

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی معدن (اکتشاف)

مطالعه تأثیر تشکیلات زمین‌شناسی بر کیفیت آب زیرزمینی دشت

قاین (خراسان جنوبی)

استاد راهنما:

دکتر احمد آریافر

استاد مشاور:

دکتر غلامرضا فتوحی‌راد

مهندس حسن ضیاء

نگارش:

ناصر علی‌نژاد مقدم

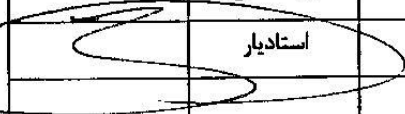


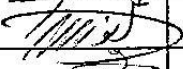

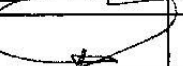
صورتحله دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

فرم شماره ۱۰

با تاییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد آقای ناصر علی نژاد مقدم
به شماره دانشجویی: ۹۰۱۳۳۲۳۰۱۱ رشته: معدن گرایش: اکتشاف دانشکده: مهندسی
تحت عنوان: مطالعه تاثیر تشکیلات زمین شناسی بر کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان دشت قاین (خراسان جنوبی)

به ارزش: ۶ واحد در ساعت: روز: یکشنبه مورخ: ۱۳۹۲/۰۶/۳۱

با حضور اعضای محترم جلسه دفاع و نماینده تحصیلات تکمیلی به شرح ذیل تشکیل گردید:

سمت	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنمای اول	دکتر احمد آریافر	استادیار	
استاد راهنمای دوم			
استاد مشاور اول	دکتر غلامرضا فتوحی راد	استادیار	
استاد مشاور دوم	مهندس حسن ضیاء	مربی	
داور اول	دکتر غلامرضا نوروزی	استادیار	
داور دوم	دکتر محمد جوانشیر گیو	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر سپیده جوانشیر	استادیار	

نتیجه ارزیابی دفاع که منوط به ارائه اصلاحات پیشنهادی توسط هیئت داوران حداکثر ظرف مدت یکماه پس از

تاریخ دفاع می باشد، به شرح زیر مورد تایید قرار گرفت:

قبول (با درجه: **مرب** و امتیاز: ۱۶،۱۷) دفاع مجدد غیر قابل قبول

۱- عالی (۱۹-۲۰) ۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹ - ۱۸) ۳- خوب (۱۷/۹۹ - ۱۶) ۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴)

(بدیهی است عواقب آموزشی ناشی از عدم ارائه به موقع اصلاحات مزبور به عهده دانشجو می باشد)

تقدیم به

پدر بزرگوارم

که همواره راهنمایی های ایشان روشنی بخش مسیر زندگی ام بوده است

و مادر عزیزم

که وجودش همواره مرحم بخش زخمها و سوزشهای زمانه بوده است

و برادران و خواهر عزیزم

که جایتهای بیدریغشان همواره شامل حال اینجانب بوده است

پاسکزاری

خدایا تو را شکر به خاطر آنچه داده‌ای که نعمت است

و شکر به خاطر آنچه نداده‌ای که حکمت است

و شکر بر آنچه گرفته‌ای که امتحان است

بزرگ مهربان، هستی سجده مراد آستان مقدس به واسطه آنچه که امروز در تالوئه علم خود در فرا سوی اندیشه ام قرار داده‌ای بپذیر. اکنون که در بیکران لطف خویش مرا نیز برگزیده‌ای تو را سپاس.

اکنون که بایاری خداوند متعال توفیق یافتم این مرحله از تحصیلات خویش را به پایان برسانم، بر خود لازم می‌دانم از زحمات تمامی عزیزانی که در طی این مسیر، یاری و لطف بی‌دریغشان روشنایی بخش راه من بوده بشکر و قدرانی نمایم.

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر احمد آریافر که راهنمایی این رساله را بر عهده داشتند صمیمانه پاسکندارم. همچنین از زحمات بی‌شائبه اساتید مشاور گرامی جناب آقای دکتر غلامرضا فتوحی راد و جناب آقای مهندس حسن ضیاء که از هیچ گلی دریغ نداشتند، نهایت پاسکزاری را دارم.

مطالعه تأثیر تشکیلات زمین‌شناسی بر کیفیت آب زیرزمینی دشت قاین (خراسان جنوبی)

به وسیله‌ی:

