرد. بررسی رابطه دولین ها و گسل ها و همچنین رابطه تراویتونیک و منابع آبی منطقه از اهداف دیگر این پژوهش است. مواد و روش های مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از: نقشه برداری پدیده های مورد مطالعه، اندازه گیری میزان نهشه گذاری آبهای جاری، حفر ترانشه، آنالیز شیمیایی آب چشمه های منطقه، استفاده از روش های آماری و مدل های هیدروشیمیایی.

ناهمواری های کنونی در منطقه، حاصل رقابت دو فرایند فعال تراویتونیک و کارستی می باشد. به طوری که عامل تراویتونیک موجب تشکیل نهشته های کربناته و عامل کارستی موجب انحلال و فرسایش این پهنه آهکی می شود. عوامل زمین ساخت در منطقه، به صورت دو جانبه عمل می کنند. از یک طرف با ایجاد چشمه های آهک ساز و تشکیل نهشته های کربناته به پیدایش پدیده های تراویتونیک کمک می کنند، و از طرفی دیگر با ایجاد درزه ها، شکستگی ها و گسل ها، فرایند انحلال و کارست سازی را سرعت می بخشند. زمین لرزه از عوامل مهم زمین ساختی است که در فعال سازی دوباره گسل ها، تشدید فعالیت های تراویتونیک و پدیده های کارستی به ویژه دولین های

منطقه موثر می باشد. همه پدیده های تراوتونیک و بیشتر اشکال کارستی منطقه به صورت خطی در مسیر گسل ها تشکیل شده اند.

کانال های خود ساخته آهکی، توده های دیواری شکلی هستند که به صورت خطی در مسیر آبهای جاری غنی از کربنات به وجود می آیند. پیدایش این کانال ها به عواملی مانند سرعت آب، افزایش دما، فتوسنتز گیاهی و کاهش فشار جزیبی CO_2 وابسته می باشد. این کانال ها در روند شکل گیری، سه مرحله کودکی، بلوغ و پیری را سپری کرده اند. کانال های خود ساخته آهکی، نشان دهنده فعالیت های نو زمین ساختی در منطقه می باشند. همچنین این کانال ها قابل سن گذاری بوده و از روی آنها می توان عمر بناهای باستانی منطقه را مشخص نمود.

انحلال سنگ های آهکی در منطقه تخت سلیمان دولین های متعددی را با اندازه های مختلف به وجود آورده است. اندازه گیری متغیرهایی مانند مساحت، پیرامون، عمق، قطر بزرگ، قطر کوچک، شاخص دایره واری، نسبت کشیدگی و ارتفاع از سطح دریا برای ۳۶ دولین مورد بررسی، این امکان را فراهم ساخته تا این دولین ها با استفاده از روش های کمی مورد بررسی قرار گیرند.

از لحاظ ویژگی های مورفومتری، بیشترین ضریب همبستگی در بین متغیرهای ذکر شده مربوط به پیرامون و قطر بزرگ دولین ها بوده که ۱۹۸۹/ می باشد. بیشترین ضریب همبستگی معکوس بین شاخص دایره واری و نسبت کشیدگی دولین ها می باشد. در تحلیل خوشه ای دولین ها، مشخص می شود که تفاوت در ویژگی های مورفومتری، موجب پیدایش ۵ گروه اصلی از دولین ها شده است. تقسیم بندی دولین ها بین این ۵ گروه از لحاظ ریاضی به صورت ناهمگون صورت گرفته است. به طوری که گروه اول ۳۲ دولین را در بر گرفته و هر کدام از گروه های چهارگانه دیگر به تنهایی یک گروه را شامل می شوند. ناهمگونی اعضای این گروهها با عوامل زمین ساختی و فرسایشی که در پیدایش و تحول دولین ها مؤثر بوده اند، در ارتباط می باشد.

پدیده های تراوتونیک موجب افزایش جریان های سطحی و بر عکس، دولین ها موجب کاهش جریان های سطحی در محدوده مورد مطالعه شده اند. با آنالیز شیمیایی آب چشمه های انتخابی منطقه و با استفاده از دیاگرام پایپر مشخص شد که ترکیب شیمیایی آب چشمه ها از نوع کربناته می باشند. همچنین نتایج حاصل از نمودار استیف مشخص نمود که آب چشمه های آزمایش شده ممکن است از سازندهای آهکی زیرین عبور کرده باشند.

