

بنام خداوند جان و حشر

۱۴۱۳

دانشگاه تربیت معلم تهران

دانشکده علوم

پایان نامه:

جهت دریافت درجه فوق لیسانس از گروه آموزش زمین شناسی

موضوع:

" پتروگرافی و پترولوژی توده‌های آذرین نفوذی جنوب بوئین زهرا "

بدراهنمائی:

دکتر محمدالدین امینی

نگارش:

امیرعلی طباطبائی شعبانی

اسفند ۱۳۶۹

۱۴۱۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	تشکر و قدردانی
۲	چکیده
۵	فصل اول - کلیات
۵	۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۶	۲-۱- زاههای ارتباطی
۶	۳-۱- آب و هوا
۶	۴-۱- جغرافیای ناحیه
۷	۵-۱- زلزله بوئین زهرا
۹	۶-۱- مطالعات انجام گرفته قبلی در چهره رگوش ساوه
۱۰	۷-۱- هدف رساله و روشهای مطالعاتی
۱۳	فصل دوم - مشخصات کلی زمین شناسی جنوب بوئین زهرا
۱۵	۱-۲- سنگهای آتشفشانی و رسوبی
۱۶	۲-۲- سنگهای آذرین نفوذی
۱۸	۳-۲- موقعیت توده های آذرین نفوذی در جنوب بوئین زهرا
۱۸	۱-۳-۲- توده حاجی آباد
۲۱	۲-۳-۲- توده ده بالا
۲۴	۳-۳-۲- توده حصار
۲۵	۴-۳-۲- توده قشلاق آفتاب رو
۲۵	۵-۳-۲- توده تفک
۲۵	۴-۲- نتیجه
۲۷	فصل سوم - طبقه بندی سنگهای آذرین درونی جنوب بوئین زهرا
۲۷	۱-۳- مقدمه
۲۸	۲-۳- طبقه بندی آنالیز مودال (روش یونگ وبروس ۱۹۵۹)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۲	۳-۳- طبقه‌بندی آنالیزموذال از اشتريکاي زن
۳۷	۴-۳- طبقه‌بندی سنگهای آذرین درونی براساس ترکیب نورماتیو
۳۸	۵-۳- طبقه‌بندی شیمیائی R1 R2
۴۲	۶-۳- طبقه‌بندی شیمیائی مجموع‌الکالن به‌سیلیس
۴۳	فصل چهارم - پتروگرافی سنگهای آذرین نفوذی جنوب بوئین زهرا
۴۳	۱-۴- گا برو
۴۶	۲-۴- دیوریت
۴۶	۱-۲-۴- دیوریت محل کنناکت
۴۹	۲-۲-۴- دیوریت کمی دورترا زکنناکت
۵۲	۳-۴- دیوریت کوارتزدار
۵۶	۴-۴- مونزودیوریت کوارتزدار
۵۸	۵-۴- گرانودیوریت‌ها
۵۸	۱-۵-۴- گرانودیوریت هورنبلنددار
۵۹	۲-۵-۴- گرانودیوریت هورنبلندوبیوتیت‌دار
۶۲	۶-۴- کوارتز مونزونیت
۶۳	۷-۴- گرانیت‌ها
۶۴	۱-۷-۴- گرانیت هورنبلنددار
۶۵	۲-۷-۴- گرانیت هورنبلندوبیوتیت‌دار
۶۶	۳-۷-۴- گرانیت بیوتیت‌دار
۶۷	۸-۴- آپلیت
۶۹	۹-۴- رگه‌های کوارتز
۷۰	۱۰-۴- رگه‌های کلسیت
۷۱	۱۱-۴- نتیجه