ناصر علی نژادمقدم

چکیده

منابع آب زیرزمینی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار با اهمیت می‌باشند. فعالیت‌های بشر در زمینه‌های کشاورزی، صنعت و شهری پتانسیل بسیار بالایی برای آلوده نمودن این منابع داشته، باعث تقلیل کیفیت آن‌ها می‌گردد. تحقیق در زمینه کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی در تعیین عوامل آلاینده که مرتبط با زمین‌شناسی منطقه هستند، بسیار حایز اهمیت است. در این تحقیق با اندازه‌گیری پارامترهای تعیین کیفیت آب و مقایسه آن با استاندارد، میزان تأثیر عوامل زمین‌شناسی بر آب چاه‌های زیرزمینی منطقه قاین مورد بررسی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه در بخش مرکزی در نواحی شمال استان خراسان جنوبی و بین طولهای جغرافیایی ۵۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۶۰ درجه شرقی و عرضهای جغرافیایی ۳۳ درجه تا ۳۴ درجه شمالی واقع شده است. در بخش بررسی ارزیابی کیفی آب قاین در سال‌های ۸۵ و ۹۰ با استفاده از روش‌های آماری و گرافیکی، آب‌های برداشت شده از کیفیت مطلوبی برخوردار نیستند و درجه سختی و شوری آب در حال افزایش است، که به دلیل پایین بودن سطح آب زیرزمینی قاین و مصرف بیش از اندازه در بخش کشاورزی و شرب و همچنین به دلیل عوامل زمین‌شناسی که در منطقه قرار دارند (حمل کردن مواد در مسیر شیب هیدرولیکی منطقه توسط آب) می‌باشد. در ادامه با استفاده از روش تحلیل فاکتوری، بارهای عاملی (فاکتورها) که در دو سال ۸۵ و ۹۰ بطور مشابه بود، مشخص گردید. سپس نقشه‌های این فاکتورها به منظور تعیین عامل زمین‌شناسی فاکتور ترسیم گردید. که هر دو عامل در گراول‌های منطقه قرار گرفتند. در انتها برای پیش‌بینی وضعیت کیفی آبخوان دشت قاین از شبکه عصبی استفاده گردید که حاکی از توانمندی مدل عصبی در مدل‌سازی مسائل هیدروشیمی می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب زیرزمینی، کیفیت، تحلیل عاملی، شبکه عصبی، قاین.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	فهرست شکل‌ها
۵	فهرست جدول‌ها
۱	فصل اول - کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- زمین‌شناسی منطقه
۲	۱-۲-۱- موقعیت و مشخصات جغرافیایی
۳	۲-۲-۱- زمین‌شناسی
۵	۳-۲-۱- چینه‌نگاری
۱۱	۴-۲-۱- ژئومورفولوژی
۱۲	۵-۲-۱- هیدروژئولوژی
۱۳	۱-۵-۲-۱- ویژگی‌های هیدرودینامیکی آبخوان
۱۳	الف- تعیین قابلیت انتقال
۱۴	ب- تعیین ضریب ذخیره
۱۴	۳-۱- داده‌های مورد استفاده
۱۵	۴-۱- پیشینه تحقیق
۱۶	۵-۱- ضرورت تحقیق
۱۸	۶-۱- اهداف تحقیق
۱۸	۷-۱- ساختار پژوهش
۱۹	فصل دوم - ارزیابی کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت قاین
۱۹	۱-۲- مقدمه
۲۰	۲-۲- عوامل موثر بر کیفیت آبهای زیرزمینی
۲۰	۱-۲-۲- شیمی بارش
۲۲	۲-۲-۲- موقعیت جغرافیایی محل و وضع آب و هوا
۲۲	۳-۲-۲- اثرات خاک و گیاه
۲۳	۴-۲-۲- تأثیرات هیدروژئولوژیکی

۲۴	۵-۲-۲ تأثیر عامل زمین در کیفیت آبهای زیرزمینی.....
۲۷	۳-۲ معرفی روش‌های ارزیابی کیفیت آب
۲۷	۱-۳-۲ روشهای تشخیصی.....
۲۷	۱-۱-۳-۲ مطالعات صحرایی
۲۸	۲-۱-۳-۲- مطالعات آزمایشگاهی
۲۹	۲-۳-۲ روشهای آماری.....
۲۹	۳-۳-۲ شاخصهای کیفی.....
۳۰	۱-۳-۳-۲ شاخص کیفیت آب (WQI).....
۳۱	۴-۳-۲ روشهای گرافیکی.....
۴۱	۵-۳-۲ سنجش از دور.....
۴۲	۶-۳-۲ روشهای گزینشی:.....
۴۲	۷-۳-۲ روشهای پیش بینی.....
۴۴	۴-۲ بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت قاین
۴۴	۱-۴-۲ توصیف آماری.....
۴۴	۱-۱-۴-۲ نمودار دارو.....
۴۶	۲-۱-۴-۲ نمودار پایپر.....
۴۷	۳-۱-۴-۲ نمودار استیف.....
۵۰	۲-۴-۲ طبقه‌بندی
۵۵	فصل سوم- بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت قاین با روش تحلیل فاکتوری.....
۵۵	۱-۳-۱ مقدمه
۵۶	۱-۱-۳-۱ درک مفهومی تحلیل فاکتوری و کاربرد آن.....
۵۷	۲-۳-۲ تحلیل فاکتوری
۵۹	۳-۳-۳ پیش فرض‌های روش فاکتوری
۶۰	۱-۳-۳ ویژگی‌های لازم ماتریس همبستگی برای تحلیل فاکتوری.....
۶۱	۴-۳-۴ مراحل اجرای تحلیل فاکتوری
۶۱	۱-۴-۳ محاسبه ضرایب همبستگی.....
۶۲	۲-۴-۳ استخراج فاکتورها.....
۶۵	۳-۴-۳ دوران فاکتورها.....
۷۰	۵-۳-۵ مطالعه قابلیت پیش‌بینی پارامترهای کیفیت آب با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی
۷۰	۱-۵-۳ مقدمه.....

