بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

بسم الله الرحمن الرحیم

امارت اسلامی افغانستان

اکادمی علوم

پارادایم شکل‌گیری - انکشاف تکتونیکی گرانیت‌های زون هندوکش و پتانسیل اقتصادی آنها در روشنایی مدارک جیوکیمیاوی

د هندوکش زون د ګرانیټونو د جوړښت - ټیکټونیک پراختیا پارادایم او د جیوکیمیاوی شواهدو په رڼا کې د دوی اقتصادي پوتانسیل

تحقیق و ارائه کننده: معاون سرمحقق دوکتور احمد امید افضلی

جوزا-۱۴۰۵

اجندأ کنفرانس

1. معرفی و مشخصات ساحۀ تحقیق
2. پیشینه، هدف، میتود و طرح مسئله تحقیق
3. نقشه برداری ساحه و نتایج تحقیقات پتروگرافی ساحۀ مورد تحقیق
4. تعبیرو تفسیر دیتا رادیومتر پیشرفته ایمیژن ترمالی و انعکاسی در ساحۀ تحقیق
5. تحلیل ارقام فلورسانس اشعۀ X (XRF) نمونه های مورد تحقیق
6. بررسی و تحلیل شکل گیری و شرایط انکشاف تکتونیکی گرانیت های زون هندوکش
7. شاخص ها و توان بهره برداری اقتصادی، نتایج و پیشنهاد ها

ساحهٔ مورد تحقیق

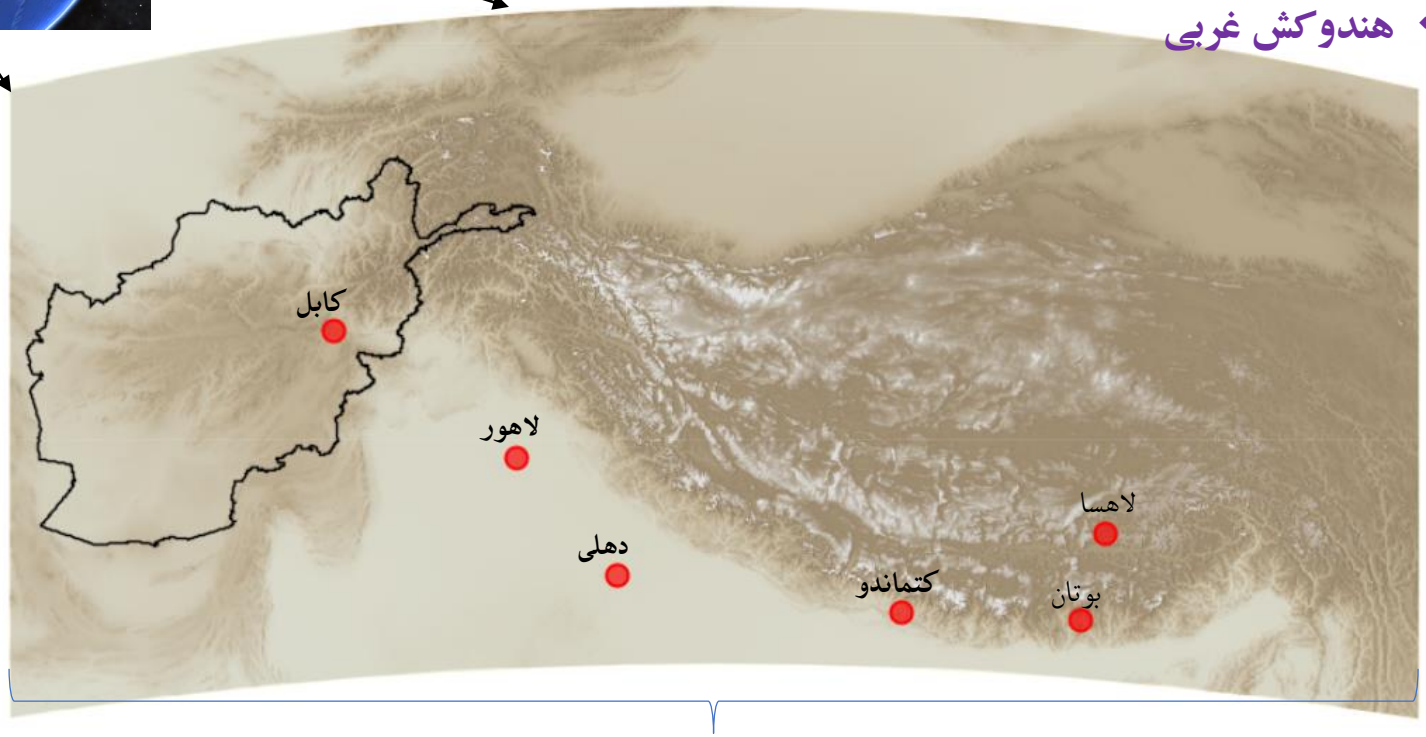
I. کمربند هندوکش – همالیا (Hindu Kush – Himalayan Belt)

