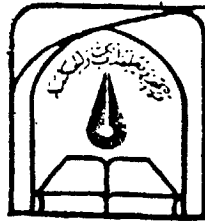
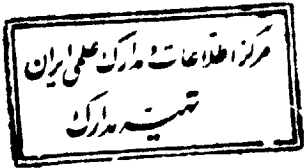


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۸۰ / ۹ / ۲۰



دانشگاه قمر بیت مدرس

دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده علوم انسانی

رساله دوره دکتری ژنومورفولوژی

تحول اشکال کارستی ونقش آن در شناسائی منابع طبیعی باتکیه بر منابع آب زیرزمینی  
(درناهمواریهای زاگرس (بیستون - پراو))

امجد ملکی

012432

استاد راهنما

دکتر فرج ... محمودی

اساتید مشاور

دکتر جمشید جداری عیوضی

۳۵۴۴۰

دکتر منوچهر فرج زاده

بهار ۱۳۸۰

بدینوسیله رساله دکتری آقای امجدملکی تحت عنوان تحول اشکال کارست و نقش آن در شناسائی منابع طبیعی باتکیه بر منابع آب زیرزمینی تقدیم می شود. اینجانبان نسخه نهائی این رساله را از نظر فرم و محتوی بررسی و تأیید کرده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می کنیم .

نام و نام خانوادگی اعضای هیئت داوران



۱- آقای دکتر فرج ا. محمودی



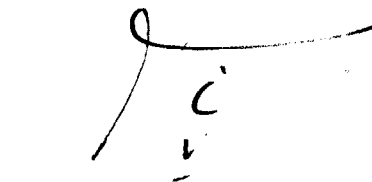
۲- آقای دکتر جمشید جداری عیوضی



۳- آقای دکتر منوچهر فرج زاده



۵- آقای دکتر عبدالرضا افتخاری



۶- آقای دکتر محمد رضا ثروتی

۷- آقای دکتر مجتبی یمانی

## آئین نامه چاپ پایان نامه ( رساله ) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه ( رساله ) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه ، دانش امویان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند :

ماده ۱ : در صورت اقدام به چاپ پایان نامه ( رساله ) ی خود، مراتب را قبل از به طور کتبی به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد .

ماده ۲ : در صفحه سوم کتاب ( پس از برگ شناسنامه ) ، عبارت ذیل را چاپ کند :

(( کتاب حاضر ، حاصل رساله دکتری نگارنده در رشته **جغرافیا ( ژئومورفولوژی )** است که در سال

۱۳۸۰ در دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر **فرج ا... محمودی**

و مشاوره آقای دکتر **جمشید جداری عیوضی** و آقای دکتر **منوچهر فرج زاده** از آن دفاع شده است .))

ماده ۳ : به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب ( در هر نوبت چاپ ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد .

ماده ۴ : در صورت عدم رعایت ماده ۳ ، ۵۰ % بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس ، تادیه کند .

ماده ۵ : دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت ، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصل کند ، به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود ، از طریق دادگاه ، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش ، تامین نماید .

ماده ۶ : اینجانب **امجد ملکی** دانشجوی رشته جغرافیا ( ژئومورفولوژی ) مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت

اجرائی آن را قبول کرده ، به آن ملتزم می شوم

تقدیم به  
پدر و مادر و همسر مهربانم

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از جناب آقای دکتر فرج ا. محمودی، استاد محترم راهنما که در مراحل مختلف تهیه رساله، راهنما و مشوق اینجانب بوده و زهیچ کوششی در جهت ارتقاء کیفی تحقیق دریغ نورزیدند صمیمانه سپاسگزارم. همچنین از اساتید محترم مشاور جناب آقای دکتر جمشید جداری عبوضی و جناب آقای دکتر منوچهر فرج زاده، که در طول تهیه رساله راهنماییهای ارزنده ای ارائه فرمودند بسیار سپاسگزارم.