۲-۵-۳- شبکه های عصبی مصنوعی..... ۷۱

۱-۲-۵-۳- مفاهیم پایه در شبکه های عصبی مصنوعی..... ۷۱

۲-۲-۵-۳- شبکه عصبی پرسپترون ساده ۷۱

۳-۲-۵-۳- شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ۷۱

۳-۵-۳- شرح کار ۷۲

۴-۵-۳- مدل سازی داده ها توسط شبکه عصبی در نرم افزار *MATLAB*..... ۷۳

فصل چهارم- نتیجه گیری و پیشنهاد..... ۷۵

۱-۴- مقدمه ۷۵

۲-۴- نتایج ارزیابی کیفیت آب دشت قاین ۷۵

۳-۴- نتایج بررسی توزیع فضایی کیفیت آب قاین با روش تحلیل عاملی ۷۶

۴-۴- پیشنهادات ۷۸

منابع ۷۹

پیوست..... ۸۳

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه	۳
شکل ۱-۲- نقشه زمین شناسی محدوده قاین	۱۰
شکل ۱-۳- نقشه محل‌های نمونه برداری آب در سالهای ۸۵ و ۹۰	۱۵
شکل ۲-۱- نمونه‌های از دیاگرام ویلکوکس	۳۴
شکل ۲-۲- نمونه ای از نمودار لگاریتمی شولر	۳۶
شکل ۲-۳- نمونه‌های از نمودار استیف	۳۷
شکل ۲-۴- نمودار مثلثی پایپر جهت تعیین تیپ آب زیرزمینی	۳۹
شکل ۲-۵- نواحی نه گانه تیپ آب زیرزمینی در دیاگرام هیدروشیمیایی پایپر	۴۰
شکل ۲-۶- دیاگرام اصلاح شده دارو	۴۰
شکل ۲-۷- نمودار هیدروشیمیایی دارو (Durov) برای داده‌های برداشت شده در سال ۸۵	۴۵
شکل ۲-۸- نمودار هیدروشیمیایی دارو (Durov) برای داده‌های برداشت شده در سال ۹۰	۴۵
شکل ۲-۹- نمودار هیدروشیمیایی پایپر (Piper) برای داده‌های برداشت شده در سال ۸۵	۴۶
شکل ۲-۱۰- نمودار هیدروشیمیایی پایپر (Piper) برای داده‌های برداشت شده در سال ۹۰	۴۷
شکل ۲-۱۱- نمودار هیدروشیمیایی استیف (چاه‌های ۱ تا ۶) برای داده‌های برداشت شده در سال ۸۵	۴۸
شکل ۲-۱۲- نمودار هیدروشیمیایی استیف (چاه‌های ۱ تا ۶) برای داده‌های برداشت شده در سال ۹۰	۴۹
شکل ۳-۱- نقشه محل بار عاملی اول بر روی واحدهای زمین شناسی در سال ۹۰	۶۸
شکل ۳-۲- نقشه محل بار عاملی دوم بر روی واحدهای زمین شناسی در سال ۹۰	۶۸
شکل ۳-۳- نقشه محل بار عاملی اول بر روی واحدهای زمین شناسی در سال ۸۵	۶۹
شکل ۳-۴- نقشه محل بار عاملی دوم بر روی واحدهای زمین شناسی در سال ۸۵	۶۹
شکل ۳-۵- ساختار پرسپترون چندلایه با نرون‌های پنهان tansig	۷۲
شکل ۳-۶- همبستگی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده EC برای داده‌های آموزشی، آزمایشی	۷۳
شکل ۳-۷- همبستگی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده TDS برای داده‌های آموزشی، آزمایشی	۷۴

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۱	جدول ۱-۱- جزئیات زمین شناسی واحدهای دشت قاین
۳۵	جدول ۱-۲- درصد هر یک از کلاس‌ها برای رده بندی شولر در کل محدوده
۵۰	جدول ۲-۲- شاخص کیفیت آب (WQI) در سال ۸۵
۵۱	جدول ۲-۳- طبقه‌بندی آبهای برداشت شده دشت قاین در سال ۸۵
۵۲	جدول ۲-۴- شاخص کیفیت آب (WQI) در سال ۹۰
۵۳	جدول ۲-۵- طبقه بندی آبهای برداشت شده دشت قاین در سال ۹۰
۵۴	ادامه جدول ۲-۵- طبقه‌بندی آبهای برداشت شده دشت قاین در سال ۹۰
۶۱	جدول ۳-۱- ماتریس ضرایب همبستگی عناصر نمونه‌ها (سال ۸۵)
۶۲	جدول ۳-۲- ماتریس ضرایب همبستگی عناصر نمونه‌ها (سال ۹۰)
۶۲	جدول ۳-۳- واریانس کل مشاهده شده در متغیرها، سال ۸۵
۶۳	جدول ۳-۴- واریانس کل مشاهده شده در متغیرها، سال ۹۰
۶۴	جدول ۳-۵- مقادیر اشتراک متغیرها (عناصر) سال ۸۵، سال ۹۰
۶۷	جدول ۳-۶- ماتریس دوران یافته عامل‌ها سال ۸۵، سال ۹۰

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

از آنجا که آب دارای نقش مهمی در توسعه اقتصادی، اجتماعی و کیفیت زندگی است و از این حیث ایران به دلیل واقع شدن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، در زمره کشورهای بحرانی دنیا است، استفاده بهینه از منابع آب یکی از مهمترین مسائل مطرح در توسعه پایدار به شمار می‌آید. گر چه در ابتدا در بحث توسعه پایدار تنها بهره برداری از منابع قابل تجدید مطرح بوده ولی امروزه در مفهوم آن بهره برداری بهینه از تمامی منابع جای دارد. آب به‌عنوان یک منبع قابل تجدید همواره به عنوان یک رکن اصلی توسعه مطرح بوده است. با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب، بهداشت و صنعت و نهایتاً افزایش تولید و ایجاد پتانسیل‌های آلودگی، فشار زیادی به منابع آب‌ها وارد شده است. از آنجا که منابع تجدید شونده آب در هر اقلیم، ارقام نسبتاً ثابتی می‌باشند از این رو بایستی سیاست‌ها و روش‌های اتخاذ شده در جهت حفظ و مصرف بهینه از این منابع ساماندهی گردد (ابراهیمی، ۱۳۸۰).