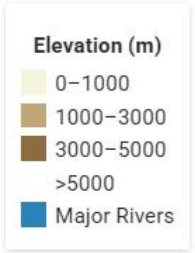
- یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کوهستانی جهان است
- از مرکز افغانستان تا شمال پاکستان و ادامه به همالیا

II. هندوکش

در داخل افغانستان، این کمربند عمدتاً به دو بخش ساختمانی مهم تقسیم می‌شود:

- هندوکش شرقی
- هندوکش غربی





کمربند هندوکش – همالیا

امتداد: این کمربند به‌صورت شمال‌شرق (NE) – جنوب‌غرب (SW)

طول: حدود 800 کیلومتر

فرصت ها

- منابع آب و انرژی
- یخچال ها و جهیل ها
- معادن
- محیط زیست
- جنگلات
- نباتات و گیاهان کمیاب
- سنگ های قیمتی و غیره .....

چالش ها

- زلزله
- لغزش
- سقوط
- سیلاب
- صعب العبور
- کمبود زیربنا ها و غیره .....

پیشینهٔ موضوع تحقیق

گانس(1964): جیوتکتونیک، تکتونیک و ولکانیزم افغانستان

میخایلوف(1967): گرانیت‌های افغانستان

Mennessier (1972) : معرفی تحقیقات زمین‌شناسی در افغانستان، الکسیف (1972) : مگماتیزم و میتالوژنی افغانستان

Wallbrecher (1974) : جیولوجی دامنه جنوبی هندوکش افغانستان بین دریای سالنگ و پرنده

V.E. Khain و همکاران (1975) : ساختمان و انکشاف بخش افغان–پامیر در کمربند چین‌خورده آلپاین اوراسیا

S. Abdullah و V.M. Chmyriov (1977): زمین‌شناسی و منابع معدنی افغانستان

J. Boulin (1971) : ملاحظاتی بر ساختار هندوکش (بر اساس مقطع سالنگ)

J. Boulin و Bouyx (1977) : سوچورهای پی‌درپی پری-هندی و ساختمان افغانستان

J. Stöcklin (1977): همبستگی ساختاری کمربندهای آلپاین بین ایران و آسیای مرکزی

F. Debon و دیگران(1983): تیپولوژی کیمیاوی–منرالوجیکی و جایگاه جیودینامیکی کمربند پلوتونیک هندوکش–بدخشان

Lothar Ratschbacher و دیگران (2026): کمربند سوتور پالیو-تتیس در هندوکش–پامیر افغانستان

Rahmani و دیگران(2024): شناسایی کمپلکس‌های گرانیتی در شمال‌غرب پروان با ASTER و Sentinel-2B/MSI

