



اشاره‌ای به پگماتیت‌ها و کانی‌زایی وابسته در کشورهای خاورمیانه

منصور قربانی

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

رئیس انجمن زمین‌شناسی ایران

مدیر مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرين زمين

یازدهمین کنفرانس مهندسی معدن ایران

۹-۱۱ خرداد ماه ۱۴۰۲

تعریف پگماتیت‌ها

پگماتیت‌ها اغلب به‌عنوان یک تفریق بافتی مطرح شده‌اند و از سویی تحت عنوان سنگ‌های آذرینی که درشت‌دانه هستند، شناخته می‌شود. پگماتیت‌ها به عنوان سنگ‌هایی که نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها می‌تواند در شناخت فرایندهای حاکم بر پوسته به‌کار رود، از دیرباز مورد توجه بوده‌اند. فزون بر پگماتیت‌های آذرین با توجه به ویژگی‌های خاص، پگماتیت‌های دگرگونی نیز وجود دارند. هر چند در مورد مطرح کردن آن نظرات متفاوتی وجود دارد. اکثر پگماتیت‌ها ترکیب گرانیتی دارند اما پگماتیت‌های بازیک، حد‌اوسط یا با ترکیب آلوکالن نیز وجود دارند.

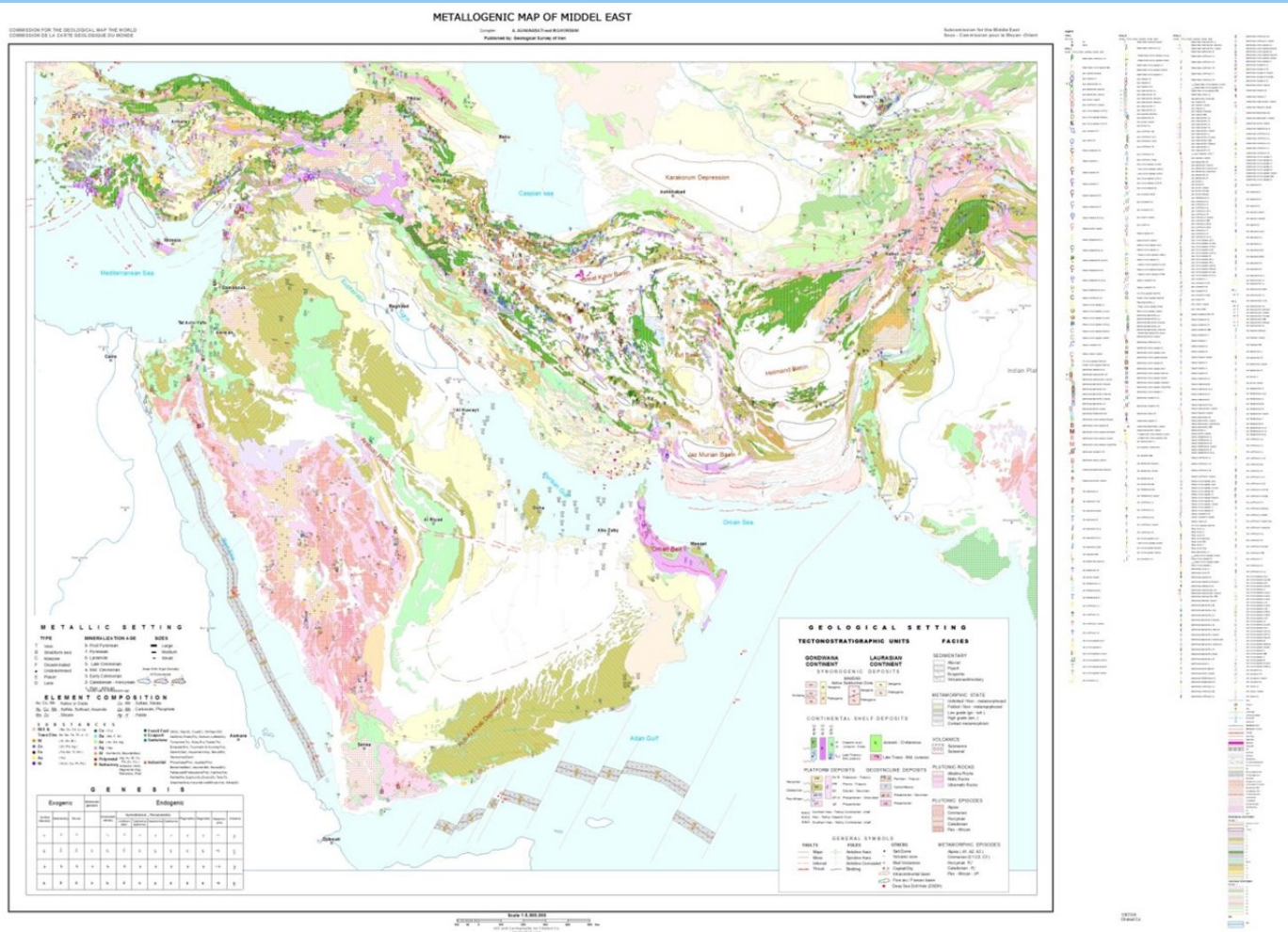
کانی‌شناسی پگماتیت‌ها

عمده کانی‌هایی که در پگماتیت‌ها یافت می‌شوند به سه دسته زیر قابل تقسیم می‌باشد:

- ۱- کانی‌های رایج شامل فلدسپات، میکا، کوارتز که عموماً درشت دانه می‌باشند.
- ۲- کانی‌های گوهری شامل تورمالین، اسپودومن، آپاتیت، گارنت از نوع منگنزدار (پیروپ)، توپاز، بریل آکوامارین، امرالد می‌باشند.
- ۳- کانی‌های عناصر کمیاب شامل کانی‌های دارای عناصر REE نظیر: نیوبیم، تانتالیم، کانی‌های قلع، اکسید اورانیوم، کانی‌های بریلیم‌دار، کانی سزیم‌دار (پلوسیت)، زیرکن می‌باشد.

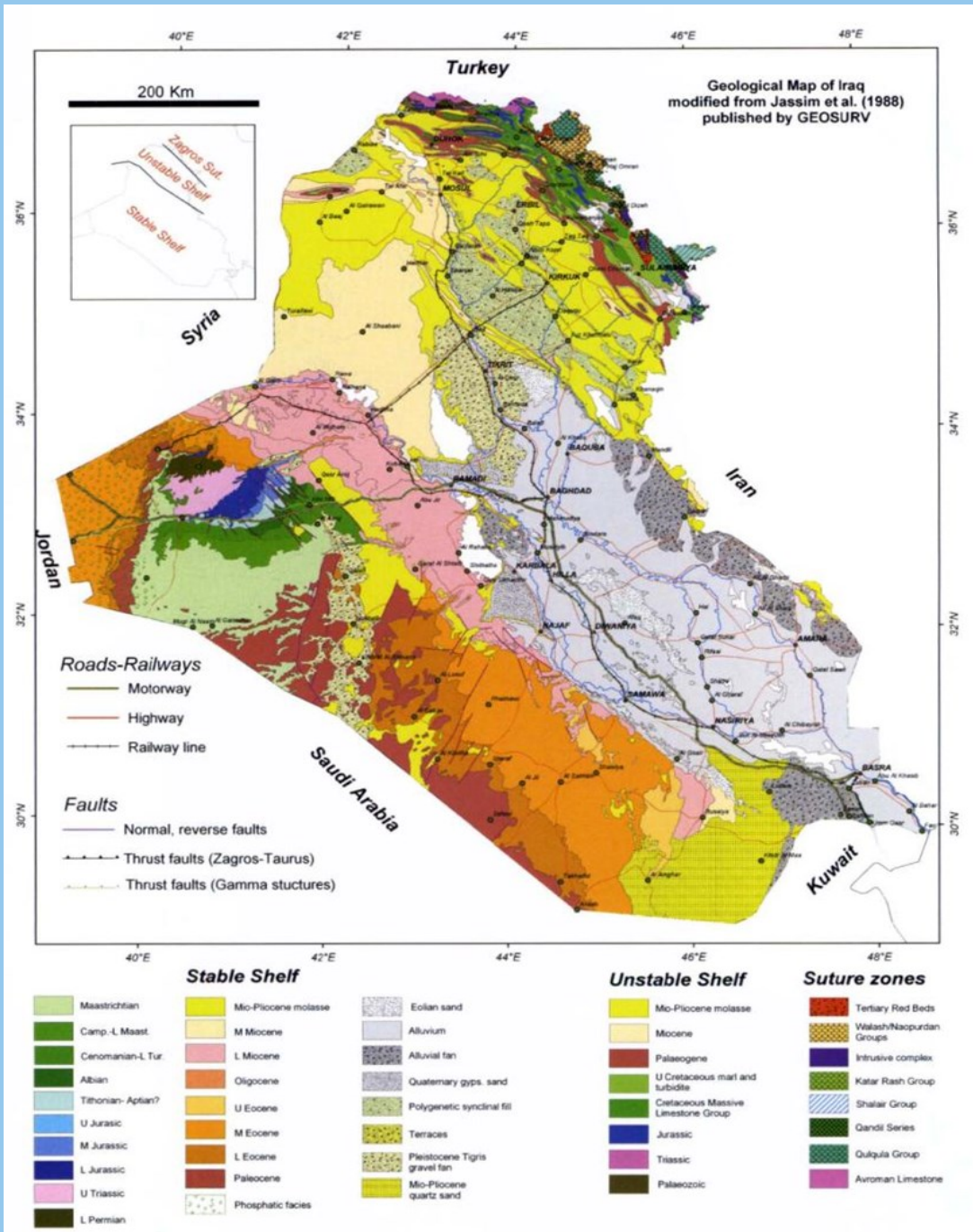
پگماتیت‌های خاورمیانه

اصولاً در کشورهای خاورمیانه از جنوب- جنوب غرب به سوی شمال- شمال غرب تراکم پگماتیت‌ها و ترکیب کانی شناسی آن‌ها تغییر می‌کند. بطوریکه در کشورهای افغانستان، پاکستان و تاجیکستان پگماتیت‌های غیرگرانیتی و از نظر ترکیب کانی شناسی پیچیده‌تر فراوان‌ترند و از طرفی پگماتیت‌های غیر آذرین یعنی پگماتیت‌های دگرگونی دارای سنگ اولیه آذرین از نوع مافیک می‌باشند که این مسئله بر غنای گهر سنگ و عناصر کمیاب در آن‌ها افزوده است. اغلب گوهرسنگ‌ها (بجز الماس) در پگماتیت‌ها یافت می‌شود. در پگماتیت‌های خاورمیانه و آسیای میانه بخصوص در افغانستان، پاکستان و تاجیکستان پگماتیت‌ها از نظر گوهرسنگ و عناصر کمیاب قابل توجه می‌باشند.



عراق

عمده وسعت کشور عراق دشت و یا مشابه سرزمین‌های زاگرس ایران است. در شمال و شمال شرق عراق که ادامه سنندج- سیرجان می‌باشد نیز بطور عمده دگرگونی است ولی پیکرهای ماگمایی بزرگ و پگماتیت ندارد. در غرب عراق هر چند زمین غیرمشابه زاگرس یافت می‌شود اما هم وسعت آن کم است و عموماً سنگ‌های رسوبی می‌باشند و فاقد توده‌های آذرین و پگماتیت می‌باشند به همین خاطر در عراق کانی‌های وابسته به پگماتیت نداریم.