در آبخیزها و دشت‌های مناطق بیابانی به دلیل شرایط خاص طبیعی و هیدرولیکی، آب‌های شیرین به سمت آب‌های شور جریان یافته و بر روی آنها قرار می‌گیرند، مگر آنکه با بهره برداری بیش از حد از سفره‌های آب شیرین، تعادل هیدرواستاتیکی تغییر کرده و آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین جریان پیدا کنند (گهرنژاد، ۱۳۸۱).

کشور ایران از نظر وضعیت آب نسبت به متوسط‌های جهانی در شرایط بحرانی‌تری قرار داشته و جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان است، به طوریکه سهم ایران از کل منابع آب تجدید شونده جهان تنها ۳۶/۰ درصد است. بر این اساس تنها راه ممکن برای مقابله با مشکل کمبود آب استفاده بهینه از منابع آب موجود است (سلیمانی‌نژاد و رهنمایی، ۱۳۷۵).

مطالعه کیفیت هیدروشیمیایی سفره‌های آب زیرزمینی از مسائل مهم در توسعه پایداری در هر کشوری می‌باشد که باید به جلو و پیوسته انجام گیرد. در این تحقیق هدف بررسی هیدروشیمیایی سفره آب زیرزمینی در دشت قاین می‌باشد.

۱-۲- زمین شناسی منطقه

۱-۱-۱- موقعیت و مشخصات جغرافیایی

محدوده مطالعاتی قاین از زیرحوضه های نمکزار خواف-دق پترگان ایران در استان خراسان جنوبی ما بین طولهای $53^{\circ} 58'$ تا $24^{\circ} 59'$ شرقی و عرضهای $32^{\circ} 33'$ تا $52^{\circ} 33'$ شمالی واقع شده است. از شمال و شمال غرب به محدوده خضری، از شرق به محدوده اسفدن و از جنوب غرب و جنوب به محدوده چاهک موسویه محدود گردیده است (شکل ۱-۱).

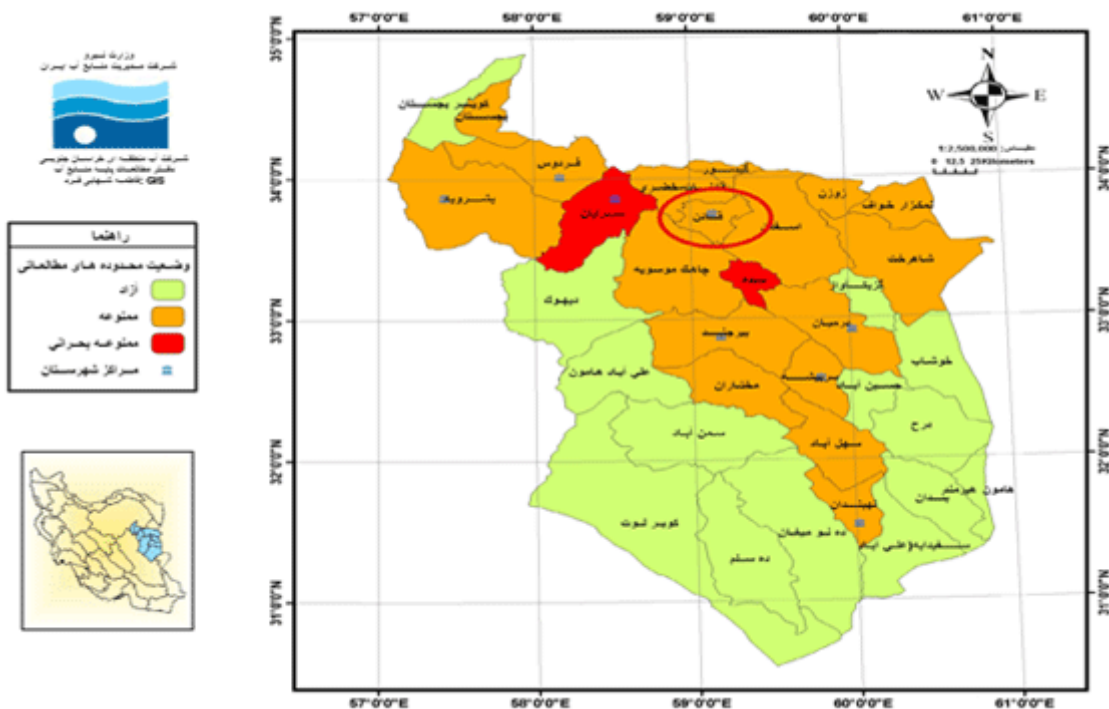
این حوضه فاقد رودخانه دائمی بوده که رواناب حاصله با تعدادی مسیل از ارتفاعات شمالی، غربی و جنوبی به سمت شرق محدوده در جریان است که از طریق رودخانه کال خونیک به محدوده اسفدن (رودخانه فرخی) تخلیه می‌گردد و در خروجی نیز نقش زهکش را دارد.