E. Bouyx و Collomb(1985): شیست‌های کریستالین دارای آمفیبول آبی در سنگ‌کاسپان

F. Debon و دیگران(1987): مراحل عمده توده‌های نفوذی در افغانستان

J. Boulin (1988): رویدادهای هرسینین و ائوسیمری در افغانستان

J. Boulin (1991) : ساختمان ها در جنوب‌غرب آسیا و انکشاف تتیس شرقی

J. Blaise و دیگران (1993): شناسایی فوسیل‌های دونین در هندوکش

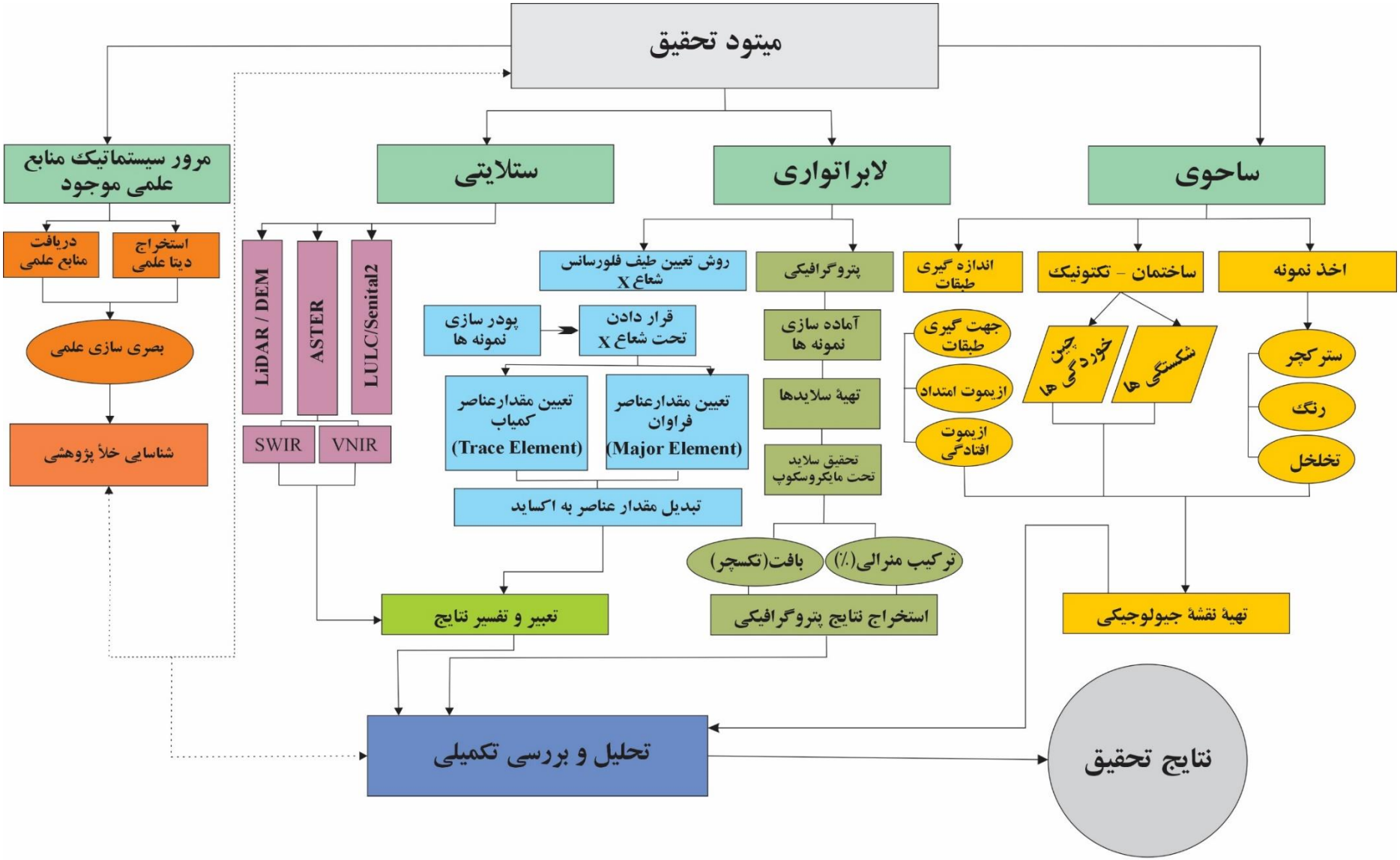
S.W. Faryad و دیگران (2013): مگماتیزم و میتامورفیزم مرتبط با الحاق بلاک‌ها جنوب هندوکش

طرح مسئله تحقیق

- شکل گیری و منشأ گرانیت‌ها ی زون هندوکش چگونه است؟
- این گرانیت‌ها در چه محیط تکتونیکی تشکیل شده‌اند؟!
- انکشاف تکتونیکی گرانیت ها زون هندوکش چگونه است ؟
- پتانسیل اقتصادی آن‌ها چقدر است؟!