تقدیم بہ مادر م

بہ پاس

روح بزرگش

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول : کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- بیان مساله و اهمیت آن
۵	۱-۳- فرضیات
۵	۱-۴- هدف های تحقیق
۶	۱-۵- تعریف مفاهیم و تحدید موضوع
۱۱	فصل دوم : پیشینه تحقیق و پایه های نظری
۳۱	فصل سوم : مواد و روشها
۳۱	۳-۱- مقدمه
۳۲	۳-۲- روش های به کار رفته در این پژوهش
۳۲	۳-۲-۱- مطالعات اسنادی
۳۲	۳-۲-۲- بررسی های میدانی
۳۶	۳-۲-۳- آنالیز آب چشمه ها
۳۶	۳-۲-۴- تهیه و ترسیم نقشه های موضوعی
۳۶	۳-۲-۵- پردازش و تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده

۳۷	۳-۲-۶- استفاده از تکنیک های تخصصی و مدل های آماری
۴۰	فصل چهارم : ویژگی های عمومی منطقه
۴۰	۴-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه
۴۲	۴-۲- ویژگی های زمین شناسی منطقه تخت سلیمان
۴۳	۴-۲-۱- بررسی واحدهای سنگی منطقه
۴۸	۴-۲-۲- سنگ شناسی محدوده مورد مطالعه
۵۰	۴-۲-۳- بررسی ویژگی های ساختمانی منطقه تخت سلیمان
۵۱	۴-۲-۳-۱- ویژگی های عمومی زون ایران مرکزی
۵۳	۴-۲-۳-۲- ویژگی های ساختمانی و تکنونیکي محدوده مورد مطالعه
	فصل پنجم : یافته های تحقیق
۵۶	بخش اول
۵۶	۵-۱- پراکندگی نهشته های کربناته تراورتن و تופا در منطقه تخت سلیمان
۵۶	۵-۱-۱- سنگ های کربناته
۵۸	۵-۱-۲- نهشته های کربناته تراورتن
۶۰	۵-۱-۳- نهشته های کربناته تופا
	۵-۱-۴- نتایج
۶۲	بخش دوم
۶۴	۵-۲- رابطه تراویتونیک و پدیده های کارستی
۶۴	۵-۲-۱- مقدمه

- ۶۵ ۵-۲-۲- نقش تراویتونیک در پیدایش نهشته های کربناته
- ۶۷ ۵-۲-۳- عوامل موثر در تشکیل نهشته های کربناته تراورتن و توفان
- ۶۷ ۵-۲-۳-۱- افزایش دمای آب
- ۶۸ ۵-۲-۳-۲- کاهش فشار CO_2
- ۶۹ ۵-۲-۳-۳- جریان و آشفتگی آب
- ۶۹ ۵-۲-۳-۴- فتوسنتز
- ۷۰ ۵-۲-۴- اندازه گیری میزان نهشته گذاری لایه های کربناته در محدوده مورد مطالعه
- ۷۱ ۵-۲-۴-۱- محل اندازه گیری اول
- ۷۴ ۵-۲-۴-۲- محل اندازه گیری دوم
- ۷۶ ۵-۲-۴-۳- محل اندازه گیری سوم
- ۷۷ ۵-۲-۵- فرایند انحلال سنگ های آهکی
- ۷۹ ۵-۲-۶- نتایج
بخش سوم
- ۸۱ ۵-۳-۳- رابطه فعالیت های زمین ساخت و فرایند های تراویتونیک
- ۸۱ ۵-۳-۱- مقدمه
- ۸۲ ۵-۳-۲- زمین لرزه
- ۸۲ ۵-۳-۲-۱- بررسی تاریخی زمین لرزه ها
- ۸۵ ۵-۳-۲-۲- بررسی بزرگی زمین لرزه ها
- ۸۸ ۵-۳-۲-۳- بررسی عمق کانونی زمین لرزه ها