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۲	فصل پنجم - دگرگونی مجاورتی
۷۲	۱-۵- مقدمه
۷۴	۲-۵- ایگنمبریت و توف ریولیتی تجدید تبلور یا فته در اثر دگرگونی
۷۵	۳-۵- توف ریولیتی دگرگون شده
۷۸	۴-۵- متا توف داسیتی
۷۹	۵-۵- متا توفیت داسیتی
۸۰	۶-۵- متا آندزیت
۸۲	۷-۵- زینولیتها
۸۳	۱-۷-۵- زینولیتهای نفوذی با زیک
۸۵	۲-۷-۵- متا دولریت
۸۹	فصل ششم - ژئوشیمی سنگهای آذرین نفوذی جنوب بوئین زهرا
۸۹	۱-۶- مقدمه
۸۹	۲-۶- عناصرا اصلی
۱۰۲	۳-۶- عناصرا فرعی
۱۰۳	۴-۶- عناصرا کربنات
۱۰۸	۵-۶- نتیجه
۱۰۹	فصل هفتم - مطالعه ژئوکرونولوژیکی توده های آذرین نفوذی
۱۰۹	۱-۷- مقدمه
۱۱۱	۲-۷- سن مطلق توده های آذرین نفوذی
۱۱۵	فصل هشتم - نهشته های معدنی جنوب بوئین زهرا
۱۱۵	۱-۸- فیلونهای هماتیت همراه با کمی منیتیت
۱۱۶	۲-۸- رگه های با ریتین
۱۱۷	۳-۸- کائولن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱۹	۴-۸- نهشته‌های سرب و روی
۱۲۳	فصل نهم - پترولوژی توده‌های آذرین درونی جنوب بوئین زهرا
۱۲۳	۱-۹- رده‌بندی گرانیتوئیدها و جایگاه تکتونیکی آنها
۱۳۹	۲-۹- پتروژنز توده‌های آذرین نفوذی
۱۳۹	۱-۲-۹- شواهد ماگمایی گرانیتوئیدها
۱۴۲	۲-۲-۹- عمق جایگیری
۱۴۵	۳-۲-۹- منشاء آپلیتها
۱۴۶	۴-۲-۹- شرایط ترمودینامیکی آپلیتها
۱۴۸	۵-۲-۹- اسیدیته‌فازگازی
۱۴۹	۶-۲-۹- درصد آب ماگما
۱۵۲	۳-۹- منشاء توده‌های گرانیتی
۱۵۴	۱-۳-۹- ذوب بخشی پوسته‌قاره‌ای
۱۵۶	۲-۳-۹- ذوب بخشی آمفیبولیت
۱۵۶	۳-۳-۹- ذوب بخشی اکلوزیت
۱۵۷	۴-۳-۹- ذوب بخشی پریدوتیت
۱۵۸	۴-۹- خصوصیات پلوتونیسیم مناطق فرورانش
۱۶۰	۵-۹- ارائه‌الگوی تکتونوپلوتونیک
۱۶۴	جدول ضمیمه
۱۷۵	منابع و مآخذ

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدای را که توفیق به پایان رساندن این رساله را اعطا فرمود
و مریاری نمود تا این مهم را به پایان برسانم .

در تهیه و تکمیل این پایان نامه از مساعدت ها و راهنمایی های شایسته
بسیاری از اساتید، همکاران و دوستان گرامی بهره برده ام که بدین وسیله لازم
می دانم از تمامی آنها بخاطر کمک های بی دریغشان سپاسگزاری نمایم .

نخست از اساتید گرامی آقای دکتر صدرالدین امینی که به عنوان استاد
راهنما در تهیه این رساله همواره با علاقمندی تمام اینجانب را راهنمایی و
تشویق نموده اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم .

از آقایان دکتر حسین معین وزیری و دکتر علی درویش زاده اساتید محترم
هیئت ژوری بخاطر راهنمایی های ارزنده و مطالعه این پایان نامه نهایت
امتنان و تشکر دارم .

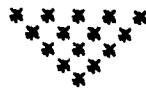
از آقای دکتر عبدالمجید یعقوب پور بخاطر مطالعه مینرالوگرافی نمونه
معدنی تشکرمی نمایم .