هدف تحقیق

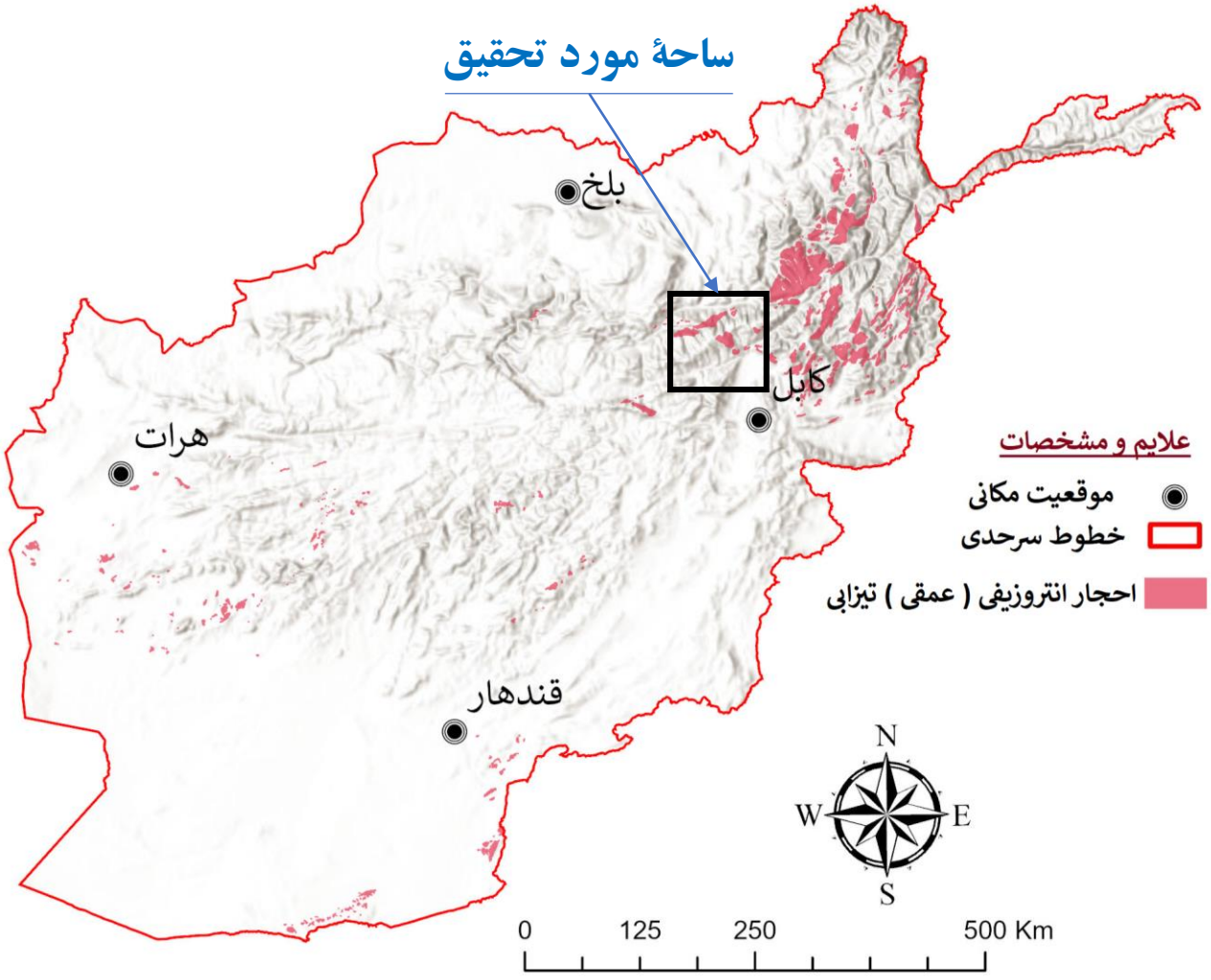
- تعیین منشأ و نوع گرانیت‌ها
- شناسایی محیط تکتونیکی تشکیل
- تثبیت چگونگی شکل گیری و انکشاف تکتونیکی
- پارادایم شکل گیری و ارزیابی پتانسیل اقتصادی