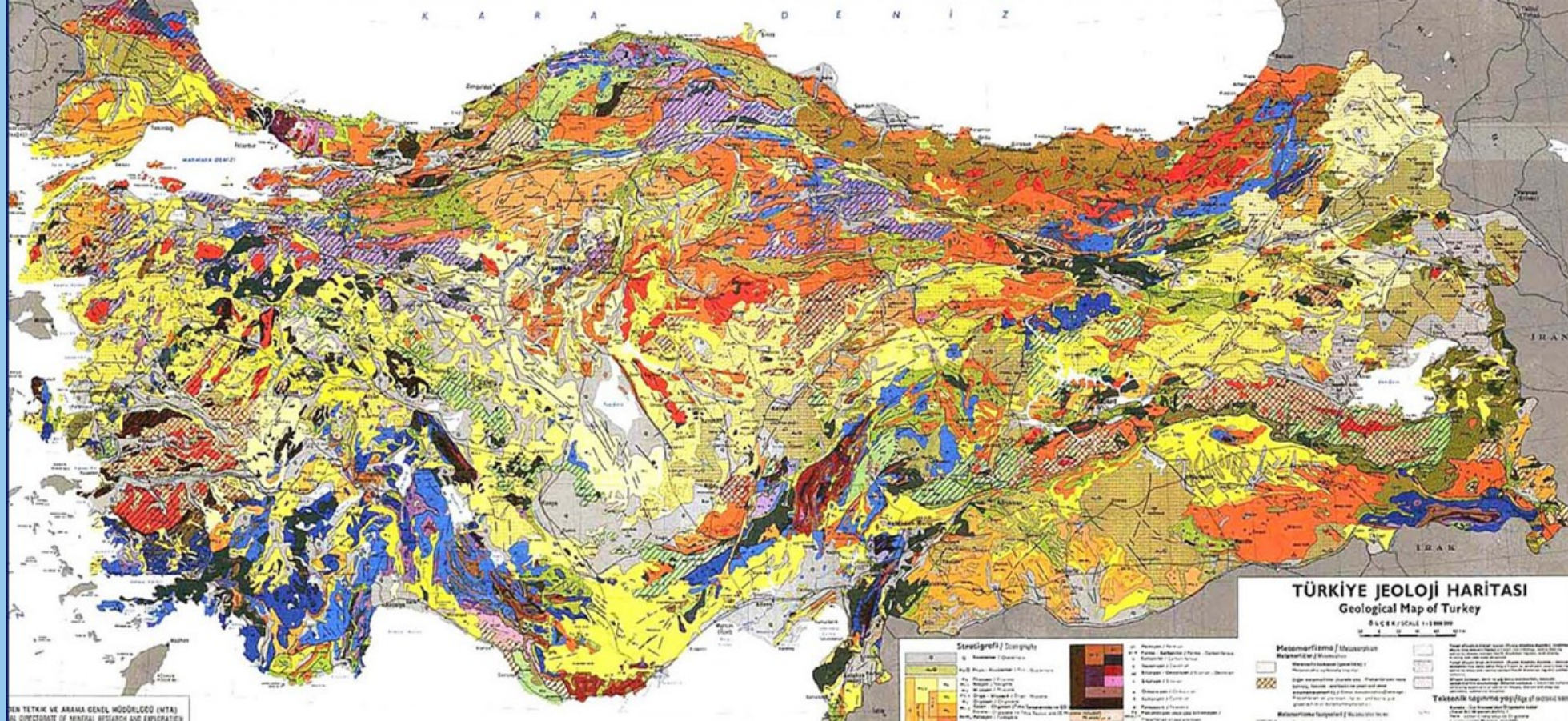


ترکیه

زمین‌شناسی ترکیه از دیدگاه پگماتیت‌ها و سنگ‌های قیمتی تا حدود زیادی مشابه با سرزمین‌های آذربایجان ایران است. این منطقه دارای سنگ‌های ماگمایی و متامورفیسم فراوان می‌باشد.

توده‌های نفوذی زیادی در سرزمین ترکیه وجود دارد که ترکیب گرانیته تا دیوریتی دارد اما پگماتیت‌های آن‌ها مشابه با پگماتیت‌های ایران می‌باشند و اغلب ساده هستند مانند کانسار فلدسپات، میکا و کوارتز.

ترکیه یکی از صادرکنندگان اصلی فلدسپات به ایتالیا است و صنایع سرامیک، کاشی و چینی ایتالیا وابستگی زیادی به صنایع فلدسپات ترکیه دارد.



در ترکیه دو نوع گوهرسنگ خاص وجود دارد که با پگماتیت‌ها نیستند.
□ زولتانیت یا سلطانیت
□ کامریریت

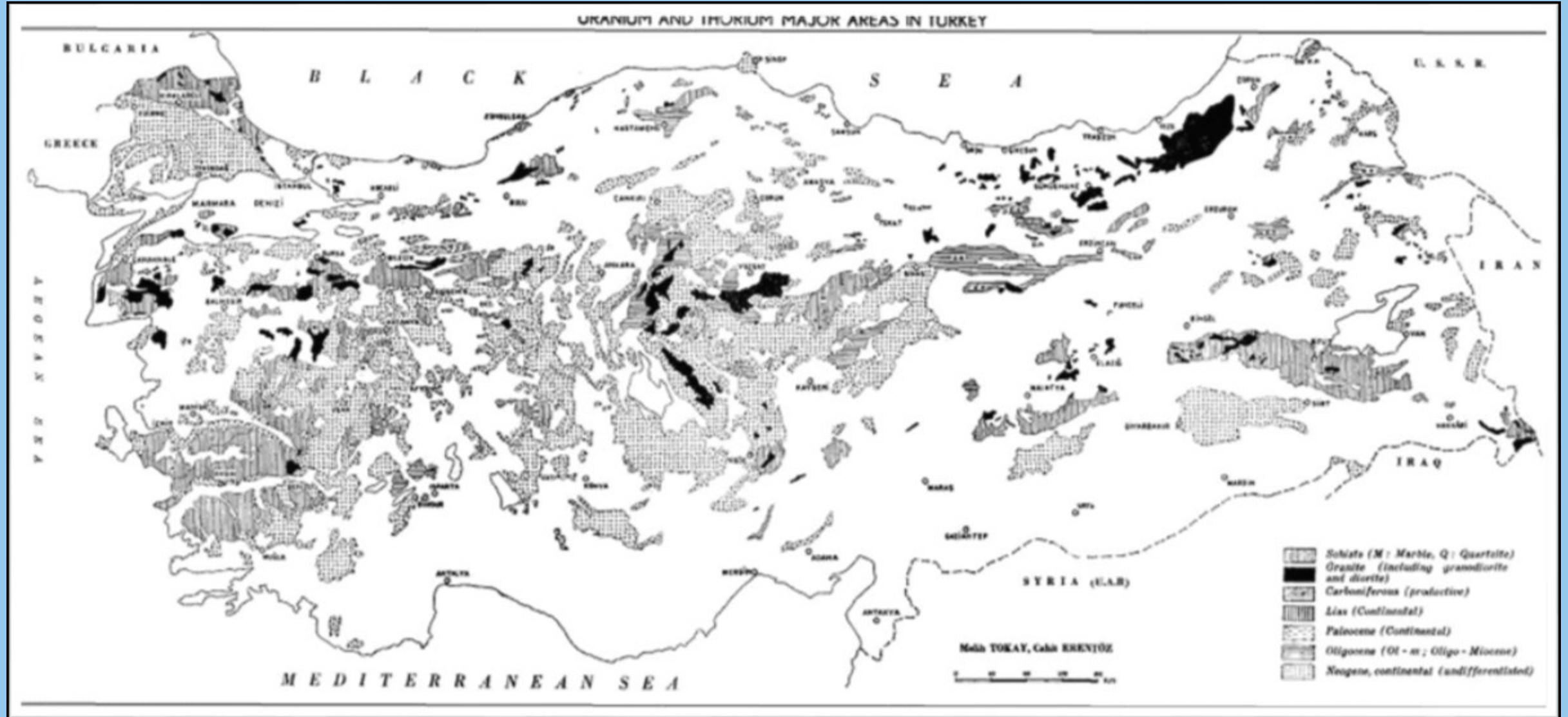


کانی کامریریت از معدن Kop Daglary در ترکیه



نمونه سلطانانیت ترکیه

توده‌های نفوذی اسیدیک و متوسط در ترکیه



پگماتیت‌های ایران

۱- در ایران بیش از ۲۵۰ توده نفوذی وجود دارد که از بین آن‌ها حداقل ۱۰۰ توده شواهد پگماتیتی را نشان می‌دهند و ۵۰ توده دارای پگماتیت شاخص و قابل توجه هستند.

۲- از نظر زون بندی میتوان پگماتیت‌های ایران را در سه جایگاه قرار داد:

الف) زون سنندج-سیرجان

ب) زون ایران مرکزی

پ) زون البرز- آذربایجان

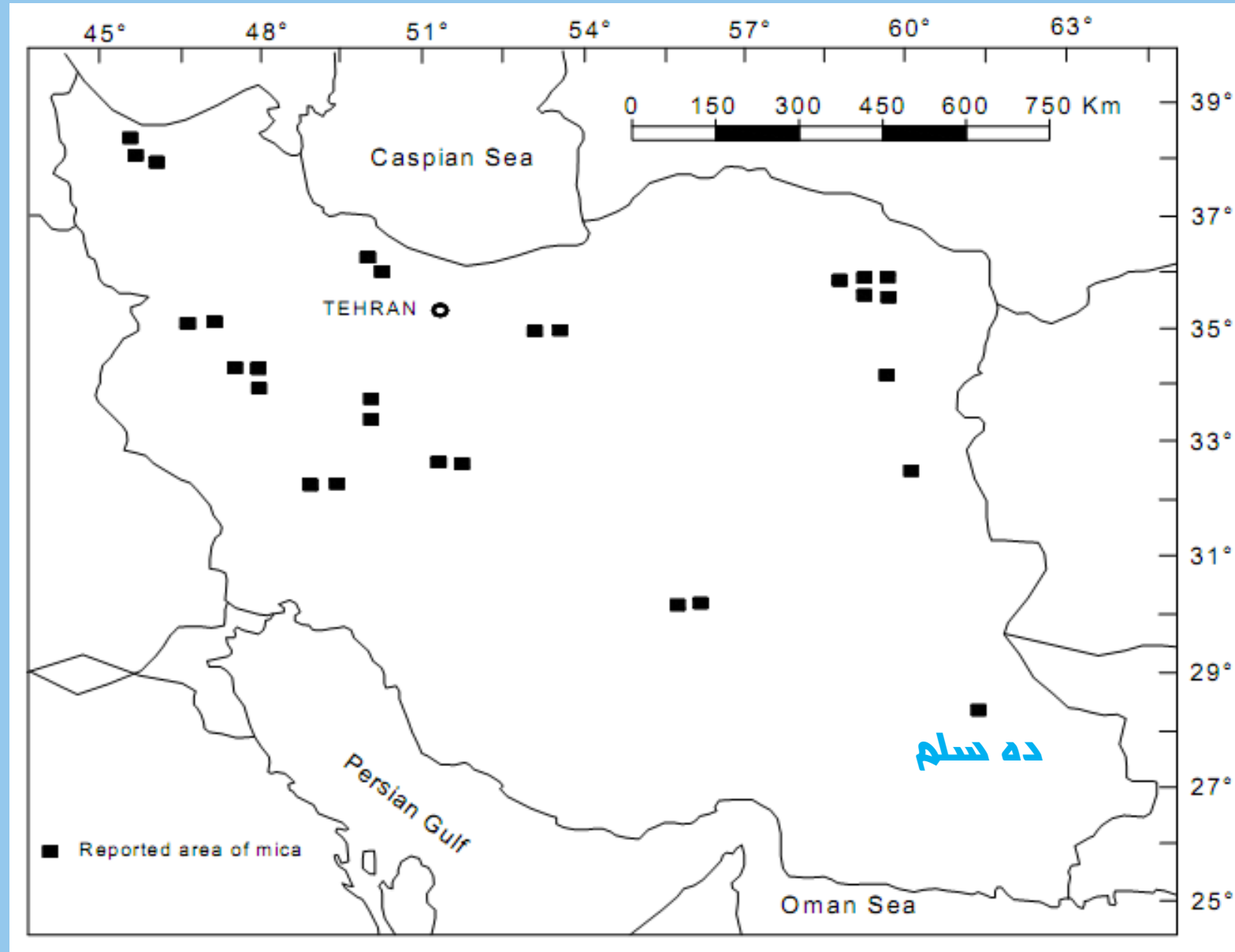
ت) زون شرق ایران

۳- پگماتیت‌های ایران عموماً پگماتیت‌های ساده هستند و اغلب فاقد کانی‌های ارزشمند قیمتی و یا دارای عناصر کمیاب می‌باشند. البته خود این پگماتیت‌ها نیز با توجه به ترکیب لیتولوژی و نیز سنگ‌های فراگیر که در آن‌ها نفوذ کرده‌اند از نظر پتروگرافی و کانی‌شناسی متفاوت می‌باشد در این راستا ما سه گروه از پگماتیت‌ها را در سنندج- سیرجان شمالی و زون بینالود در شمال شرق ایران مرکزی با هم مقایسه می‌کنیم:

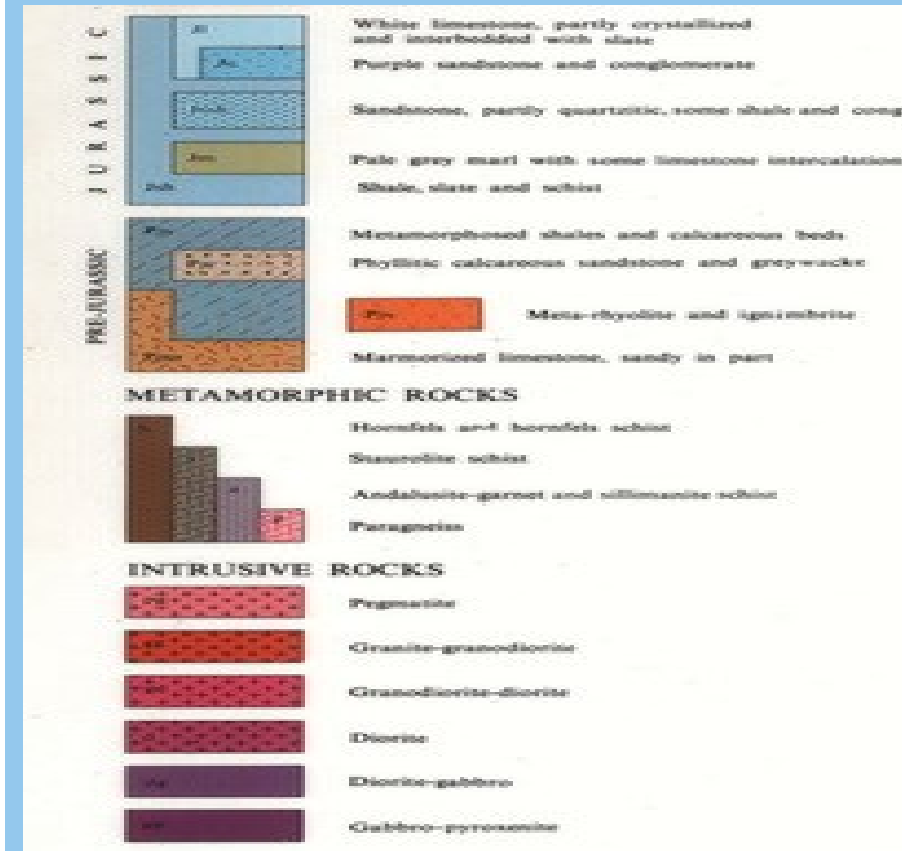
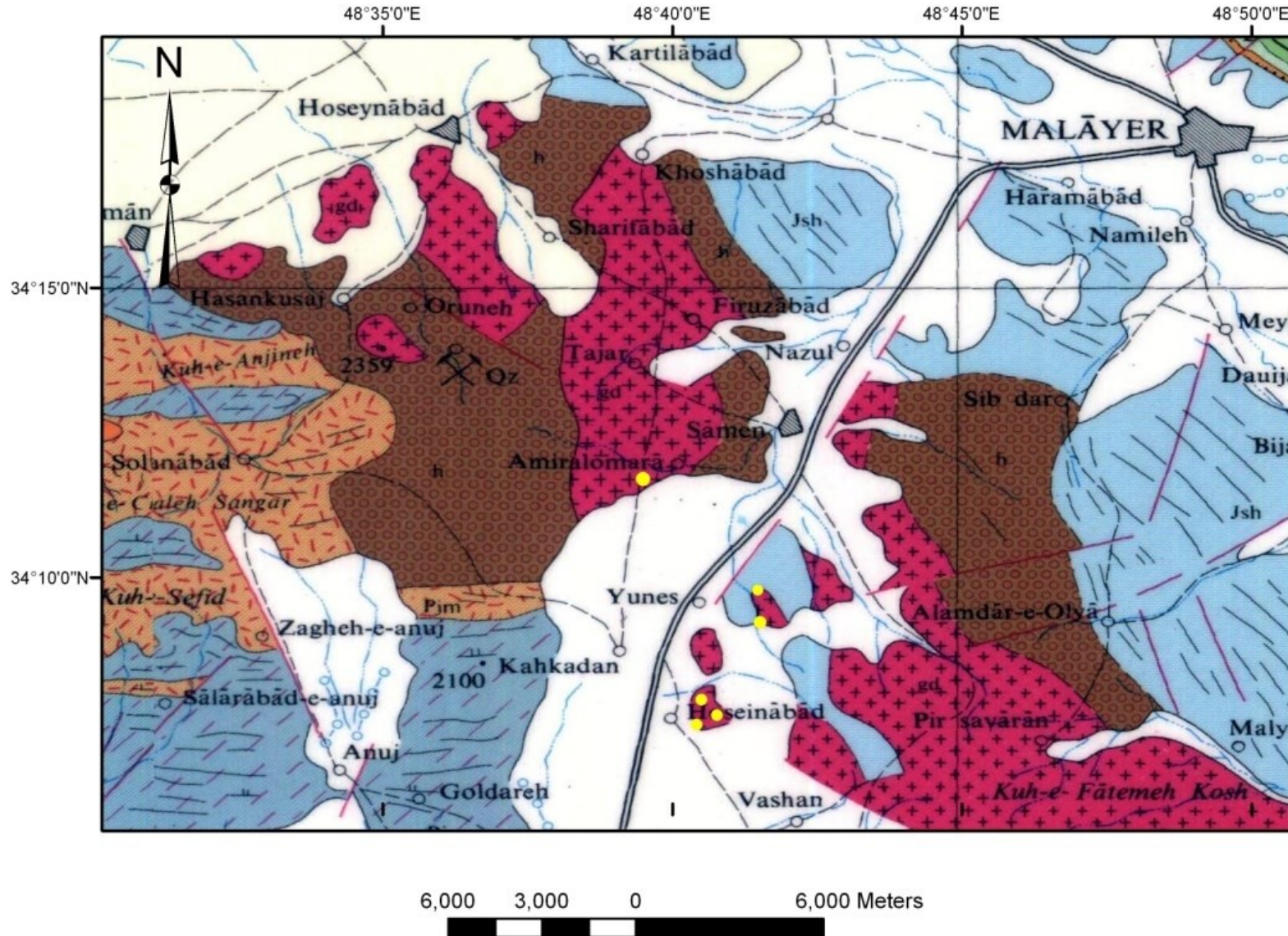
الف) پگماتیت ناحیه بروجرد- همدان

ب) پگماتیت ناحیه قروه

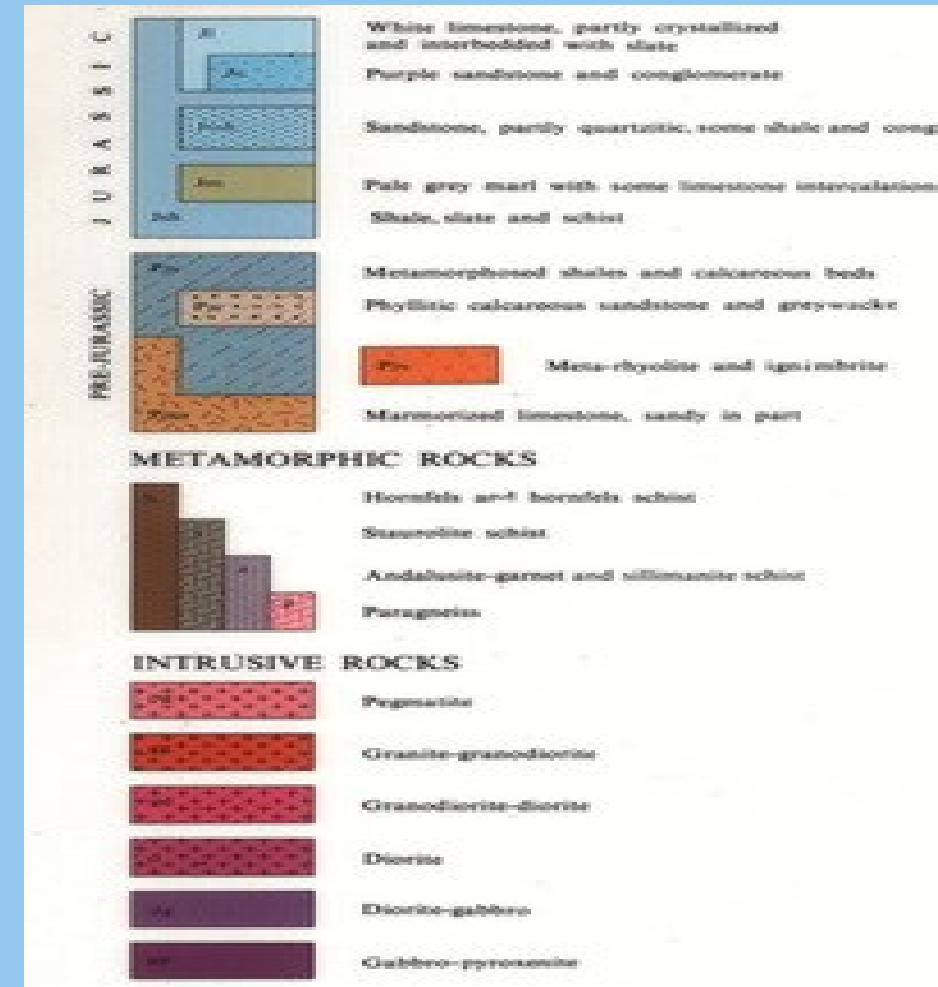
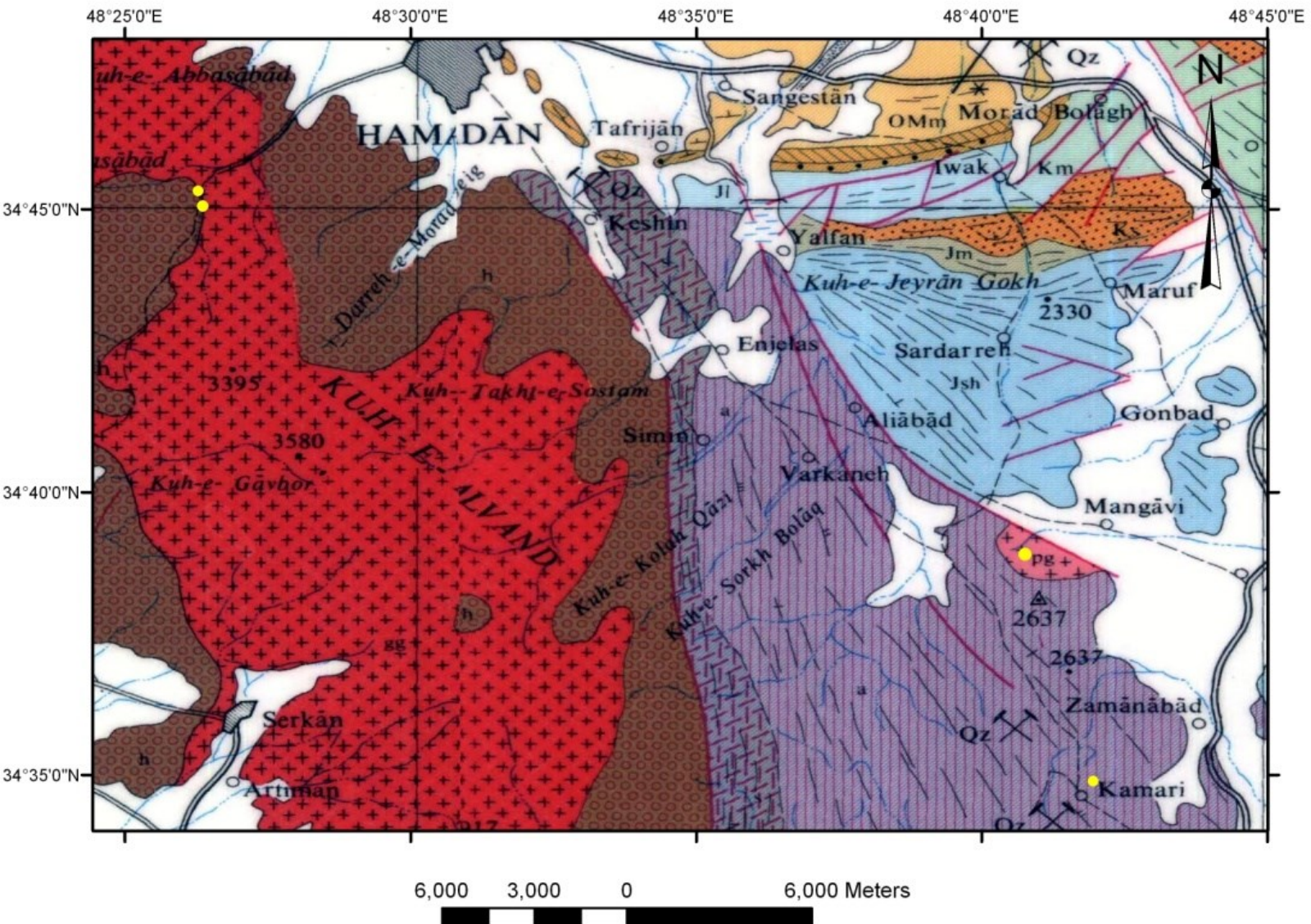
نقشه پراکندگی پاره‌ای از پگماتیت‌های ایران