از نصایح و راهنماییهای دلسوزانه اساتید محترم جناب آقای دکتر حسین شکوئی و جناب آقای دکتر اکبر پرهیزکار، در طول دوران تحصیل در دانشگاه تربیت مدرس صمیمانه سپاسگزارم. مسئولین محترم مرکز تحقیقات و مطالعات کارست جناب آقای دکتر احمد افراسیابیان و کارشناسان محترم امور آب منطقه ای غرب، کارشناس محترم گروه جغرافیا و بخش علوم جغرافیائی دانشگاه تربیت مدرس، آقای علوی در ارائه آمار و اطلاعات مورد نیاز، انجام آزمایشات و مراحل اداری تحقیق، مساعدت لازم را مبذول فرمودند بخاطر زحماتشان تشکر می کنم.

## چکیده:

شناخت و بررسی ویژگی‌های محیط‌های کارستی که از سنگ‌های انحلال پذیر و عمدتاً از کربناته، نظیر سنگ‌های آهکی و دولومیتی تشکیل یافته و از دیدگاه کاربردی به بسیاری از فعالیت‌های انسانی بویژه تامین منابع آب، جهت استفاده شرب، کشاورزی، صنعت و... ارتباط پیدا می‌کند، بسیار حائز اهمیت است. لزوم برنامه ریزی در پهنه‌های کارستی ایجاب می‌کند تا مطالعاتی در زمینه شناخت محیط‌های کارستی، ویژگی‌ها و نقش آنها در تغذیه منابع آب زیرزمینی و سایر منابع صورت گیرد. در این رساله در راستای اهداف فوق‌الذکر اقدام به مطالعه ناهمواری‌های بیستون در بخش رورانده رشته کوه‌های زاگرس در استان کرمانشاه شده و برای اولین بار نقش ژئومورفولوژی اشکال کارست و میزان تحول آنها در نفوذ نزولات جوی و بیلان آبی منطقه بررسی می‌گردد. از جمله ویژگی‌های مهم مورد مطالعه در این تحقیق که کمتر به آن توجه شده است بیان نقش و جایگاه ژئومورفولوژی کارست در حل مسائل هیدرولوژیکی مناطق کارستی است. علاوه بر این، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عوامل مهم تشکیل و تحول اشکال کارست در منطقه، عملکرد زمین ساخت شدید و پیچیده در کل محدوده و حاکمیت شرایط اقلیمی مرطوبتر در گذشته، نسبت به زمان کنونی است. چاله‌های بسته، حفره‌های فروکش، دره‌های خشک، دره‌های کور، از مهمترین اشکال کارستی موثر در مطالعات و محاسبات هیدرولوژیکی منطقه هستند. هر جا تحول کارست بیشتر است، عملاً عوارض کارستی در شرایط اقلیم کنونی توسط شبکه آب‌های جاری مورد تخریب قرار نگرفته‌اند و فعالیت بسیار محدود توسعه کارست هنوز ادامه دارد و جذب و نفوذ نزولات جوی نیز بیشتر است. در این مکانها که عمدتاً در ارتفاعات واقع شده‌اند، تاثیر میزان تحول و تراکم عوارض کارست سطحی بر تغذیه آب‌های زیرزمینی بسیار زیاد تر از سایر مکانها است. با توجه به نتایج این تحقیق، می‌توان گفت که بدون توجه به مطالعات ژئومورفولوژی کارست، امکان دستیابی به یک نتیجه مطلوب و دقیق در مطالعات هیدرولوژیکی مناطق کارستی، بسیار دشوار و احتمالاً غیر ممکن می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** کارست، منابع آب، زمین ساخت، اقلیم، ناهمواری‌های بیستون (کرمانشاه)

## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
مقدمه.....	۱.....

### فصل اول : طرح تحقیق

۱-۱ بیان مسئله.....	۴.....
۱-۱ پیشینه تحقیق.....	۶.....
۲-۱ اهداف تحقیق.....	۱۰.....
۳-۱ فرضیات تحقیق.....	۱۰.....
۴-۱ روش تحقیق و مراحل آن.....	۱۱.....
۱-۵-۱ مرحله اول.....	۱۱.....
۲-۵-۱ مرحله دوم.....	۱۱.....
۳-۵-۱ مرحله سوم.....	۱۲.....