- ۱۸۹ ۵-۳-۲-۴- پهنه بندی خطر زمین لرزه ها در منطقه تخت سلیمان
- ۹۳ ۵-۳-۳- گسل ها
- ۹۵ ۵-۳-۳-۱- دسته بندی گسل های تاثیر گذار بر محدوده مورد مطالعه
- ۹۵ ۵-۳-۳-۲- گسل های مهم منطقه تخت سلیمان
- ۹۸ ۵-۳-۳-۳- گسل های مناطق اطراف تخت سلیمان
- ۱۰۱ ۵-۳-۳-۴- گسل ها به عنوان چشمه های لرزه زا
- ۱۰۲ ۵-۳-۳-۴- برآورد توان لرزه زائی گسل های عمده ی منطقه
- ۱۰۶ ۵-۳-۳-۵- نقش گسل ها در پیدایش پدیده های تراویتونیک و کارستی

بخش چهارم

- ۱۰۹ ۵-۴- کانال های خود ساخته آهکی
- ۱۰۹ ۵-۴-۱- مقدمه
- ۱۱۱ ۵-۴-۲- فرایند تشکیل کانال های خود ساخته آهکی
- ۱۱۱ ۵-۴-۳- روند رشد و تحول کانال های خود ساخته آهکی
- ۱۱۲ ۵-۴-۳-۱- مرحله کودکی کانال های خود ساخته
- ۱۱۵ ۵-۴-۳-۲- مرحله بلوغ کانال های خود ساخته
- ۱۱۵ ۵-۴-۳-۳- مرحله پیری کانال های خود ساخته
- ۱۱۶ ۵-۴-۴- نقش کانال های خود ساخته آهکی در مورفولوژی سکو و زمین های اطراف

آن

- ۱۱۸ ۵-۴-۴-۱- نهشته های دیواری شکل سنگ اژدها

- ۱۲۰ -۵ -۴ -۲ - کانال سنگ شده فروریخته
- ۱۲۲ -۵ -۴ -۲ -۱ - شکستگی و فروریزی کانال سنگی
- ۱۲۴ -۵ -۴ -۲ -۲ - تغییر مسیر آب کانال کمانی شکل
- ۱۲۵ -۵ -۴ -۳ - کانال های خود ساخته روی سکو و بین بناها
- ۱۲۵ -۵ -۴ -۴ - کانال های خود ساخته بیرون از سکو
- ۱۲۶ -۵ -۴ -۵ - اهمیت بررسی کانال های خود ساخته
- ۱۲۷ -۵ -۴ -۶ - نتیجه
- بخش پنجم**
- ۱۳۰ -۵ -۵ - تحلیل های کمی دولین ها در زمین های کارستی
- ۱۳۰ -۵ -۱ - مقدمه
- ۱۳۲ -۵ -۲ - پراکندگی مکانی دولین ها
- ۱۳۳ -۵ -۳ - مورفومتری دولین ها
- ۱۳۴ -۵ -۳ -۱ - مساحت دولین ها
- ۱۳۸ -۵ -۳ -۲ - پیرامون یا محیط دولین ها
- ۱۴۲ -۵ -۳ -۳ - عمق دولین ها
- ۱۴۵ -۵ -۳ -۴ - ارتفاع از سطح دریا
- ۱۴۸ -۵ -۳ -۵ - شاخص دایره واری
- ۱۵۱ -۵ -۳ -۶ - نسبت کشیدگی
- ۱۵۳ -۵ -۳ -۷ - نتیجه گیری مورفومتری دولین ها

- ۱۵۵ -۵ -۴ - بررسی دولین ها به روش تحلیل خوشه ای
- ۱۵۵ -۵ -۴ -۱ - مقدمه
- ۱۵۶ -۵ -۴ -۲ - خوشه بندی دولین ها به روش پیوند تکی
- ۱۵۸ -۵ -۴ -۲ -۱ - دولین های گروه اول
- ۱۶۱ -۵ -۴ -۲ -۲ - دولین های گروه دوم
- ۱۶۱ -۵ -۴ -۲ -۳ - دولین های گروه سوم
- ۱۶۱ -۵ -۴ -۲ -۴ - دولین های گروه چهارم
- ۱۶۳ -۵ -۴ -۲ -۵ - دولین های گروه پنجم
- ۱۶۴ -۵ -۴ -۳ - تحلیل نمودار شاخه درختی و نقشه خوشه بندی دولین ها
- ۱۶۸ -۵ -۴ -۴ - نقش عوامل زمین ساختی - فرسایشی درخوشه بندی دولین ها
- ۱۷۴ -۵ -۴ -۵ - نتیجه گیری تحلیل خوشه ای دولین ها
- بخش ششم
- ۱۷۷ -۵ -۶ - رابطه تراویتونیک و منابع آبی منطقه تخت سلیمان
- ۱۷۷ -۵ -۶ -۱ - مقدمه
- ۱۷۸ -۵ -۶ -۲ - آبهای جاری منطقه
- ۱۸۱ -۵ -۶ -۳ - چشمه ها
- ۱۸۲ -۵ -۶ -۳ -۱ - ویژگی های هیدروشیمیایی آب چشمه های منطقه
- ۱۸۴ -۵ -۶ -۳ -۱ -۱ - نمودار پایپر
- ۱۸۸ -۵ -۶ -۳ -۱ -۲ - نمودار استیف

