مجلهٔ علوم دانشگاه تهران جلد ۱۶ شماره های ۱و۲ سال ۱۳۶۶ ازصفحهٔ ۵ تا ۲۷

بررسی پترولوژی تودهٔ آذرین بنیاد سد کرج

دکتر محمد ولی ولی‌زاده
گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه تهران

چکیده

توده آذرین سازنده بنیاد سد کرج که یک توده نفوذی با بافت دانه‌ای است ، دربین لایه های آتشفشانی - رسوبی‌توفیتهای سازند کرج مخصوصاً با روندی دقیقاً مشابه روند محور سینکلینال آدران مشاهده می‌گردد . این توده از نوع نفوذی لوپولیتی است که ماده ماگمائی همزمان با چین خوردگی منطقه از نقطه (یا نقاطی) در زیر و از راه شکستگی محل محور سینکلینال به سمت بالارانده شده و در تراز آسارا شیل که سنگهای سازنده رسی‌آن دارای طبیعت‌پلاستیک بوده، بین‌اعضاءمیانی وفوقانی سازند مزبور تزریق گردیده است. این‌توده که در نقشه به‌صورت یک «دیس‌توگود » مشاهده می‌شود، هرچه به‌حواشی نزدیک می‌شود باریک‌تر و دربخش میانی ضخیم‌تر می‌گردد . طبیعت سنگ‌شناسی آن ازسمت حاشیه خارجی به سمت درون درکلیه موارد، تفریقی ازگابرو به‌سمت دیوریت وسپس مونزونیت را عرضه می‌دارد. مجاورت تحتانی‌آن درهمه موارد نشانه انجمادسریع را دارا می‌باشد ، درحالی که درکنتاکت فوقانی‌آن سنگهای در برگیرنده واجد آثارفلدسپات زائی کم وبیش پیشرفته‌ای است. مطالعات ژئوشیمی، پترولوژی و شیمی - کانی‌شناسی سنگهای بخش های مختلف این توده نیز بیانگر تفریقی کامل از گابرو تامونزونیت می‌باشد . کوهزائی منطقه بعد از تزریق این توده نفوذی نیزادامه‌داشته تاآنجا که‌گسل های عمده چندی وازجمله‌گسل باروند شمال‌غربی - جنوب‌شرقی خوزان کلا - بریانچال تقریباً به‌موازات محور سینکلینال‌آدران ودرشمال‌آن مجموعه سازند کرج را قطع می کند ودرمحل خود درحدود بیش از ده‌متر میلونیت گسلی جالبی رابوجودآورده و دره گسلی آشکاری را ایجاد کرده است که فاقد هرگونه اثری ازفعالیت‌های ماگمائی مذکور درفوق می‌باشد.

Petrological study of Ingneous Rocks of the Karaj dam's basement

Dr. Mohammad Vali Valizadeh
Geological Dept. Faculty of Science, University of Tehran

Abstract

The gabbro - diorite plutonic complex on which the Karaj dam is constructed, essentially is composed of coarse and isogranular igneous rocks. This complex is intruded in the Assara - shale horizon, between upper and middle members of volcano - sedimentary character of clastic tuffites of Karaj formation. Mapping of the area under study, proved that this complex is likely. as a «planoconvex» body, that is sunken in its central part, with a trend of west north - west to east south - east direction, very much similar to the trend of Aderan syncline axis, about 1 kilometer south of the dam. Detailed petrographical and geochmical studies indicate that the body is a«lopolith» which was differenciated from a gabbro - monzonitic mass located underneath. The time of intrusion of this complex is believed to be post Eocene, corresponding to the time of orogenic folding of the tuffite beds of this region. The tectonic activity of the area commenced by this intrusion. Many of the important faults in the area, such as «Khozan Kola - Berianchal Fault» have been traced out. These faults are accompined with 20 meters of « mylonitic » crushed zone without any trace of magmatic mineralization activties.

مقدمه

در البرزمرکزی توده‌های آذرین نفوذی چندی وجود دارد که ازآن جمله می‌توان توده‌های آذرین بنیاد سدکرج، لواسان بزرگ، رودهن ـمبارك‌آباد را نام برد. علیرغم نزدیکی توده‌های آذرین نفوذی مزبور به‌تهران، این توده‌ها تاکنون ازنقطه‌نظر پترولوژی وسازوکار تزریق مورد بررسی‌دقیق قرار نگرفته است. این‌امر مدتها توجه اینجانب را به‌خود مشغول داشته بود تااینکه بالاخره مرا برآن داشت که فعلا حداقل یکی ازآنها رااز نقطه‌نظری که در فوق مذکور افتاد موردتوجه قرار دهم. لذا دراین مقاله بررسی توده آذرین نفوذی بنیاد سدکرج را به‌انجام می‌رسانم تا شاید سرآغازی برای مطالعه دیگر توده‌های مشابه که در فوق از آنها نام برده شد، باشد.

هدف

نظر به‌اینکه در مقالاتی چند در خصوص توده آذرین بنیاد سدکرج بحث‌هایی به‌میان کشیده شده است که به‌اعتقاد اینجانب جمیع آنها ازنظر تکتونیکی وپترولوژی نمی‌تواند با واقعیت جور در آید، لذا برای روشن‌شدن مطلب خودرا مقید به‌انجام چنین‌بررسی دیده‌ام.

موقعیت جغرافیایی

منطقه موردمطالعه در شمال شهرستان کرج ودر محدوده بین ۰ ۵درجه و ۰ ۵دقیقه تا ۱ ۵درجه و۰ ۱دقیقه طول شرقی و۰ ۳۵درجه و ۰ ۵ دقیقه تا ۳۶درجه و۰۵دقیقه عرض شمالی قرار دارد ودره رودخانه کرج تقریباً ازجهت شمال به‌جنوب از وسط منطقه‌مزبور عبور می‌نماید. منطقه ازنظر مرفولوژی از قله‌هاو تیغه‌های مرتفع و دره‌ها عمیق تشکیل‌گردیده است. نقشه شماره ۱موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه را در البرز مرکزی نمایش می‌دهد.

موقعیت زمین‌شناسی

منطقه موردبحث کلا از سری سنگهای رسوبی ـآتشفشانی با لایه‌بندی کاملا مشخص سازند کـــرج Karaj - Formation (ددوال، ۱۹۶۷) تشکیل‌گردیده است وتوده‌آذرین نفوذی‌سازنده بنیاد سدکرج باویژگی‌خاص وبه‌صورت تقریباً بین لایه‌بندی دربین لایه‌های سازند مزبور قرار دارد ورگه‌های آندزیتی ودلریتی نیزبه وفور لایه‌های نامبرده را قطع می‌نماید. عمده‌ترین ویژگی تکتونیکی منطقه عبارت ازاین است که منطقه کاملا چین‌خورده بوده ولی بی‌نظمی‌های قابل‌توجهی درآن مشاهده نمی‌شود ودر امتدادجنوب به‌شمال از تعدادی آنتی‌کلینال وسینکلینال‌های تقریباً موازی وبا امتدادهای تقریباً شرقی‌ـغربی درست شده است که به‌ترتیب از جنوب به‌شمال می‌توان فهرست زیر راازاین سری نام برد:

۱ـ محورآنتی‌کلینال‌بیلقان در شمال عظیمیه (شمال شهرستان کرج)؛

۲ـ محورسینکلینال‌آدران؛

۳ـ محور آنتی‌کلینال‌رازکان؛

٤ـ محور سینکلینال پل‌خواب؛

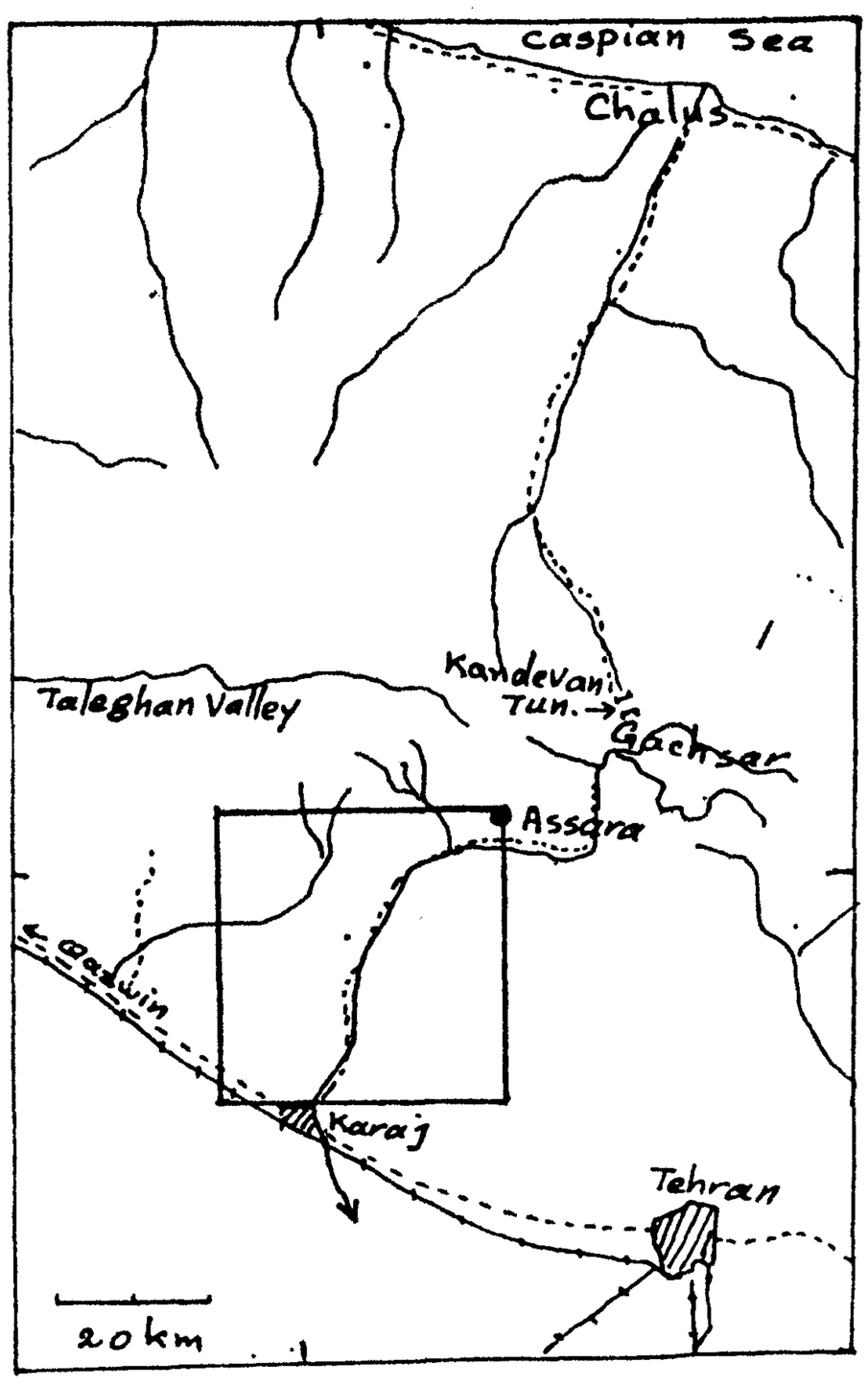
٥ـ محور آنتی‌کلینال‌سییرا.

گسل‌های چندی در زمین‌های این منطقه مشاهده می‌شود که بعضی ازآنها دارای روندی تقریباً شمالی‌ـ جنوبی می‌باشدکه درچندین نقطه محدود وازجمله در ده پورکان‌مسیر رودخانه کرج دقیقاً تا حدود صدمتر این امتداد را طی می‌نماید. البته لازم بـه تذکر است باتوجه به‌مشاهدات دقیق، جزدرنقاط محدودواز جمله منطقه مذکور در فوق، دره اصلی رودخانه کرج دره‌گسلی نمی‌باشد. عمده‌ترین‌گسل موجود درمنطقه عبارت ازگسلی است واقع درشمال محور سینکلینال آدران‌و تقریباً به‌موازات آن که از ده‌خوزان کلا و جنوب‌ده بریانچال عبور می‌کند. این‌گسل دراین محل بردره اصلی رودخانه تقریباً عمود است و در مسیر خـود در سمت شرق دره گسلی عمیق را می‌سازد، وادامه آن در مسیر جاده اصلی کاملاقابل رویت است که محدوده‌ای به‌وسعت درحدود ده‌متر لایه‌های بالایه بندی تقریباً ظریف‌توف‌ـشیل راکاملاخردنموده وامتدادلایه‌بندی‌ها را بهم زده و میلـــونیت گسلی مشخصی را درست نموده است . عکس شماره ۲دره‌گسلی خوزان کلا ومیلونیت‌گسلی این امتداد که درکنارجاده قابل مشاهده است را نمایش می‌دهد.

متذکر می‌گردیم تاکنون در مقالات وگزارشات زمین‌شناسی مربوط به‌این منطقه به‌وجود این‌گسل‌اشاره نشده است وبرای اولین بار اینجانب در اینجا آنرا معرفی می‌نمایم.

بحث تاریخی

این منطقه ازدیرباز توسط عده‌ای زمین‌شناس مورد بررسی‌قرار گرفته است واز جمله آنها می‌توان به‌کارهای تیتز (۱۸۷۷)، ریویر (۱۹۳٤، ۱۹۳۱)، شرودر (۱۹٤٥)، بیلی‌ـجونز ـاصفیاء (۱۹٤۸)،گانسروهوبر (۱۹٦۲)، دلنباخ (۱۹٦٤)، زرعیان‌ـفیاض (۱۳٤۳)، ددوال (۱۹٦۷) اشاره نمود. ازنظرچینه‌شناسی مقالات ریویر رامی‌توان مقالات اساسی وراهنمای مناسبی محسوب داشت. مقاله زرعیان‌ـ فیاض نیز توصیفی صرفاً سنگ‌شناسی از توده آذرین نفوذی منطقه است ورساله دکترای ددوال نیز معرفی کننده اساسی ورسمی سازند کرج می‌باشد. یادآور می‌شویم در تعبیر وتفسیر پترولوژی وسازوکـار تزریق توده نفوذی مورد نظر نـارسائی‌هایی جلب نظر می‌نماید لذا درمقاله‌حاضر کوشش‌می‌شود تا درحدامکان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه. کادر نموده شده در نقشه محدوده منطقه مطالعه شده دراین مقاله را نمایش میدهد.

تعبیری مناسب ارائه‌گردد واشکالات مشاهده شده در نقشه برطرف شود.

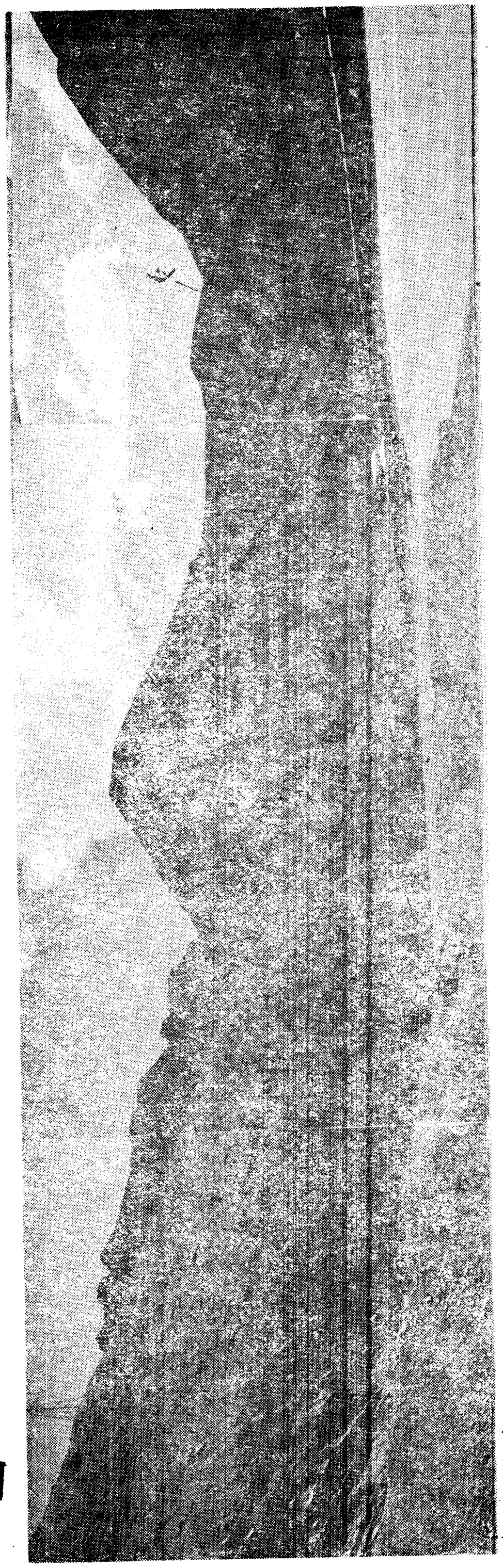
وسائل کار

در بررسی‌های خود از روش‌های فتوژئولوژی، کارتوگرافی، پتروگرافی، پترولوژی و ژئوشیمی استفاده نموده‌ام. در مطالعات فتوژئولوژی و کارتوگرافی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ حول وحوش تهران[1]، عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، که عبارت از یک‌سری عکس هوایی است که صرفاً حوالی دره رودخانه کرج را پوشش دارد واحتمالا به‌سفارش سازمان‌آب منطقه‌ای تهیه گردیده است، ونقشه زمین‌شناسی تهیه‌شده توسط ددوال (۱۹۶۷) مورداستفاده قرارگرفته است. درجریان مطالعات پتروگرافی ازبررسی نمونه‌هادر روی زمین، مطالعه‌ماکروسکپی‌ومیکروسکپی، اندازه‌گیری مدال سنگها بهره جسته‌ام. روش‌های ژئوشیمی مورداستفاده دراین بررسی نیز شامل اندازه‌گیری کمی عناصر اصلی سازنده سنگهای مورد نظر (که توسط شیمیست های سازمان زمین‌شناسی کشور انجام شد) و سپس محاسبات کمانی‌های مجازی (normatives) پاراسترهای ژئوشیمی وسنگ‌شناسی، پیدا کردن نام سنگ، جهت تحقیق قرابت‌های موجود درانواع مختلف سنگهای منطقه واستفاده از دیاگرام‌های مختلف بوده است. بالاخره باتوجه به‌نتایج‌حاصل از جمیع مطالعات فوق بررسی‌های سازوکار تزریق توده نفوذی‌و پترولوژی امکان‌پذیرگردید. لازم‌به‌تذکر است انجام برداشت‌های زمین‌شناسی در جریان برگزاری درس عملیات صحرایی ۱ در دوره لیسانس زمین‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه‌تهران درطی سال‌های تحصیلی ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۵ که مسئولیت تدریس آن‌با اینجانب بوده، باهمکاری کلیه دانشجویان ذیربط وتحت نظارت مستقیم اینجانب انجام شد. نظربه‌اینکه عده این دانشجویان بسیار زیاد بوده، است وذکر اساسی کلیه آنان در اینجا امکان‌پذیر نیست ، لذا بدینوسیله در اینجا ازهمه آنها جهت این همکاری سپاسگزاری می‌شود؛ ضمناً اعلام می‌دارد انجام تجزیه‌های شیمیایی نیز به هزینه دانشکده علوم دانشگاه تهران صورت پذیرفته است.

1- Environs of Tehran (map 1 : 100 000). Oli service company of Iran, 1978.