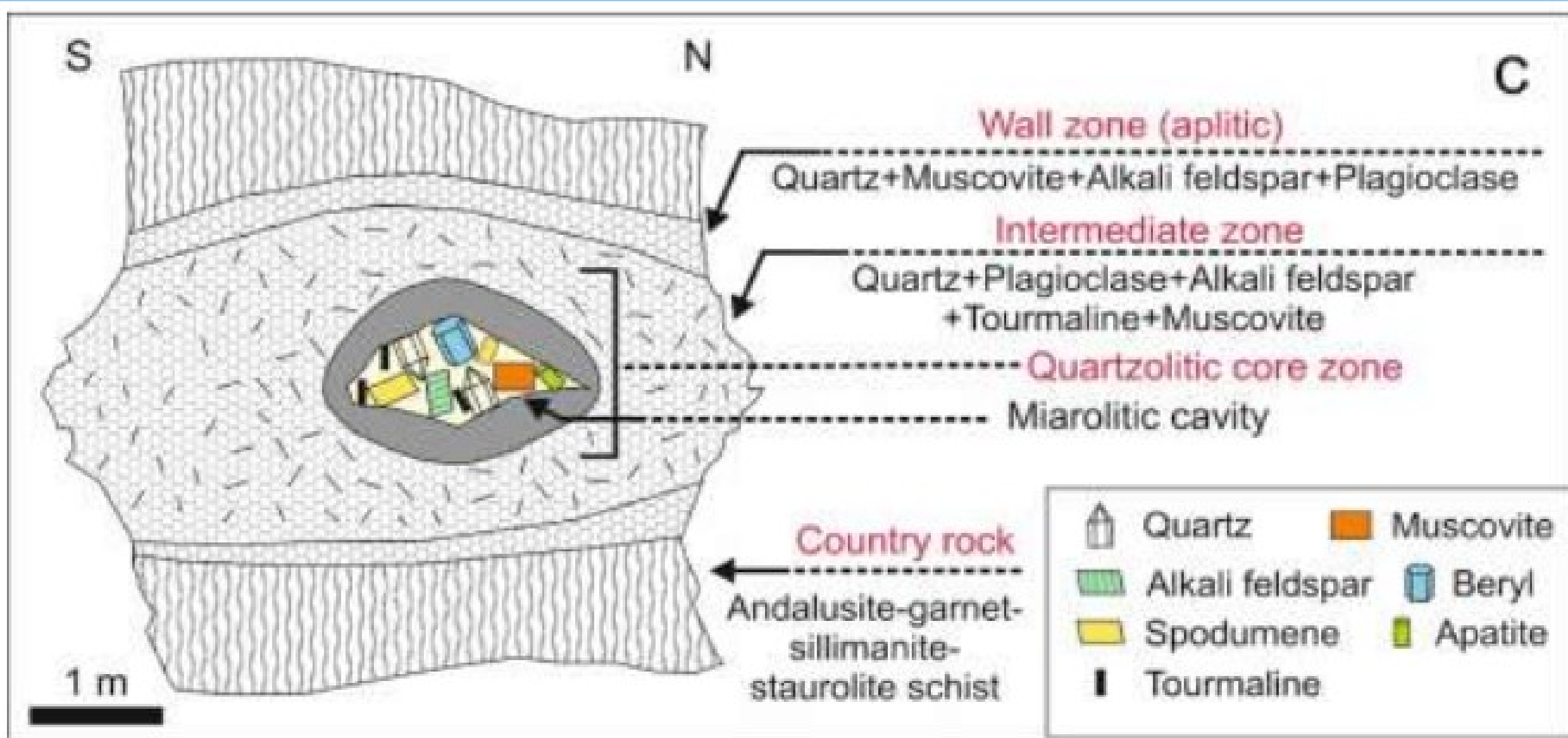
پگماتیت‌های منطقه بروجرد



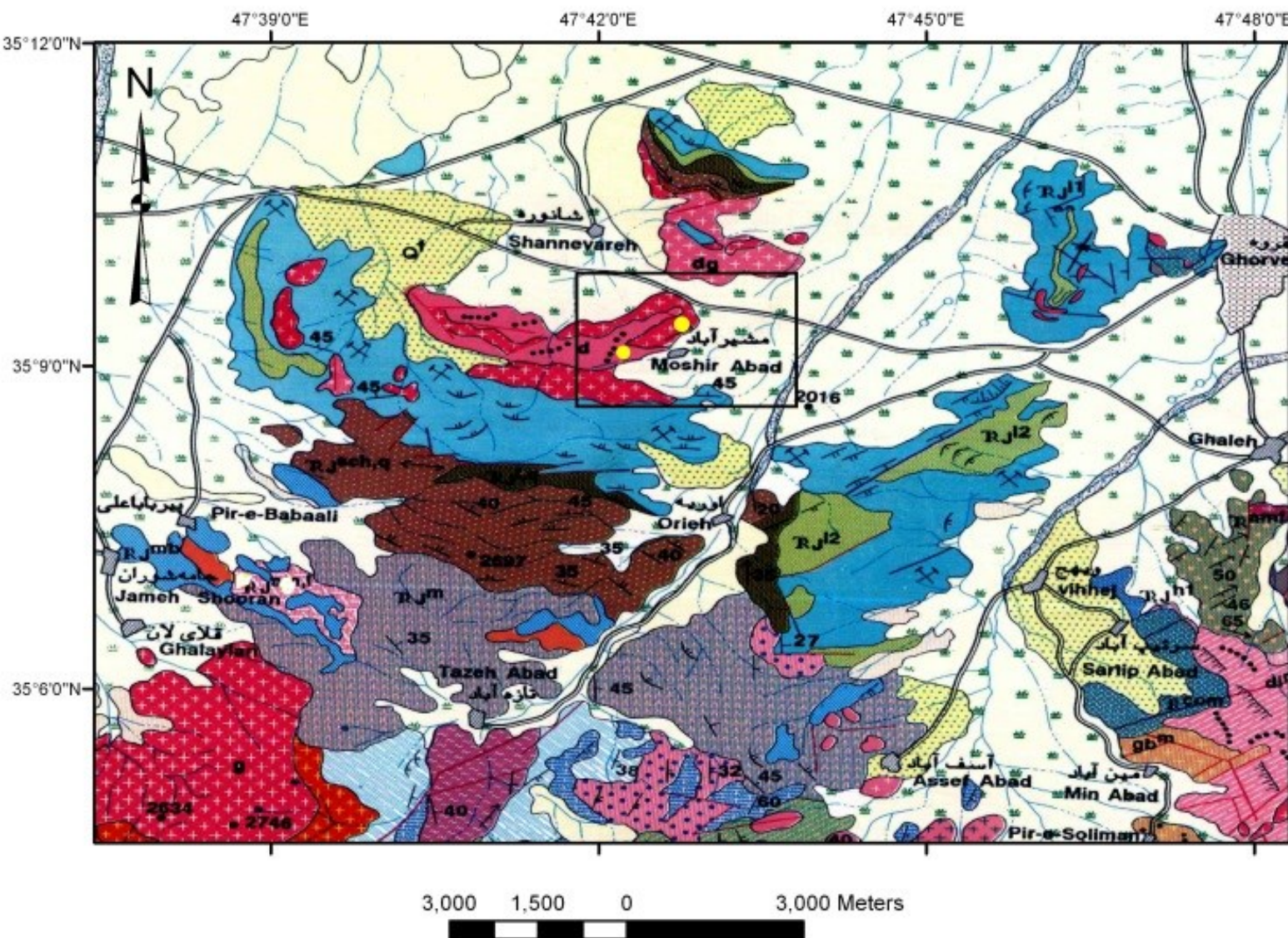
پگماتیت‌های منطقه همدان



مقطع عرضی پگماتیت میارولیتی ارزانفود که به صورت لاکولیت داخل شیست‌های منطقه نفوذ کرده است. این پگماتیت از حاشیه به مرکز تغییراتی در بافت و مجموعه کانی‌ها نشان می‌دهد.



پگماتیت‌های منطقه قروه



Legend

-  gn¹ : Mylonitised granite, coarse grain.
-  gn² : Mylonitised granite, fine grain.
-  g^f : Foliated granite.
-  di^m : Foliated and brecciated diorite and gabbro-diorite, diorite.
-  gb^m : Foliated and brecciated gabbro and gabbro-diorite.

پگماتیت های افغانستان

سلسله حوادث کوهزایی که باعث شکل‌گیری سلسله کوه‌های هیمالیا و هندوکش بودند نیز سبب کمربندهای پگماتیت‌های گوهرسنگ و عناصر کمیاب گردیده که از جنوب شرق آسیا آغاز و به سوی شمال آسیا کشیده می‌شود و بیشترین تمرکز این کمر بند پگماتیت‌های افغانستان می‌باشد.