### فصل دوم : مبانی نظری و چهارچوب مطالعاتی کارست

مقدمه.....	۱۴.....
۱-۲ انحلال پذیری و کارستی شدن سنگهای کربناته.....	۱۴.....
۲-۲ انواع کارست.....	۲۵.....
۱-۲-۲ هولوکارست.....	۲۵.....
۲-۲-۲ مروکارست.....	۲۶.....
۳-۲-۲ کارست نوع انتقالی.....	۲۶.....
۴-۲-۲ کارست سکوئی.....	۲۷.....
۵-۲-۲ کارست بزرگناودیسی.....	۲۷.....
۶-۲-۲ کارست بین کوهزائی.....	۲۸.....
۷-۲-۲ کارست کوهزائی.....	۲۹.....
خلاصه و نتیجه گیری.....	۳۳.....

### فصل سوم : بررسی ویژگیهای زمین شناسی و کارستی شدن

۱-۳ موقعیت منطقه مورد مطالعه.....	۳۵.....
۲-۳ زمین شناسی و زمین ساخت منطقه.....	۳۸.....
۳-۳ چینه شناسی.....	۴۰.....
۱-۳-۳ تریاس بالا.....	۴۰.....
۲-۳-۳ ژوراسیک - زیرین میانی.....	۴۰.....
۳-۳-۳ ژوراسیک بالائی.....	۴۱.....
۴-۳-۳ کرتاسه زیرین.....	۴۱.....
۵-۳-۳ کرتاسه بالائی.....	۴۲.....



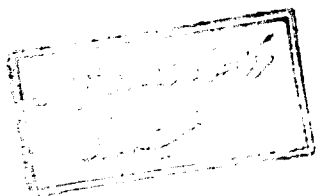
۴۲	۴-۳ نتیجه گیری پارینه جغرافیائی
۴۳	۵-۳ شرایط زمین ساختی منطقه
۴۴	۶-۳ ارتباط سیستم ساختاری و کارست شدگی
۴۴	۱-۶-۳ مقایسه امتداد فروچاله ها و گسلها
۴۷	۲-۶-۳ ارتباط درزه و کارست شدگی
۴۷	۷-۳ مرفوتکتونیک
۵۱	خلاصه و نتیجه گیری

### فصل چهارم : بررسی ویژگیهای اقلیمی و کارستی شدن

۵۳	مقدمه
۵۳	۱-۴ وضعیت بارش و دما در منطقه
۵۸	۲-۴ حجم بارش منطقه و میانگین وزنی بارش
۵۹	۳-۴ رژیم بارش
۵۹	۴-۴ انواع بارش
۶۲	۵-۴ تبخیر و تعرق
۶۴	خلاصه و نتیجه گیری

### فصل پنجم : ژئومورفولوژی

۶۶	۱-۵ ژئومورفولوژی
۶۹	۲-۵ اهمیت شناخت ژئومورفولوژی کارست در منطقه
۷۰	۳-۵ تحول کارست
۷۰	۴-۵ روشهای تحول کارست در منطقه
۷۲	۱-۴-۵ بررسی کلوژها و کانیونها و چشمه های معلق
۷۳	۲-۴-۵ بررسی تحول کارست در غار پرآو
۷۳	۱-۲-۴-۵ مراحل گسترش و تحول غارپرآو
۷۶	۳-۴-۵ بررسی تحول آبخوانههای کارستی
۷۷	۱-۳-۴-۵ مطالعه ایزوتوپی ، ارتباط و میزان تحول آبخوانهای منطقه
۷۸	۱-۳-۴-۵ نتایج کربن ۱۴ ، ترتیوم ، فشار گاز کربنیک
۷۸	۲-۳-۴-۵ بررسی منحنی تا ریسمان و برآورد حجم ذخیره دینامیکی
۹۰	۳-۳-۴-۵ هیدروگراف چشمه هاو بررسی میزان تحول
۹۳	۴-۴-۵ مطالعات رسوب شناسی
۹۴	۱-۴-۴-۵ توالی رسوب ، رخنمون کنشت
۱۰۲	۲-۴-۴-۵ توالی رسوب ، رخنمون سرخه لیژه