از آقای دکتر مرتضی مومن زاده بخاطر در اختیار گذاشتن گزارش شخصی
و راهنمایی ارزشمندشان سپاسگزاری می نمایم .

از مدیر سابق و فعلی گروه آموزشی زمین شناسی آقایان دکتر جواد
الیاسی و دکتر سیروس پارسا که در همه زمینه ها و مشکلات مریاری نمودند نهایت
امتنان و تشکر دارم .

از آقای مهندس فریبرز مسعودی دوست و همکار گرامی بخاطر همکاری
صمیمانه ایشان در طی مراحل تکمیل این پایان نامه سپاسگزارم .

از آقایان مهندس الهی مهر و مهندس مهربابی بخاطر کمک در مطالعه مقاطع
نازک و صیقلی تشکرمی نمایم . در خاتمه از آقایان حمداللهی و بازوکسی
تکنسین های کارگاه زمین شناسی که با کوشش های بیدریغ ایشان تمامی مقاطع
نازک مورد نیاز این رساله تهیه گردید سپاسگزارم .



چکیده

=====

ناحیه مورد مطالعه در ۱۳۵ کیلومتری جنوب غرب تهران در محدوده‌ای با طول جغرافیایی ۵۰°-۴۵ و ۴۹° عرض جغرافیایی ۴۵ و ۳۵ - ۲۵ و ۳۵ واقع شده است. از نقطه نظر زمین شناسی جنوب بوئین زهرا متعلق به زون ایران مرکزی بوده و قسمتی از کمربند آتشفشانی غرب ایران که بیشتر تحت عنوان ارومیه - دختر مصطلح است را تشکیل می دهد که به موازات زون زاگرس از شمال غرب تا جنوب شرق امتداد دارد. این منطقه از شمال به چین خوردگی های البرز محدود است. از نظر زمین شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه در محل تغییر جهت شکستگیهای بزرگ کمربند آتشفشانی ایران مرکزی قرار دارد. وجهت ها از $N100^{\circ}$ تا $N130^{\circ}$ تغییر می کند. بررسی رخنمون های موجود نشان داده است که در ناحیه مطالعه شده سنگهای قدیم تراژاوسن وجود ندارد و انواع موجود عمدتاً از نوع آذرین ازبازالت تا ریولیت می باشد. پنج توده پلوتونیک در ناحیه وجود دارد که جایگیری آنها در داخل سنگهای ولکانیک و ولکانی کلاستیک ائوسن روی داده است. نفوذ این توده ها سبب دگرگونی مجاورتی در سنگهای دربرگیرنده خود شده است. همچنین آنکلاوهای ازنسنگهای ولکانیکی ائوسن در این توده های نفوذی وجود دارند که تمام این شواهد دلالت بر سن بعد از ائوسن برای این توده های پلوتونیک دارد. تعیین سن مطلق که بر روی توده های آذرین نفوذی به روش $\frac{K}{Ar}$ در چهار گوش ساده توسط کایا و همکاران (۱۹۷۸) صورت گرفته سن ۳۹ میلیون سال را به دست داده است که با فازتکتونیک ائو-الیگوسن مطابقت دارد.

از نظر پتروگرافی ترکیب توده های نفوذی متنوع بوده و بر اساس طبقه بندی اشتريکایزن (۱۹۷۹) از گابرو، دیوریت، دیوریت کوارتزار، مونزو-دیوریت کوارتزار، گرانودیوریت، کوارتز مونزونیت و گرانیت به همراه

رگه‌هایی از آپلیت که توده‌های درونی را قطع می‌کنند، تشکیل شده است. این سنگها کمتر در سطح ظاهر شده‌اند و بنظر می‌رسد که بیشتر در عمق زمین توسعه داشته باشند.