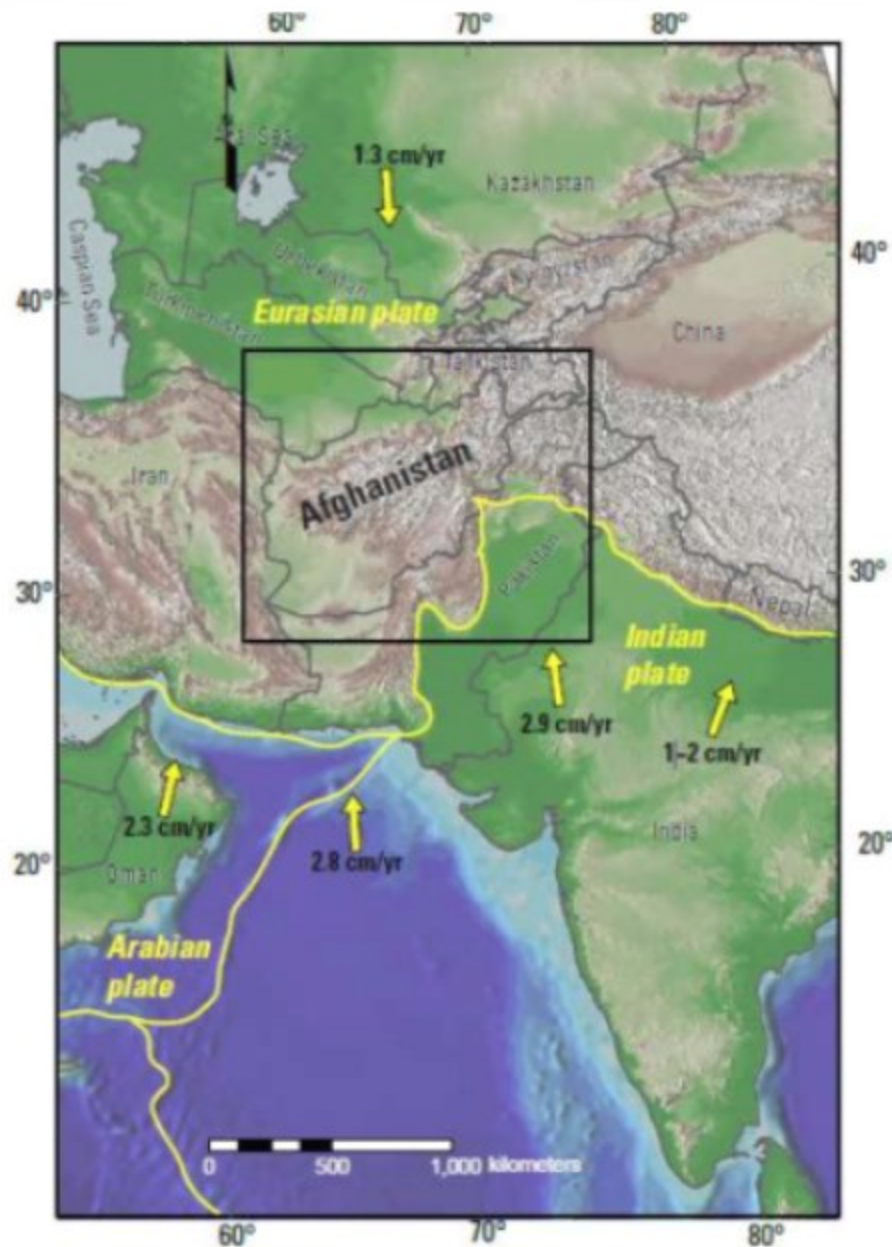
افغانستان از دو سو زیر فشار حرکات تکتونیکی ورقه هند، اوراسیا و پلیت عربی قرار داشته و این خود باعث چین و تاب‌هایی گردیده که زمینه‌ساز کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و گرانبها شده است.

هفتاد و پنج میلیون سال پیش صفحه هند از گندوانا جدا گردیده و به سوی شمال یعنی افغانستان پیشروی کرده و هنوز هم این پیشروی ادامه دارد و از جانب دیگر صفحه اوراسیا از سوی شمال و صفحه هند از سوی جنوب افغانستان را زیر فشار قرار داده و فشار این دو قاره باعث چین و تاب‌های فراوان و گوناگون در افغانستان گردیده و یکی از دلایل عمده و مهم تمرکز بیشتر پگماتیت‌های سنگ‌های قیمتی در افغانستان می‌باشد.

پگماتیت های افغانستان

افغانستان در میانی از مناطق زمین موقعیت دارد که بیشترین و بزرگترین فعالیت های تکتونیک زمین روی داده است و جالب این است که نشانه ای از فعالیت های آتشفشانی در کمر بند هیمالیا و هندوکش که افغانستان در روی آن جای گرفته است وجود ندارد و نظر اغلب این است که علت خاموشی فعالیت آتشفشانی ناشی از فشار شدید کوهزایی برخوردی است که نمی گذارد تا ماگما به بیرون راهی پیدا کند. و ممکن است چنین به نظر رسد که فعالیت های تکتونیکی با زمین لرزه هایی با کانون های عمیق و ژرف در زیر ضخامت بزرگی از سیال بروز کند و سرانجام ماگماتیسم قابل توجه سیلیسی ایجاد شود. ترکیب حوادث یا وقایع فوق زمین شناسی منطقه، افغانستان را کشور منحصر به فرد از نگاه سنگ ها و کانی های قیمتی در هیمالیا و هندوکش نموده است.

ورقه تکتونیکي افغانستان



کمر بند کوهزایی آلپ - هیمالیای بزرگند. بردارها حرکت و سرعت نسبی بین صفحات هند، اوزاسیا و عربی را نشان

Sella et al., (2002), Bird از سرعت صفحات از Ruleman et al., (2007) (رنگ زرد مشخص شده‌اند) صفحات به وسیله رنگ زرد مشخص شده‌اند) (2003), Jade (2004), Vernant et al., (2004)

ویژگی‌های زمین‌شناختی منحصر به فرد افغانستان در نتیجه موارد زیرمی‌باشد:

- ❑ موقعیت آن در دو سوی منطقه فرورفته‌ی کم عمق (جوش خوردگی) لوراسیا و سرزمین گندوانا
- ❑ اتصال افغانستان بین رشته کوه‌های چین خورده آلپ در ایران و آسیای مرکزی (پامیر، قره قروم و هیمالیا)
- ❑ فراوانی سنگ‌های آذرین نفوذی با سن‌های گوناگون و خاستگاه ژئودینامیکی آن‌ها
- ❑ وجود پی سنگ توأم قاره‌ای-اقیانوسی در نتیجه بالا بودن زمینه بالای عناصر کانی ساز از عناصر کمیاب

زمین شناسی، ماگماتیسم و پگماتیت‌های افغانستان

بر پایه تکامل زمین‌شناسی، ستون‌های استراتیگرافی یا چینه‌شناسی و مجموعه‌های ماگمایی، افغانستان به پنج منطقه زیر تقسیم می‌شود:

❑ مناطق چین‌خورده افغانستان - پامیر شمالی و کنر-هندوکش شرقی متعلق به هرسینین

❑ فلات قاره‌ی اپی-هرسینین افغانستان شمالی

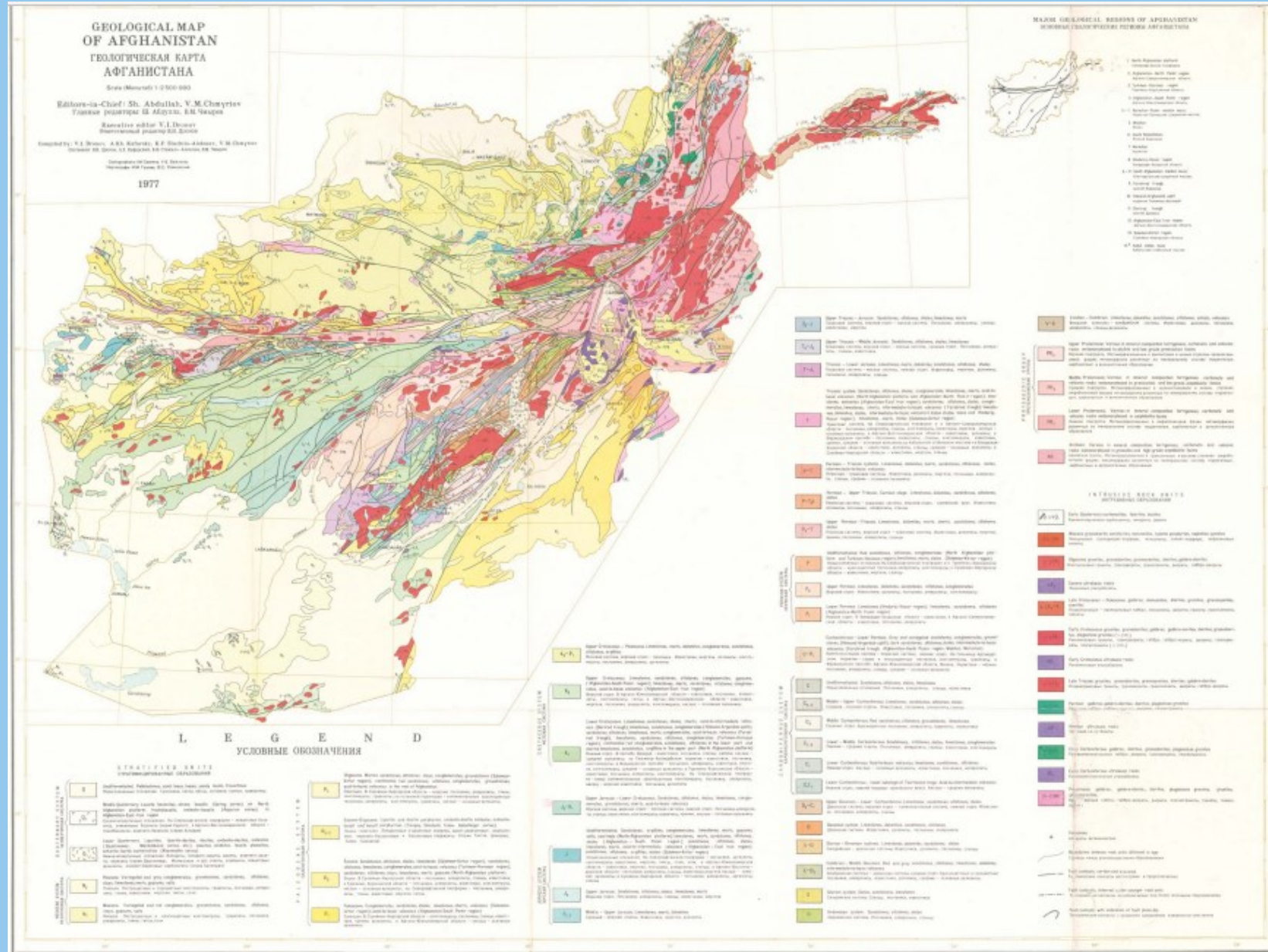
❑ زمین‌درزهای افغانستان میانی

❑ توده‌های میانی پامیر-نورستان و افغانستان مرکزی

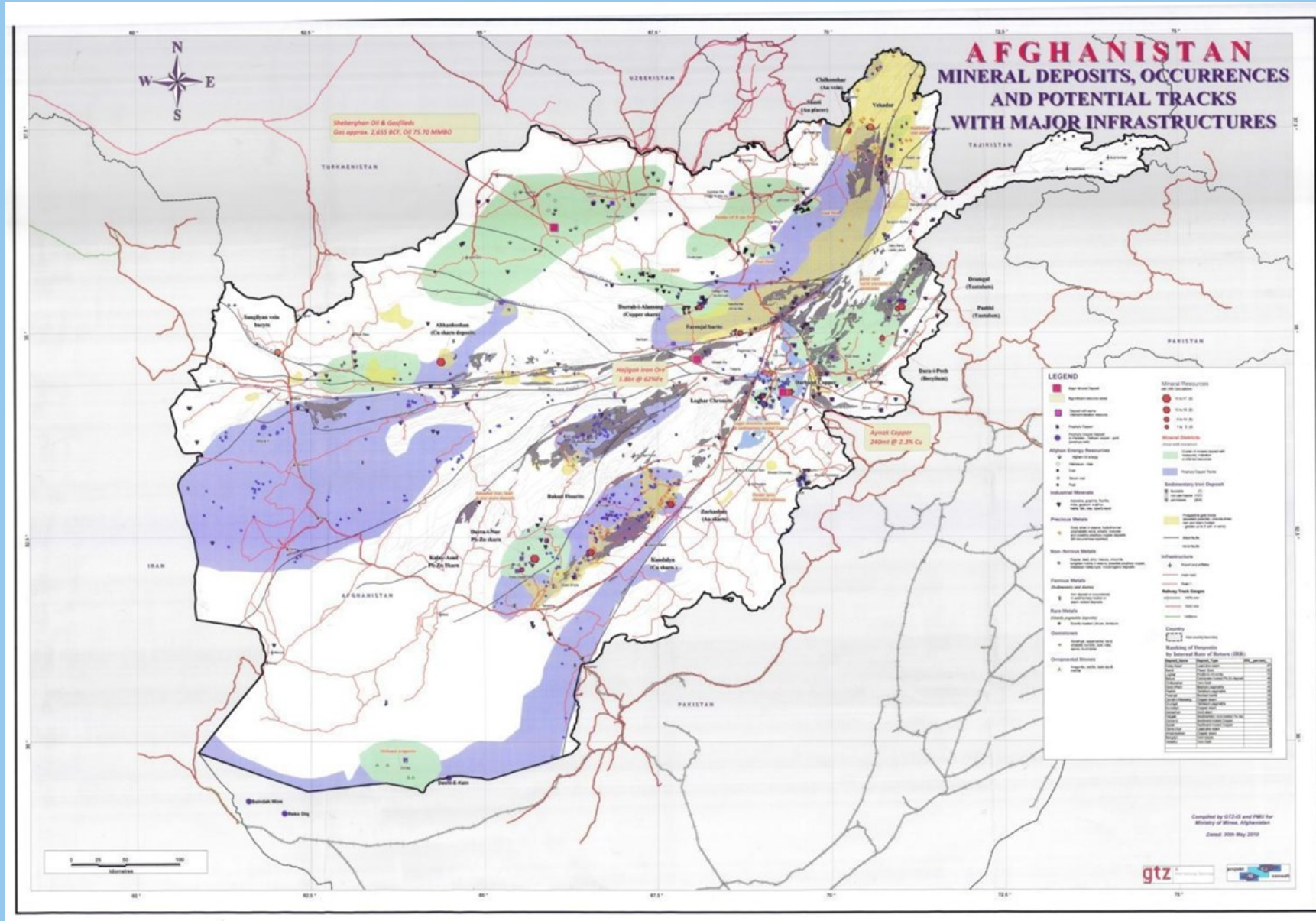
❑ منطقه چین‌خورده آلپی

تمام این مناطق از سکانس‌های گوناگون رسوبات دگرگون و دگرسان‌شده از پرکامبرین تا سنوزوییک تشکیل می‌شوند. بیشتر ساختارها در افغانستان از بسته شدن مناطق اقیانوسی در اثر حرکت شمالی قطعات سپر قاره‌ای و برخوردهای بعدی ناشی شده است. خود این مرزهای صفحه‌ای در طول دوره‌های مزوزوییک و سنوزوییک بسیار فعال بودند.

نقشه زمین شناسی افغانستان



نهبشته‌های معدنی افغانستان



پگماتیت‌های افغانستان

برپایه داده‌های قبلی و در نظر گرفتن گونه‌شناسی و عناصر کمیاب کمربندها و اطلاعات زمان‌سنجی، چهار مرحله اصلی نفوذی شناخته شده است و به تکامل ژئودینامیکی افغانستان مربوط می‌شود:

۱. مرحله پالئوزویک (۵۰۰ میلیون سال پیش) به نازک‌شدگی پوسته‌ای در سرزمین گندوانا مربوط می‌شود. این حادثه‌ی ماگمایی و گرمایی پالئوزویک زیرین، اهمیت جهانی دارد به گونه‌ای که به دوباره‌سازی کلی جریان همرفت در گوشته، با بالا آمدن آب در امتداد خط کمربند، مربوط بوده است.

۲. مرحله تریاس (۲۳۰ میلیون سال پیش) منحصراً در کمربندهای نفوذی بخش اوراسیایی افغانستان در امتداد کمربند هندوکش غربی-بدخشان غربی یافت می‌شود، که به فرورانش شیب‌دار به سمت جنوب پوسته اقیانوسی زیر جزیره قوسی، شامل نوار طویل قاره‌ای جداشده از حاشیه جنوبی آسیا مربوط می‌شود.

۳. مرحله کرتاسه (۱۰۰ میلیون سال پیش) به فرورانش پوسته اقیانوسی زیر قطعات حاشیه گندوانا مربوط می‌شود.

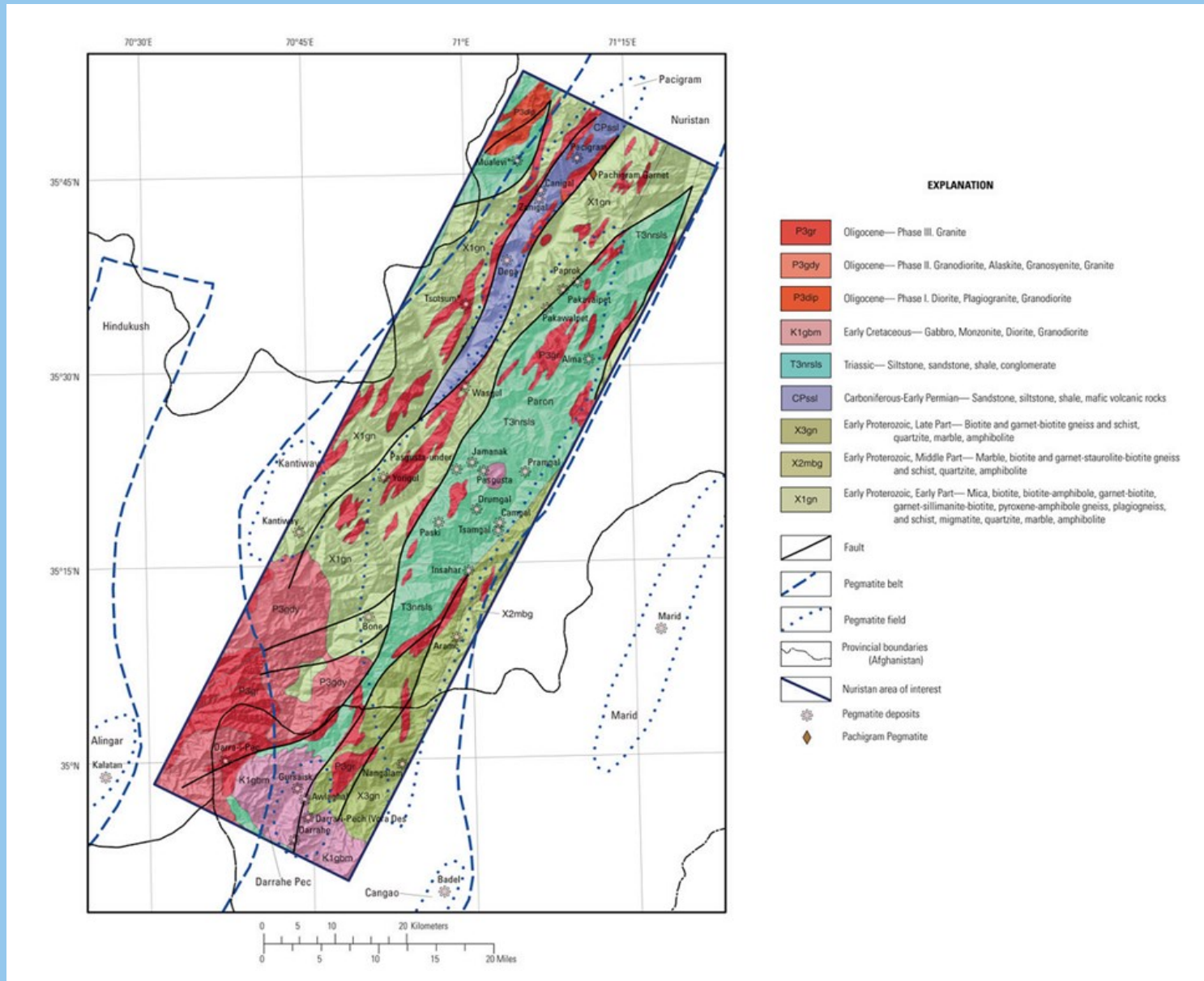
۴. مرحله ائوسن-اولیگوسن (۳۵ میلیون سال پیش) با برخورد هند-اوراسیا به وجود آمده است.

اشاره‌ای به کانی‌های پگماتیت حاوی فلزات نادر منطقه نورستان افغانستان

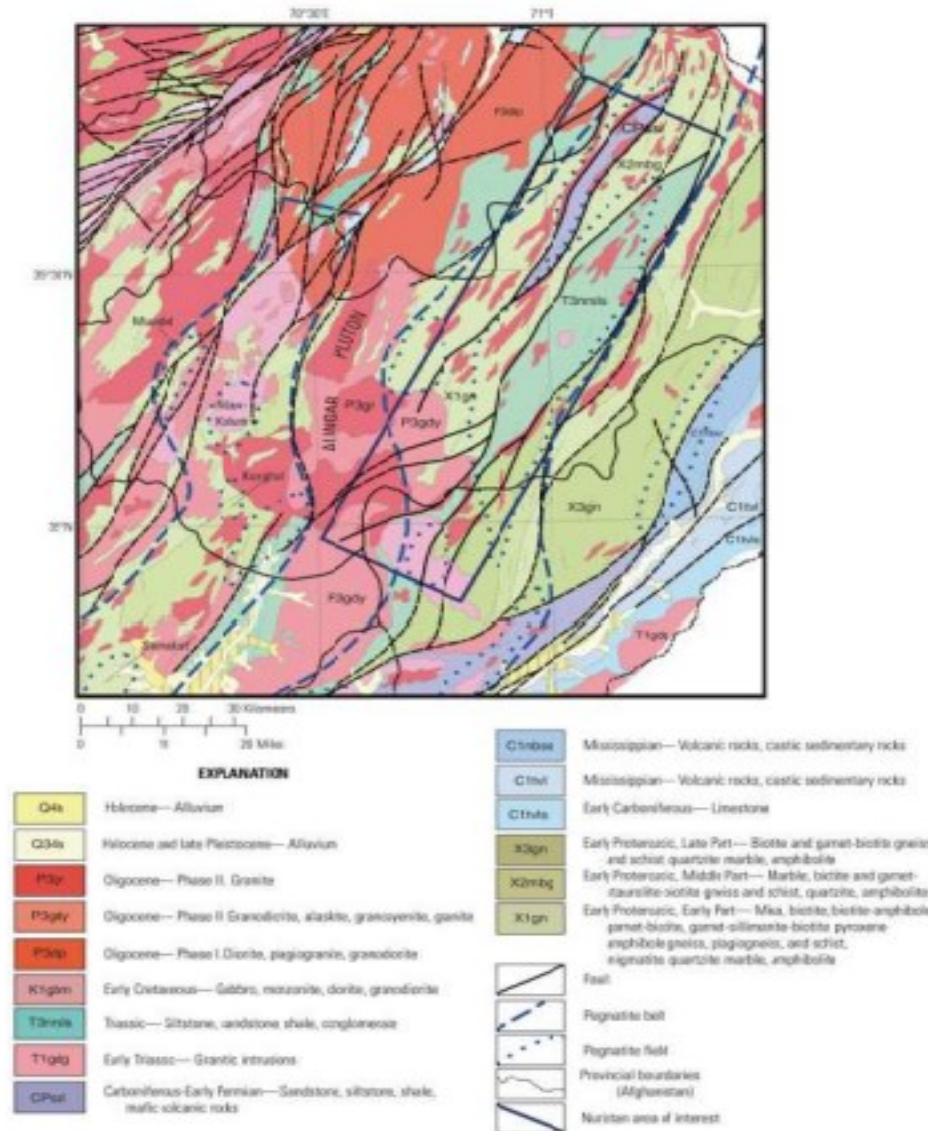
منطقه نورستان در شمال شرق افغانستان یکی از مناطق غنی از نظر وجود توده‌های پگماتیستی است. چندین پگماتیت حاوی فلزات نادر در کمر بند کوهستانی هندوکش در شمال شرق افغانستان یافت شده است.