شکل: فلوچارت میتودلوژی تحقیق

احجار

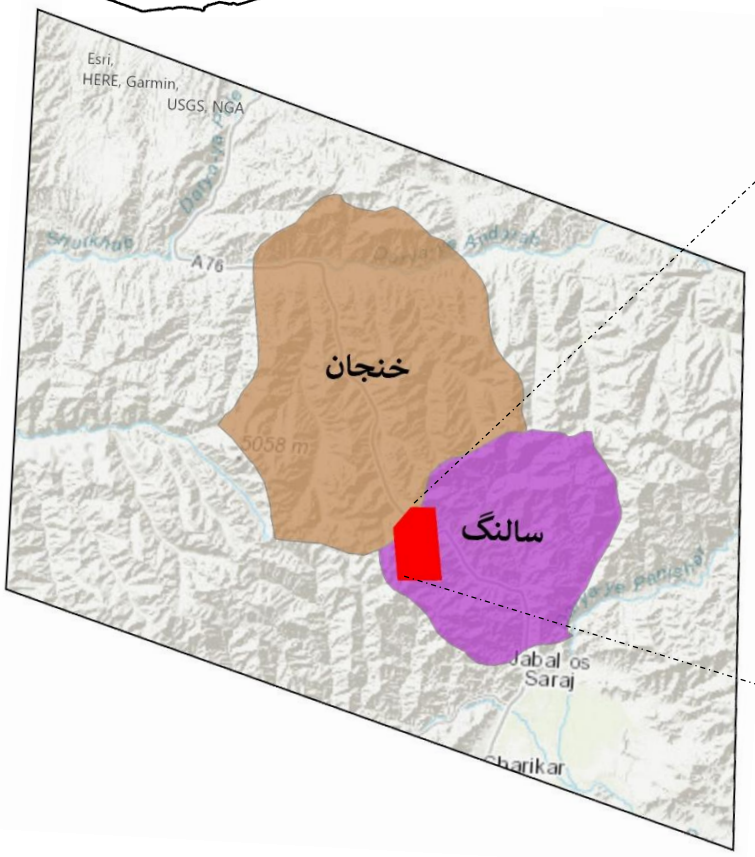
- **تیزابی** — SiO2>65%
- **متوسط** — SiO2(55-65%)
- **قلوی** — SiO2(45-55%)
- **ماورای قلوی** — SiO2<45%