کرونولوژی حوادثی که در این منطقه رخ داده است بدین ترتیب است که قبل از هرچیز توده‌های نفوذی با زیک ایجاد شده‌اند. توده‌های گرانیتوئیدی که بوسیله یک فعالیت فیلونی تعقیب می‌شود، تشکیل شده‌اند. شواهد تفریق درجا در بررسیهای صحرائی مشاهده نشده است و بنظر می‌رسد سنگهای مختلف هم‌ماگمایی بوده و در عمق تفریق یافته باشند و سپس طبق آنچه ذکر شد بدون سنگهای ولکانیک ائوسن تزریق شده باشند. حجم اصلی سنگهای نفوذی این ناحیه از دیوریت کوارتزدار و گرانودیوریت تشکیل شده است. این توده‌های نفوذی موجب دگرگونی مجاورتی در سنگهای ولکانیکی دربرگیرنده خود شده‌اند. وسعت هاله دگرگونی کم می‌باشد و شدت آن ضعیف و عمدتاً "رخساره آلپیت - اپیدوت هورنفلس" را نشان می‌دهد که در بیشترین شدت از رخساره هورنبلند هورنفلس تجا وزنی کند.

بررسی عناصر اصلی در مقابل SiO_2 و ضریب لارسن در نمودارهای هارکر ولارسن بیانگر تفریق از طریق تبلور بخشی برای توده‌های آذرین نفوذی ناحیه مطالعه شده می‌باشد. عدم پراکندگی نقاط نشانه یک منبع مشترک برای این توده‌های نفوذی است. رفتار عناصر فرعی و کمیاب در مقابل SiO_2 نیز همیمن نتیجه را بدست داده است.

نمودار درصد وزنی MgO در مقابل درصد وزنی $FeO+Fe_2O_3$ مطلب مذکور را تأیید نموده است.

تمام سنگهای نفوذی فوق اشباع هستند و از نظر مفهوم اشباع آلومینا در محدوده متاآلومینیم قرار می‌گیرند که عدم حضور کبرندون در ترکیب مدال

ونورما تیوبا مطلب فوق مطابقت کامل نشان می دهد .

سنگهای آذرین درونی ناحیه از نظر ژئوشیمی کالکوالکالن هستند. شاهد این مدعا نمودارهای K_2O+Na_2O در مقابل SiO_2 , AFM, $\frac{FeO}{MgO}$ در مقابل SiO_2 و درصد وزنی Al_2O_3 در مقابل درصد وزنی آنورتیت نورما تیو می باشد. بر اساس رده بندی گرانیتها به انواع I و S (چاپل و وایت ۱۹۷۴)، گرانیتوئیدهای ناحیه مطالعه شده ویژگیهای تیپ I را نشان می دهد. بنظر Best (۱۹۸۲) این تیپ گرانیتها فقط در حاشیه قاره ها دیده می شود. عمق جایگیری توده های مذکور بر اساس شواهد صحرایی و پترولوژیکی کمتر از ۳ کیلومتری سطح زمین بوده است. درصد آب ماگمای تشکیل دهنده سنگهای درونی بر اساس کارهای تجربی مالووهکاران (۱۹۷۵) بین ۳ تا ۴ درصد و ترکیب یا اسیدیته فازگازی طبق مطالعات تجربی فون پلاتن (۱۹۶۵) عمدتاً " آب بوده است .

آپلیتهای ناحیه از تفریق نهایی توده های گرانیتی در شرایط یک کیلو بار و حرارت ۷۲۰ درجه سانتی گراد تشکیل شده اند در مقایسه ای که با گرانیتهای محیطهای تکنونیکي مختلف جهان صورت گرفت. گرانیتوئیدهای جنوب بوئین زهرا زهرا از روند گرانیتهای کردیلرایی که از نظر موقعیت تکتونیکي اختصاص بسه ماگما تیسیم حاشیه صفحه ها دارند تبعیت می کند. شاهد این مدعا نمودارهای مسدال QAP اشتريکایزن $R_2, R_1, ANOR-Q', AFM$ میباشد بنا بر این موقعیت توده های آذرین نفوذی جنوب بوئین زهرا به موازات تراست زاگرس و غالب بودن سنگهای حدواسط و اختصاصات ژئوشیمیائی ذکر شده شباهت زیادی با پلوتونیسیم نوع آندی دارد. بدین لحاظ با تمام شواهد موجود می توان چنین اندیشید که پلوتونیسیم این ناحیه در ارتباط با فرورانش صفحه اقیانوسی به زیر پوسته قاره های ایران باشد .