بررسی‌های اولیه که توسط زمین‌شناسان شوروی سابق انجام شده است این منطقه را به عنوان بزرگترین تجمع پگماتیت‌های لیتیوم‌دار جهان معرفی می‌کند. علاوه بر لیتیوم، پگماتیت‌های منطقه از فلزات نادر دیگری نظیر تانتالیوم، نیوبیوم، بریلیوم، قلع و سزیم غنی شده‌اند. از تعدادی از این پگماتیت‌ها کانی‌های بریل، کونزیت و تورمالین با کیفیت جواهری، و کوارتز با کیفیت بالا و قابل استفاده در صنایع اپتیکی به دست آمده است. در این نوشتار پگماتیت‌های حاوی فلزات نادر منطقه مستعد نورستان مورد بحث قرار گرفته‌اند.

نقشه زمین‌شناسی منطقه مستعد نورستان به همراه نهشته‌ها، محدوده‌ها و کمربندهای پگماتی. واحدها از **Doebrich and Wahl (2006)** اقتباس شده است



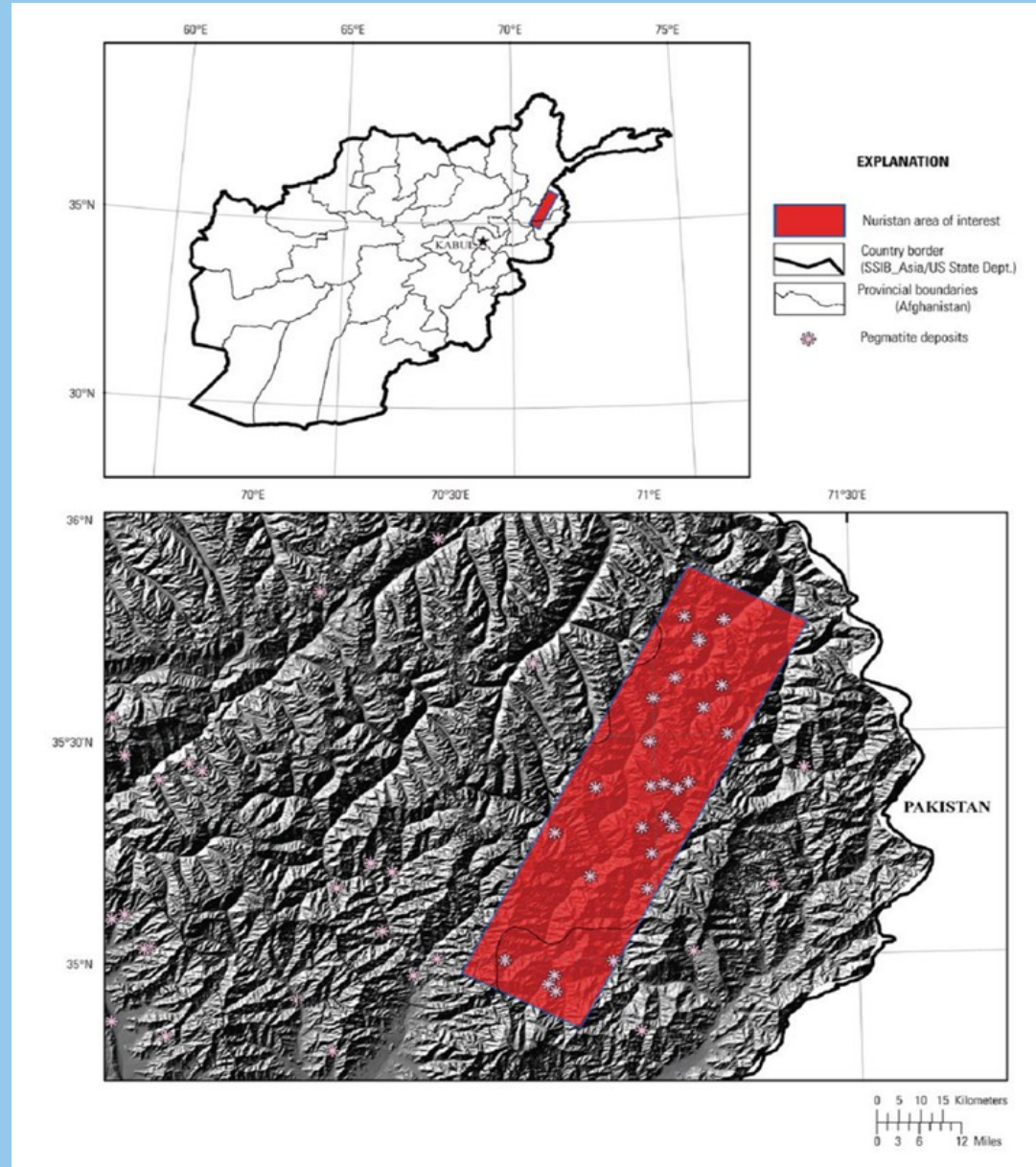
نقشه زمین شناسی منطقه ای نورستان که پیکره‌های گرانیتی اصلی مجموعه نفوذی با گرام و گسل‌ها، به همراه کمربندها، میدان‌ها و ناحیه‌های پگماتیتی نورستان را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱ نقشه زمین‌شناسی منطقه‌ای نورستان که پیکره‌های گرانیتی اصلی مجموعه نفوذی با گرام و گسل‌ها به همراه کمربندها، میدان‌ها و ناحیه پگماتیتی نورستان را نشان می‌دهد. واحد از (2006) Debrich and Wahl.

موقعیت منطقه مستعد نورستان حاوی پگماتیت‌های دارای فلزات نادر

ستاره‌ها نمایانگر پگماتیت‌ها هستند.



گوهرسنگ های پگماتیتی نورستان

تورمالین
نورستان افغانستان



آکوامارین
نورستان افغانستان



کوئزیت به همراه کوارتز
نورستان افغانستان



تورمالین به همراه لپیدولیت
نورستان افغانستان

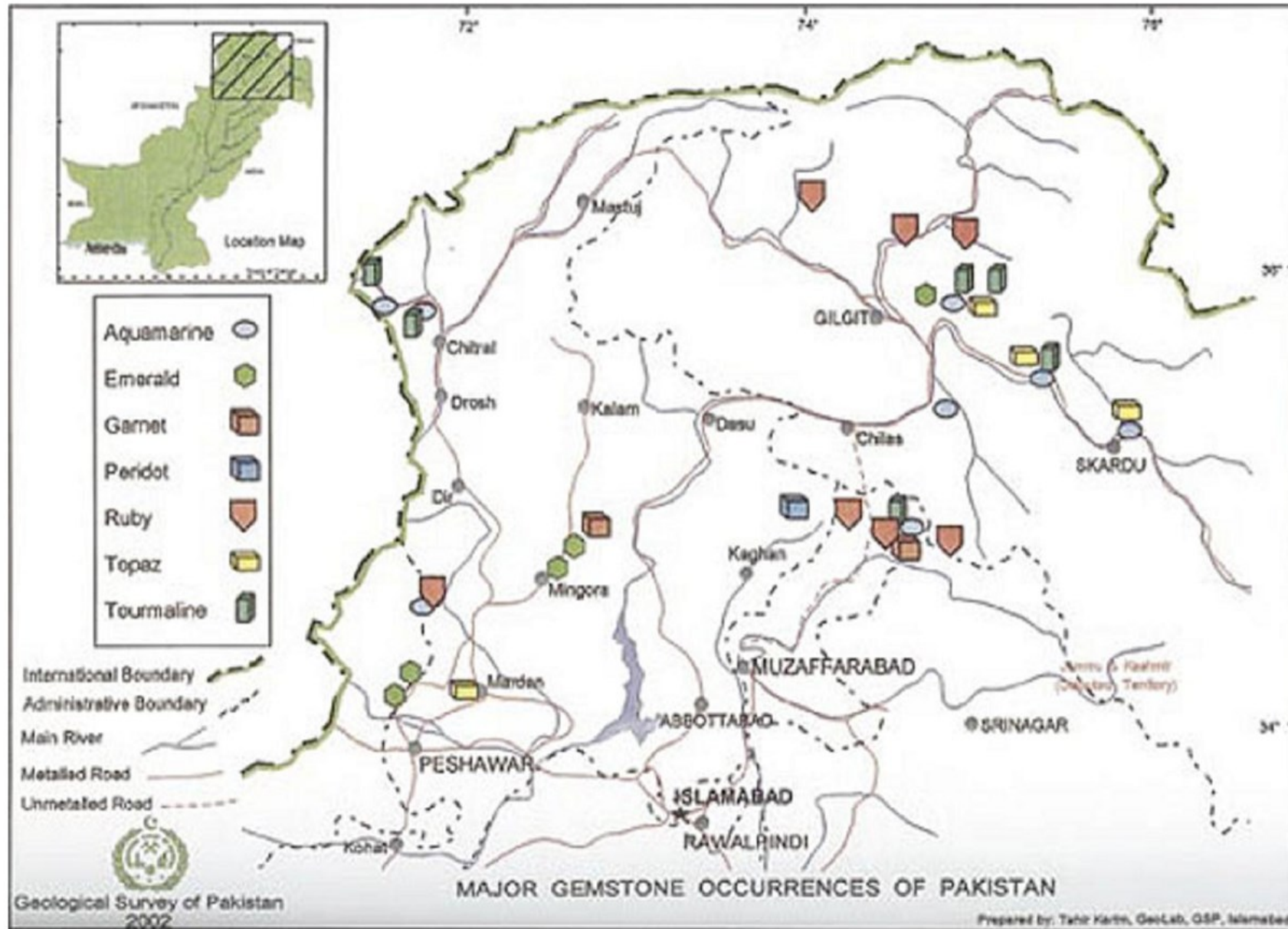


پگماتیت‌ها، گوهرسنگ‌ها و عناصر کمیاب در پاکستان



نقشه جغرافیایی پاکستان

نقشه موقعیت گوهرهای اصلی پاکستان





ياقوت پاکستان



زمرّد، تورمالين (دراوٲت)
به همراه کلسٲت
معدن مٲنگورا پاکستان

گوهرهای دارای عناصر نادر خاکی در سرحدات شمال باختری (NWFP)