مطالعات کارتوگرافی

اساس مطالعات کارتوگرافی، نقشه تهیه شده توسط ای. ددوال (۱۹٦۷) می‌باشد که تصحیحات کوچک چندی از جمله انتقال چندگسل واصلاح چند بیرون‌زدگی از قبیل دلریت‌های پورکان، دایک‌های آندزیتی اسماعیل‌آباد بر روی آن انجام‌گرفته است.علاوه براین همانطورکه قبلا مذکور افتاد، در مطالعات کارتوگرافی از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ مسیر دره رود خانه کرج که در دسترس بود استفاده شده است وبنابراین مناطق خارج از پوشش عکس‌های مزبور دقیقاً همان نقشه‌ای است که توسط ای. ددوال عرضه‌گردیده است. باتوجه به‌نقشه زمین‌شناسی ضمیمه (شکل شماره ۳) متوجه‌می‌شویم که‌توده آذرین - به‌استثناء بخش غربی‌آن که به دلیل عدم حصول‌فرسایش کافی، فاقد رخنمون می‌باشد - نفوذی، دقیقاً دارای رخنمونی به صورت بیضی با قطر بزرگ دارای روند N30W - S30E (کـــه دقیقاً بـــاروند محور سینکلینال آدران تطبیق می‌نماید) وقطرکوچک دارای روند NE-SW است. با توجه به‌وضعیت رخنمون این توده آذرین نفوذی در محل دره‌های کوچک فرعی موجود در بخش میانی نقشه، مشاهده می‌شود که توده مزبور ازهر سمت به‌طرف بخش میانی شیب دارد. لایه‌های آتشفشانی - رسوبی توف های فوقانی[1] وتوف های میانی[2] سازند کرج (ددوال، ۱۹٦۷) نیزکه ظاهراً توده آذرین نفوذی موردنظر به‌صورت بین لایه‌ای درمیان آنها قراردارد، ازنظر شیب دارای وضعیتی مشابه رخنمون توده آذرین مذکور می‌باشد وشاید توجه به‌این وضعیت ظاهری‌بدون درنظرگرفتن وضعیت عمومی کارتوگرافی توده موردبحث و وضعیت بافتی، سبب گردیده است که مولفین متقدمی که قبلا ازآنها نام برده شد خفتگاه توده آذرین نفوذی را سیل[3] پنداشته‌اند. در مورد رد این توهم یادآور می‌شویم با اندازه‌گیری دقیق مشخص گردیده است که وضعیت شیب سطوح کنتاکت فوقانی وتحتانی‌توده آذرین باسنگهای دربرگیرنده دراستداد یک پروفیل شمالی -جنوبی دردو شاخه: شمالی (بنیاد سد کرج) و جنوبی (وینه -پورکان) به‌صورت تصویر ساده شکل ٤ می‌باشد؛ یعنی به‌وضوح مشاهده می‌گردد که در هر دو شاخه این سطوح آشکارا درسمت بالا بایکدیگر تلاقی کرده و درسمت پایین یعنی‌در جهت زیر ده آدران فاصله‌آنهاازهم زیادتر می‌گردد؛ به‌عبارت دیگر برخلاف تصور مولفین متقدم (زرعیان- فیاض، ۱۳٤۳) «به‌صورت دوسیل دارای‌ساختمان‌متجانس(؟)» نیستند. چون اولا از نظربافتی سیل باید رگه‌ای خوابیده باشد ورگه نمی‌تواند دارای بافت دانه‌ای (درشت دانه) باشد درصورتی که همانطورکه دربحث مربوط به

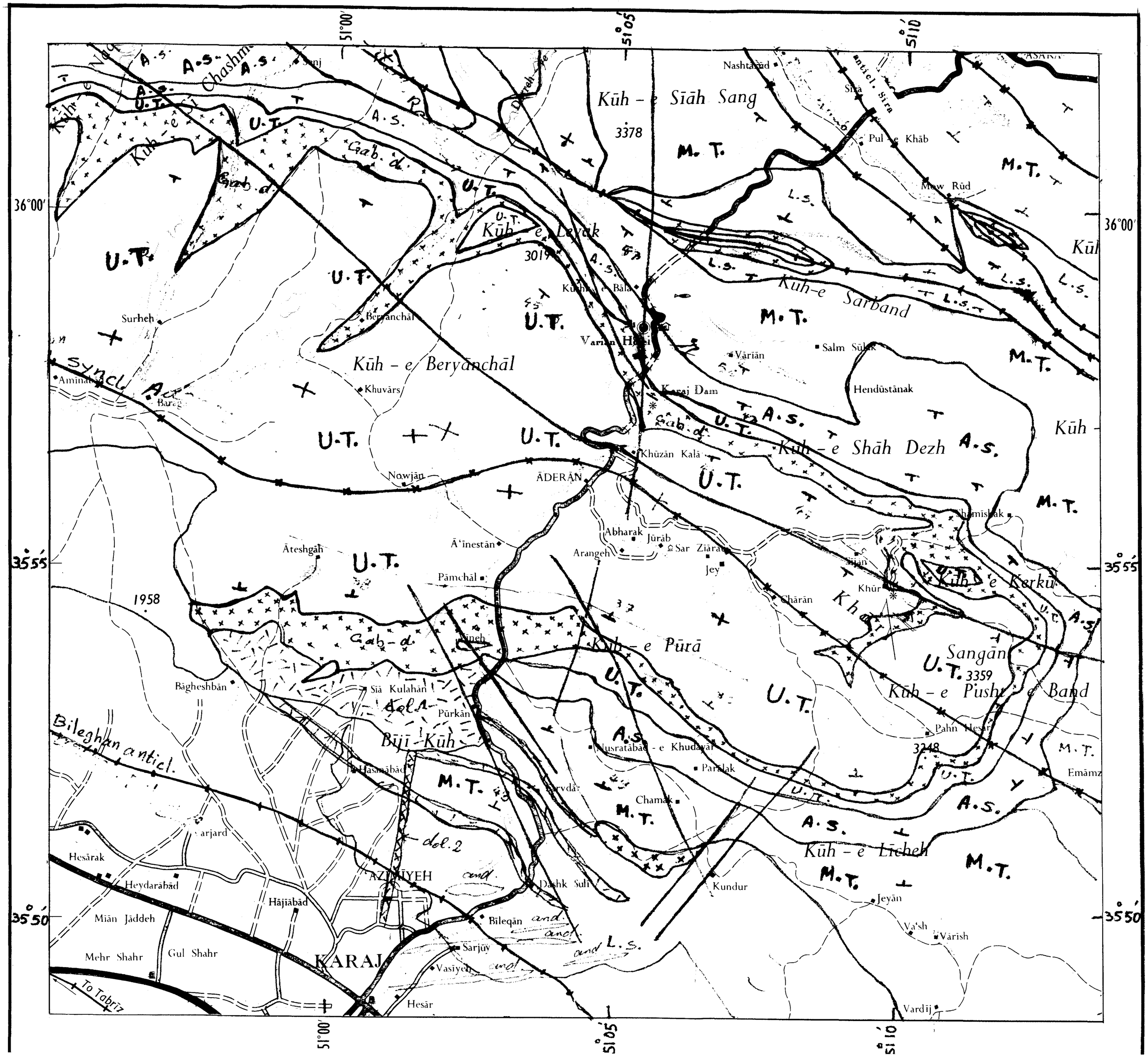


شکل ۲- نمایش پانوراسای دره گسلی سیجان - خوزان کلا- بریایچال. درنزدیک محلی که کاسیون درعکس مشاهده می‌شود میلونیت‌گسلی قابل‌تشخیص است. ←

1- Upper tuff 2- Middle tuff 3- Sill

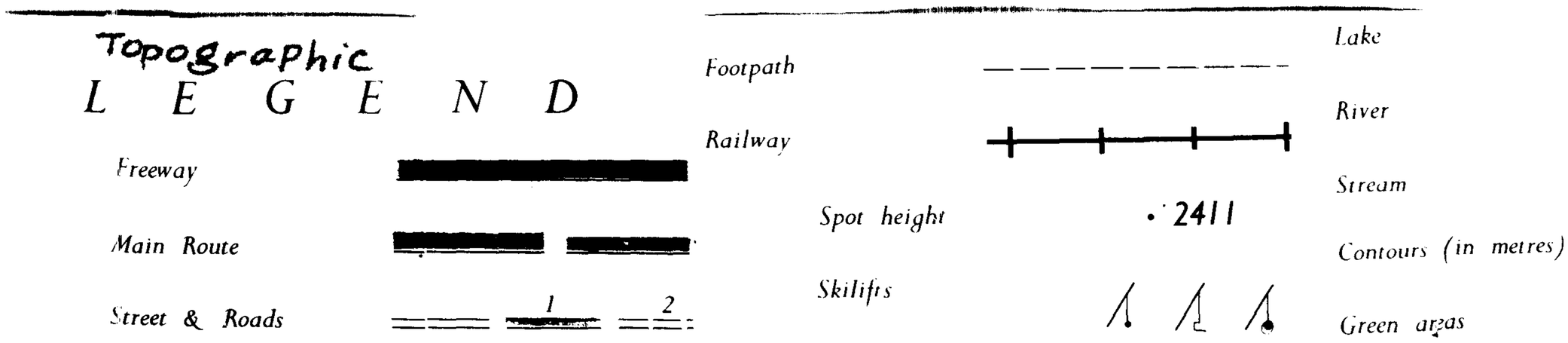
شکل ۳- نقشه زمین‌شناسی محدوده توده آذرین بنیاد سد کرج

Geological map of enirons of karaj dam Igneous Rocks



Geological legend

	Geol. Count.
	anticl. axis
	Syncl. axis
	fault
and.	andesite dike
dol. 2	dolerite dike (phase II)
Gob. d.	Gabbro - dior. igneous rocks
dol. 1	dolerite mass. (phase I)
U. T.	upper tuff
A. S.	Assara shale
M. T.	middle tuff.
L. S.	lias shale

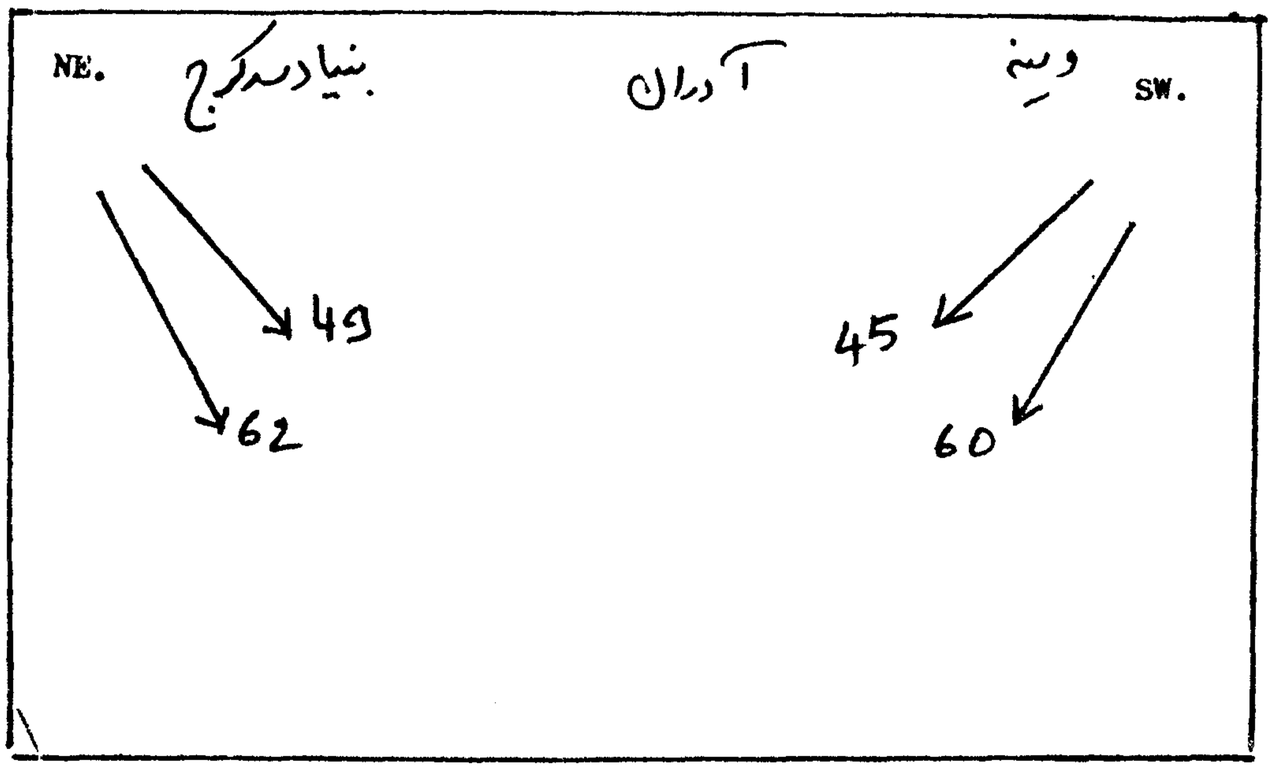


Scale 1 : 100,000

Adopted and realized from E. Dedual (1967) by M. - V. VALIZADEH, 1987.

Based on the topographic map of Environs of Tehran, 1987. Oil Service Company of Iran.

پتروگرافی خواهیم دید این توده دارای بافت دانه‌ای(دانه‌درشت) است ؛ ثانیاً تقریباً درهرمقطع دلخواه ازاین مجموعه بیضی‌شکل، فاصله سطوح کنتاکت فوقانی وتحتانی توده در سمت خارج کمتر و درسمت داخل بیشتر می‌شود وکلاازهرسو وضعیتی گوه ماننددارد؛ ثالثاً ضخامت توده موردبحث در بخش حاشیه‌ای مرئی بیضوی شکل بین چندصدمتر تاحدود یک کیلومتر می‌باشد درصورتی که در بخش میانی ضخیم‌تر می‌گردد واین یک‌امر اتفاقی نیست،بلکه وضعیتی عام است که درهر مقطعی دیده می‌شود. لذا استفاده از اصطلاح سیل درمورد معرفی خفتگاه توده آذرین بنیاد سد کرج مناسب نبوده وناسناسب‌بودن این واژه رااز نقطه‌نظر سنگ‌شناسی‌و پترولوژی نیز در صفحات آینده موردبحث قرار می‌دهیم وسپس اصطلاح مناسب را معرفی می‌نمائیم.



شکل ٤ـ وضعیت‌گوه مانند قرینه دو شاخه شمالی وجنوبی یک پروفیل توده آذرین نفوذی بنیاد سد کرج.

درمورد سنگهای دربرگیرنده توده نفوذی ، علاوه برآنچه در رساله دکترای ددوال (۱۹٦۷) آورده شده است ، مطلبی ذکر نمی‌شود وفقط به‌اختصار یادآور می‌شویم که توده نفوذی بین توف‌های فوقانی وتوف‌های تحتانی (توفیت‌ها) ، وتقریباً در تراز شیل‌های آسارا تزریق شده است . درمورد سازوکار تزریق آن نیز در صفحات آینده بحث خواهیم نمود . ضمناً اعلام می‌داریم باتوجه به‌وضعیت چینه‌بندی‌دار سنگهای دربرگیرنده وحضور تقریباً ثابت مواد آذر ـ آواری همراه مواد رسوبی تخریبی درآنها ودر محدوده‌ای بسیار وسیع دربخش جنوبی البرز مرکزی که از حدود شرق دامغان تا حوالی زنجان گسترش دارد ، وضخامت‌آن نیز فوق‌العاده وقابل توجه‌است ، اولا خروج‌مواد آذر ـ آواری به‌صورت انفجاری دراستداد یک شکستگی (به‌صورت آتشفشان شیاری) احتمالا با استداد شرقی غربی ودر دفعات مختلف ودر محدوده زمانی نسبتاًقابل توجه‌صورت پذیرفته ؛ ثانیاً باتوجه به‌طبیعت مواد رسوبی (تخریبی) وضخامت رسوبات تصور می‌گردد رسوبگذاری در منطقه کم عمق وحاشیه قاره‌ای دریایی درحال فرونشینی انجام شده است . این رسوبات غالباً از جنس ماسه‌سنگی تاماسه‌سنگ دانه‌ریز ـ شیلی است وحتی درچندین نقطه دربین طبقات ماسه سنگی رسوبات تبخیری (ژیپس) به‌صورت عدسی دیده می‌شود. شکل ٥ تصویری از یک عدسی ژیپس است که بین ماسه‌سنگ‌های جنوب جاده پورکان ـ کندر دیده می‌شود .

هنگامی که ضخامت لایه‌های شیل ـ ماسه‌سنگی به‌چندمتر می‌رسد در مقاطع بریدگی‌های کنار جاده آثار هوادیدگی شبه کروی درآن ملاحظه می‌گردد. شکل ٦ تصویری ازاین پدیده درآدران است که دربریدگی احداث جاده محل تقاطع جاده اصلی باجاده‌ای که به‌سمت تأسیسات سد کرج می‌رود برداشته شده است.

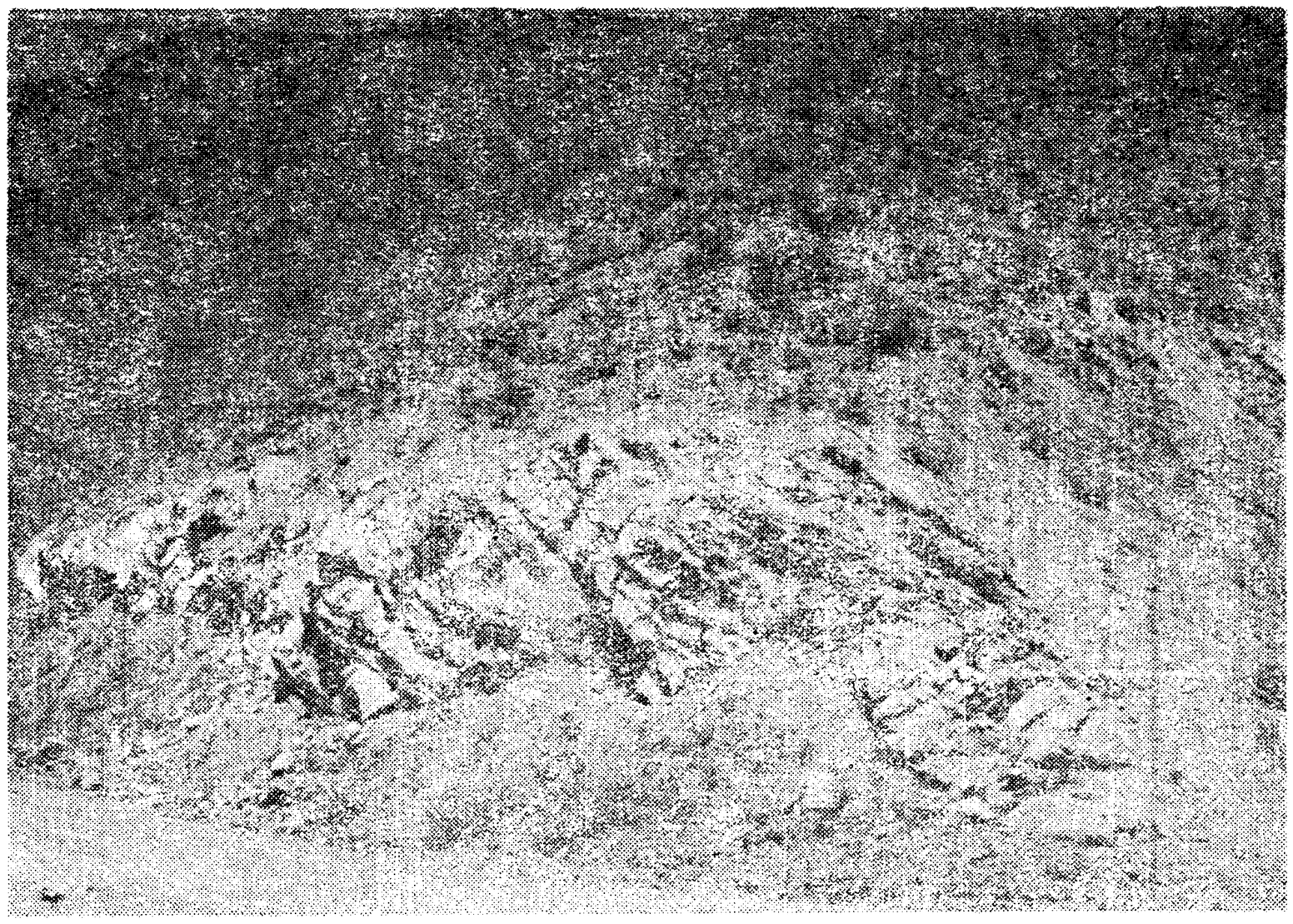
درمورد توف‌های سبز (توفیت‌ها) باید متذکرگردیم که از نظر دانه‌بندی ورنگ متنوع است،یعنی از دانه‌بندی بسیار ظریف‌و ریز تادانه درشت وبا منظره آگلومرایی واز رنگ سبز روشن، سبز تیره، تا سفیدرنگ دیده می‌شود. درجائی که طبیعت آگلومرایی پیدا می‌کند درآن قطعاتی زاویه‌دار از سنگ‌های رسوبی وحتی دارای فسیل‌های نومولیتی (جنوب اسماعیل‌آباد) وگاهی قطعات زغالی (پورکان) مشاهده می‌شود . بنابراین درمورد سن‌خروج آن می‌توان اظهار داشت که مربوط به‌بعداز ائوسن می‌باشد.