۱۱۶	..... ۵-۵ ژئومورفولوژی کارست
۱۱۶	..... مقدمه
۱۱۶	..... ۵-۶ عوامل موثر در کارستیفیکاسیون
۱۱۷	..... ۵-۶-۱ سازند آهکی
۱۱۷	..... ۵-۶-۲ شرایط اقلیمی
۱۱۹	..... ۵-۶-۳ لایه بندی سنگهای آهکی
۱۲۰	..... ۵-۶-۴ هوازگی بیولوژیکی
۱۲۱	..... ۵-۶-۵ هوازگی مکانیکی
۱۲۱	..... ۵-۶-۶ زمین ساخت
۱۲۲	..... ۵-۷ سیستم شکل زائی کارست در منطقه
۱۲۴	..... ۵-۸ طبقه بندی عوارض کارستی
۱۲۴	..... ۵-۸-۱ طبقه بندی عوارض از نظر نوع
۱۲۶	..... ۵-۸-۱-۱ عوارض نقطه ای
۱۲۶	..... ۵-۸-۱-۱-۱ جاما
۱۲۶	..... ۵-۸-۱-۱-۲ چشمه کارستیک
۱۳۱	..... ۵-۸-۱-۱-۳ غار
۱۳۳	..... ۵-۸-۱-۲ عوارض خطی
۱۳۳	..... ۵-۸-۱-۲-۱ لایه (کارن)
۱۳۳	..... ۵-۸-۱-۲-۲ دره های عمیق
۱۳۶	..... ۵-۸-۱-۳ عوارض سطحی
۱۳۶	..... ۵-۸-۱-۳-۱ دولین
۱۳۹	..... ۵-۸-۱-۳-۲ اووالا
۱۳۹	..... ۵-۸-۱-۳-۳ کارست های زیربنائی و پوشیده
۱۴۳	..... ۵-۹ بررسی عوامل موثر در تحول کارست و ارائه مدل در تعیین محدوده فعالیت آن با استفاده از GIS (سیستم اطلاعات جغرافیائی)
۱۴۳	..... مقدمه
۱۴۴	..... ۵-۹-۱ سیستم اطلاعات جغرافیائی
۱۴۴	..... ۵-۹-۱-۱ رقومی سازی نقشه ها
۱۴۴	..... ۵-۹-۱-۲ تبدیل مختصات جغرافیائی به مختصات U.T.M
۱۴۵	..... ۵-۹-۱-۳ بازنگری و ویرایش نقشه ها
۱۴۵	..... ۵-۹-۱-۴ ساخت توپولوژی پلی گون
۱۶۱	..... خلاصه و نتیجه گیری

## فصل ششم : هیدرولوژی کارست

۱۶۶	مقدمه
۱۶۷	۱-۶ ویژگیهای عوارض کارست در جذب ریزشهای جوی و هدایت به عمق
۱۷۰	۲-۶ ویژگیهای آبهای خروجی
۱۷۰	۱-۲-۶ آبهای سطحی
۱۷۲	۲-۲-۶ آبهای زیرزمینی
۱۷۶	۳-۲-۶ ویژگیهای شیمیائی منابع آب کارست
۱۷۶	مقدمه
۱۷۷	۱-۳-۲-۶ هدایت الکتریکی EC
۱۷۷	۲-۳-۲-۶ سختی کل TH
۱۷۸	۳-۳-۲-۶ کلر
۱۷۸	۴-۲-۶ طبقه بندی آب از نظر کیفیت شیمیائی
۱۷۸	۱-۴-۲-۶ تیپ آب و طبقه بندی از نظر شرب
۱۷۸	۲-۴-۲-۶ طبقه بندی آب از نظر صنعت
۱۷۹	۳-۴-۲-۶ طبقه بندی آب از نظر کشاورزی

## فصل هفتم : نتیجه گیری

۱۸۴	مقدمه
۱۸۴	۱-۷ آزمون فرضیات
۱۸۶	۲-۷ نتایج و بحث
۱۹۰	فهرست منابع و مأخذ
۱۹۵	چکیده انگلیسی