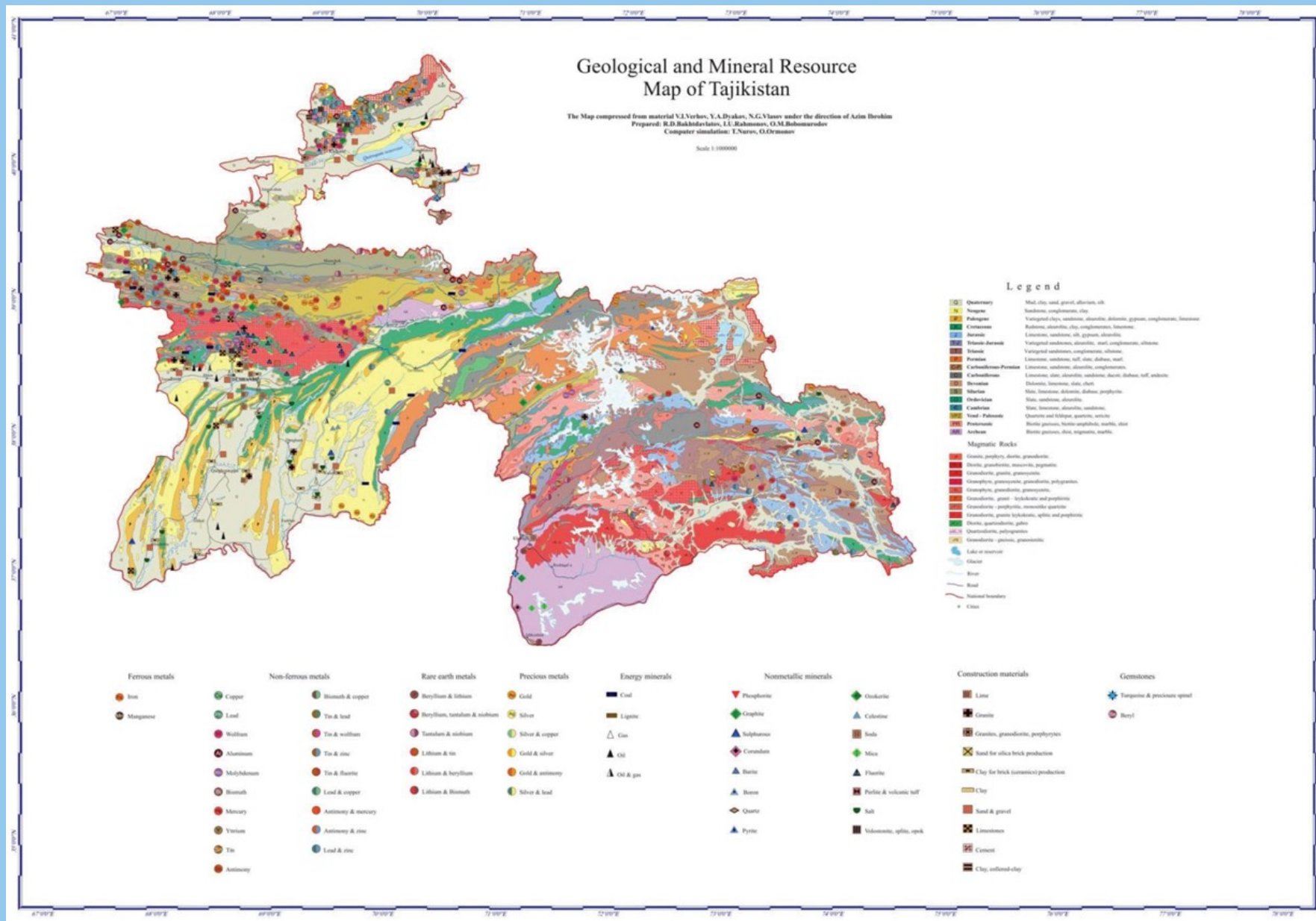


بلورهای زیبای باستانزیت
کوه‌های زاگی پاکستان



بلورهای کلینو زوئزیت
دره شکر پاکستان

نقشه زمین شناسی تاجیکستان



اسپینل (لعل) تاجیکستان

اسپینل صورتی رنگ تراش خورده
کوه لعل تاجیکستان



اسپینل های کریستال
کوه لعل تاجیکستان



تراش خورده کلینوهمیت
کوه لعل تاجیکستان

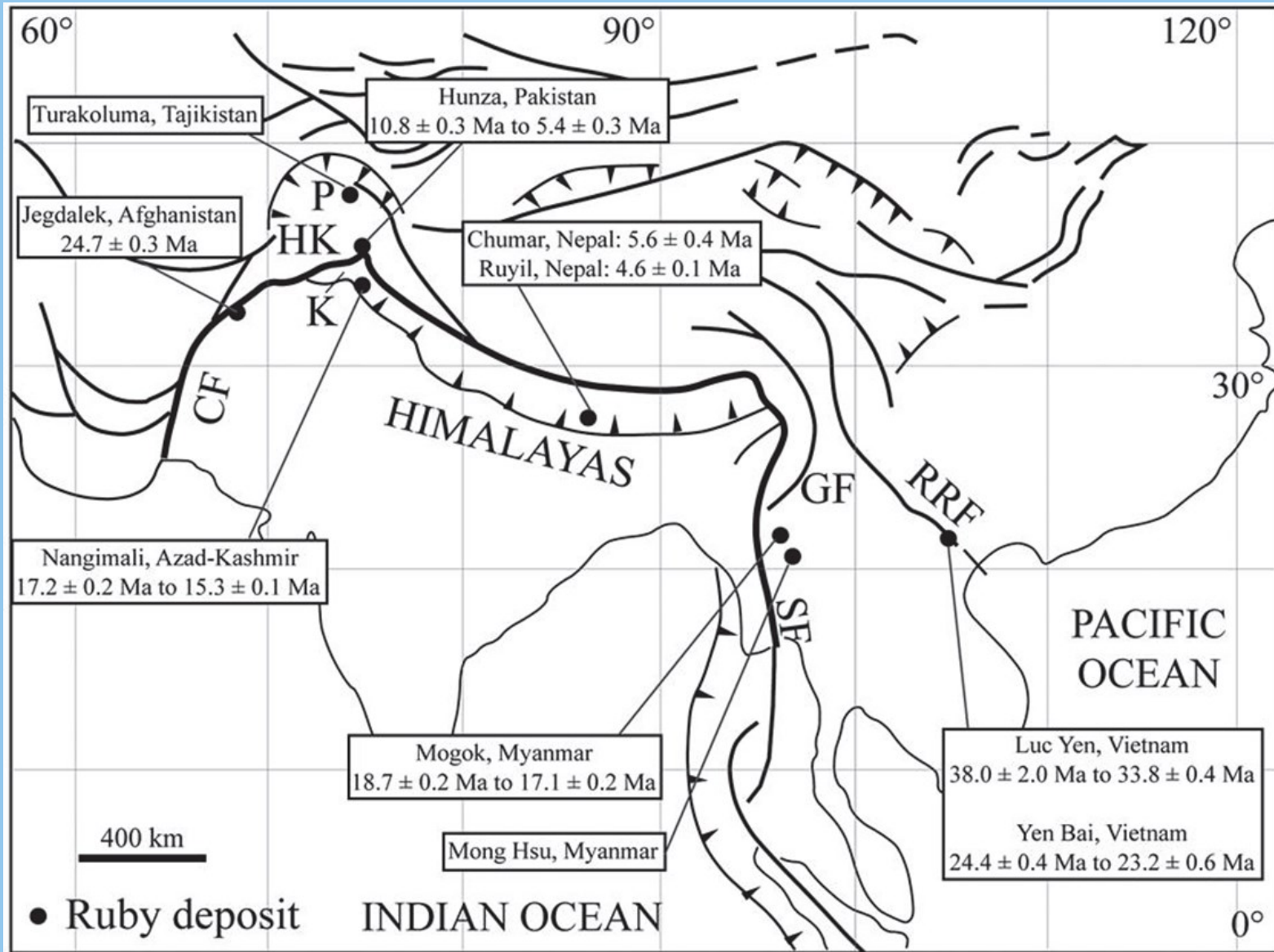




متالورژی پگماتیت‌ها در شمال شرق خاورمیانه و خاور دور

کمربندهای پگماتیتهای نورستان و هندوکش در ارتباط با کمربند بزرگ پگماتیتهای هیمالیا هستند که از شمال شرق افغانستان تا پاکستان، هند و بوتان کشیده شده است. Baratov and Rossovskiy, 1987. در امتداد این کمربند بزرگ، پگماتیت‌های حاوی فلزات نادر در ارتباط با باتولیت‌های گرانیتی دو میکا پرآلومینیوم هستند. علاوه بر فلزات نادر، کانی‌های جواهری نظیر کونزیت (اسپدومن شفاف و صورتی تا بنفش)، تورمالین، آکوامارین، مورگانیت، زمرد و سافیر نیز در این پگماتیت‌ها یافت می‌شود. این پگماتیت‌ها همچنین منبعی از نمونه‌های کانی‌ها با کیفیت نگهداری در موزه‌ها هستند. Baratov and Rossovskiy, 1986; Bariand and Poullen, 1978; Bowersox and Chamberlain, 1995.

کمر بند پگماتی‌تی ناشی از برخورد گندوانا و لوراسیا



ساختار زمین شناسی آسیای مرکزی و آسیای جنوب خاوری به همراه موقعیت ذخایر یاقوت در آن‌ها:

CF گسل چمن

GF گسل زائولیزنگ

RRF گسل رد ریور (رودخانه قرمز)

بلوک‌های اصلی:

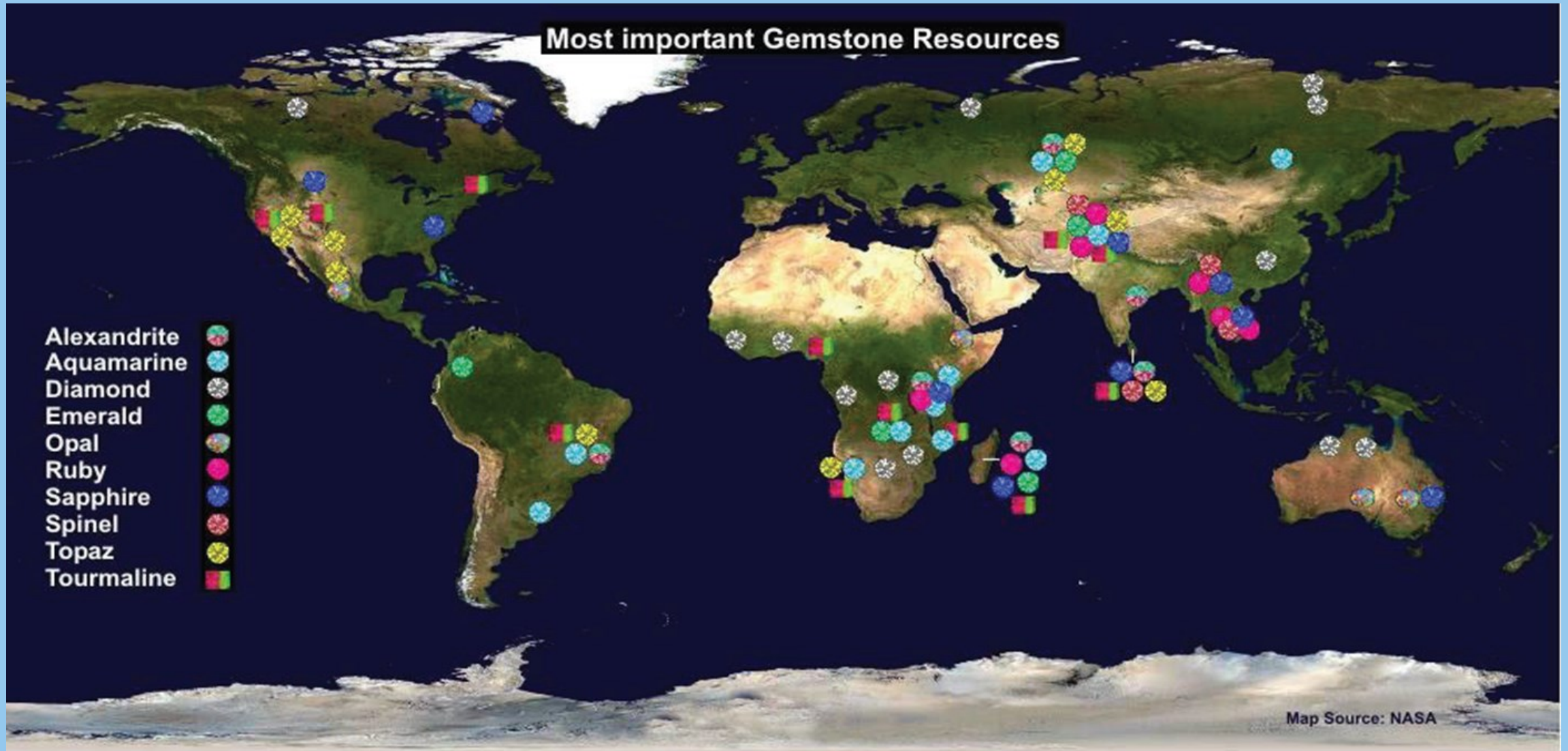
HK هندوکش ✓

K کوهستان ✓

P پامیر ✓

سن های نشان داده شده براساس ایزوتوپ Ar_Ar فلوگوپیت‌های همراه با یاقوت است.

نقشه گوهر سنگ‌های اصلی جهان





سپاس از توجه شما

تصاویر برگرفته شده از گالری گوهرپارس آرین زمین