بررسی سنگ‌شناسی توصیفی

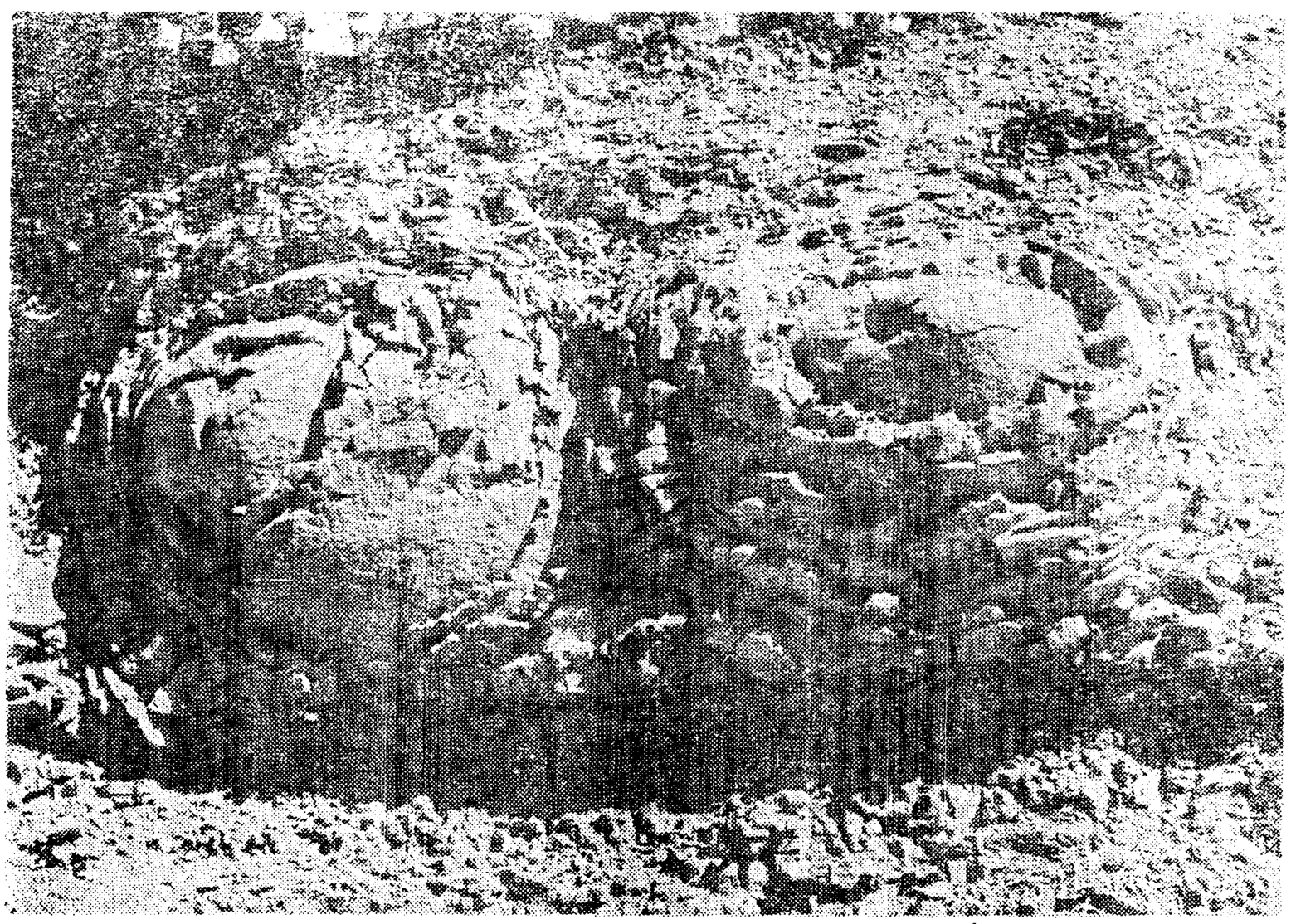
بررسی سنگ‌شناسی که برروی سنگهای این توده آذرین نفوذی به‌عمل آورده‌ایم شامل: بررسی‌تنوع سنگ‌شناسی، بررسی‌ها ماکروسکپی، بررسی‌های میکروسکپی‌وبالاخره نتیجه‌گیری می‌باشد.

بررسی ماکروسکپی و تنوع سنگ‌شناسی

توده آذرین نفوذی بنیاد سد کرج که ازنظر شکل‌شناسی به صورت یک دیس توگود باحواشی نازک که‌در وسط احتمالاضخیم‌تر



شکل ۵- تصویری از یک عدسی ژیپس در طبقات ماسه سنگی شیل تحتانی سازند کرج در جنوب جاده پورکان - کندر.

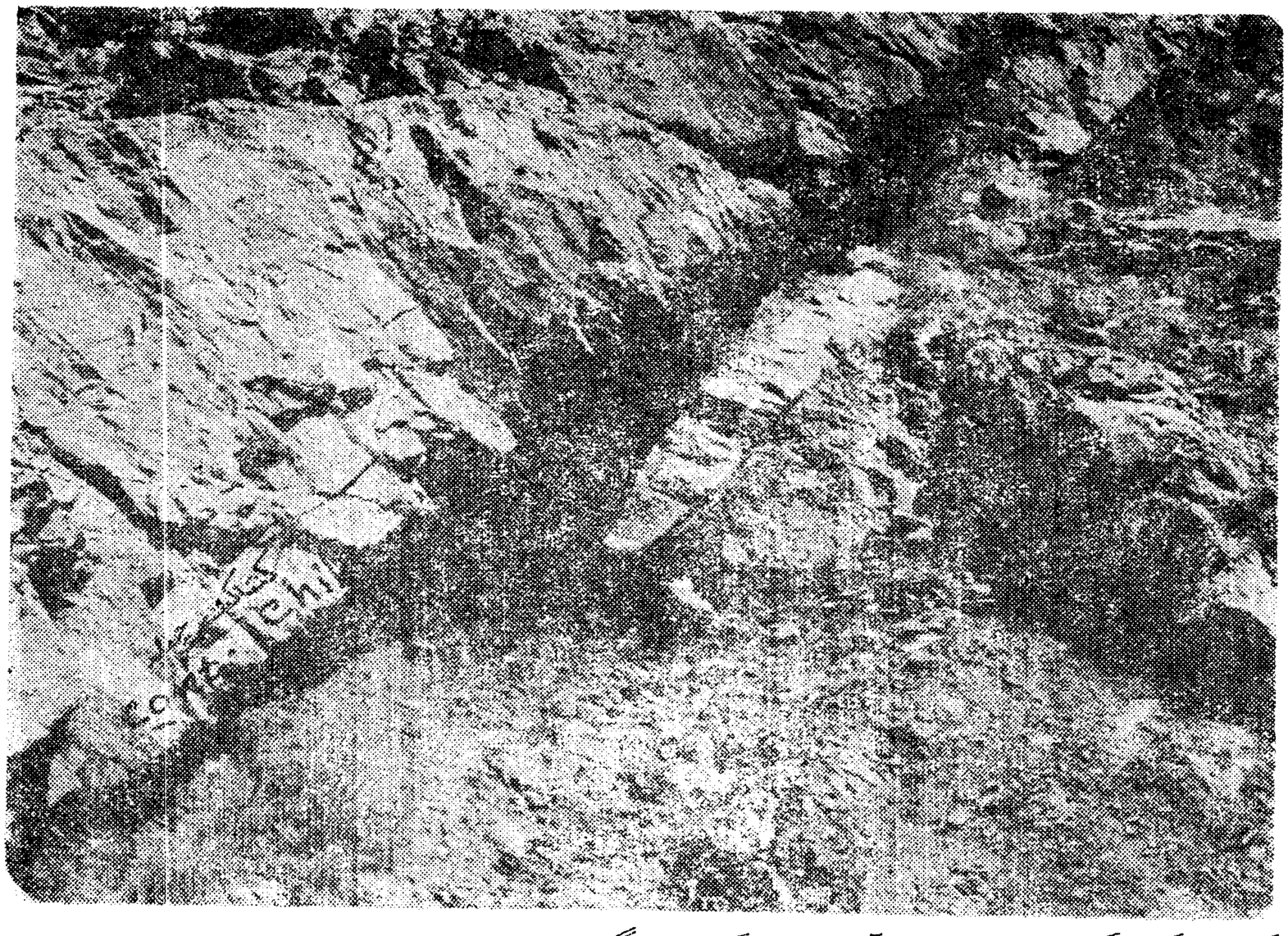


شکل ۶- پدیده هوادیدگی شبه کروی در لایه‌های شیل — ماسه‌سنگی توفهای فوقانی آدران کنار جاده اصلی نزدیک تقاطع جاده‌ای که به سمت تأسیسات سد می‌رود.

می‌باشد، دارای تنوعی به‌شرح زیر است:

در تحتانی‌ترین بخش دارای همبری (کنتاکت) کاملاواضح وآشکار باسنگهای دربرگیرنده توف‌های تحتانی سازند کرج است. غالباً در روی زمین مشاهده می‌شود که در جریان هوادیدگی و فرسایش سنگ‌های دربرگیرنده زودتر فرسوده شده وبخش تحتانی که به‌نسبت مقاوم‌تر است پابرجا باقی می‌ماند (درمحل بین‌تونل ۳و۴ وحدود ده متری ورودی تونل ۴).

وضعیت ماکروسکپی سنگ دراین مکان به‌صورت بافت‌پرفیری با فلدسپات‌های پلاژیوکلاز سفید رنگ (احتمالاً کلسیم‌دارتر) و خمیره‌ای کاملا سیاه‌رنگ است که بی‌شباهت به‌یک بازالت‌پرفیری



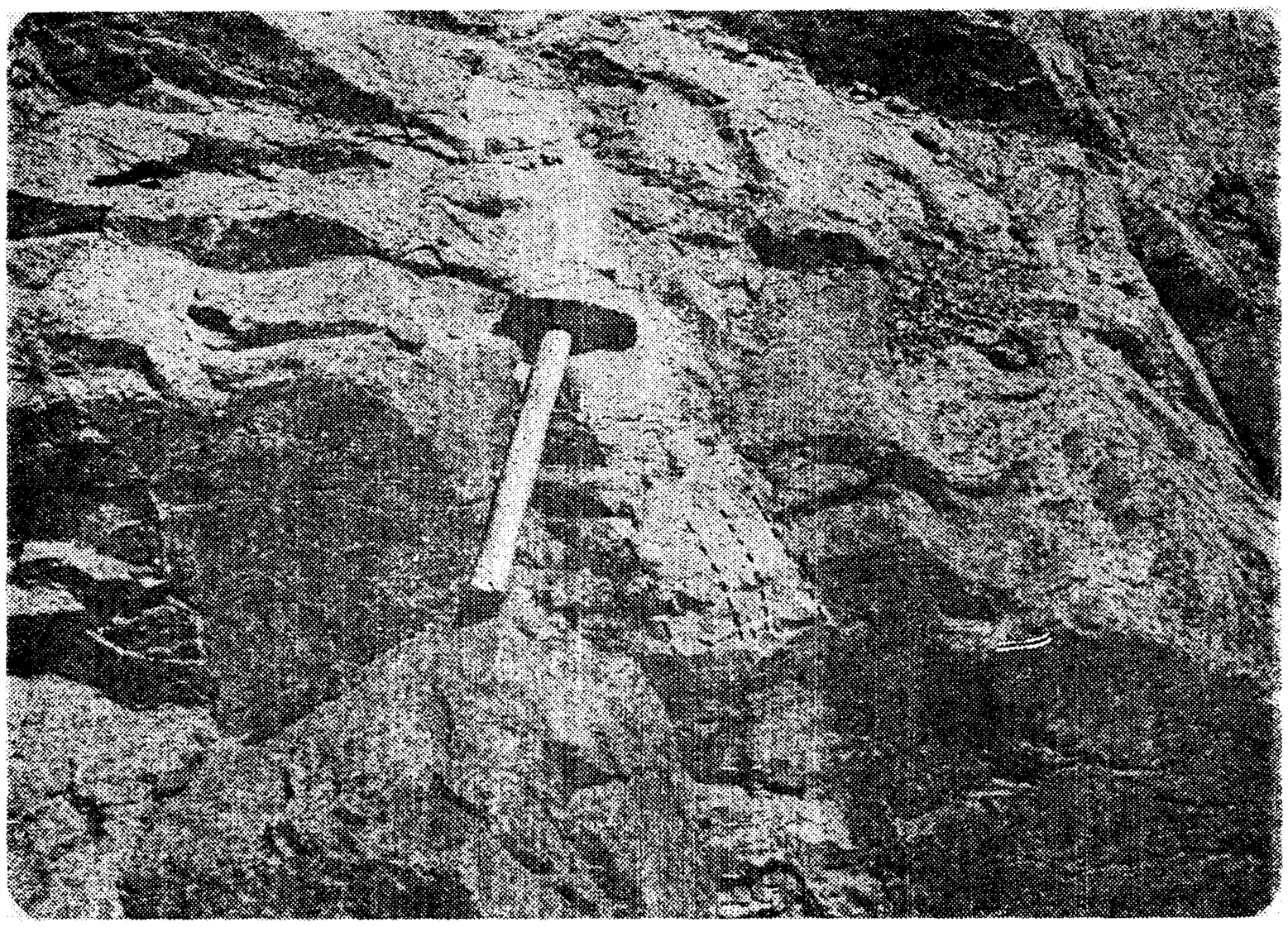
شکل ۷- کنتاکت تحتانی توده آذرین وسنگ در برگیرند بین تونل ۳ و ٤ (دهستری مدخل تونل ٤).

نیست. این وضعیت به‌تدریج درجهت دور شدن ازکنتاکت به‌سمت درون توده، به‌صورت یک سنگ دانه‌ای دانه درشت و سیاه‌رنگ با مقدارکمترکانی‌های روشن (احتمالا پلاژیوکلازکلسیم‌دار) و مقدار بیشترکانیهای تیره (احتمالا پیروکسن) و به‌وضوح بامنظره ماکروسکپی یک گابروی دانه درشت تبدیل شده که سپس‌آن نیز به‌نوبه خود به تدریج به‌سنگ خاکستری رنگ‌دانه درشت دارای مقدار زیادی کانی‌های روشن پلاژیوکلاز خاکستری متمایل به آبی (احتمالا پلاژیوکلازسدیم ـ کلسیم‌دار) وکانی های تیره به مقدارکمتر، باظاهر بارز یک دیوریت دانه درشت تبدیل می‌گردد. این سنگ نیز تدریجاً درجهت پیشروی بسمت حاشیه فوقانی توده نفوذی، در بالاترین بخش خود به یک سنگ خاکستری روشن دارای کانی‌های تیره بازهم کمتر ولکه‌های پراکنده صورتی‌رنگ ریزتر تبدیل می‌گردد.

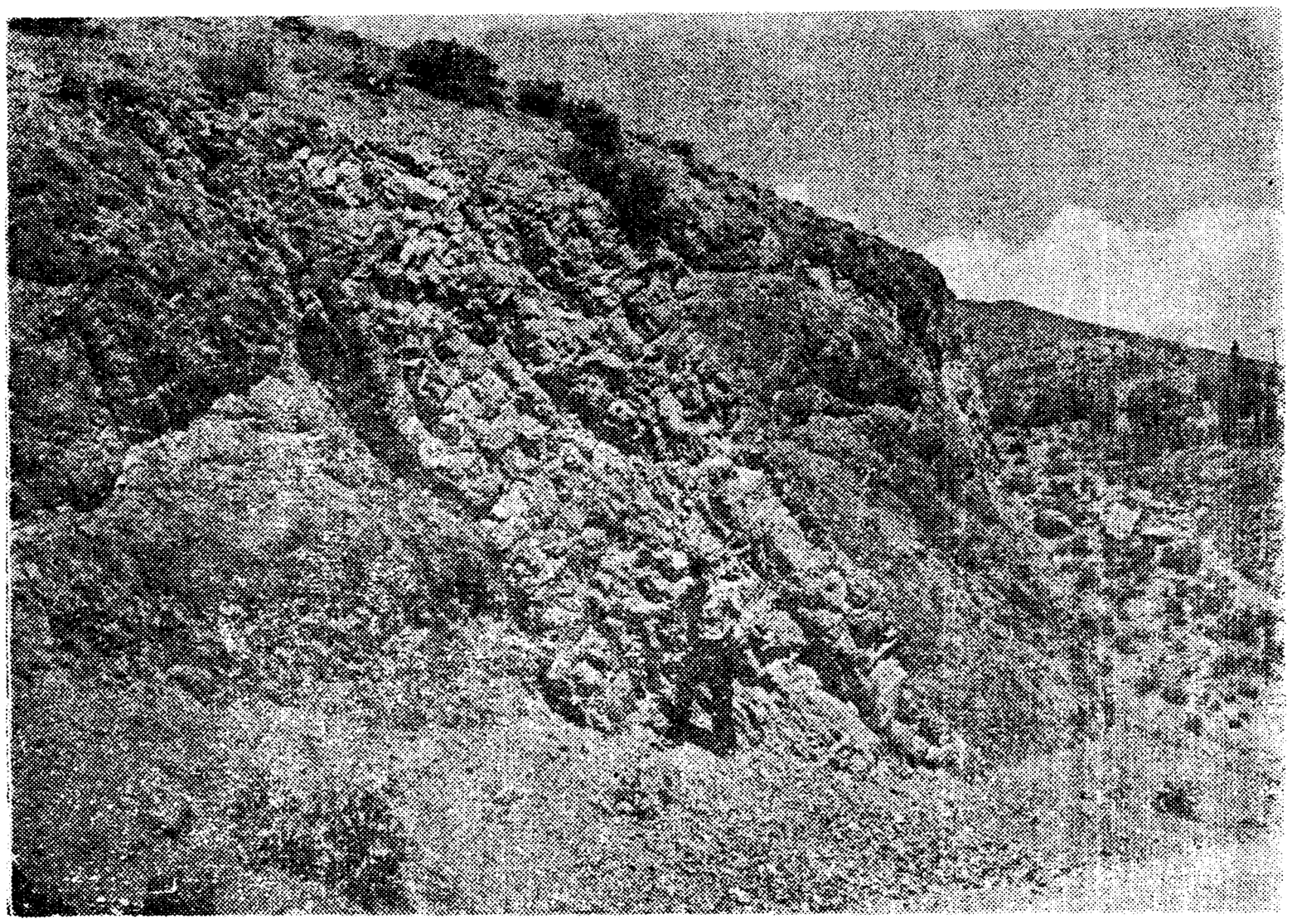
در درون این توده آذرین، هم درشاخه شمالی (در درون بخش گابروئی محوطه بین تونل ۳و٤) به‌صورت رگه‌ای به ضخامت حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر، وهم درشاخه جنوبی (در درون بخش گابرو ـ دیوریت‌وینه) به‌صورت رگه‌ای به‌ضخامت حدود ۶۰سانتیمتر، سنگهای رگه‌ای نسبتاً روشن‌تر آپلیتی مشاهده می‌شود. رگه‌هایی با ظاهر پگماتیتی به‌هیچوجه در منطقه شناسائی نشده است.