=====

فصل اول

=====

کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۱۳۵ کیلومتری جنوب غرب تهران در محدوده‌ای با طول جغرافیایی ۵° و ۵۰' - ۴۵° و ۴۹' و عرض جغرافیایی ۴۵° و ۳۵' - ۲۵° و ۳۵' واقع شده است و از شمال به شهرستان بوئین زهرا و در جنوب به روستاهای حصار و علیشار و رودخانه لار و از شرق به جاده‌ای شمالی جنوبی که جدیداً " احداث شده و بوئین زهرا را به ساوه مرتبط می‌سازد محدود می‌شود. منطقه مورد مطالعه که بخشی از چهار گوش ساوه می‌باشد مشتمل بر ۲۳ روستا می‌باشد که برخی از آنها متروکه می‌باشد روستاهای مهم این منطقه عبارتند از میرآباد، رستم آباد، رودک، چسکین تفک، رودک و چلمبر.

این ناحیه از نظر جغرافیایی سیاسی تابع دواستان زنجان و مرکزی می‌باشد. روستاهای جنوبی ترین بخش منطقه مورد مطالعه مانند علیشار و حصار تابع شهرستان ساوه و استان مرکزی هستند.

۲-۱- راههای ارتباطی

مهمترین راه ورود به منطقه جاده تهران - کرج - مردآباد - اشتهارد بوئین زهرا و از طریق شمال جاده قزوین - بوئین زهرا می باشد. بهترین جاده ورود به شرق منطقه جاده شمالی جنوبی است که بوئین زهرا را به ساوه مرتبط میکند. راههای ارتباطی بین روستاها نسبتاً " خوب می باشد و در فصل بارندگی غیرقابل عبور می شود برخی از جادههای منطقه در سبالیهای خیرتغییر کرده و با آنچه که در نقشه های توپوگرافی وجود دارند مطابقت ندارد. این راههای ارتباطی در نقشه زمین شناسی ضمیمه تصحیح شده است .

۳-۱- آب و هوا :

منطقه بوئین زهرا دارای آب و هوای گرم و خشک می باشد بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی بوئین زهرا در سال ۱۹۸۱ حداکثر دمای هوا ۴۱ درجه و حداقل ۷/۵ - درجه سانتی گراد و میزان نزولات جوی آن ۲۳۹/۵ میلیمتری باشد. مهمترین رودخانه های موجود در منطقه رودخانه های حاجی عرب و لارمی باشد که در تمام فصول سال آب دارند. علاوه بر رودخانه های مذکور - رودخانه های متعددی نیز در سطح منطقه پراکنده اند که فصلی می باشند و در بیشتر سال خشک و بی آبند.

۴-۱ - جغرافیای ناحیه

تاثیر عوامل فرسایش و هوازدگی بر روی سنگهای ولکانیک و پلوتونیک سبب شده که بیشتر آنها بصورت مجموعه تپه های کم ارتفاعی ظاهر شوند. کم آبی از یک طرف و پستی و بلندی های متعدد از طرف دیگر محدودیت های فراوانی را در امر کشاورزی ایجاد کرده است و تنها در مناطقی که هموار بوده کشاورزی انجام می گیرد و در کناره رودخانه های بزرگ باغات میوه به چشم می خورد. کار عمده روستائیان این منطقه را مپرووری است که در کناره آن مرغداری نیز رونق خاصی

پیدا کرده است. اهالی این منطقه مسلمان و شیعه و زبان نشان ترکی است. جانوران مهمی که در منطقه مورد مطالعه مشاهده شده اند، عبارتند از: مار، لاک پشت، گرگ، خرگوش و کبک که به مقدار زیاد وجود دارد. بیشترین ارتفاعات منطقه در کوه قره تیره با ارتفاع ۲۲۹۵ متر و کوه بشبلاغ با ارتفاع ۲۲۵۵ متر قرار دارند. پست ترین نقاط منطقه در قسمت شمالی آن قرار دارد.