حدود چهارگوش محدوده مطالعاتی قاین به ترتیب ذیل می‌باشد:

این مناطق از شمال از خط الرأس کوه گلگون در امتداد مرز محدوده مطالعاتی به کوه های کمرگود، سیدآباد (نقطه ارتفاعی ۱۹۴۱)، نقطه ارتفاعی ۱۴۸۷ سپس به کوه بلگی و از آنجا تا نقطه ارتفاعی ۱۸۷۹ کوه پشوش تعیین شده است.

این مناطق از ناحیه شرق از نقطه ارتفاعی ۱۸۷۹ کوه پشوش در امتداد مرز محدوده مطالعاتی به نقطه ارتفاعی ۱۳۵۸، کوه کمر کلو، کوه امام جعفری و از آنجا تا نقطه ارتفاعی ۲۳۶۳ کوه ورزق محدود می‌شود.

از سمت غرب نیز از نقطه ارتفاعی ۲۶۱۹ کوه وراز در امتداد مرز محدوده مطالعاتی به کوه کرچ سپس در امتداد مرز مذکور به کوه اندریک و از آنجا تا خط الرأس کوه گلگون به عنوان مناطق ممنوعه اعلام شده است. از سمت جنوب از نقطه ارتفاعی ۲۳۶۳ کوه ورزق در امتداد مرز محدوده مطالعاتی به محل تلاقی مرز محدوده های مطالعاتی اسفدن، قائن و چاهک موسویه سپس به خط الرأس کوههای آبیدر، زول (نقطه ارتفاعی ۲۳۵۱)، سیاهو سرکل و از آنجا تا کوه وراز (نقطه ارتفاعی ۲۶۱۹) محدود می‌شود (مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۱)



شکل ۱-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۱)

۱-۲- زمین شناسی

ارتفاعات محدوده قائن را در نواحی شمال، جنوب و غرب غالباً واحدهای سنگی ژوراسیک و کرتاسه پوشش می‌دهند این واحدها شامل ماسه سنگ، شیل، سنگ آهک (سازند قلعه دختر)، آهک‌های ضخیم لایه، آهک‌های سیاه رنگ، ماسه سنگ و کوارتزیت، کنگلومرا، سنگ‌های فلیش واره شامل شیل، ماسه سنگ، سیلتستون و ... غیره می‌باشند. سنگ‌های پالئوسن شامل ماسه سنگ، شیل، آذرآوری‌ها، توف، ماسه سنگ، رس و کنگلومرا و آندزیت -بازالت می‌باشند که بیشتر در ارتفاعات شمال غرب و شرق محدوده گسترش دارند. سنگهای ائوسن بیشتر در ارتفاعات شرقی قابل شناسایی است و شامل ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومرا، ماسه سنگ سبز رنگ و ژپس می‌باشد(سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۶۰).

رسوبات کواترنر شامل کنگلومرا، ماسه سنگ و رس با درجه سنگ شدگی کم در شمال غرب محدوده مشاهده می‌گردند. مخروط افکنه‌های آبرفتی در نیمه شرقی محدوده، تراس‌های آبرفتی کهن و جوان در نیمه شرقی محدوده، پهنه‌های رسی در نواحی دشت گسترش دارند. ساختارهای چین خورده در ارتفاعات شمال محدوده گسترش زیادی دارند. محور چین‌ها غالباً شرقی -غربی است در

این قسمت گسله‌ها نیز از این روند تبعیت می‌کنند. در ارتفاعات شرقی روند غالب گسله‌ها شمالی - جنوبی است و بطرف نواحی شمالی اندکی بسمت شمال شرق متمایل شده‌اند. گسله‌های با روند شرقی - غربی و شمال غرب - جنوب شرق در ارتفاعات جنوبی و غربی محدوده از تراکم بیشتری برخوردارند.

منطقه تحت پوشش این نقشه در بخش مرکزی در نواحی شمال استان خراسان جنوبی و بین طول‌های جغرافیائی ۵۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۶۰ درجه شرقی و عرض‌های جغرافیائی ۳۳ درجه تا ۳۴ درجه شمالی واقع شده است. این منطقه حدوداً در ۳۰۰ کیلومتری جنوب شهر مشهد قرار دارد، جاده آسفالتی و اصلی مشهد - زاهدان از بخش غربی چهارگوش قائن عبور می‌کند. جاده آسفالتی دیگری از جاده مذکور بطرف قائن منشعب و با ادامه به سمت جنوب به بیرجند می‌رسد. در محدوده چهارگوش قائن کوه‌های مرتفع در روندهای مختلف تشکیل شده و بین آنها زمین‌های پست و دشتک‌های بین کوهساری مشاهده می‌گردد.