تأثیر توده نفوذی بر روی سنگهای دربرگیرنده واقع در بخش زیرین وبخش فوقانی توده که تقریباً بدون تفاوت بارز ازهم، از جنس توفیت‌های دانه‌ریز سبزرنگ هستند، یکسان نمی‌باشد. سنگهای دربرگیرنده بخش تحتانی درکنتاکت بلافصل به‌رنگ قهوه‌ای درآمده وبا سهولت بیشتر تحت‌تأثیر هوادیدگی خردشده و به‌خاک‌قهوه‌ای‌رنگ تبدیل می‌شود. اندکی دورتر ازکنتاکت، تقریباً بدون وجه مشخصه آشکاری، باسنگهای خیلی دوراز کنتاکت مشاهده می‌گردد که فقط درمتن سنگ مقداری لکهای سیاه‌رنگ به‌قطر۲ تا ۳میلیمتری درمتن دانه‌ریز سبز رنگ دیده می‌شود. در بخش فوقانی توده که نمونه بارز آن رادرشمال ده‌وینه می‌توان مشاهده نمود سنگهای دربرگیرنده که از جنس توفیت‌های سبزدانه ریز می‌باشددر محل کنتاکت بلافصل به‌وضوح روشن‌ترازسنگهای اولیه‌گردیده ولک‌های سفیدرنگ فراوان درآن به‌وجود آمده است که به‌تدریج درجهت دور شدن، ازکنتاکت این منظره حذف می‌گردد.

در محل ده‌پورکان، واز پورکان به‌سمت‌جنوب تا شمال ده اسماعیل‌آباد یک توده کوچک‌سیاه‌رنگ دارای بلورهای پیروکسن اتومرف به‌ابعاد تا حدود یک سانتیمتر درمتن شدیداً آلتره شده، دولریتی وجوددارد که در سمت‌شمال‌با بخش تحتانی توده مجاورت مستقیم دارد. این توده کوچک ازنظر مرفولوژی باتوده آذرین‌اصلی تفاوت بارزی دارد، یعنی برعکس توده اصلی که ارتفاعات بلندی را می‌سازد، این توده تپه نسبتاً کم ارتفاعی را تشکیل می‌دهد. ضمناً درکنار توده کوچک دولریتی مذکور، رگه‌های آذرین سیاه رنگ دولریتی دیگری بابلورهای اتومرف پیروکسن درمتن سیاه رنگ ومحکم که تاثیر هوادیدگی درآن تقریباً ناچیز است، وجود دارد که توده قبلی را قطع می‌کند وقطعاتی از جنس توده قبلی‌به صورت آنکلاودرآن مشاهده می‌شود. شکل ۹ تصویر رگه‌دولریتی



شکل ۸- نمایش رگه آپلیت‌دیوریتی دربخش گابروئی شاخه شمالی ، بین تونل ۳و٤.

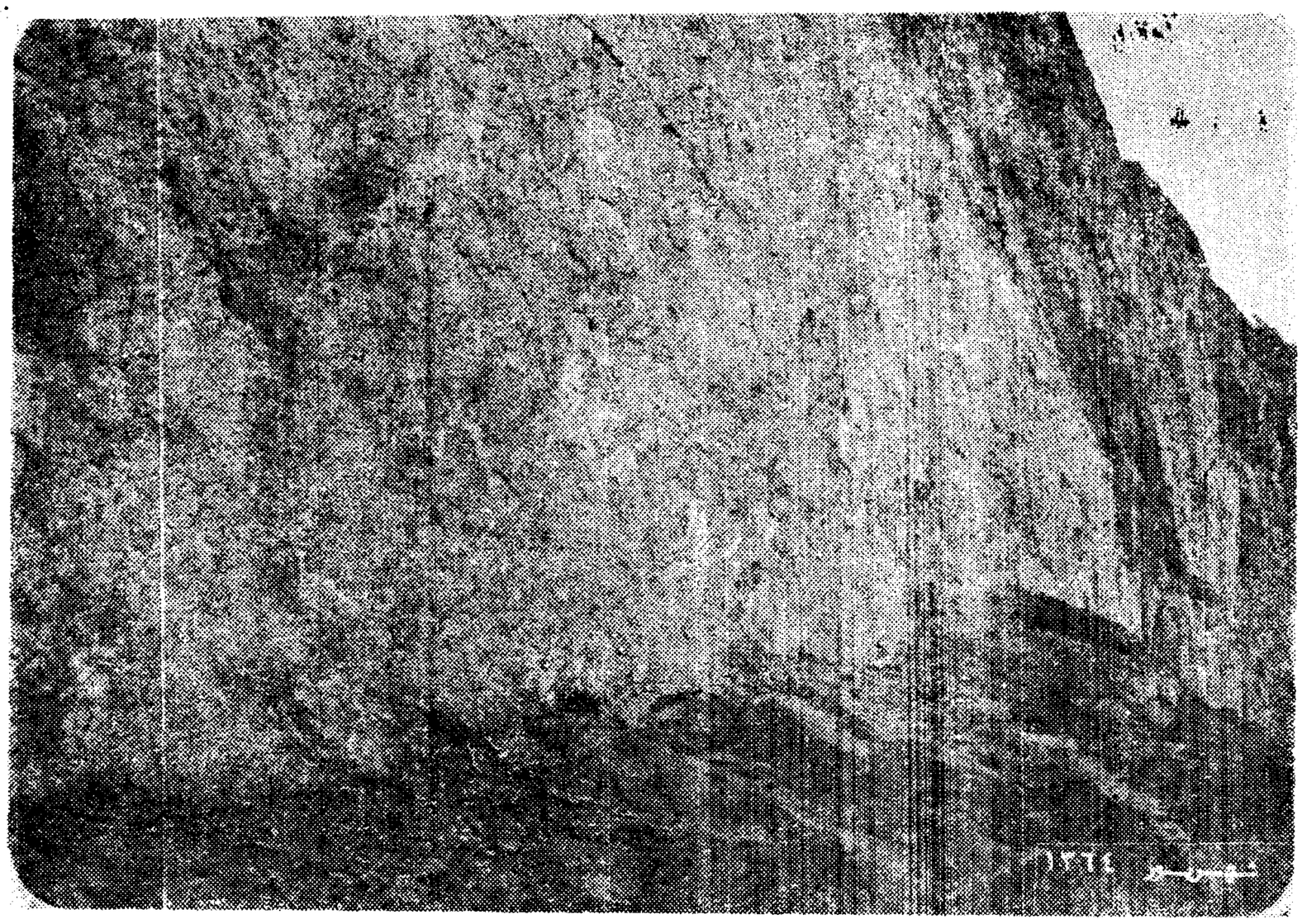


شکل ۹- تصویر یک رگه دولریتی نسبتاً محکم درتوده دولریت نسبتاً آلتره جنوب پورکان و شمال اسماعیل‌آباد.

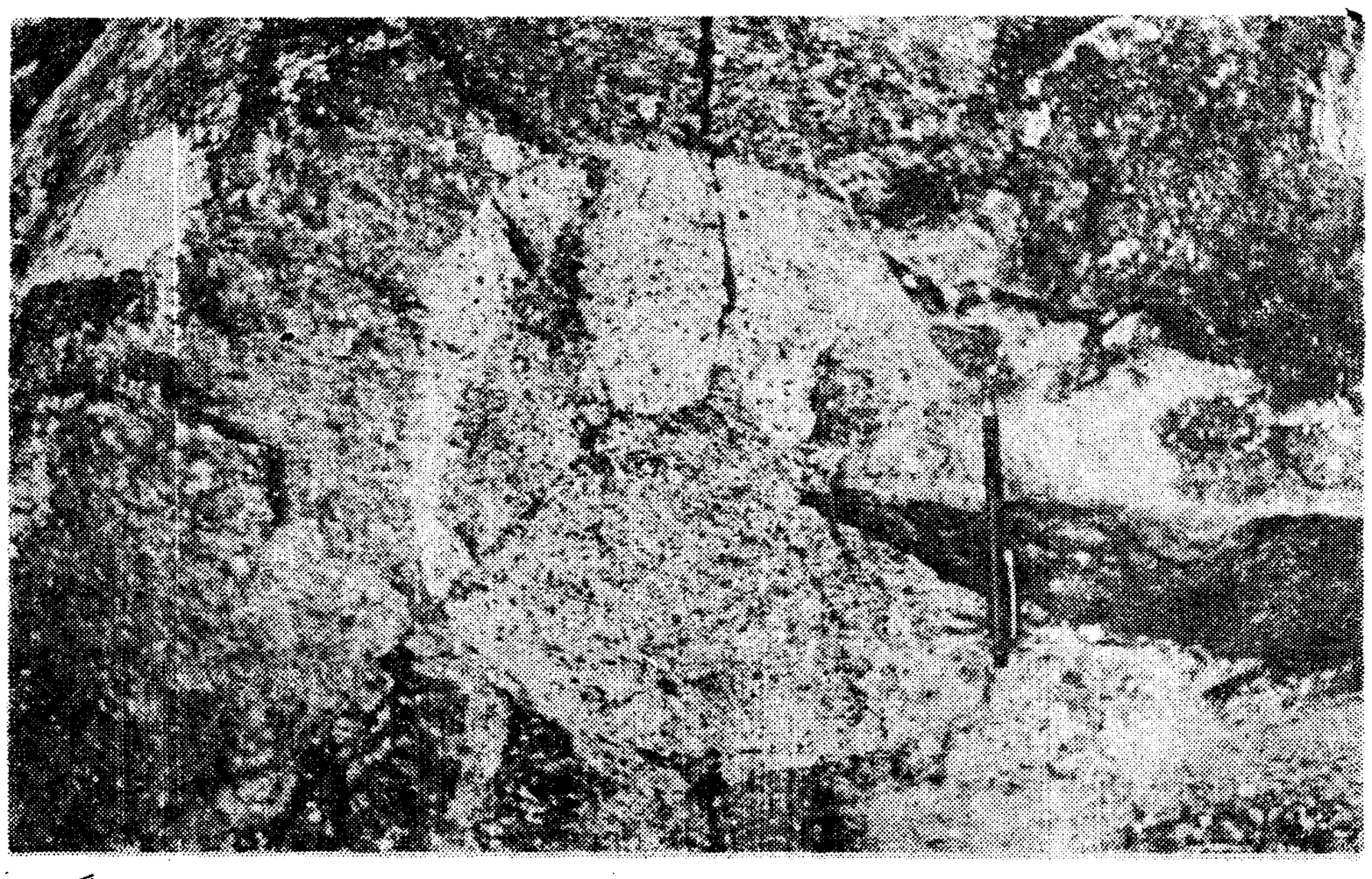
در درون توده کوچک دولریتی درمحل پورکان -اسماعیل آباد را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰ تصویر یک آینه‌گسل دردرون توده کوچک‌دولریتی در محل پورکان - اسماعیل‌آباد می‌باشد. این گسل‌عبارت ازهمان گسلی است که قدری بالاتر در مسیر آن رودخانه بین پورکان و اسماعیل‌آباد جریان‌دارد وقبلا ازآن صحبت به‌میان آمد. شکل ۱۱ تصویر یک آنکلاو از جنس دولریت توده‌ای دردولریت رگه‌ای می‌باشد.

در شرق پورکان وجنوب جاده پورکان- کندر، سه رگه به ضخامت‌های حدود ۱۰ متر به فواصل حدود ۵۰ مترهریک ازدیگری به‌صورت بین لایه‌بندی وخوابیده (سیل)مشاهده می‌گردد، که‌شاید هم عبارت از سه‌گدازه بازالتی باشد؟



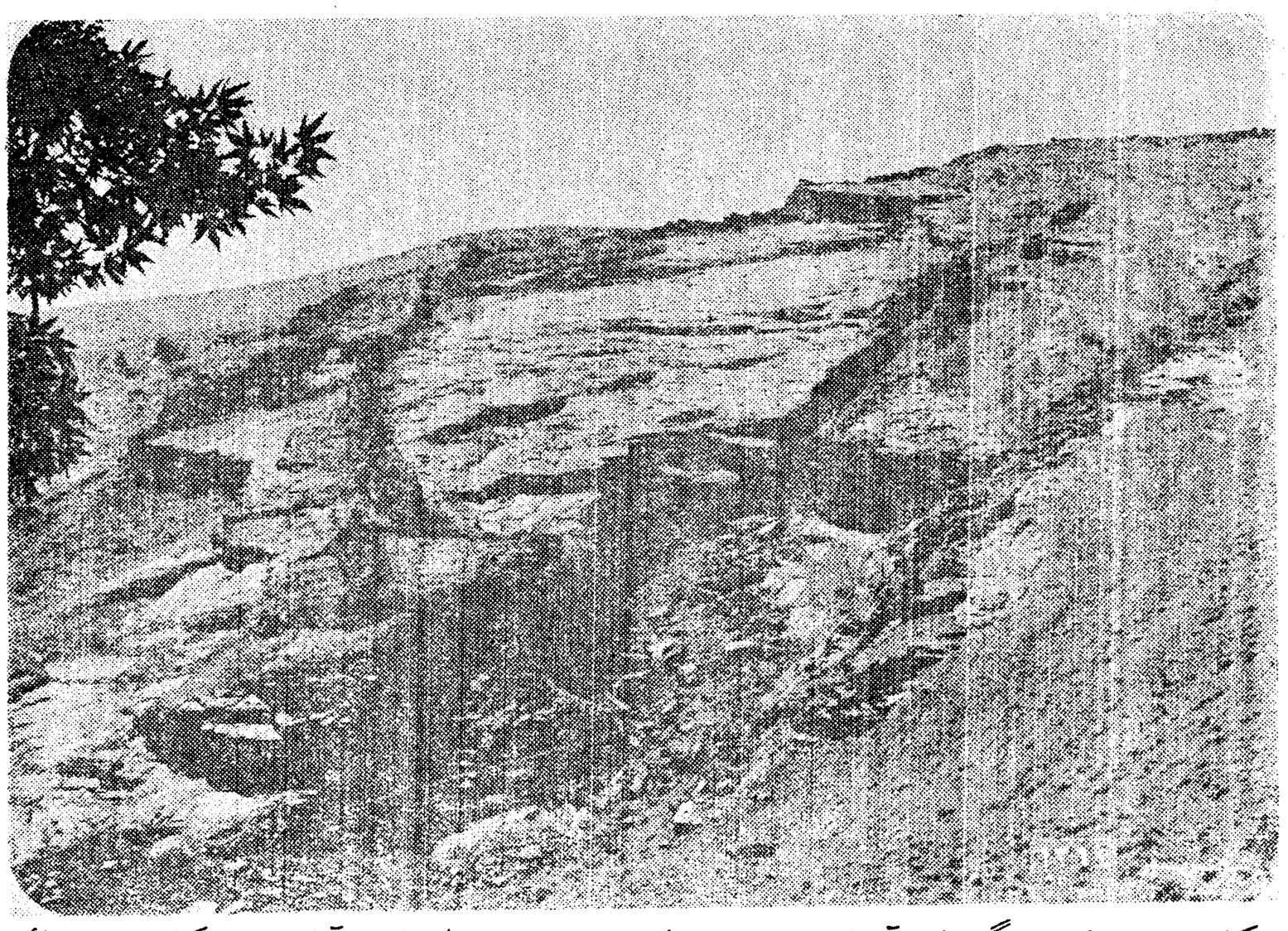
شکل ۱۰- تصویر آینه‌گسل بااستداد N — S درتوده دولریت توده‌ای بین پورکان واسماعیل‌آباد.



شکل ۱۱- نمایش یک آنکلاو از جنس سنگ دولریت توده‌ای در درون‌سنگ دولریت رگه‌ای (پورکان - اسماعیل‌آباد).

ضمناً در منطقه، مخصوصاً در بخش جنوبی واز حوالی ده اسماعیل‌آباد تا بیلیقان وشمال عظیمیه چندرگه دولریتی، وتعداد زیادتری رگه‌های آندزیتی به‌ضخامت‌های حدود ۵ تا ۷متر با روندهای مختلف مشاهده می‌گردد. شکل ۱۲ منظره‌ای ازرگه‌های آندزیتی رادر توف‌های جنوب غربی اسماعیل‌آباد به‌معرض نمایش می‌گذارد.

بطورخلاصه باتوجه به‌مشاهدات روی زمین دریک پروفیل شمالی- جنوبی توده آذرین نفوذی بنیاد سد کرج می‌توان گفت: این توده آذرین در امتداد این پروفیل به‌صورت دوشاخه شمالی و جنوبی که به‌احتمال زیاد در امتداد محور سینکلینال آدران دراعماق بهم می‌رسند ودرآن مکان دارای ضخامت بسیارزیادتر ازآنچه در حواشی دیده می‌شود، می‌باشند دقیقاً از وضعیت‌زمین‌های آتشفشانی- رسوبی دربرگیرنده (سینکلینالی) تبعیت می‌نماید وکاملا به‌هم دارای تقارنی آینه‌ای است.



شکل ۱۲- نمایش رگه‌های آندزیتی در توفیتهای جنوب غربی اسماعیل‌آباد. در شکل به‌جابجائی دایک در اثرگسل توجه شود.

بررسی میکروسکپی

نظر به‌اینکه بررسی‌های کارتوگرافی و مطالعه ماکروسکپی نمونه‌ها در روی زمین نشان داده است که این توده آذرین نفوذی که به‌شکل یک«دیس توگود» است، ازهرسمت از خارج به‌داخل (به استثناء کنتاکت تحتانی که حالتی از انجماد سریع Contact Chilled راعرضه می‌دارد) از سنگهای دانه‌ای دانه درشت تیره تدریجاً به‌سمت سنگهای دانه‌درشت روشن وروشن‌ترمیل می‌کند و این ترتیب درکلیه‌موارد عمومیت دارد و درهر موردی که پروفیل‌ها توده را از وسط قطع کند دوشاخه متقابل به هم دقیقاً وضعیت قرینه‌آینه‌ای‌را به‌نمایش می‌گذارد. مطالعات میکروسکپی و آنالیز مدال نیزکاملا این مسئله را تأئید می‌نماید. در اینجا بررسی هریک از این بخش‌های تفریقی را تقدیم می‌داریم. البته همانطورکه قبلا یادآور شده‌ایم غیراز توده آذرین اصلی، مخصوصاً در بخش‌خارجی و جنوبی این‌توده، وحتی درکنتاکت با آن دراین قسمت توده کوچک ودایکهای دولریتی ودورتر از کنتاکت، رگه‌های‌آندزیتی ودلریتی دیگری‌هم‌وجود دارد. بنابر- این خلاصه مطالعه آنها رانیز ذکر خواهیم نمود. سپس ازمجموع مطالعات سنگ‌شناسی نتیجه‌گیری عام تقدیم خواهد شد.