## فهرست جداول

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۳ نتایج محاسبات شاخص های مرفوتکتونیک در منطقه مورد مطالعه و مقایسه آن بامقادیر مناطق فعال و غیر فعال تکتونیکی .....	۵۰
جدول ۱-۴ میزان همبستگی بین درجه حرارت و ارتفاع ، معادله گرادیان درجه ارتفاع و متوسط درجه حرارت ماهانه .....	۵۶
جدول ۲-۴ میزان همبستگی بین بارش و ارتفاع ، معادله گرادیان بارندگی و متوسط بارش ماهانه .....	۵۷
جدول ۳-۴ ارتفاع و حجم بارش سالانه در سطوح ارتفاعی مختلف .....	۵۸
جدول ۴-۴ مقدار بارش جامد در هر ماه بر حسب درصد و میلیمتر در ارتفاعی که درجه حرارت در بالاتر از آن زیر صفر است .....	۶۱
جدول ۵-۴ وضعیت تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه به روش تورنت وایت .....	۶۳
جدول ۱-۵ تحول و گسترش کارست در غار و کوه بیستون - پراو .....	۷۵
جدول ۲-۵ نتیجه گزارش مطالعه از توپو چشمه های آهکی و بررسی ارتباط آنها .....	۷۷
جدول ۳-۵ میزان TO و $V_{MAX}$ تعدادی از چشمه های حاشیه ناهمواری .....	۸۰
جدول ۴-۵ ویژگیهای مختلف لایه های رسوبی در رخنمون کنشت .....	۱۱۳
جدول ۵-۵ مقایسه سنگی در رخنمون کنشت با سنگهای پراکنده سطحی منطقه .....	۱۱۴
جدول ۶-۵ ویژگیهای مختلف لایه های رسوبی در رخنمون سرخ لیژه .....	۱۱۵
جدول ۷-۵ متوسط دبی سالانه چشمه های مهم حاشیه ناهمواری بیستون .....	۱۲۹
جدول ۸-۵ ارزشهای (وزنهای) کمی مربوط به طبقات ارتفاعی در واحدهای مختلف تحول کارست GIS .....	۱۴۷
جدول ۹-۵ ارزشهای (وزنهای) کمی مربوط به شیب در واحدهای مختلف تحول کارست GIS .....	۱۴۷
جدول ۱۰-۵ ارزشهای (وزنهای) کمی مربوط به عنصر بارش در واحدهای مختلف تحول کارست GIS .....	۱۴۸
جدول ۱۱-۵ ارزشهای (وزنهای) کمی مربوط به عنصر دما در واحدهای مختلف تحول کارست GIS .....	۱۴۸

- جدول ۵-۱۲ ارزشهای (وزنهای) کمی مربوط شکل زمین در واحدهای مختلف تحول کارست GIS ..... ۱۴۹
- جدول ۵-۱۳ فراوانی مجموعه ارزشها (وزنها) در ۲۶۸ پلی گون نهائی GIS ..... ۱۵۰
- جدول ۵-۱۴ ویژگیهای تحول کارست در مناطق زیاد، متوسط، کم در منطقه مورد مطالعه GIS ..... ۱۵۱
- جدول ۵-۱۵ نتایج مقایسه دونقشه تهیه شده بر اساس مدل ارائه شده و مشاهدات صحرائی (GIS) ..... ۱۵۱
- جدول ۶-۱ ویژگیهای مورفومتری حوضه های موجود در ناهمواریهای بیستون - پراو ..... ۱۷۰
- جدول ۶-۲ بیان آبی ناهمواریهای بیستون - پراو ..... ۱۷۳
- جدول ۶-۳ نتایج آزمایش شیمیائی تعدادی از چشمه های اصلی ..... ۱۸۰