۱-۵- زلزله بوئین زهرا

کشور ایران در منطقه ای از کره زمین (در کمربند آلپ - هیمالیا) قرار دارد که از نظر زمین شناسی و لرزه خیزی بسیار نا آرام و پرتکا پوست هر چند گاه یکبار زمین لرزه ای رخ می دهد که باعث از بین رفتن عده ای از هم میهنان ما، بی خانمان شدن خانواده ها و زیانهای مادی بسیاری می گردد. زلزله بوئین زهرا یکی از آن حوادث طبیعی و دردناک است که در این ناحیه رویداده است. زمین لرزه یکی از پدیده های حاصل از تکوین زمین شناسی یک ناحیه است و بیشتر زمین لرزه های سرزمین ما از جنبش گسلها نتیجه می شود. زلزله این ناحیه با بزرگی متوسط ۷/۲۵ ناشی از فعالیت گسل ایپک (Ipak) بود. گسل لرزه خیز ایپک در قسمت جنوبی اشتهارد (جنوب غربی تهران) قرار دارد و دارای روند N100E می باشد شکل (۲-۳).

زلزله مخرب بوئین زهرا در ساعت ۲۰،۱۹ دقیقه و ۳۸/۷ ثانیه (G.M.T) در اول سپتامبر ۱۹۶۲ در جنوب ناحیه قزوین (جنوب غربی تهران) اتفاق افتاد. اپی سنتر آن در ۳۵ درجه، ۶ دقیقه شمالی و ۴۹ درجه، ۹۰ دقیقه شرقی (U.S.C.G.S.) با عمق کانونی حدود ۲۰ کیلومتری و بزرگی ۷/۲۵ واقع شد. تلفات ناشی از این زلزله ۱۲۲۲۵ کشته و ۲۷۷۶ زخمی بود. در اثر این زلزله ۲۱۳۱۰ خانه (۲۹۴ روستا) آسیب دید و ۳۵ درصد ام این ناحیه تلف شد شدت ماکزیم شوک بر اساس مقایس مرکالی از ۹ تجاوز نکرد.

چندصد پس لرزه توسط ایستگاههای ایران و تنها تعدادی توسط مراکز
 سیموگراف خارجی ثبت شد. در روز دوم سپتامبر یک پس لرزه با بزرگی $4/75$ در
 ۴۰ کیلومتری غرب - جنوب غربی ثبت شد. در سیزدهم سپتامبر یک شوک با
 بزرگی $5/5$ که در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی اپی سانتر واقع شد در قزوین، تهران
 و طول ساحل دریای خزر احساس شد. فعالیت پس لرزه ها بعد از ۱۵ سپتامبر قویا
 کاهش یافت و در حدود نیمی نوامبر ۱۹۶۲ خاتمه یافت (Ambraseys ۱۹۶۳).
 سیمای کلی از زلزله بوئین زهرا و گسل اپیک بعد از حادثه بلافاصله مطالعه شد
 (Ambraseys ۱۹۶۲، Abdalian ۱۹۶۳، مهاجرو پیوس ۱۹۶۳، گانسر
 ۱۹۶۳، مهاجر ۱۹۶۴، سرابی و فروغی ۱۹۶۲، موسه ژئوفیزیک ۱۹۶۳، گانسر
 ۱۹۶۹، بربریان ۱۹۷۱، ۱۹۷۲).