مطالعات میکروسکپی را به‌ترتیب زیر عرضه می‌نمائیم:

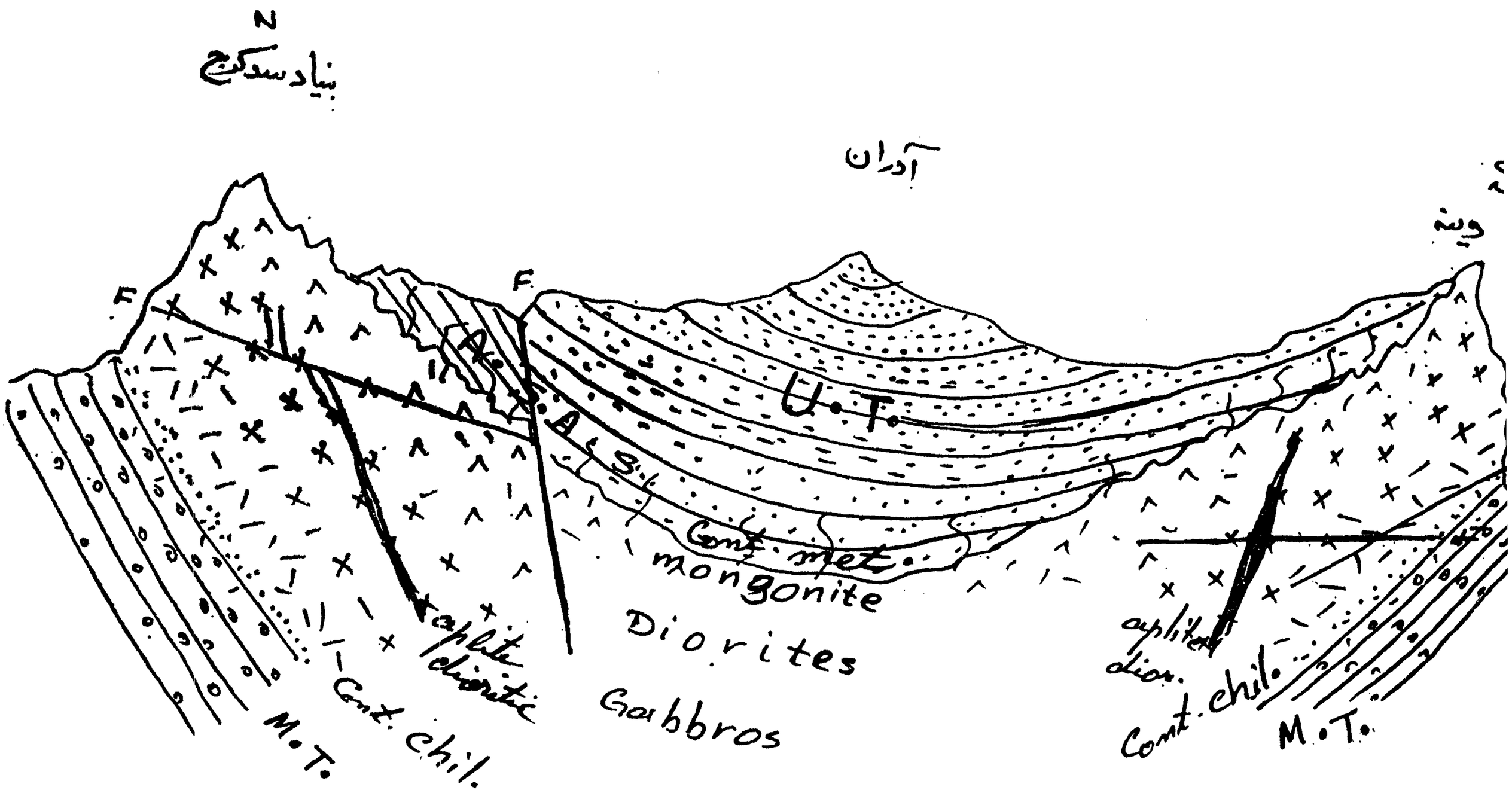
۱- بخش تحتانی (انجماد سریع)؛
۲- بخش گابروئی؛
۳- بخش دیوریتی؛
۴- بخش مونزونیتی؛
۵- بخش اپوفیرهای مونزونیت پرفیری؛
۶- دگرگونی مجاورتی:
— مطالعه ساده توفیت‌ها
— بخش فوقانی؛
— بخش تحتانی؛
۷- سنگهای دولریتی وآندزیتی؛
۸- دولریت‌ها:
— توده کوچک موجود در مجاورت تحتانی توده آذرین اصلی؛
— رگه‌های دولریتی.

شکل ۱۳ شکل ساده وترتیب تنوع سنگ‌شناسی توده‌نفوذی بنیاد سد کرج را عرضه می‌دارد.

۱- بخش تحتانی (انجماد سریع)

این بخش ازتوده آذرین درهمه مواردی که قابل رویت‌است دارای ویژگی خاص باظاهر پرفیری همراه با بلورهای اتومرف پلاژیوکلاز وپیروکسن و خمیره‌ای بسیار ریز دانه و تیره رنگ می‌باشد.

لازم به‌تذکر است وقتی که درکنتاکت، سنگ‌آذرین دارای طبیعتی ظاهراً گابروئی است و یا هنگامی که دارای طبیعتی ظاهراً



شکل ۱۳- پروفیل ساده N—S ازتوده آذرین جهت نمایش موقعیت قرارگیری بخش های‌مختلف.

دیوریتی است منظره این بخش از توده مشابه‌هم است یعنی از نظر بافت پرفیری‌و خمیره ریزدانه یکسان است، بااین تفاوت که در زیر بخش‌گابروئی پلاژیوکلازهای اتومرف سفیدرنگ تر وسیمان تیره‌تر وتقریباً سیاه‌رنگ است در صورتی که در زیربخش‌دیوریتی، پلاژیوکلازها دارای جلائی شیشه‌ای وسیمان خاکستری‌متمایل به‌سبز می‌باشد. طبیعت میکروسکپی این دودسته‌رادر اینجا باختصار شرح می‌دهیم.

الف- بخش تحتانی گابرو دارای‌بافت‌هیالومیکرولیتی‌پرفیری وترکیب کانی‌شناسی به‌شرح زیراست:

—پلاژیوکلازهای اتومرف کاملا سوسوریتیزه که حدود ۳۰ درصد متن مقطع را اشغال می‌نماید. چون پلاتین یونیورسل در اختیار نبود تعیین درصدآنورتیت‌آن میسر نگردید؛

— پیروکسن‌اوژیت، اتومرف تا سوب اتومرف، و حاشیه‌ای‌گرد شده (دراثر واکنش بامایع اطراف دراوایل زمان تزریق توده) که حدود ۲۱ درصد متن مقطع را اشغال می‌کند؛

—اولیوین کاملا تجزیه‌وتبدیل‌شده‌به‌سرپانتین درحدود ٤ درصد؛

—آثاری از فلدسپات آلکالن که حدود ٥ درصد متن مقطع را تشکیل می‌دهد؛

—بقیه متن مقطع که زمینه را تشکیل می‌دهد دارای طبیعت میکرولیتی وشیشه‌ای است که ازشیشه، میکرولیت‌های پلاژیوکلاز دانه‌های ریز پیروکسن، کانی‌های اپاك، آپاتیت، اسفن ترکیب یافته است. البته آپاتیت و اسفن به صورت انکلوزیون در درون بلورهای اتومرف‌پیروکسن نیز مشاهده می‌شود. ضمناً درکنار بلورهای پیروکسن کانی اورالیت‌وکلریت نیزقابل تشخیص‌است.

ب- بخش تحتانی دیوریت دارای بافت هیالومیکرولیتی پرفیری وترکیب کانی‌شناسی به‌شرح زیراست:

—پلاژیوکلاز اتومرف باآثار تجزیه کمترکه حدود ٤۲ درصد متن مقطع را اشغال می‌کند؛

—آمفیبول‌گزنومرف در حدود ۱۳ درصد مقطع؛

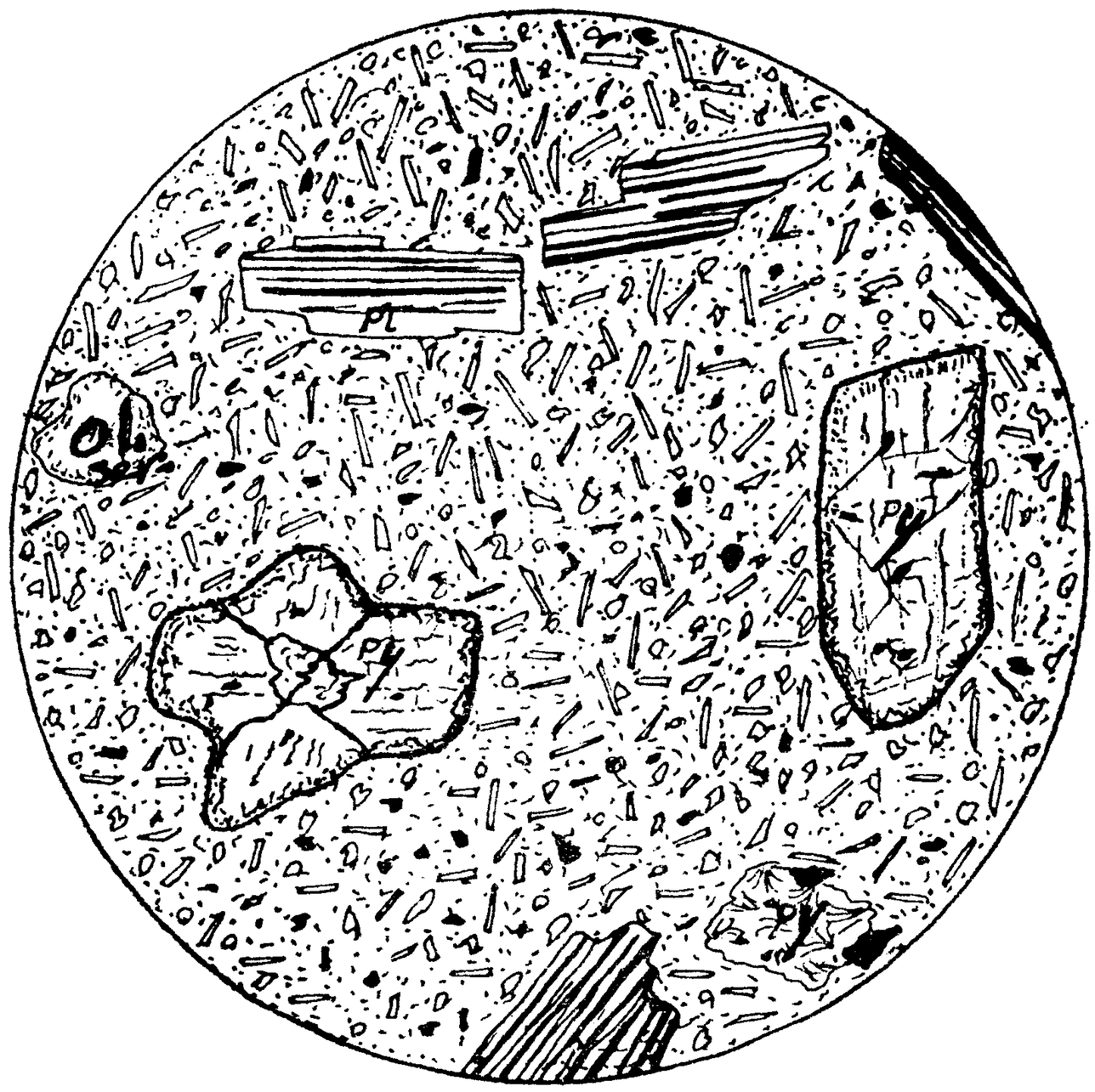
—پیروکسن‌اوژیت باحاشیه خورده وناسنظم که حدود۸ درصد مقطع را اشغال می‌کند؛

—حدود ۱۲ درصد کانی اپاك؛

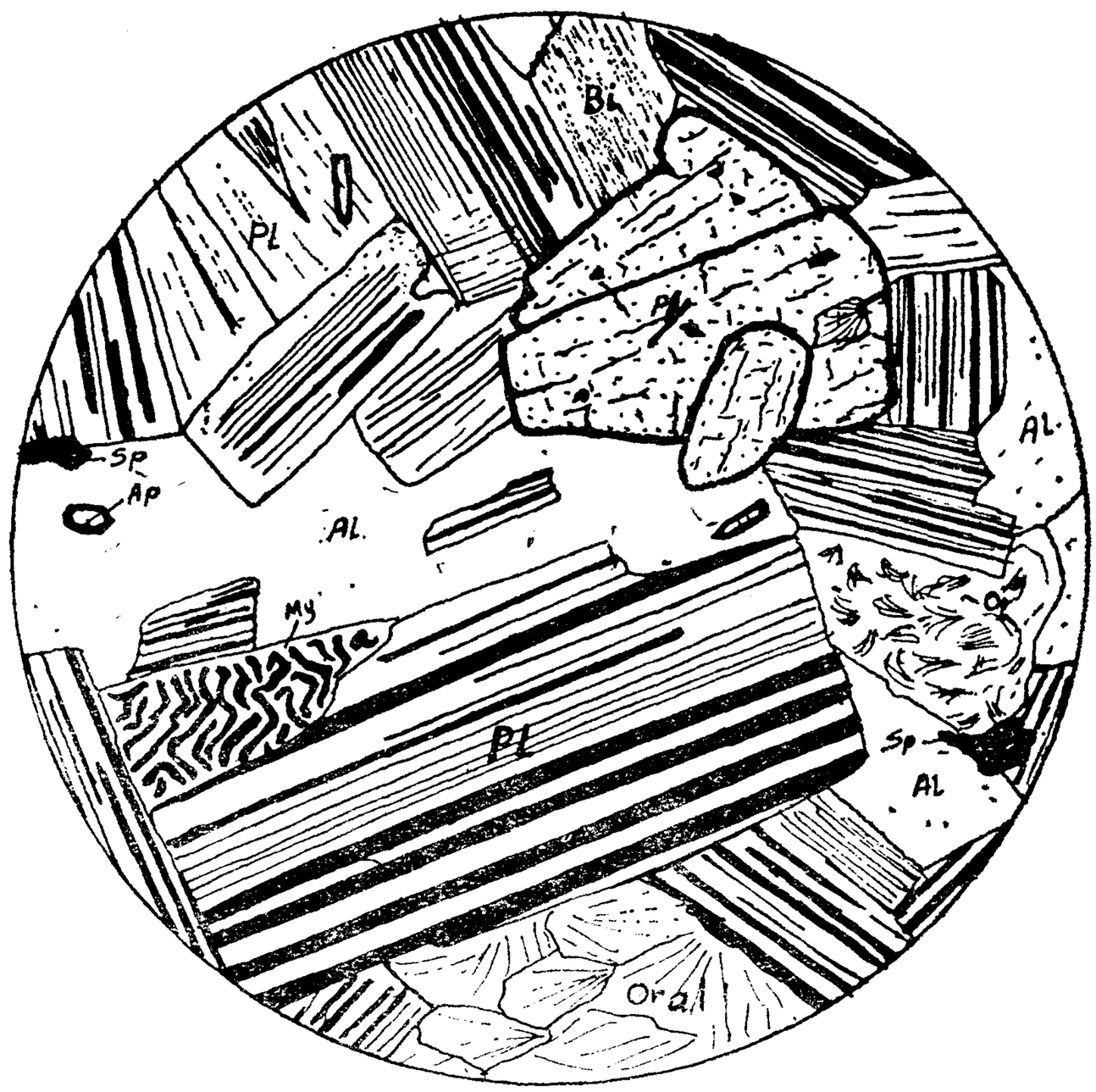
—بقیه متن از شیشه ومیکرولیت‌های پلاژیوکلاز تشکیل شده است؛

— فاقد هرگونه اثری از اولیوین یاسرپانتین می‌باشد.

متذکر می‌گردیم که این دو وضعیت بطور شگفت‌انگیزی بصورت کاملا مشابه‌هم در دوشاخه شمالی (بنیاد سدکرج) و جنوبی (وینه و پورکان) دیده می‌شود. این‌سنگهامربوط به‌بخش انجماد سریع (Contact chilled) تـوده آذرین مورد بحث می‌باشد.



شکل ۱٤- مقطع میکروسکپی سنگ مربوط به‌انجماد سریع.



شکل ۱۵- مقطع میکروسکپی گابروی برداشته شده از شمال پورکان.

۲- بخش گابروئی

بلافاصله بعداز بخش پرفیری تحتانی قرار دارد. ازنظر ماکروسکپی دارای بافت دانه درشت‌می‌باشد وحدود ۷۰درصد متن سنگ ازکانی‌های تیره درشت تشکیل شده وبنابراین سنگ سیاه‌رنگ به‌نظر می‌رسد.

ویژگی میکروسکپی این سنگ به‌قرارزیر است:

—پلاژیوکلازکلسیک که در حاشیه سدیک‌تر می‌شود (اتومرف وسوب‌اتومورف) وحدود ۶۰ درصدمقطع را اشغال‌می‌نماید؛

- اوژیت‌به‌صورت سوب‌اتومرف که حدود ۱۰ درصد مقطع را تشکیل می‌دهد؛

—اورالیت به صورت حاشیه برخی از پیروکسن‌ها وکانی ثانوی که حدود ۴ درصد متن مقطع را تشکیل می‌دهد؛

— بیوتیت که کلا حدود ۸درصد متن مقطع را شامل می‌شود و تقریباً نیمی از آنها بصورت کلریت درآمده است؛

— فلدسپات آلکالن گزنومرف‌حدود ۱۰ درصد متن مقطع؛

— سیرمکیت‌به‌مقدارحدود ۲ درصد که درحاشیه‌بین پلاژیوکلاز وفلدسپات الکالن مشاهده می‌شود؛

—کانی‌های فرعی ازقبیل آپاتیت، اسفن، کانی‌اپاک کلاحدود ۱ درصدمتن مقطع را اشغال می‌کند؛

—اثری ازاولیوین ویا سرپانتین دراین مقطع دیده نشده است و بنابراین وجود آن دربخش انجماد سریع احتمالا معرف وضعیت عدم تعادلی آن بخش از توده سنگ می‌باشد.

۳- بخش دیوریتی

دارای مشخصات کانی‌شناسی به‌شرح زیر است:

—پلاژیوکلاز اتومرف‌سوسوریتی ۶۷ درصد؛

—اوژیت‌اتومرف و سوب‌اتومرف ۱۰ درصد؛

— فلدسپات‌الکالن پرتیتی‌سوب‌اتومرف و اندکی کائولینیتیزه، ۸ درصد؛

—هورنبلند سبزاتومرف‌و سوب‌اتومرف ۷ درصد؛

—کوارتز به‌مقدار بسیاراندک‌گزنومرف وشفاف ۲ درصد؛

—کانی‌های اپاک، اسفن، آپاتیت جمعاً ۳ درصد؛

—اپیدت ۱ درصد؛

—کلسیت ۱ درصد؛

—کلریت به‌صورت دانه‌های ریزوباسنظره اسفرولیتی ۱ درصد.

۴- بخش مونزونیتی

دارای بافت دانه‌ای وترکیب کانی‌شناسی به‌قرار زیرمی‌باشد:

— پلاژیوکلا زهای سدی ـ کلسیک اتومرف سریسیتیزه که حاشیه‌های آن در مقایسه باقسمت‌های میانی سدیک‌تر وکمتر تحت تأثیر تجزیه قرارگرفته وحدود ۶۱ درصد متن مقطع را شامل می‌شود؛

— فلدسپات‌الکالن باسنظره پرتیتی سوب‌اتومرف تاگزنومرف حدود ۱۹ درصد متن مقطع؛

—اوژیت‌اتومرف ریزدانه حدود ۵ درصد؛

—هورنبلند حدود ۷درصد مقطع؛

—بیوتیت حدود ۳درصد مقطع؛

—آپاتیت‌اتومرف حدود ۲ درصد؛

—کوارتزگزنومرف حدود ۱ درصد؛

—کلریت ۱ درصد؛

—زیرکن حدود ۱ درصد مقطع.