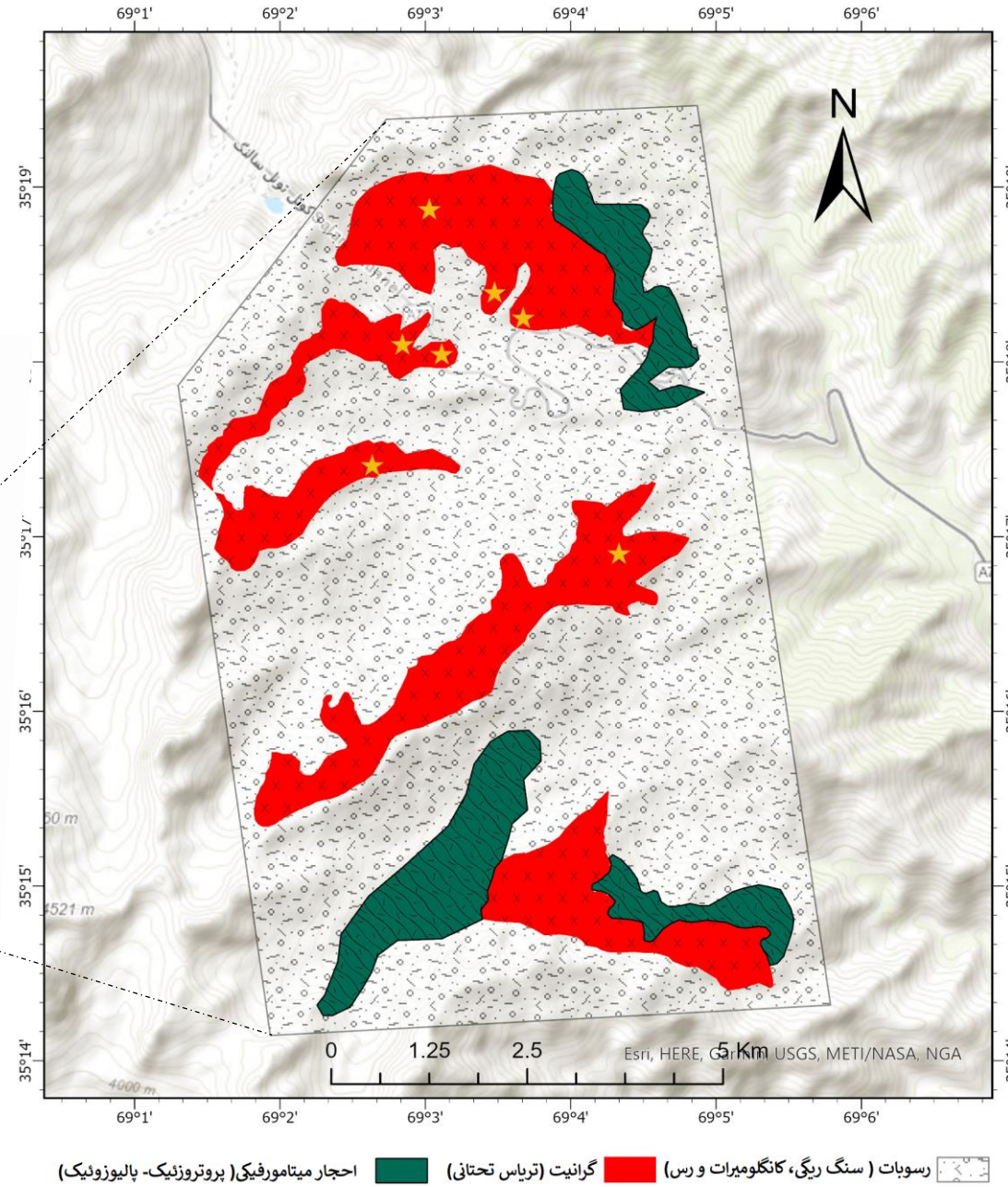


نمایش ساحوی گرانیت‌های زون هندوکش غربی

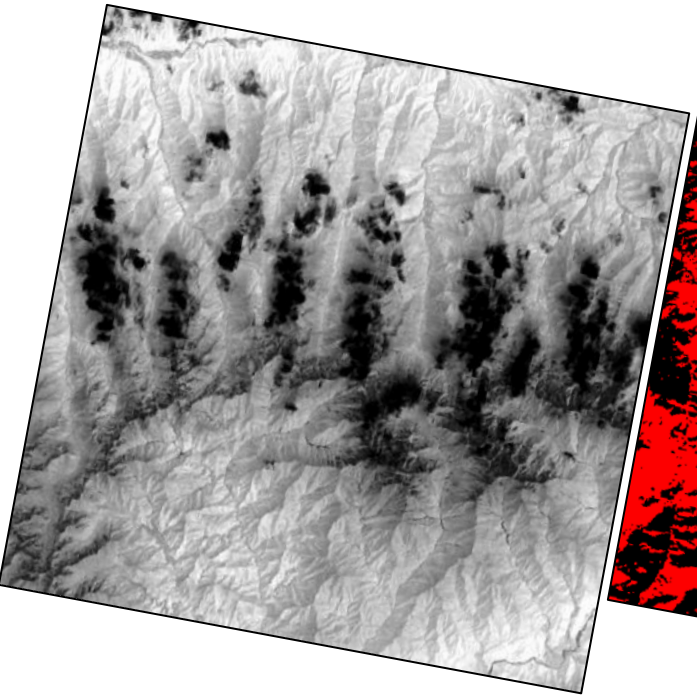
نمونه ساحوی گرانیت های زون هندوکش غربی (سالنگ)