بربریان (۱۹۷۱) در مطالعه خود دگرشکلیهای وابسته به گسل اپیک را قبل
 از زلزله و پس از آن مقایسه کرده است. برای مقایسه ی این دگرشکلیها، سنگهای
 بخش شرقی گسل اپیک در روی زمین مورد بررسی مقدماتی قرار گرفته اند. جایگاهی
 زمینهای دو طرف گسل که به هنگام زمین لرزه بوئین زهرا بوجود آمده است با آنچه
 که پیش از زمین لرزه وجود داشته بسیار سازگار است. درزه هایی که در اثر حرکت
 گسل اپیک در زمانهای دورتر از عهد حاضر در سنگهای آتشفشانی دوره آئوسن
 بوجود آمده اند چنانچه رفته اند که همگی درزه های کششی می باشند و جوانترین
 آنها با احتمال زیاد مربوط به آخرین حرکت گسل است با بررسی جوانترین درزه های
 کششی، نتیجه گرفته می شود که فشردگی محلی پس از نئوژن در امتداد $N56^{\circ}E$
 بوده است و حرکت چپگرد گسل اپیک آنها را موجب شده است. حرکت گسل در زمین
 لرزه سال ۱۳۴۱ نیز همین سان بوده است با توجه به اینکه راستای فشردگی مربوط
 به زمین لرزه سال ۱۳۴۱ بوئین زهرا در امتداد $N40^{\circ}E$ بوده است. می توان
 نتیجه گرفت که چرخش امتداد فشردگی در این ناحیه از زمان نئوژن تا کنون
 در جهت خلاف حرکت عقب رده های ساعت بوده است

۶-۱ - مطالعات انجام گرفته قبلی در چهارگوش ساوه :

چهارگوش ساوه از جمله مناطقی است که بارها مورد مطالعه قرار گرفته است .
 قدیمی ترین گزارش در آوریل ۱۹۵۳ توسط E. Frei تهیه و از سوی شرکت ملی
 نفت ایران تحت عنوان با زدید مقدماتی زمین شناسی نواحی فزوین - ساوه -
 همدان - کرمانشاه منتشر گردید . محدوده وسیع این مطالعه از شمال به البرز
 از شرق به جاده تهران - اصفهان ، از غرب به هفتاد کیلومتری جاده همدان -
 فزوین و از جنوب تا ملایر بود که مطالعات عمدتاً " در رابطه با استراتیگرافی
 منطقه به ضمیمه نقشه‌ای به مقیاس $\frac{1}{253440}$ می باشد . این گزارش بصورت محرمانه
 در کتابخانه سازمان زمین شناسی کشور موجود است .

P.A. Soder گزارشی تحت عنوان زمین شناسی ناحیه شمال ساوه در
 سال ۱۹۵۹ تهیه کرد که توسط شرکت ملی نفت ایران منتشر گردید . گزارش مزبور
 مطالعه‌ای است در زمینه استراتیگرافی ، تکتونیک ، پتروگرافی ، پالئو-
 نتولوژی ، نقشه‌ای با مقیاس $\frac{1}{250000}$ از ساوه و همچنین ۷ نقشه به مقیاس
 $\frac{1}{1000000}$ و نیز یک نقشه اندیکس به مقیاس $\frac{1}{500000}$ ضمیمه این گزارش است .

در سال ۱۳۵۱ در ناحیه شمال شرق ساوه (زرنند - پرندهک) مطالعه
 پتروگرافی و شیمی سنگهای ولکانیک جهت پایان نامه فوق لیسانس توسط
 آقای علی اصغر حسنی پاک انجام گردید . پایان نامه مذکور به ضمیمه یک نقشه
 $\frac{1}{20000}$ در کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه تهران موجود می باشد .

در سال ۱۳۵۲ آقای مسعود دبیروزیری جهت پایان نامه فوق لیسانس
 به مطالعه زمین شناسی شمال شرق زاویه زرنند ساوه پرداخت که پژوهشی است در
 مورد پتروگرافی سنگهای پلوتونیک و ولکانیک و هیدروژئولوژی منطقه مزبور
 به ضمیمه یک نقشه $\frac{1}{50000}$ که در کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه تهران
 موجود است .