۵- مونزونیت اپوفیزهای حاشیه فوقانی

که به‌صورت زبانه‌هایی در بخش فوقانی توده به رنگ سفید متمایل به‌خاکستری در توف‌های سبزرنگ تغییرشکل یافته دیده می‌شود. سنگ ازنظر ماکروسکپی پرفیری‌ریزدانه است ومشخصات میکروسکپی آن به‌شرح زیرمی‌باشد:

— پلاژیوکلازسدی ـ کلسیک اتومرف باآثار سریسیتی شدن حدود ۳۹ درصد مقطع؛

—فلدسپات‌الکالن باسنظره پرتیتی سوب‌اتومرف تا اتومرف در حال کائولینیتی‌شدن حدود ۳۶ درصد مقطع؛

— اوژیت‌اتومرف‌دارای‌چندرنگی صورتی‌ضعیف، که این‌مسئله احیاناً به‌دلیل بالابودن عیار تیتانیم درآن است، حدود ۳درصد مقطع؛

—هورنبلند حدود ۴ درصد مقطع؛

—بیوتیت کم‌وبیش کلریتیزه حدود ۵ درصد مقطع؛

—کوارتز درحدود ۵ درصد؛

—آپاتیت‌اتومرف حدود ۱ درصد مقطع؛

—اسفن حدود ۱ درصد مقطع؛

—زیرکن‌اتومرف بسیار کم؛

—کانی‌اپاک حدود ۲ درصد مقطع؛

—اپیدت حدود ۳ درصد مقطع؛

—کلسیت حدود ۱ درصد مقطع.

وجود کوارتز احتمالا مربوط به‌پدیده هضم قطعاتی ازتوفیت‌ها سنگ دربرگیرنده فوقانی می‌باشد.

یادآور می‌شویم تغییرات از پائین به‌بالا، که در فوق ذکر شد به‌صورت کاملا تدریجی بوده وضمناً درهردو شاخه شمالی و جنوبی این توده دقیقاً به‌صورت قرینه آینه‌ای قابل‌رؤیت است. بنابراین تفریق‌بسیار ظریفی ازگابرو (در پایین) تامونزونیت (در بالا) درآن مشاهده می‌شود.

۶- دگرگونی همبری

تأثیر دگرگونی این توده بر روی دوبخش تحتانی و فوقانی

سنگهای دربرگیرنده کاملا متفاوت بوده وبه‌قرار زیر می‌باشد:

تأثیر دگرگونی برروی توف‌های سبز واقع در بخش تحتانی توده بسیار اندك وصرفاً از نوع دگرگونی حرارتی استو ترکیب کانی‌شناسی، بافت وساخت سنگ دربرگیرنده ـباستثناء تغییرات کوچك درآن ـ دستخوش تغییر چندانی نشده است؛ درصورتی که سنگهای دربرگیرنده فوقانی تغییر قابل‌توجهی نموده‌است ودانه بندیهای آن درشت‌تر وازنظر ترکیب کانی‌شناسی ازکانی‌های فلدسپاتی (الکالن) غنی‌گردیده است. البته برخلاف آنچه قبلا گزارش شده (زرعیان ـفیاض، ۱۳۴۳) سنگهائی با طبیعت‌پگماتیتی (ویا پگماتیتوئیدی ؟) درآن ابداً مشاهده نشده است.

۷ـ سنگهای دلریتی و آندزیتی

همانطورکه قبلا تذکر داده شد علاوه برتوده اصلی مورد بحث سنگهای آذرین دیگری نیز در منطقه مشاهده می‌شود که بطورکلی آنها رادر دودسته دولریت‌ها وآندزیت‌ها جا داده‌ایم:

الف‌ـ دولریت‌ها: سنگهای‌دولریتی در منطقه به‌دوصورت: توده‌ای ورگه‌ای مشاهده می‌شود.

ـ دولریت‌توده‌ای: درمجاورت‌بلافصل بخش‌تحتانی‌شاخه جنوبی توده آذرین نفوذی اصلی درمنطقه پورکان یک توده کوچک دولریتی مشاهده می‌شود. دراین محل توده آذرین نفوذی اصلی در محل مجاورت این دولریت به‌وضوح دارای حاشیه انجمادسریع می‌باشدو این‌امر معرف این است که این توده کوچک دولریتی در مقایسه باتوده آذرین نفوذی اصلی دارای قدمت بیشتری بوده ودر هنگام تزریق توده اصلی کاملا سرد بوده است. بنابراین درمجاورت آن ازتوده آذرین اصلی‌سنگهای باویژگی انجماد سریع حاصل‌گردیده است. طبیعت این دولریت طوری است که در مقایسه باسنگهای توده اصلی بیشتر تحت‌تأثیر هوادیدگی وفرسایش قرار می‌گیرد،در نتیجه ازنظر مرفولوژی تپه‌های کم‌ارتفاعی را عرضه می‌دارد. ضمناً در بخش‌انجماد سریع توده‌نفوذی آنکلاوهایی از جنس‌دولریت مورد بحث به صورت قطعات کروی و یا بیضوی به قطر حداکثر ۱۰ سانتیمتر فراوان دیده می‌شود که غالباً در اثر آلتراسیون تجزیه شده و جای خالی آنها باقیمانده است.

دایکها وسیل‌های چندی از سنگهائی با طبیعت کانی‌شناسی سنگهای این توده درمنطقه مشاهده می‌شود که ازجمله‌آنهامی‌توان سه‌سیل دولریتی واقع دردیواره جنوبی دره‌ای که در جنوب جاده پورکان ـ کندر رانام برد که به‌صورت بین لایه‌ای قراردارد علاوه بر اینها تعدادی‌دایکهای‌دیگردرجنوب‌اسماعیل‌آباد نیز وجود دارد.

ازطرفی‌هم نظر به‌گسترش نسبتاً زیاد و بافت این‌تشکیلات بنظر می‌رسد اینها سیل نبوده بلکه سه لایه از جنس مواد فوران آتشفشانی بازالتی باشد که درسه مرحله ازطریق آتشفشانی در هنگام رسوب توفیتها بین آنها قرارگرفته است.

ـ دولریت‌های رگه‌ای: حداقل به‌نظر می‌رسد یکی ازآنها به‌صورت رگه‌ای از بخش تحتانی توده‌آذرین‌نفوذی اصلی سرچشمه گرفته، توده کوچک دولریتی مذکور در فوق را قطع کرده است. ضمناً آنکلاوهایی از دولریت توده‌ای نیز دراین دولریت رگه‌ای اخیرالذکر مشاهده می‌شود.

بـ آندزیت‌ها: علاوه برسنگهای فوق‌الذکر، تعداد زیادی دایکهای‌آندزیتی‌لایه‌های‌آتشفشانی‌ـرسوبی(توفیتها) جنوب‌پورکان تااسپینک را قطع می‌نماید که ضخامت آنها به‌استثناء رگه‌ضخیم آندزیتی اسماعیل‌آباد غالباً ازحداکثره/۱ متر تجاوز نمی‌نماید.

بررسی شیمی ـ کانی‌شناسی

ضمن مطالعات کارتوگرافی وپتروگرافی این نکته مشخص گردید که ددوال (۱۹۶۷) در جریان نمونه‌برداری جهت‌بررسی‌ها ژئوشیمیایی، احتمالا صرفاً از مونزونیت (که نسبت به‌بقیه‌بخشهای سنگی این توده‌گسترش چندانی هم ندارد) نمونه برداشته ونتیجه گیری خود را براساس اطلاعات بدست‌آمده ازآنها بنیاد نهاده‌است. لذا اینجانب نمونه‌برداری سیستماتیک کاملا دقیقی از مجموعه به‌عمل آورده وبطوریکه درسطور آینده خواهیم‌دیداطلاعات بدست آمده ازآنها دقیقاً بامشاهدات روی زمین‌وکارتوگرافی ونیزمطالعات پتروگرافی تطبیق می‌نماید. نمونه‌برداری ما برای تجزیه وسپس مطالعات شیمی ـ کانی‌شناسی، وبالاخره مقایسه آنها باهم صورت پذیرفته است.لذا از بخش‌های مختلف‌توده:دو شاخه قرینه‌آینه‌ای از یک پروفیل تقریباً شمالی ـجنوبی از پایین به‌بالا بترتیب شامل بخش‌انجماد سریع،بخش‌گابروئی، بخش‌دیوریتی، بخش‌مونزونیتی رگه آپلیتی، دولریت‌توده‌ای وبالاخره دولریت رگه‌ای‌نمونه‌برداشته وجهت تجزیه شیمیایی کمی‌عناصر اصلی به‌آزمایشگاه شیمی سازمان زمین‌شناسی کشور ارسال وسپس نتایج حاصل رادریافت وباتوجه به‌این نتایج محاسبات شیمی ـ کانی‌شناسی وژئوشیمی که درزیر عرضه می‌گردد را انجام داده‌ام.

بخش انجماد سریع

بطوری که‌گفته شدازاین بخش دو نمونه برداشته شد که‌یکی ازقسمت تحتانی شاخه شمالی پروفیل‌درفاصله بین تونل ۳و۴، و حدود ۱۰متری ابتدای تونل ۴ که در معرفی بررسی‌های شیمیایی ازآن تحت‌شماره I نام می‌بریم‌و دیگری از شمال ده پورکان در کنار جاده اصلی وتقریباً نزدیک سه‌راهی کندرکه ازآن تحت شماره II نام خواهیم برد.

بخش گابروئی

ازاین بخش نیز دونمونه موردتوجه قرار دادهشد: (۱) ـاز محل بین تونل ۳و ٤ودر فاصله ۱۰ متری جنوب کنتاکت که‌آنرا تحت شماره III در اینجا معرفی می‌نماییم و (۲) از محل شمال ده وینه که تحت‌شماره IV ازآن نام خواهیم‌برد.

بخش دیوریتی

دو نمونه ازاین بخش موردتوجه قرارگرفت: (۱) ازمحلی‌بین تونل ۲و ۳ که‌آنرا تحت شماره V معرفی می‌نمائیم، (۲) ازمحل ده وینه که تحت شماره VI معرفی می‌شود.

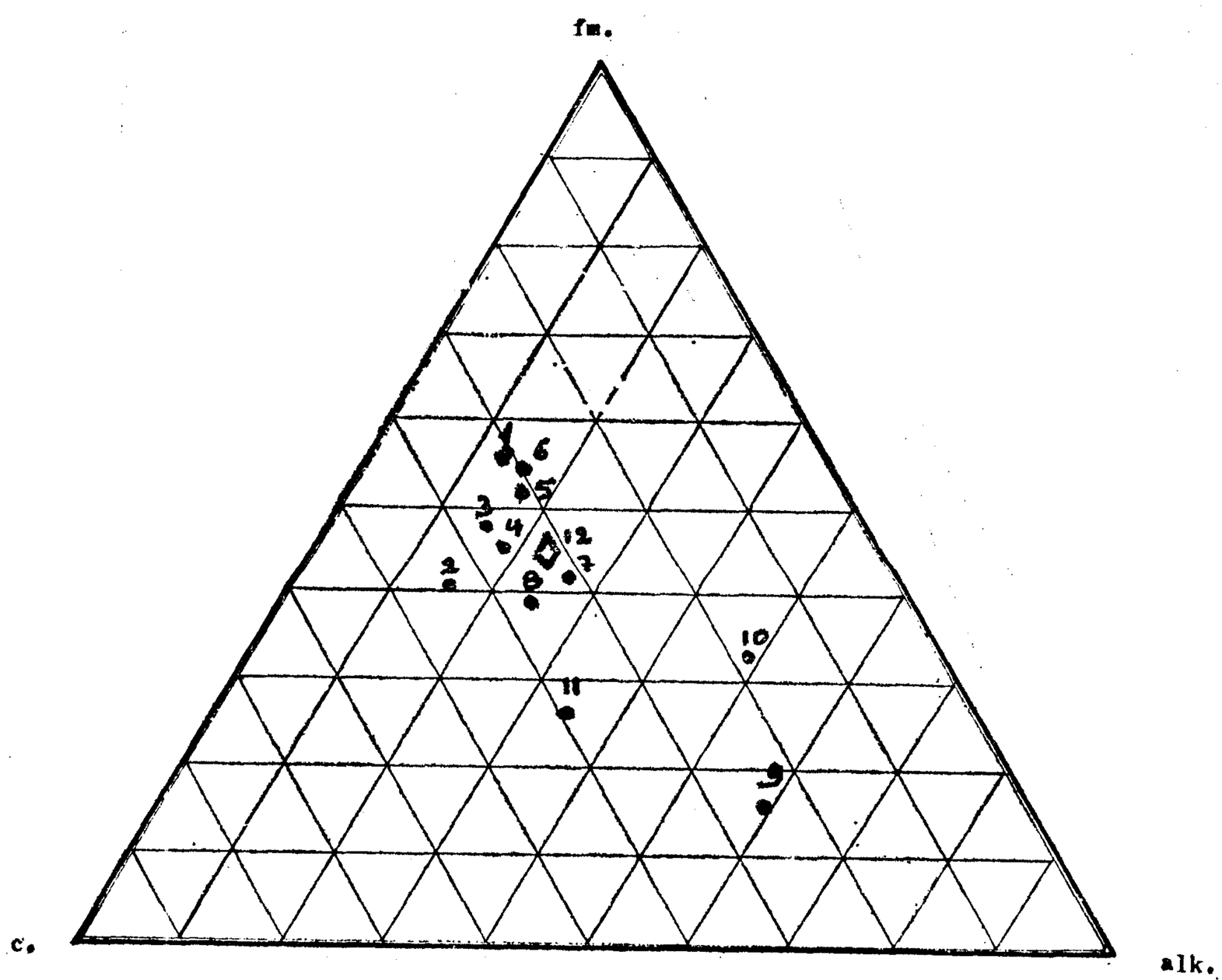
بخش مونزونیتی

نظربه‌اینکه نمونه‌برداری دقیق این بخش از توده در شاخه شمالی به‌درون تونل‌ها مربوط می‌شد و دسترسی به‌آن مشکل بود، لذا دربررسی شیمی ـ کانی‌شناسی این بخش خود را به‌یک نمونه که ازشاخه جنوبی ودر شمال ده‌وینه برداشته شد محدود کرده‌ایم که‌آنراتحت‌شماره VII معرفی‌می‌نمائیم. نتایج‌آن‌به‌این‌شرح است که ذکر می کنیم:

نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمی و شیمی کانی‌شناسی

نتایجی که ازاین سری مطالعات بدست آمده است، دقیقاًپدیده تفریق که درنتیجه مطالعات پتروگرافی پی‌به‌وجود آن برده شده است را تأیید می‌نماید. بطوری که‌دیده می‌شود، این توده‌درقسمت تحتانی خود به‌صورت بازیک‌تر (گابرو) ودر قسمت فوقانی به‌صورت مونزونیت بوده ودرحد فاصل آنها دیوریت وجود دارد. ضمناً رگه‌های آپلیتی نیز نتیجه‌فاز غائی انجماد این توده آذرین‌نفوذی است.

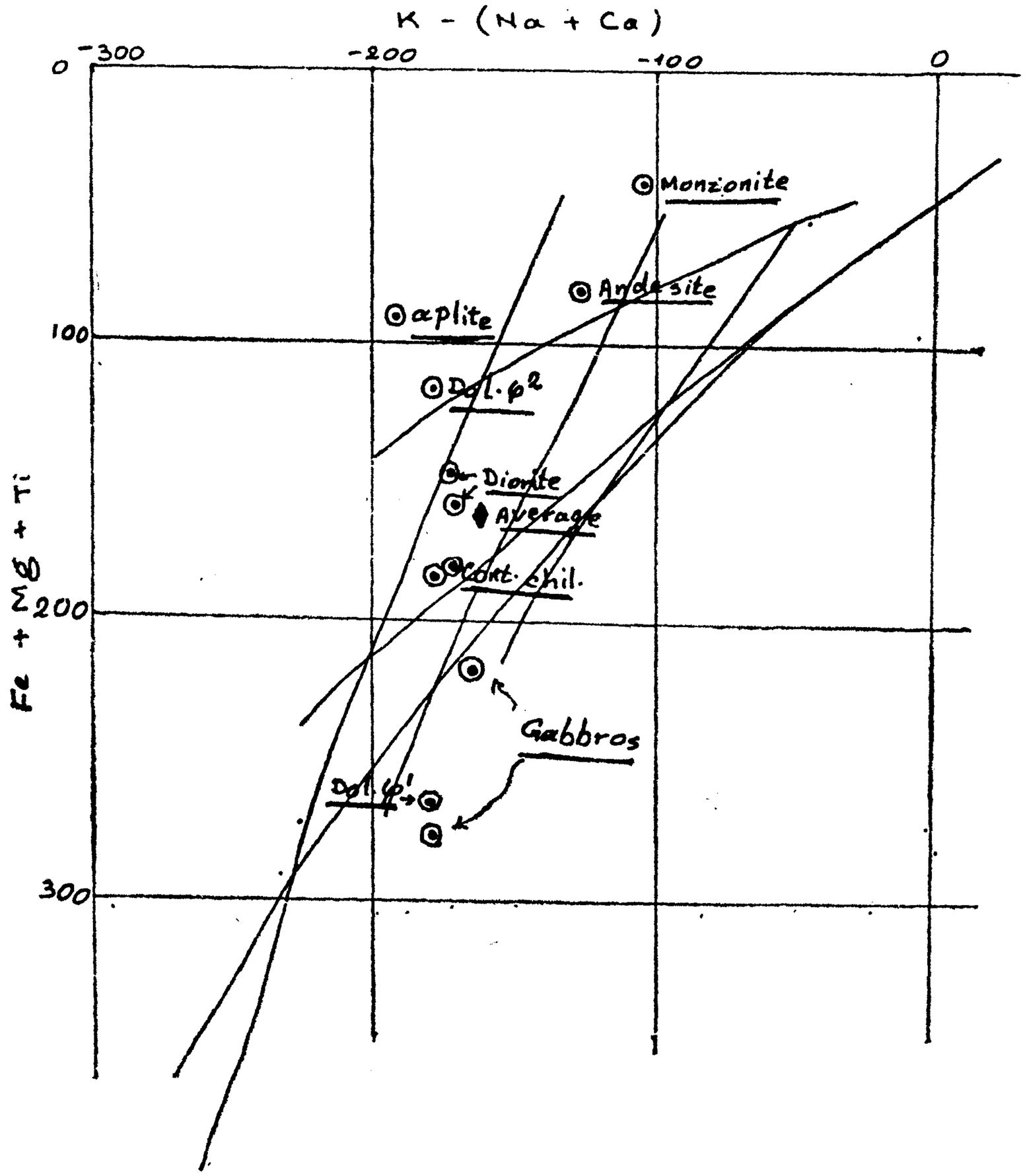
ضمناً همانطورکه در دیـــاگرام fm, c, alk شکل ۱٦ ملاحظه می‌شود اولاً بخش انجمادسریع به‌دلیل‌خاص وضعیت غیر تعادلی خود بین دو بخش دیوریتی وگابروئی قرار می‌گیرد؛ ثانیاً بخش مونزونیتی حالت نهائـــی سرشار از .alc راستای تحول شیمیائی توده را عرضه میدارد؛ ثالثاً رگه آپلیتی قدری جابجایی از راستای تحول شیمیایی توده را نشان می‌دهد؛ رابعاً نقطه معرف دولریت توده‌ای فاز ۱ درهمان راستا ومجاور نقطه معرف‌گابرو قرار گرفته است.



شکل ۱٦ـ موقعیت قرارگیری نقاط حاصل از نتایج بررسی های شیمیایی سنگهای مختلف آذرین نفوذی بنیاد سد کرج و ضمائم در دیاگرام پاراسترهای .fm ,.c ,.alk نقاط ٤ و ۳ به ترتیب از بخش انجماد سریع بخش پورکان و سد، نقاط ٦و٥ بترتیب معرف‌گابروی وینه پورکان وسد، نقاط ۸ و ۷ بترتیب معرف دیوریت وینه و سد، نقطه ۹ معرف مونزونیت، نقطه ۱۰ معرف آپلیت، نقاط ۱و ۲ بترتیب معرف دولریت‌فاز ۱ توده‌ای ودولریت رگه‌ای، نقطه ۱۱ معرف آندزیت اسماعیل‌آباد، ۱۲ لوزی معرف میانگین حاصل از تعداد زیادی از نتایج تجزیه‌شیمیایی سنگهای آذرین نفوذی منطقه است.