فهرست شکل ها و نمودارها

صفحه	عنوان
۴۱	شکل ۴-۱ : نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه
۴۶	شکل ۴-۲ : نقشه زمین شناسی منطقه تخت سلیمان.
۴۹	شکل ۴-۳ : نقشه سنگ شناسی محدوده مورد مطالعه
۵۴	شکل ۴-۴ : نقشه ساختمانی منطقه تخت سلیمان
۶۱	شکل ۵-۱ : نقشه پراکندگی سنگ های کربناته تراورتن و تופا در منطقه تخت سلیمان
۶۳	شکل ۵-۲ : نقشه نهشته های توفایی محدوده مورد مطالعه
۶۷	شکل ۵-۳ : تصویر رشد بلورهای کلسیتی به صورت اسکالنوهدرال
۷۳	شکل ۵-۴ : تصویر ته نشست کربنات کلسیم به دور ساقه یک بوته
۷۳	شکل ۵-۵ : تصویر لایه های نهشته گذاری شده در بستر جوی پر شیب اصلی
۷۵	شکل ۵-۶ : تصویر لایه های نهشته گذاری شده کربناته در محل اندازه گیری دوم
۷۵	شکل ۵-۷ : تصویر لایه های نهشته گذاری شده در مدت چهار سال
۹۱	شکل ۵-۸ : نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه در استان آذربایجان غربی

- شکل ۵-۹ : نقشه موقعیت کانون های زمین لرزه در منطقه تخت سلیمان و اطراف آن ۹۴
- شکل ۵-۱۰ : نقشه دسته بندی گسل های منطقه تخت سلیمان ۹۴
- شکل ۵-۱۱ : نقشه موقعیت گسل قینرجه - چهار طاق نسبت به سن سازندهای زمین شناسی در اطراف آن ۹۷
- شکل ۵-۱۲ : نقشه موقعیت گسل ها، پدید های تراویتونیک و اشکال کارستی در محدوده مورد مطالعه ۹۷
- شکل ۵-۱۳ : تصویر نمونه کوچک و بسیار ظریفی از یک کانال خود ساخته آهکی که در مرحله کودکی قرار دارد ۱۱۴
- شکل ۵-۱۴ : تصویر یک کانال خود ساخته جوان ناشی از تغییر مسیر جریان آب ۱۱۴
- شکل ۵-۱۵ : تصویری از کانال خودساخته بالغ و تکامل یافته سنگ ازدها ۱۱۷
- شکل ۵-۱۶ : تصویر دو نمونه از کانال های خودساخته آهکی که دچار شکستگی و فروریزی شده اند ۱۱۷
- شکل ۵-۱۷ : نقشه کانال های خود ساخته آهکی در سطح و پیرامون سکوی آهکی تخت سلیمان ۱۲۱
- شکل ۵-۱۸ : نقشه سه بعدی دیوار توفایی سنگ ازدها ۱۲۳
- شکل ۵-۱۹ : تصاویری از نما و شیار رویی کانال خود ساخته کمانی شکل ۱۲۳
- شکل ۵-۲۰ : نقشه موقعیت و پراکندگی دولین ها در محدوده مورد مطالعه تخت سلیمان ۱۳۳
- شکل ۵-۲۱ : نمودار های مربوط به مساحت دولین ها ۱۳۷
- شکل ۵-۲۲ : نقشه مساحت دولین های منطقه تخت سلیمان ۱۳۹