از دیدگاه زمین ساخت، واحدها و بلوک‌های تکتونیکی مختلفی را در محدوده چهارگوش می‌توان مشاهده نمود که به وسیله گسله‌های بزرگ و سراسری از یکدیگر تفکیک گردیده‌اند. واحدهای شمال شرقی و غربی، زون مرکزی و واحد جنوب غربی از آن جمله‌اند. سنگ‌های قبل از پالئوزوئیک شامل گنایس، گرانیت، سنگهای آتشفشانی دگرگونه و رسوبات دگرگون شده می‌باشد که بیشتر در نواحی مرکزی چهارگوش رخنمون دارند. رسوبات پالئوزوئیک و تریاس در بخش محدودی از نواحی جنوب شناسائی شده‌اند. سازندهای مربوط به ژوراسیک و کرتاسه همراه با سنگ‌های نفوذی کم عمق در نواحی شمالی چهارگوش مشاهده می‌گردند. در نواحی جنوبی سنگ‌های افیولیتی گسترش قابل ملاحظه‌ای دارند. نهشته‌های مربوط به پالئوسن و ائوسن بیشتر فلیش گونه است و در نواحی جنوبی سنگ‌های افیولیتی را می‌پوشاند. در واحد جنوب شرقی رخنمون‌های گسترده‌ای از انبوه سنگ‌های آتشفشانی بطور دگر شیب بر روی افیولیت‌های این ناحیه و نهشته‌های پالئوسن - ائوسن قرار می‌گیرد. رسوبات نئوزن شامل کنگلومرا با درجه سنگ شدگی کم و سیلت‌های رسی است که در حواشی دشت‌ها و نواحی پست مشاهده می‌گردد. این رسوبات در واحد جنوب شرقی به طور محلی بوسیله سنگ‌های بازالتی پوشیده می‌شوند. نهشته‌های کواترنر نیز شامل پادگانه‌های قدیمی و جوان، تراورتن و کفه‌های رسی است که در نواحی غرب، شمال و شمال شرقی گسترش دارد.

۱-۳-۱- چینه نگاری

-پرکامبرین

در چهار گوش قائن سنگ‌های مربوط به پروتروزئیک در جنوب غرب قائن و در کوه زول مشاهده می‌گردد و شامل گنایس، میگماتیت، گرانیت، سنگهای ولکانیکی و آهک‌های دگرگون شده و شیست می‌باشد. این سنگ‌ها در نواحی شمال غرب به صورت ناپیوسته و با ارتباط گسله در کنار سنگ‌های کرتاسه قرار گرفته است (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۶۰).

-گنایس (P1gn)

این واحد به رنگ عمومی خاکستری تا سبز با رخساره میگماتیت و بطور کلی شامل کانی‌های کوارتز، فلدسپات، بیوتیت می‌باشد. در بعضی قسمت‌ها تا حدودی دگرگون شده است.

-گرانیت (P1gr)

این سنگ‌ها غالباً در مجاور گنایس‌ها و در کوه زول دیده می‌شوند. رنگ عمومی آنها سفید تا صورتی و در سطح هوازده به رنگ قهوه‌ای روشن مشاهده می‌گردد.

سنگ‌های دگرگون شده (P2vs)

این سنگ‌ها در زون خونیک شامل سنگ‌های رسوبی دگرگون شده (آهک‌های کریستالیزه) و متاولکانیک‌های اسیدی می‌باشد. سنگ‌های رسوبی دگرگون شده در بیشتر جاها از تناوب سنگ آهک و شیست نازک لایه به رنگ سبز، قهوه‌ای و خاکستری تشکیل شده است. در زون آفریز سنگ‌های دگرگون شده با ناپیوستگی در مجاور سنگ‌های رسوبی ائوسن قرار گرفته اند در بخش مرکزی و نواحی غرب نقشه و جنوب غرب قائن رخنمون دارند. سنگ‌های دگرگون شده در این زون شامل لایه‌های کوارتزیت با ضخامت متوسط، سنگ آهک کریستالیزه و سنگ آهک به رنگ روشن و ریزدانه با بافت میکرو اسپاریت و مقداری دولومیت می‌باشد.

-پرمین تا تریاس پیشین

سنگ‌های غالباً کربناته مربوط به پرمین در گوشه جنوب غربی نقشه در کوه مولی رخنمون دارد. سنگ‌های پرمین (Pj) در کوه مولی در جنوب هامون به رنگ عمومی خاکستری و شامل سنگ‌های آهکی و دولومیتی می‌باشد. سازند جمال در نوار جنوبی و جنوب غربی نقشه و در جنوب کال شل آباد در کنار سازند جمال سنگ‌های دولومیتی و شیل آهکی سازند شتری (TRsh) با رنگ قرمز و قهوه‌ای و شیل‌های قرمز رنگ (TRs) که با نام سرخ شیل نیز خوانده می‌شود، رخنمون دارند. ضخامت این سنگ‌ها بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر است.

-ژوراسیک و کرتاسه پیشین

سنگ‌های ژوراسیک بیشتر در نواحی شمال غرب و غرب چهارگوش رخنمون دارند و شامل سازندهای زیر می‌باشند:

-سازند شمشک(JS)

در این نواحی سازند شمشک مشتمل بر شیل و ماسه سنگ‌های تیره رنگ(JS)، برش‌های ولکانیکی(JSvb)، سنگ‌های ولکانیکی با کمی گدازه و شیل(JSvs) و گدازه‌های آتشفشانی و سنگ‌های نفوذی(JSvi) می‌باشد. در جنوب دولت آباد در غرب چهارگوش سازند شمشک بیش از ۱۵۰۰ متر ضخامت دارد و از تناوب لایه‌های شیل، آهک رسی، آهک سیلتی، ماسه سنگ، سیلتستون، شیل آهکی و سنگ آهک، ماسه‌ای تشکیل شده است(سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۶۰).

-سازند بادامو(Jbd)

در جنوب دولت آباد سازند آهکی بادامو که با پیوستگی بر روی سازند شمشک قرار دارد و شامل آهک‌های توده ای بیواسپاریت با میان لایه‌های کنگلومرایی در زیر، سنگ آهک ماسه‌ای و سنگ آهک بیومیگریت ماسه‌ای با رنگ عمومی خاکستری تیره، قهوه‌ای تیره تا خاکستری روشن می‌باشد.