باتوجه به‌پراکندگی نقاط معرف مشخصات شیمیایی سنگهای بخش‌های مختلف این توده که در شکل ۱۶ ملاحظه می‌گردد، جریان تحول ماده تزریقی موردبحث را می‌توان به‌این‌ترتیب‌تفسیر نمود که نقطه معرف سنگ دولریت توده‌ای که مجاور نقطه معرف فازی مستقل از توده حاصل شده است.

درصورتی که به پارامترهای CIPW حاصل از نتایج تجزیه شیمیایی سنگهای بخش انجماد سریع توده اصلی و کنترل‌آن در جدول لاکروا توجه شود، درخواهیم یافت که ماده تشکیل‌دهنده



شکل ۱۷- موقعیت قرارگیری نتایج حاصل از بررسی‌های‌شیمیایی سنگهای مختلف آذرین نفوذی منطقه سد کرج وضمائم دردیاگرام K - (Na+Ca) /Fe+Mg+Ti (پارامترهای‌دو لا روش. نقاط مندرج در این دیاگرام معرف نقاطی است که درشکل ۱۶ ذکرشده است.

گابرو قرار می‌گیرد باید نمودار تزریق مقدم بر جایگزینی اصلی باشد که‌متعاقباً بااعمال‌تأثیربیشتر نیروی‌تزریق،ماده تشکیل دهنده‌اصلی ازقسمت‌های عمقی‌تر تزریق‌گردیده است. نقطه معرف سنگ‌دولریت رگه‌ای‌فاز ۲ هم می‌تواند به‌صورت ماده تزریقی متعاقب ومنشعب از بخش‌گابروئی توده اصلی درامتداد درزوترك جدید حاصل در بخش دولریتی توده‌ای وسنگهای آتشفشانی -رسوبی تزریق شده باشد. رگه‌های آندزیتی‌نیز احتمالا باترکیب دیوریتی به‌صورت

این بخش در دوشاخه شمالی وجنوبی بطوری کاملا مشابه‌وضعیت غیر تعادلی را عرضه می‌داردالبته این‌امر نیز باشاهده کانی‌های سرپانتین در مقاطع نازك که حاصل عمل آلتراسیون حرارت بالای کانی‌الیوین می‌باشد تأیید شده است. علت این‌امر این است که ماده تزریقی در مجاورت‌سنگ‌دربرگیرنده تحتانی که‌به‌مراتب ازتوده تزریقی سردتر بوده وگازهای توده اصلی متوجه‌بخش فوقانی‌گشته ، وبنابراین در بخش‌تحتانی وجود نداشته‌است؛ لذا انجماد سریع‌سبب

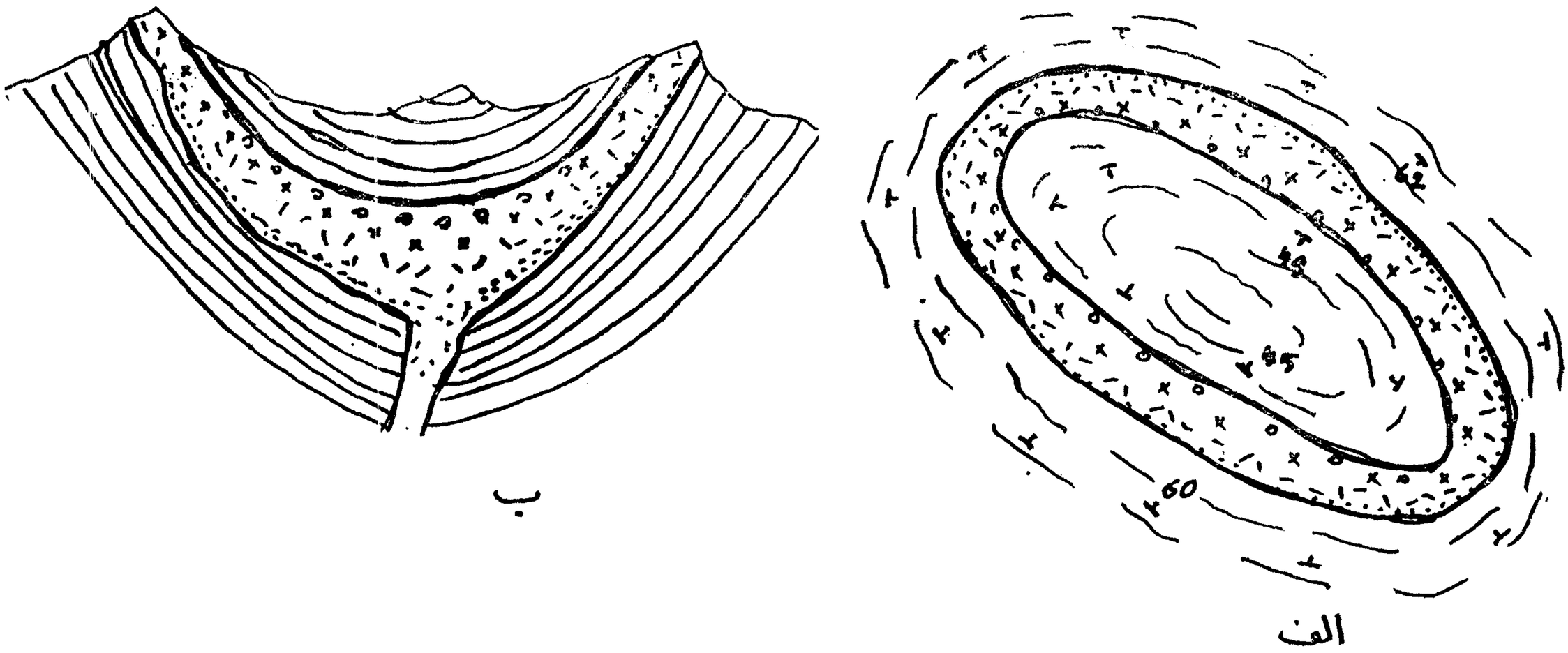
تشکیل کانی هائی گردیده که نمی‌توانسته باسایع حول‌وحوش خود در وضعیتی تعادلی باشند.

مسئله تفریق توده اصلی را بـــا استفاده از پـاراستر های ، Fe+Mg + Ti و (Na+Ca) —K دو لا روش (۱۹٦٤) مورد کنترل وتحقیق قرار داده وبه‌طوری که در شکل ۱۷ دیده می‌شود، کلیه تعبیرو تفسیرهای مذکور در فوق تأیید می‌گردد.

علاوه بربررسی ژئوشیمی وشیمی ـ کانی‌شناسی مذکور درفوق که باتوجه برتعدادی از نتایج‌شیمیایی انجام‌گرفته است، تعداد دیگری نتایج تجزیه شیمیایی دراختیار بوده که نتایج‌آنها را در این مقاله برای اجتناب اززیاده‌گویی معرفی ننموده‌ایم. معذالک باستفاده ازاین تجزیه‌ها، میانگینی‌از طبیعت شیمیائی توده اصلی بعمل آورده‌ام ونتیجه آنرا درزیر عرضه می‌دارم:

نتیجه حاصل ازاین میانگین را نیز دردیاگرام‌های موردبحث در فوق به‌صورت لوزی کوچک منتقل نموده‌ایم، وبه‌طوری که در این دو دیاگرام دیده می‌شود نقطه نمودار آن دقیقاً در محدوده بین دیوریت وگابرو واقع می‌شود. بنابراین می‌توان‌گفت توده ماگمائی ازابتدا دارای طبیعتی دیوریتی ـگابروئی بوده‌است.

در شکل ۱۸ به‌طور ساده وضعیت رخساره‌های تفریقی توده مزبور را عرضه می‌داریم که شباهت زیادی به ساختمان توده‌های نفوذی کمپلکس بوشولد (کورنز، ۱۹۵۹) وسادبوری (دیتز ،



شکل ۱۸ـ نمایش وضعیت توده لوپولیتی بنیاد سدکرج : الف ـ نمایش شکل ساده ، ب ـ نمایش یک پروفیل ساده شمالی ـ جنوبی از این توده است. بخش نقطه‌چین مربوط به انجماد سریع ، علامت / \ / معرف بخش گابروئی ، ××× علامت‌بخش دیوریتی ، و و و معرف بخش مونزونیتی توده است. به وضعیت امتداد و شیب طبقات در برگیرنده توجه شود.

۱۹٦٤)دارد. شکل الف نقشه ساده وشکل ب مقطع ساده شمالی جنوبی آنرا به‌نمایش می‌گذارد. شکل ۱۹ نیز نمودار درصد کانی‌ها آهن ـمنیزیم‌دار موجود در سنگهای رخساره‌های مختلف تفریقی دریک مقطع قائم این توده می‌باشد.

کوتوریه (۱۹۷۷) وجود چنین تفریقی رادر یک توده گرانیتوئیدی اعلام داشته است.

سازوکار تزریق توده نفوذی

باتوجه به‌مطالعات کارتوگرافی ، پتروگرافی و شیمی ـ کانی‌ـ شناسی توده نفوذی بنیاد سدکرج محتملا درزمان بعد الیگوسن، در جریان کوهزائی و چین‌خوردگی منطقه مورد بحث از طریق شکافی ازقسمت تحتانی قعرسینکلینال‌آدران که در جریان‌چین ـ خوردگی باید حاصل شده باشد، مطابق‌شکل ساده ۲۰ به‌صورت بین لایه‌ای درحد فاصل عضو میانی (M. T.) وفوقانی (U. T.) توفیت های سازند کرج تزریق شده است . بطوری که در نقشه زمین‌شناسی‌منطقه (شکل۳)ملاحظه می‌شود بین‌عضو میانی وعضو فوقانی توفیتهای‌سازند کرج یک لایه‌عمدتاً ازجنس رس، تحت‌عنوان شیل‌آسارا (A. S.) قرار دارد. درهنگام‌چین‌خوردگی‌عمومی ناحیه، منطقه موردمطالعه به‌صورت یک سینکلاین در می‌آید. لایه حد واسط (A. S.) که به‌علت طبیعت سنگ‌شناسی خود به صورت پلاستیک درمی‌آید وشکستگی‌هائی در مجموعه سینکلاین حاصل (در قعر سینکلاین واحتمالا درحول وحوش محور سینکلاین) بوجود آمده وماده ماگمائی تحت فشار واقع درزیر، از مسیر این ترک به سمت بالا هدایت‌گردیده ودرحد فاصل‌بین M. T. و U.T. یعنی در

مشخصات شیمی ـ کانی شناسی سنگهای بخش های مختلف توده آذرین بنیاد سد کرج

نمونه ها / درصد وزنی اکسیدها	I (2148)	II (2143)	III (751)	IV (Sa-1664)	V (Sa-1668)	VI (479)	VII (2147)	VIII (570)	IX (2144)	X (2145)	XI (2146)	XII میانگین
SiO_2	۵۰/۸۹	۴۹/۹۵	۴۹/۶۹	۴۵/۴۳	۵۱/۰۱	۴۹/۴۵	۶۰/۹۹	۶۲/۴۴	۴۸/۳۳	۵۴/۰۷	۵۸/۶۶	۵۱/۸۵
Al_2O_3	۱۸/۰۳	۱۸/۴۱	۱۹/۹۳	۱۶/۰۹	۲۰/۰۴	۲۰/۲۶	۱۹/۶۰	۱۸/۲۴	۱۶/۹۲	۱۷/۶۵	۱۸/۰۷	۱۸/۷۵
Fe_2O_3	۶/۱۲	۵/۹۲	۳/۷۱	۶/۱۸	۴/۹۵	۳/۱۹	۰/۰۸	۰/۶۲	۷/۷۵	۵/۷۶	۳/–	۴/۴۴
FeO	۲/۴۴	۲/۵۳	۴/۷۹	۳/۱۶	۲/۳۳	۴/۳۶	۲/۳۴	۲/۷۳	۲/۸۷	۲/۱۷	۱/۵۳	۲/۹۵
MgO	۴/۱۰	۴/۰۲	۴/۹۸	۷/۱۱	۳/۱۶	۲/۲۲	۰/۰۸	۱/۷۷	۶/۳۸	۱/۸۱	۰/۹۳	۳/۴۷
CaO	۹/۰۷	۹/۲۱	۷/۷۹	۹/۱۸	۷/۴۶	۸/۲۲	۳/۶۸	۳/۱۱	۸/۹۹	۹/۷۸	۶/۴۸	۷/۷۱
Na_2O	۲/۸۸	۲/۸۳	۲/۹۷	۲/۸۱	۴/۴۲	۳/۷۱	۵/۶۴	۸/۵۰	۲/۱۵	۲/۳۹	۳/۴۱	۳/۸۸
K_2O	۲/۶۵	۲/۶۲	۲/۵۸	۳/۹۵	۳/۳۸	۳/۳۷	۴/۰۸	۰/۰۸	۲/۷۶	۲/۳۷	۴/۲۵	۳/۰۵
TiO_2	۰/۸۹	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۷۸	۰/۹۶	۰/۸۰	۰/۶۳	۰/۵۴	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۵۴	۰/۸۱
P_2O_5	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۵۳	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۳۳	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۴۳
MnO	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۸
CO_2	–	–	۱/۳۲	۰/۳۰	۰/۱۰	۳/۶۷	–	۰/۲۷	–	–	–	۰/۹۱
H_2O^+	۱/۷۳	۱/۸۶	۰/۸۱	۳/۳۳	۱/۶۹	۱/۸۶	۱/۸۶	۰/۱۲	۲/۰۲	۲/۲۹	۲/۲۹	۱/۷۴
H_2O^-	–	–	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۱۷	۰/۱۷	–	۰/۱۲	–	–	–	۰/۲۳
مجموع	۹۹/۴۳	۹۸/۸۹	۹۹/۳۰	۹۹/۵۱	۱۰۰/۳۵	۹۹/۹۷	۹۹/۱۷	۹۸/۴۷	۹۹/۳۷	۹۹/۴۵	۹۹/۵۸	۱۰۰/۱۴
پارامتراسکولا (% کاتیونها)												
Si	۴۸/۵	۴۸/۰۱	۴۶/۹	۴۶/۴	۴۷/۲	۴۷/۷	۶۰/۶	۵۶/۹	۴۶/۲۶	۵۲/۵۴	۵۶/۱۲	۴۸/۴
Al	۲۰/۱	۲۰/۸	۲۲/۱	۱۹/۴	۲۲/۲	۲۲/۸	۱۷/–	۱۹/۴	۱۹/۱	۲۰/۳	۲۰/۳۳	۲۰/۶
Fe'''	۴/۵	۴/۳	۲/۶	۴/۸	۳/۵	۲/۳	۰/۱۲	۰/۴	۵/۶۳	۴/۲	۲/۲	۴/۷
Fe''	۲/–	۲/۰۲	۳/۸	۲/۷	۱/۸	۳/۵	۲/–	۲/۱	۲/۳	۱/۷۵	۱/۲	۲/۳
Mg	۵/۹	۵/۸	۷/–	۱۰/۸۵	۴/۵	۳/۲	۰/۱۲	۲/۵	۹/۲	۲/۶	۱/۳	۴/۳
Ca	۹/۳	۹/۵	۷/۹	۱۰/۱	۷/۵	۸/۴	۳/۶	۳/۱	۹/۲	۱۰/۳۲	۶/۷	۷/۷
Na	۵/۴	۵/۳	۵/۴	۵/۵	۸/–	۶/۹	۱۰/۹	۱۵/–	۴/–	۴/۴۳	۶/۳	۷/–
K	۳/۳	۳/۲۳	۳/۲	۵/۲	۴/۱	۴/۲	۵/۲۹	۰/۱	۳/۳	۲/۹	۵/۲	۳/۷
Ti	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۴	۰/۵
P	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۱۲	۰/۱	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۳
Mn	۰/۱	۰/۱۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱
کانیهای مجازی (نورماتیو) C.I.P.W.												
Q.	۲/۳۴	۱/۸۰	–	–	–	–	۳/۹۶	۳/۴۲	۰/۴۲	۱۱/۷۶	۱۰/۰۲	۰/۳
Or.	۱۶/۱۲	۱۵/۵۷	۱۵/۵۷	۲۳/۳۵	۲۰/۰۲	۲۰/۰۲	۲۴/۴۶	۰/۵۶	۱۶/۱۲	۱۳/۹۰	۲۵/۰۲	۱۸/۳
Ab.	۲۴/۶۳	۲۴/۱۰	۲۵/۱۵	۷/۸۶	۲۷/۷۷	۲۵/۱۵	۴۷/۶۸	۷۱/۷۸	۱۸/۳۴	۱۹/۹۱	۲۸/۸۲	۳۳/–
An.	۲۷/۸۰	۲۹/۴۷	۳۳/۰۸	۱۹/۷۴	۲۴/۷۴	۲۸/۳۶	۱۵/۸۵	۹/۷۳	۲۸/۳۶	۳۰/۸۷	۲۱/۴۱	۲۴/۵
Cor.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nep.	–	–	–	۸/۵۲	۵/۱۱	۳/۴۱	–	–	–	–	–	–
Ma.	۵/۸۰	۶/۲۶	۵/۳۴	۸/۵۸	۵/۳۴	۴/۶۴	۰/۲۳	۰/۹۳	۹/۲۸	۵/۱۰	۳/۴۸	۷/۸
Ilm.	۱/۶۷	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۸۲	۱/۵۲	۱/۲۲	۱/۰۶	۱/۳۷	۱/۵۲	۱/۰۶	۱/۵
Hem.	۲/۰۸	–	–	۰/۳۲	۱/۲۸	–	–	–	۱/۴۴	۲/۲۴	۰/۶۴	۱/۴
Ap.	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۰۱	۱/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۱/۰۱	۰/۶۷	۰/۶۷	۱/–
Pyr.	۱۶/۱۲	۱۵/۳۴	۱۳/۹۲	۱۷/۷۱	۶/۴۸	۷/۲۹	۳/۳۷	۹/۷۲	۲۱/۶۸	۱۱/۴۶	۶/۱۳	۱۱/–
Per.	–	–	۲/۹۲	۶/۶۵	۲/۴۵	۳/۰۷	–	–	–	–	–	–
F.	۶۸/۵۵	۶۹/۱۴	۷۳/۸۰	۵۰/۹۵	۷۲/۵۳	۷۳/۵۳	۸۷/۹۹	۸۲/۰۷	۶۲/۸۲	۶۴/۶۸	۷۵/۲۵	۷۵/۸
f.	–	–	–	۸/۵۲	۵/۱۱	۳/۴۱	–	–	–	–	–	–
b.	۲۷/۰۴	۲۶/۰۶	۲۵/۰۴	۳۶/۱۲	۱۸/۷۸	۱۷/۸۶	۵/۱۶	۱۲/۰۵	۳۴/۷۸	۲۰/۹۹	۱۱/۹۸	۲۲/۷
c.	۷۷/۸۹	۷۰/۹۴	۷۳/۸۰	۵۹/۴۶	۷۷/۶۴	۷۶/۹۴	۹۱/۹۵	۸۵/۴۹	۶۳/۲۴	۷۶/۴۴	۸۲/۲۷	۷۶/۱
مشخصات بالقوه فلدسپانها												