- شکل ۵-۲۳: نقشه پیرامون دولین های منطقه تخت سلیمان ۱۳۹
- شکل ۵-۲۴: نمودارهای مربوط به پیرامون دولین ها ۱۴۱
- شکل ۵-۲۵: نقشه عمق دولین های منطقه تخت سلیمان ۱۴۴
- شکل ۵-۲۶: نقشه دولین های منطقه تخت سلیمان بر اساس ارتفاع آنها از سطح دریا ۱۴۴
- شکل ۵-۲۷: نمودار عمق دولین ها نسبت به ارتفاع آنها از سطح دریا ۱۴۵
- شکل ۵-۲۸: نقشه شباخص دایره واری دولین ها در محدوده مطالعاتی تخت سلیمان ۱۵۰
- شکل ۵-۲۹: نقشه نسبت کشیدگی دولین ها در محدوده مطالعاتی تخت سلیمان ۱۵۰
- شکل ۵-۳۰: نمودار شاخه درختی دولین های محدوده مورد مطالعه ۱۶۵
- شکل ۵-۳۱: نقشه دسته بندی دولین های منطقه تخت سلیمان بر اساس داده های حاصل ۱۶۷
- از تحلیل خوشه ای
- شکل ۵-۳۲: تصویر دولین گسلی که در گروه سوم دسته بندی خوشه ای قرار دارد ۱۷۳
- شکل ۵-۳۳: تصویر دولین دریژچال و فروچاله های کف آن ۱۷۳
- شکل ۵-۳۴: نقشه شبکه آبی محدوده مورد مطالعه در منطقه تخت سلیمان ۱۸۱
- شکل ۵-۳۵: اجزاء و ویژگی های هیدروشیمیایی هر کدام از نمودار های سه گانه پایپر ۱۸۵
- شکل ۵-۳۶: تقسیمات میدان لوزی شکل در نمودار پایپر ۱۸۵
- شکل ۵-۳۷: نتایج نمودار پایپر برای ۶ نمونه از آب چشمه های انتخابی در محدوده ۱۸۷
- مورد مطالعه تخت سلیمان
- شکل ۵-۳۸: شکل های الگو برای سازندهای زیرین در نمودار استیف ۱۸۹
- شکل ۵-۳۹: نمودار استیف برای ۶ نمونه از آب چشمه های محدوده مورد مطالعه ۱۹۰

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۸۶	جدول ۵-۱: رابطه بین بزرگی و فراوانی زمین لرزه های روی داده در شعاع ۲۰۰ کیلومتری محدوده مورد مطالعه
۸۹	جدول ۵-۲: فراوانی تجمعی بر حسب عمق کانونی زمین لرزه ها در شعاع ۲۰۰ کیلومتری محدوده مورد مطالعه
۹۲	جدول ۵-۳: داده های مربوط به بزرگی و عمق کانونی زمین لرزه های منطقه تخت سلیمان و مناطق اطراف آن
۹۹	جدول ۵-۴: مشخصات گسل های مهم منطقه تخت سلیمان
۱۰۵	جدول ۵-۵: توان لرزه زائی گسل های مهم محدوده مورد مطالعه و مناطق اطراف آن
۱۳۶	جدول ۵-۶: داده های به دست آمده از اندازه گیری ویژگی های کمی دولین ها در منطقه تخت سلیمان
۱۴۷	جدول ۵-۷: داده های مربوط به ضریب همبستگی و معناداری برای پارامترهای اندازه گیری شده دولین ها
۱۶۲	جدول ۵-۸: ترکیب تراکمی و مراحل خوشه بندی دولین در منطقه تخت سلیمان
۱۸۳	جدول ۵-۹: نتایج آنالیز شیمیایی چشمه های انتخابی منطقه تخت سلیمان

فصل اول

کلیات

۱-۱ - مقدمه :

منطقه تخت سلیمان در شمال غرب کشور ایران و در بخش شمال شرقی شهرستان تکاب قرار گرفته است. قسمت وسیعی از این منطقه توسط سنگ های آهکی پوشیده شده است. شدت فعالیت های زمین ساختی موجب پیدایش شکستگی ها و گسل های فراوانی گردیده که در مسیر این گسل ها چشمه های زیادی تشکیل شده اند. این چشمه ها به علت املاح زیادی که با خود به سطح زمین می آورند، پهنه های آهکی خاصی را ایجاد کرده اند. سنگهای آهکی ایجاد شده توسط این چشمه ها که از آنها به عنوان تراورتن و توفانام برده می شود، اشکال ویژه ای را در سطح زمین به وجود آورده اند که تحت عنوان تراویتونیک مورد بررسی قرار می گیرند. عوامل آب و هوایی با فرسایش سنگ های آهکی و انحلال آنها، توپوگرافی انحلالی زیبایی را به وجود آورده اند که به آن کارست گفته می شود. اشکال کارست منطقه هم متعلق به آهک زایی چشمه های قدیمی و جدید هستند و هم مربوط به عوامل فرسایشی و اقلیمی می باشند که سنگ های آهکی قدیمی تر را تحت تأثیر قرار

داده اند. به هر صورت نقش عوامل زمین ساخت در پیدایش پدیده های تراویتونیک و اشکال کارست در مرحله نخست می باشد.