-سازند بغمشاه(Jbg)

این سازند از شیل سبز رنگ با مشخصه هوازدگی و فرسایش پذیری نرم و ملایم تشکیل شده است. سازند بغمشاه بر روی سازند آهکی بادامو و در زیر سازند آهکی اسفندیار قرار دارد. رخنمون سازند در ناودیس دولت آباد در جنوب غرب، در ارتفاعات شمال غرب و جنوب شرق(شاهاز کوه) قابل شناسائی است. سازند بغمشاه در ناحیه جنوب غرب چهارگوش از پائین بطرف بالا از واحدهای زیر تشکیل شده است. شیل آهکی و سیلتی خاکستری رنگ، سنگ آهک ماسه ای خاکستری تیره قهوه‌ای، تناوب مارن و آهک ماسه‌ای شیل آهکی، شیل ماسه‌ای و آهکی، ماسه سنگ و ماسه سنگ رسی با میان لایه‌های گل سنگ، شیل و ماسه سنگ، تناوب ماسه سنگ، کنگلومرای و سنگ آهک.

-سازند قلعه دختر(Jd)

این سازند که بر روی سازند بغمشاه و در زیر سنگ‌های رسوبی کرتاسه زیرین قرار دارد در نواحی شمال و غرب قائن رخنمون دارند. بر اساس اندازه‌گیری‌های به عمل آمده ضخامت این سازند در کوه سیدآباد در شمال قائن حدود ۶۰۰ متر و از پائین بطرف بالا شامل سنگ آهک ضخیم لایه التیک، تناوب شیل و آهک، سنگ آهک میکرایتی با لایه‌بندی نازک، سنگ آهک توده‌ای و نهایتاً تناوب آهک توده‌ای با شیل ماسه‌ای و آهکی.

-کرتاسه

الف: کرتاسه پائین

-نئوکومین

سنگ‌های این مجموعه از قدیم به جدید عبارتند از تناوب شیل و ماسه سنگ (Knsh) ، سنگ آهک خاکستری تیره (Kln) ، کوارتزیت، ماسه سنگ (Kns) و سنگ‌های ولکانیکی بازیک (Knv). دیگر واحدهای مربوط به کرتاسه پائینی به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از: کنگلومرای قهوه ای رنگ - شیل و ماسه سنگ سبز رنگ (Klc) ، آهک‌های اوربیتولین‌دار (Kll) ، کنگلومرای قرمز (Klcl) ، سنگ‌های ولکانیکی بازیک (Klv) ، مارن، ماسه سنگ، شیل آهکی و آهک (Klml) ، رسوبات کنگلومرا، ماسه سنگ، آهک تفکیک نشده (Klml) ، آهک توده‌ای (KIL2).

مجموعه سنگ‌های افیولیتی مربوط به کرتاسه پائینی که در منطقه رخنمون دارند شامل شیل، کنگلومرا، بازالت (Kils) ، آهک‌های توده‌ای اوربیتولین دار (Kllo) ، شیل و ماسه سنگ فلیش گونه (Klf) ، سنگ‌های اولترابازیک (Ub) ، لیستونیت (Lv) ، گابرو (gb) ، سنگ‌های ولکانیک بازیک (ov) فلیش‌های دگرگون شده (K2fm) می باشد، مجموعه یاد شده در کوه شاهز نیز قابل شناسایی است.
ب: کرتاسه بالائی

سنگ‌های مربوط به کرتاسه بالائی در نواحی غرب نقشه چهارگوش قائن عبارتند از: سنگ‌های فلیش‌واره (Klcl) ، که شامل شیل، ماسه سنگ، آهک و کنگلومرا (K2cl) می‌باشد، سنگ‌های تفکیک نشده آهک، ماسه سنگ و کنگلومرا (K2lm) که در نواحی شمال غرب در کوه شاهز رخنمون دارند، کنگلومرا (K2c2) ، شیل، ماسه سنگ، توربیدیت (K2fs) ، سنگ‌های ولکانیک بازیک و گابرو (K2v) که در دو ناحیه شمال کوه سرتخت و جنوب کوه سفید رخنمون‌هایی قابل توجهی دارند.

سنگ‌های کرتاسه بالائی مربوط به مجموعه افیولیت‌ها شامل سنگ‌های رسوبی دگرگون شده و مجموعاً فلیش می‌باشد و در کوه شاهز مشاهده می‌گردد. سنگ‌های نفوذی کرتاسه بالائی شامل کوارتز میکرودیویت (K2md) می‌باشد. همچنین واحدهای دیگری با سن تقریبی کرتاسه در روی نقشه قابل تفکیک است که عبارتند از: کنگلومرا با اجزای افیولیتی (K1-2co) ، شیل، ماسه سنگ، توفی (K1-2fl) ، کنگلومرا (K1-2cl) ، فلیش (K1-2f) ، ماسه سنگ (K1-2os) ، و ماسه سنگ توفی با کنگلومرا و کمی سنگ‌های ولکانیکی (Kncs).