دنباله جدول

Or/Ab.	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۸۵	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۰۱	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۵۱	۰/۳
Or/Ab+An	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۷	۲/۹۷	۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۵۱	۰/۰۱	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۸۹	۰/۵۵
An/Ab+An	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۷۲	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۴۳	۰/۴۲
An%	۵۳%	۵۵%	۵۷%	۷۲%	۴۷%	۵۳%	۲۵%	۱۲%	۶۲%	۶۱%	۴۳%	۴۲%
پارامترهای لاکروا C.I.P.W.												
P	II	II	II	(II)III	II	II	I	I(II)	II(III)	II	(I)II	I(II)
q	5	5	5	5(6)	'5	5	5	5	5	4(5)	(4)5	5
r	'4	'3	(3)4	6(7)	7	'7	'2	2	4	4	3	3
s	3(4)	3(4)	(1)2	7	6'	6(7)	'4	5	3	3'	3	'4
h	2(3)	(2)3	2	(8)9	7	(7)8	2	'2	2(3)	'3	3	3
k	1	1	'2	8	8	8	1	1	1	1	1	1
l	1	2	1	8	8	8	1	1(2)	2	4	'3	(1)2
m	2	2	2(3)	8	8	7	5	3	2	(2)3	3	2'
پارامترهای نیگلی												
si	۱۳۴/۸	۱۳۲/۷	۱۲۷/۴	۱۰۶/۵	۱۳۶	۱۳۸/—	۲۴۰	۲۲۴	۱۱۶/۷	۱۵۷	۲۰۶	۱۳۶/۶
al	۲۸	۲۸/۷	۳۰	۲۲/۲	۳۲	۳۳/۱۷	۴۵/۵	۳۸/۳	۲۴/۱	۳۰/۴	۳۷/۳	۲۹/۱
fm	۳۴	۳۳/۳	۳۷	۴۲/۵	۲۹	۲۶/۳۰	۸/۸	۲۰/—	۴۳/۵	۲۷/۸	۱۷/۳	۳۴
c	۲۵/۹	۲۶/۱	۲۱/۵	۲۳/۱	۲۲	۲۴/۴۶	۱۴/۲	۱۲/—	۲۳/۲	۳۰/۹۰	۲۴/۴	۲۲
alk	۱۲/۱	۱۱/۸	۱۱/۷	۱۲/۲	۱۵/۵	۱۶/۰۸	۳۱/۹	۲۹/۷	۹/۳	۱۱/—	۲۱/—	۱۵
k	۳۸۱	۳۷۸/۴	۳۶۸	۴۸/۳	۳۳۶/۵	۳۷۵	۳۳۰	۷/۲۵	۴۵۳/—	۳۹۶/۹	۴۵۰	۳۴۳/۷
mg	۴۷۷	۴۷۸/۵	۵۱۷	۵۸۶	۴۴۹	۳۵۰	۵۴	۴۸۴	۵۳۳/۳	۲۸۳	۲۸۰	۴۰۵/۶
ti	۱/۷۵	۱/۵۹	۱/۵۴	۱/۰۶	۱/۹۶	۱/۶۸	۱/۹	۱/۵۱	۲/۳۰	۱/۷۵	۱/۴۷	۱/۵۸
p	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۶۷	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۴۷
پارامترهای یونگ و بروس												
S	۳۷/۹	۷۹/۹	۳۷/۲	۴۸/۶	۳۳/۹	۳۷/۸	۳۲/۵۱	۰/۶۶	۴۵/۲	۳۹/۶	۴۵/۲	۳۵/۵
R	۴۷/۷	۴۷/۳	۵۲/۱	۵۱/۵	۶۱/۷	۶۹/۹	۸۱/۸	۸۳/—	۴۴/۲	۴۱/۵۳	۶۳/۲	۵۸/۱
T	۵۲/۴	۵۲/۱	۴۷/۸	۴۱/۸	۵۴/۱	۶۴/۴	۹۴/۶	۵۰	۴۶/۳	۶۹/۶	۷۲/۳	۶۱/۹

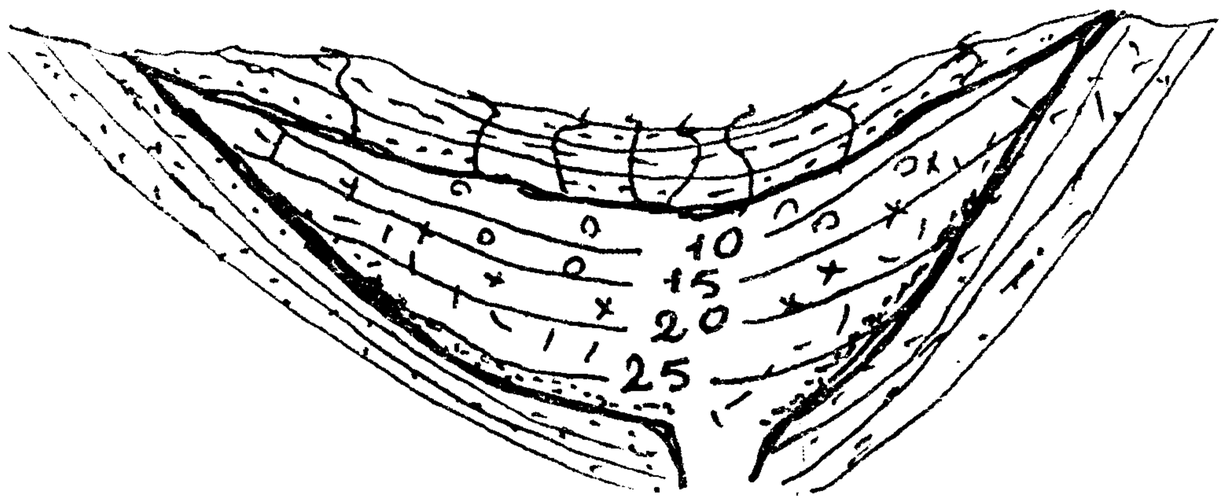
Q. Quartz; Or.= Orthose; Ab.= Albite; An.=Anorthite; Cor.=Corindon;

Nep.=Nepheline; Mag.= Magnetite; Ilm.=Ilmenite; Hem.=Hematite;

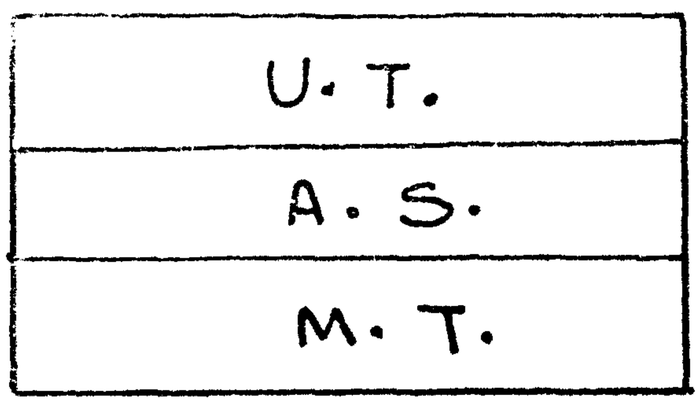
Ap.= Apatite; Pyr.= Pyroxene; Per.=Peridot; F.= Feldspath;

f.= Feldspathoide; b.= barylite; c.=copholite;

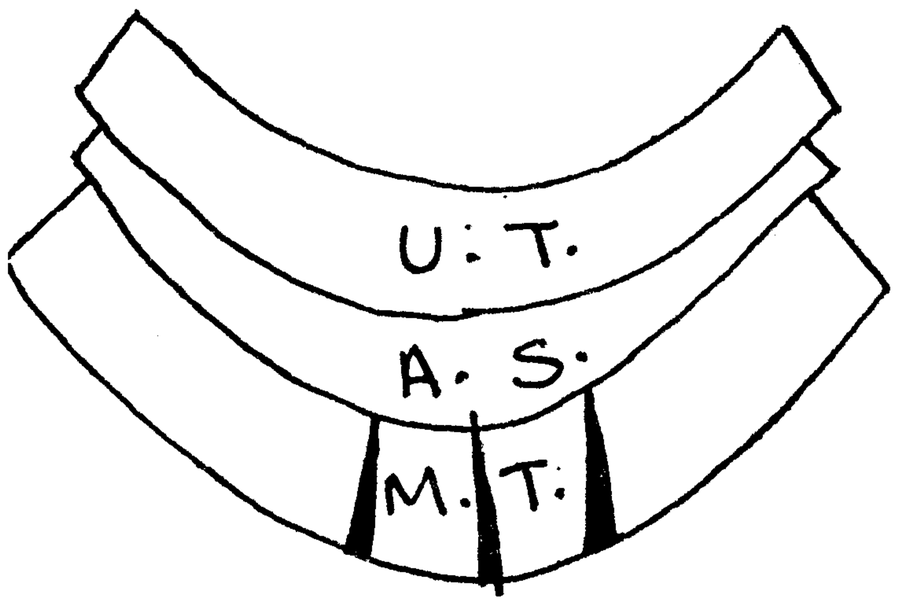
S= 100K/K+Na; R=100(K+Na)/K+Na+Ca ; T=100 (Fe"+Fe")/Fe"+Fe"+Mg.



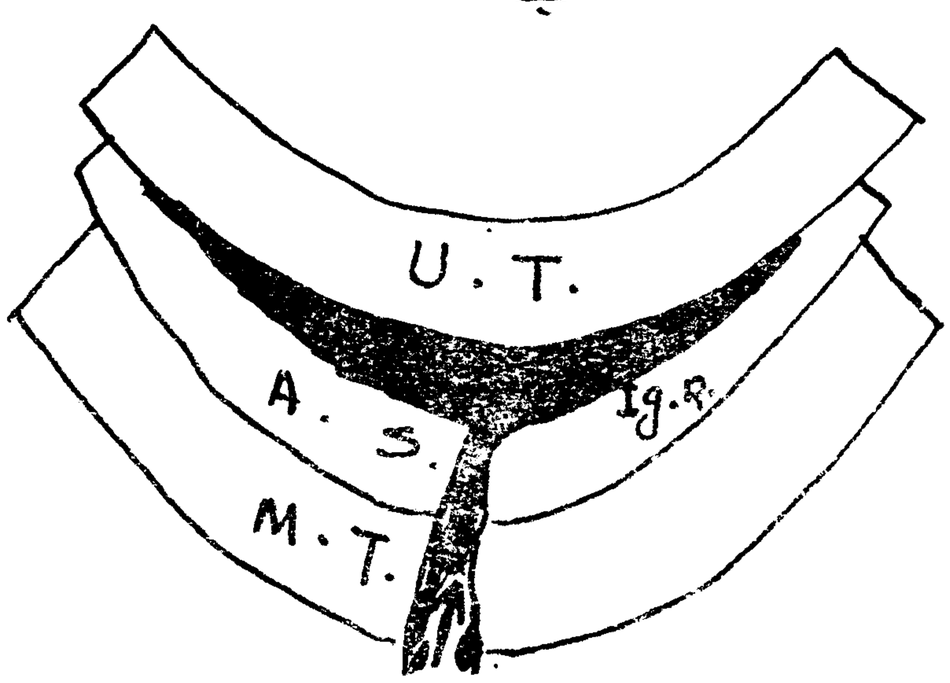
شکل ۱۹- نمایش تفریق درتوده لوپولیتی بنیاد سد کرج. ارقام عرضه شده در این شکل مربوط به درصد کانی‌های تیره بخشهای مختلف تفریق شده این مجموعه می‌باشد.



الف



ب



ج

شکل ۲۰- شکل ساده نمایش سازوکار تزریق توده نفوذی بنیاد سد کرج در بین طبقات آتشفشانی- رسوبی سازنده کرج:

الف- وضعیت قرارگیری عادی چینه‌شناسی.

ب- چین‌خوردگی و لغزش U.T. و M.T. نسبت بهم، با توجه به حضور A. S. شکل‌پذیر و ... و ترک‌خوردگی در حول وحوش محور سینکلاین.

ج- تزریق توده نفوذی (Ig. R.) از راه درز و ترک ایجاد شده و راندن A.S. و جای‌گیری درمحل آن.

تراز A. S. که ازنظرتحمل فشار دارای طبیعتی پلاستیک بوده‌است تزریق وبرای خود جا پیدا کرده است.

نظر به‌اینکه‌طبیعت‌سنگ‌شناسی M.T. و U.T. تقریباً مشابه یکدیگر بوده ولی A.S. که در بین دوعضو مذکور در فوق‌واقع می‌باشد، دارای طبیعت کاملامتفاوتی است، درهنگام تزریق توده نفوذی در مقایسه بالایه های تحتانی وفوقانی خود رفتاری اختلافی عرضه داشته ودرنتیجه جایگیری ماده ماگمائی نفوذی را بین دو لایه M.T. و U.T. امکان‌پذیرساخته است. ازآنجائی که تزریق در جریان چین‌خوردگی و ازقعرسینکلاین، بین لایه های مجموعه سینکلاین ودر اعماق زیادلایه های سنگی صورت‌گرفته است، لذا به‌صورت عدسی مقعر وبه‌شکل دیس درآمده است که در قسمت قعرگودافتادگی دارای ضخامتی زیاد بوده ودر حاشیه ها ازضخامت آن کاسته می‌شود. این‌امر در مطالعات کارتوگرافی نیز به‌اثبات رسیده است. بطوری که قبلا نیز تذکر داده شد، تقریباً درکلیه موارد شیب کنتاکت تحتانی به‌مراتب بیش ازکنتاکت فوقانی آن می‌باشد. یعنی درحاشیه ها باریک ودر عمق‌ضخیم می‌گردد.

بینا و همکاران(۱۹۸۶) روی دونمونه مختلف سنگ حاصل تفریق این توده مطالعه‌ای ژئوکرونولوژی به‌عمل آورده‌اند که در نتیجه برای رخساره لوکوکراتی (مونزونیتی ـدیوریتی) سن ۳٤ میلیون سال‌و برای رخساره ملانوکراتی‌تر (گابروئی) سن ۳۷ میلیون سال را عرضه‌داشته‌اند. نظر به‌اینکه‌مؤلفین مزبور درمطالعه خود از روش پتاسیم ـآرگن برروی سنگ کل استفاده نموده‌اند و استفاده از سنگ کل نمونه‌ای بابافت دانه‌ای دانه درشت به‌دلیل امکان هدررفتن مقداری از آرگن‌رادیوژنیک سنی را عرضه‌می‌دارد که این سن به‌مراتب از سن حقیقی کمتر است (دالریمپل، لانفر؛ ۱۹٦۹)؛ لذا سن حقیقی‌توده‌نفوذی موردبحث بایستی (هرچند به مقدار ناچیز) بیش از بزرگترین رقم مذکور در فوق باشد. ازطرف دیگر چون این توده دردرون سازند کرج (میوسن ـالیگوسن)تزریق شده است، لذا بایستی دارای سن‌الیگوسن فوقانی باشد.

نتیجه

توده آذرین نفوذی بنیاد سد کرج که دارای بافت دانه‌ای و به‌صورت تفریقی است ودربین اعضاء M.T. و U.T. سازند کرج تزریق‌گردیده است ودر حاشیه ها نازک‌تر ودر قسمت تحتانی ووسط ضخیم‌تر می‌شود، یک توده نفوذی لوپولیتی است. (رجوع شودبه صفحه ۲۰ کتاب Middlemost ، ۱۹۸۵) . ایـن تـوده ابتدا به‌صورت یک توده کوچک دولریت تزریق‌شده ودر جریان‌پیشرفت چین خوردگی مجموعه آتشفشانی ـ رسوبی ، به صورت کمپلکسی تفریقی ازگابرو دربخش تحتانی تا مونزونیت ومونزونیت پرفیری‌در فوقانی‌ترین بخش خود درآمده است.گذار از هریک‌ازاین رخساره‌ها به‌دیگری کاملا تدریجی بوده وتوده دربخش تحتانی خوددگرگونی چندانی حاصل ننموده است، زیرا به‌دلیل عدم وجودگازکانی‌ساز، دگرگونی درآن‌بسیارضعیف‌وعمدتاًازنوع حرارتی‌می‌باشد وتوده نفوذی درمحل کنتاکت وضعیت‌انجماد سریع را عرضه می‌دارد. در بخش فوقانی برخلاف مورد فوق،به‌دلیل حضورگازها، دگرگونی بارزترو به‌صورت فلدسپات‌زائی پیشرفته‌ای درتوف‌ها دیده می‌شود. به‌این ترتیب‌این توده یک‌توده نفوذی همزمان کوهزائی (Synorogenic) می‌باشد.

البته دراین منطقه، کوهزائی بااین تزریق خاتمه نپذیرفته است، بلکه بعداز سردشدن کامل‌آن دراثرادامه فعالیت کوهزائی، گسل هائی درمجموعه به‌وجود آمده است که بارزترین‌آنهاگسل های شمال آدران (خوران کلا) ، پامچال و پورکان می باشند که فاقد هرگونه فعالیت ماگمائی هستند .

لازم به‌تذکر است درچندین نقطه منطقه، وازجمله درجنوب غربی منطقه مورد مطالعه (ده سنج) آثاری از کانی های مسی (پیریت، کالکوپیریت،مالاکیت، آزوریت)ومولیبدن‌مشاهده می‌شود که بایستی درارتباط باتوده نفوذی و تفریق‌آن باشد.

References

Bailley, E., B., Jones, R. C. B., and Asfia, S., (1948) Notes on the geology of the Elburz Mountains, northeast of Tehran, Iran : *Q. J. Geol. Soc. London*. **104,** pt. 1, no. 413, 1 - 42.

Bina, M.- M., Bucur, I., Prevot, M., Meyerfeid, Y., Daly L., Cantagrel, J. - M., and Mergoil, J. (1986) Palaeomagnetism, petrology and geochronology of Tertiary magmatic and sedimentaty units from Iran. *Tectonophysics*. **121** , 303 - 329.

Cousins, C. A. (1959) The structure of the mafic portion of the Bushveld igneous complex; *Geol. Soc. S. Africa Trans*. **62,** 179 - 189.

Couturié, J. - P. (1977) Le massif granitique de la Margeride (M. C. F.). *Annalesscientifiques de l' Univ. de Clermont*. **no. 62, géol. Min. 29**e. 244 pages.

Dalrymple, G. B., Lanphere, M. A. (1969) *Potassium - Argon dating*. W. H. Freeman and Company, San Fraucisco. 258 pages.

Dedual. E. (1967) *Zur geologie des mittleren und unteren Karaj - Tales, Zentral - Elburz (Iran)*: Mitt. Geol. Inst. Eidgen. Tech. Hochschule. Univ. Zurich, N. F. 76, 123 pages.

De la Roche, H. (1964) Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition mineralogique quantative des roches cristallines..., *Sc. de la Terre, Nancy. t..* IX, 293 - 337.

Dellenbach, J. (1964) *Contribution à l'étude géologique de la region située à l' est de Téhéran, Iran : Ph. D. Diss*, Univ. Strasbourg, 117 p.

Dietz, R.S. (1964) Sudbury structure as on astrombleme: *Jour. Geology*. **72**, 412 - 434.

Ganser, A., and Huber, H., 1962. Geological observations in the Central Elburz, Iran : *Schweiz miner. petrogy. Mitt.* **42** (2), 583 - 630.

Middlemost Eric A. K. (1985) *Magmas and magaatic rocks Longman*, London, New York

Riviere, A. (1931) Remarque sur la stratigraphie de la base de l'Eocène dans l'Elbourz Central: c. r. seanc. *Acad. Sci. Paris*, **192** (20), 1246 - 1247.

Riviere, A., 1934. Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz (perse): *Rév. Géogr. Phys. géol. dyn.*, **7**, (1 - 2), 1 - 190.

Schroeder, J. W. (1945) sur l'âge des couches vértes de l'Elbonrz (Iran): *c. r. soc. qhy., hist. nat. Génève*, **62**, (1), 31-33.

Tietze, E. (1877) Bemerkungen uber die tektonik des Albursgebirges: *Jr. Geol. Budesant.*, **27**, 375 - 430.

Zarayan, S. and Fayas, H. (1964) Rocherches Mineralogiques de quelques roches cristallines de l'Iran (en Persan), publication no. 907 de l Univ. Teheran. 263 pages. 47 - 70.