پدیده های تراویتونیک و کارستی نقش مهمی در چشم انداز طبیعی منطقه دارند. کانال های خود ساخته آهکی از مهمترین پدیده های تراویتونیک و دولین ها از مهمترین اشکال کارستی در سطح منطقه می باشند که در پژوهش حاضر بررسی می شوند. این پدیده ها از طرفی دیگر با ایجاد زمین های کشاورزی و تشکیل معادن تراورتن به عنوان سنگ تزئینی در وضعیت اقتصادی منطقه تأثیر گذار بوده اند.

مهمترین نقش فرایندهای تراویتونیک تأثیر روی منابع آبی منطقه می باشد. ترکیب شیمیایی آب چشمه های حاصل از تراویتونیک، نوع سازندهای زیرینی که آب چشمه ها از آنها سرچشمه گرفته اند و همچنین ویژگی آب های جاری از این چشمه ها، از مسایلی هستند که در بررسی پدیده های تراویتونیک منطقه مورد توجه قرار گرفته اند.

چشمه های زیبای منطقه از گذشته های دور مورد توجه اندیشمندان و سیاستگذاران کشور بوده اند، مجتمع باستانی تخت سلیمان که گنجینه های ارزشمندی از تمدنهای قدیمی را در خود جای داده است، در روی یک سکوی کارستی و در کنار یک چشمه آهک ساز حاصل از تراویتونیک، بنا شده است. این منطقه کارستی در گذشته و حال دستخوش تغییر و تحولاتی بوده است، به صورتی که عوامل نهشته گذاری در کنار عوامل فرسایشی چهره خاصی به منطقه داده اند. در پژوهش حاضر سعی بر این است که در کنار شناسایی پدیده های تراویتونیک در محدوده مورد مطالعه، نقش آنها در شکل گیری اشکال کارستی مورد بررسی قرار گیرد.

مورفوتراویتونیک^۱ عبارت است از اشکال و پدیده های تراورتنی^۲ که در اثر فعالیت های زمین ساخت و در روی نهشته های آهکی، به ویژه نهشته های جدید کواترن^۳ به وجود می آیند. این اشکال که عمدتاً از نهشته های تراورتنی حاصل از چشمه های آهک ساز تشکیل شده اند، به نوعی به فعالیتهای زمین ساخت و تاریخ زمین شناسی منطقه مربوط می شوند (هانکوک^۴ و همکاران ۱۹۹۹). تراویتونیک یا زمین ساخت - تراورتن، مفاهیم گسترده ای را در بر می گیرد. این مفاهیم عبارتند از عوامل و فرایندهای زمین ساختی که موجب پیدایش لایه های آهکی در سطح زمین می شوند. بر خلاف پدیده های کارستی که فرایند انحلالی و کاوشی را به همراه دارند، تراویتونیک یک فرایند انباشتی می باشد که موجب افزایش ارتفاع ناهمواری های گذشته و پیدایش پدیده های آهکی جدید در سطح زمین می شود.

پدید های زمین ساخت به دو صورت در فرایندهای تراویتونیک و کارستی منطقه موثر هستند. از یک طرف با به وجود آوردن چشمه های آهک ساز موجب تشکیل لایه های آهکی در سطح منطقه می شوند که پدیده های کارستی محدوده مورد مطالعه نیز بر سطح همین لایه های آهکی به وجود آمده اند. از طرفی دیگر فعالیت های زمین ساخت که نهشته های لازم را برای تشکیل سنگ های آهکی به وجود آورده است، موجب تشدید انحلال و پیدایش پدید های جدید کارستی می شود.