-پالئوسن تا ائوسن

مجموعه سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی مربوط به پالئوسن تا ائوسن در چهارگوش قائن بطور کلی در سه کمپلکس قابل بررسی است. این سنگ‌ها در بخش‌های مختلف چهارگوش از جمله نواحی غرب قائن (کوه واروز)، شرق قائن (کوه امام جعفری)، جنوب قائن (کوه کمرزرد) و نواحی شمال شرق (کوه شاهاز) مشاهده می‌گردد. کمپلکس‌های یاد شده عبارتند از:

الف: مجموعه زیرین که از پالئوسن آغاز و تا ائوسن زیرین ادامه دارد و در روی نقشه با علامت PEF نمایش داده شده است مجموعه مذکور در کوه پاره هندوستان (جنوب شرق قائن)، غرب و جنوب قائن بطور گستره رخنمون دارد و از قدیم به جدید شامل؛ کنگلومرای قرمز رنگ (PEfc, Pec)، سنگ آهک PEI، شیل، ماسه سنگ، توربیدیت (PEf) و سنگ‌های ولکانیکی همراه (PEV) و سنگ‌های ولکانیکی آندزیت (Pev)، مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا و آهک (Pems)، آندزیت و کنگلومرا (Ev, Ec)، آهک نمولیت دار (EI)، شیل و ماسه سنگ (Es) و مارن (Em).

ب: مجموعه میانی که ائوسن میانی را در بر می‌گیرد و در نواحی مرکز و شمال شرق جنوب و جنوب غرب رخنمون دارد. سنگ‌های این مجموعه عبارتند از: کنگلومرا (Ecl) بطور موضعی همراه با گدازه‌های آندزیتی (Eal)، ایگنمبریت (Ei)، کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز تیره، ماسه سنگ سبز و گچ (Ers)، ماسه سنگ سبز، آندزیت، توف، آرژیلیت، کنگلومرا (Eta)، آندزیت، بازالت (Ea2) و توف (Et).

ج: مجموعه فوقانی که سنگ‌های مربوط به ائوسن بالائی را در بر می‌گیرند که بیشتر در کوه شاهاز در شمال شرق قائن رخنمون دارد. این سنگ‌ها شامل کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز رنگ (Ec2)، آذرآواری‌های بازیگ به همراه رس و گچ (Ept) و آندزیت بازالت (Eab) می‌باشد. علاوه بر سنگ‌های مربوط به سه کمپلکس یاد شده، رخساره‌های آتشفشانی-رسوبی پالئوسن-ائوسن مشتمل بر کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن و آهک دریاچه‌ای (PEc)، آندزیت و بازالت گهگاه پورفیرتیک (PEap)، آذر آواری، توف، ماسه سنگ، کنگلومرا و آرژیلیت (PEta) و کنگلومرا با قطعات آندزیتی و آهک دریاچه ای (PEca) می‌باشد. سنگ‌های نفوذی ائوسن شامل کوارتز میکرودیوریت و آندزیت (Emd) و دایک‌های آندزیت و بازالت می‌باشد.

-الیگوسن تا میوسن

مجموعه سنگ‌های مربوط به الیگوسن-میوسن در جنوب شرق قائن و در تمامی ربع جنوب شرقی نقشه قائن گسترش دارد. سنگ‌های رسوبی این مجموعه شامل کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز رنگ (OMc) و سیلتستون و ماسه سنگ‌های توفی (OMst) می‌باشد که در شمال غرب غمچاه بر روی

فلش‌های پالئوسن و در شرق آرویز بر روی سنگ‌های رسوبی ائوسن میانی قرار گرفته‌اند. ضخامت این بخش از سنگ‌های الیگوسن- میوسن به بیش از ۲۸۸۰ متر می‌رسد. سنگ‌های ولکانیکی مجموعه مذکور شامل آندزیت و بازالت (OMabl) ، توف آندزیتی و داستی (OMat) ، آندزیت و داستیت (OMda) ، توف آندزیتی (OMt) ، داستیت (OMd) و آندزیت و بازالت (OM2ab) می‌باشد.

-نئوژن

رسوبات مربوط به نئوژن به دو بخش پائینی و بالائی تفکیک شده است. سکانس پائینی به طور موضعی و به صورت ناپیوسته بر روی سنگ‌های ولکانیکی الیگوسن- میوسن قرار دارد. این سنگ‌ها که به شدت چین خورده‌اند شامل: کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلتستون و آرژیلیت قرمز رنگ می‌باشد. سکانس بالائی نئوژن شامل کنگلومرای با سیمان ضعیف (QPLc) و همراه با سیلت و رس (QPLc1) و بازالت الکالی (QPLb) می‌باشد که در حاشیه جنوبی ارتفاعات شرقی قائن در دشت دولت‌آباد و دشت اسفدن رخنمون‌های قابل ملاحظه‌ای دارد. همچنین در دشت‌های سده، آفریز و بورنگ نیز مشاهده می‌گردد.

کواترنری

این رسوبات در دو بخش مجزا به صورت مخروط افکنه‌های قدیمی و رسوبات جوان قابل بررسی است. مخروط افکنه‌های قدیمی شامل تراورتن (Qt1) و تراس‌های قدیمی (Qtr) که در حاشیه دشت‌ها و در پای دامنه‌ها گسترش دارد.

نهبشته‌های جوان نیز شامل مخروط‌های آبرفتی و واریزه‌ها (Qt2p) ، پادگانه‌های جوان (Qt2) ، کفه های رسی (QC) ، کویر (Qt2k) ، آبرفت‌های جوان (Qal) و تلماسه‌ها (d) می‌باشد که در بخش مرکزی و حواشی دشت‌ها، فروافتادگی‌ها و سطوح پست منطقه رسوبگذاری شده‌اند.

شکل (۱-۲) نقشه زمین شناسی محدوده قاین را نشان می‌دهد. همچنین در جدول (۱-۱) جزئیات زمین شناسی واحدهای محدوده مطالعاتی قاین ارائه شده است .