## فهرست اشکال

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۲ نمودار شماتیک مهمترین مراحل انتقال حل کلسیت	۱۷.....
شکل ۲-۲ نرخ انحلال که بر حسب انحراف PH از مقدار متعادل آن در فشار CO <sub>2</sub> معین شده است	۱۹.....
شکل ۳-۲ مسافت بحرانی حرکت برای توسعه مجرا	۲۲.....
شکل ۴-۲ رابطه بین دما و مقدار انحلال	۲۴.....
شکل ۱-۳ نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱ : ۲۵۰۰۰۰	۳۷.....
شکل ۲-۳ نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱ : ۲۵۰۰۰۰	۳۹.....
شکل ۳-۳ امتداد کلی فروچاله ها	۴۶.....
شکل ۴-۳ دیاگرام گل سرخی امتداد محور طول فرو چاله ها	۴۶.....
شکل ۵-۳ دیاگرام گل سرخی امتداد گسلها	۴۹.....
شکل ۶-۳ رابطه جهت محور کوتاه شدگی اصلی و گروه درزه ها	۴۹.....
شکل ۱-۵ نمودار تاريسمان چشمه طاقبستان	۸۱.....
شکل ۲-۵ نمودار تاريسمان چشمه خضرزنده	۸۲.....
شکل ۳-۵ نمودار تاريسمان چشمه خضرالباس	۸۳.....
شکل ۴-۵ نمودار تاريسمان چشمه ورمنجه	۸۴.....
شکل ۵-۵ نمودار تاريسمان چشمه شاه حسینی	۸۵.....
شکل ۶-۵ نمودار تاريسمان چشمه سراب له	۸۶.....
شکل ۷-۵ نمودار تاريسمان چشمه بیستون	۸۷.....
شکل ۸-۵ نمودار تاريسمان چشمه سراب نیلوفر	۸۸.....
شکل ۹-۵ هیدروگراف سراب طاقبستان	۹۱.....
شکل ۱۰-۵ هیدروگراف سراب نیلوفر	۹۲.....
شکل ۱۱-۵ عکس موقعیت وتوالی رسوبی در رخنمون کنشت	۱۰۵.....

- شکل ۵-۱۲ عکس موقعیت وتوالی رسوبی رخنمون سرخ لیژه ..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۳ رخنمون واحدها و زیر واحدها رخنمون کنشت باهیستوگرام لایه رسوبی ..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۴ منحنی تجمعی مقیاس عددی بر مبنای فی از لایه های مختلف کنشت ..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۵ نمودار خطی نوسانات اندازه دانه ها در رسوبهای کنشت ..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۶ هیستوگرام رسوبهای دانه ریز در لایه های مختلف کنشت ..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۷ نمودار خطی از رسوبهای دانه ریز در لایه های مختلف کنشت ..... ۱۱۰
- شکل ۵-۱۸ رخنمون واحدها و زیر واحدها ی رخنمون سرخه لیژه باهیستوگرام لایه های رسوبی ..... ۱۱۱
- شکل ۵-۱۹ نیمرخ لایه های تفکیک شده در برش سرخ لیژه ..... ۱۱۲
- شکل ۵-۲۰ عکس چهره های متفاوتی از انحلال آهک ..... ۱۲۵
- شکل ۵-۲۱ عکس چهره های متفاوتی از انحلال آهک ..... ۱۲۵
- شکل ۵-۲۲ عکس نمونه هائی از جاماها ی منطقه ..... ۱۲۷
- شکل ۵-۲۳ چشمه سهراب یکی از چشمه های کازستی حاشیه ناهمواری های بیستون ..... ۱۲۸
- شکل ۵-۲۴ نقشه موقعیت چشمه های اصلی و فرعی ..... ۱۳۰
- شکل ۵-۲۵ نمائی از میدان غار پراوکه و رودی غار پراو در آن واقع شده است ..... ۱۳۲
- شکل ۵-۲۶ ورودی غار پراو در ناهمواریهای بیستون در ارتفاع ۳۰۰۰ متری ..... ۱۳۲
- شکل ۵-۲۷ نمائی از تراکم لایه ها بر روی دامنه های شمالی در ارتفاع ۲۰۰۰ متری در دره کنشت ..... ۱۳۴
- شکل ۵-۲۸ عکس لایه های موازی حاصل عملکرد انحلال در دره سراب نجی و ران ..... ۱۳۴
- شکل ۵-۲۹ زبانه های یخی داخل دره هائی که به چاله های انحلالی در حداکثر ارتفاع منطقه منتهی می شود ..... ۱۳۵
- شکل ۵-۳۰ نمائی از چاله های انحلالی (دولین) در ابعاد مختلف در پائین ترین ارتفاع ..... ۱۳۷
- شکل ۵-۳۱ نمائی از دولین فروریخته انحلالی در میدان غار پرو ..... ۱۳۸
- شکل ۵-۳۲ تشکیل دولین که در کف دارای حفره های فروکش می باشند ..... ۱۳۸
- شکل ۵-۳۳ عکس تخریب و انحلال چند دولین و تشکیل اووالا در ارتفاع ۳۰۰۰ متری ..... ۱۴۰
- شکل ۵-۳۴ عکس اووالا های حاصل از تخریب و انحلال دولین در ارتفاع ۳۰۰۰ متری ..... ۱۴۰