نهشته های کربناته حاصل از تراویتونیک در منطقه تخت سلیمان، پدیده های ژئومورفولوژیکی مهمی را تشکیل داده اند که اشکال نمونه کارستی از مهمترین این پدیده ها می باشند. پس از تشکیل لایه های آهکی بر سطح زمین های منطقه، عامل فرسایش موجب تخریب و کنده کاری این لایه های

1 - Morphotravitonic

2 - Travertine

3 - Quaternary

4 - Hancok

آهکی شده و پدیده های انحلالی را در سطح منطقه به وجود آورده است. پدیده های کارستی که در روی نهشته های آهکی به وجود آمده اند، علاوه بر اینکه در پیدایش پدیده های ژئومورفولوژی نقش داشته اند، بلکه روی وضعیت هیدرولوژیکی آبهای جاری و زیر زمینی نیز تاثیر گذاشته و همچنین شرایط و رویدادهای تاریخی و انسانی منطقه را هم تحت تاثیر قرار داده اند. در حال حاضر وضعیت برنامه ریزی برای منطقه نیز به نحوی به این ویژگی های کارستی مربوط می شود.

وضعیت اقلیمی و شرایط هیدرولوژیکی منطقه از عوامل مهمی هستند که در پیدایش اشکال کارستی و تحول نهشته های آهکی ناشی از تکتونیک موثر می باشند. بر خلاف فرایند های تراوتونیک که موجب نهشته گذاری و افزایش ارتفاع ناهمواری های منطقه شده اند، عوامل اقلیمی در دراز مدت موجب برهنه سازی یا ساییدگی سطوح آهکی شده و ارتفاع ناهمواری های آهکی را کاهش می دهند. در این رابطه لازم است که موضوعات زیر مورد بررسی قرار گیرند:

- پراکندگی سنگ های آهکی تراورتن و تופا در منطقه به چه صورتی است؟
- چه رابطه ای بین تراوتونیک و پیدایش و تحول اشکال کارست در منطقه تخت سلیمان وجود دارد؟
- کانال های خود ساخته آهکی چگونه به وجود آمده اند، تحول و توسعه این کانال ها تابع چه شرایطی است؟
- چه رابطه ای بین متغیرهای مورفومتریکی دولین ها، مانند مساحت، پیرامون، عمق، قطر بزرگ، قطر کوچک، ارتفاع از سطح دریا، نسبت کشیدگی و ضریب دایره واری وجود دارد. گسل ها چه نقشی در پراکنش مکانی دولین ها و متغیر های مورفومتریکی آنها دارند؟
- وضعیت آبهای جاری و ارتباط آن با تراوتونیک در منطقه چگونه می باشد؟

۱-۳- فرضیات :

- سنگهای آهکی تراورتن و تופا از لحاظ ویژگی های مورفولوژی با همدیگر متفاوت می باشند. در سطح منطقه هرکدام از سنگ ها محدوده جغرافیایی و چشم انداز ژئومورفولوژیکی ویژه ای را دارا می باشند.
- تراویتونیک نقش مهمی در پیدایش و تحول پدیده های کارستی در منطقه تخت سلیمان دارد.
- کانال های خود ساخته آهکی در اثر نهشته گذاری چشمه های آهک ساز و در مسیر گسل های فعال منطقه به وجود آمده اند.
- متغیرهای مورفومتریکی دولین ها، مانند مساحت، پیرامون، عمق، قطربزرگ، قطر کوچک، ارتفاع از سطح دریا، نسبت کشیدگی و ضریب دایره واری با همدیگر دارای رابطه و همبستگی می باشند. پراکنش مکانی دولین ها و ویژگی های مورفومتریکی آنها در اکثر موارد از وضعیت گسل های منطقه و مسیر گسترش آنها پیروی می کند.
- آب های منطقه تخت سلیمان تحت تاثیر عوامل تراویتونیک و پدیده های کارستی قرار دارند.

۱-۴- هدف های تحقیق :

- هدفهای تحقیق را می توان به صورت زیر مورد توجه قرار داد :
- بررسی نقش تراویتونیک در پیدایش و تحول پدیده های کارستی در منطقه تخت سلیمان.
 - بررسی نقش عوامل زمین ساخت در ایجاد اشکال کارستی.
 - بررسی نحوه پیدایش کانال های خود ساخته آهکی و شرایط تحول آنها.
 - ایجاد ارتباط بین ویژگی های مورفومتریکی دولین ها و گسل های منطقه.