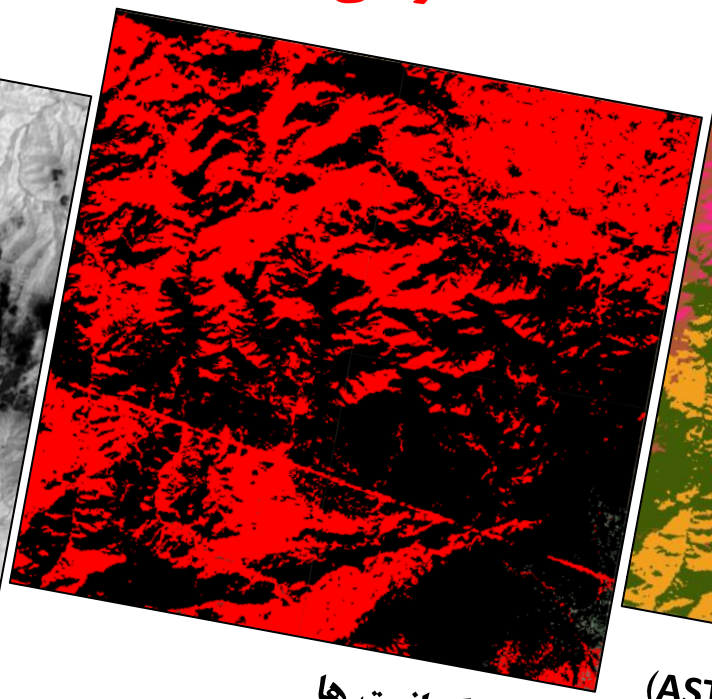
نقشهٔ جیولوجیکی و موقعیت ساحهٔ مورد تحقیق





شناسایی و گسترش کتله های گرانیتی با استفاده از دیتا ASTERدر هندوکش غربی
(مطالعه نمونه‌یی سالنگ)

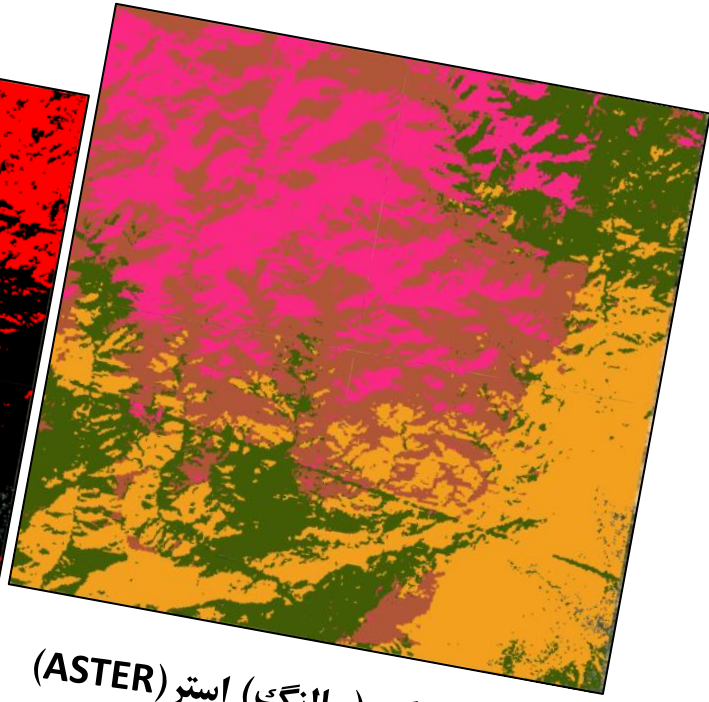




گسترش گرانیت ها

غیرگرانیت

گرانیت



کلستر لیتوجیکی(سالنگ) استر(ASTER)

گرانیت/احجار فلیسکی

میتامورفیک (گنایس)

احجار مافیکی

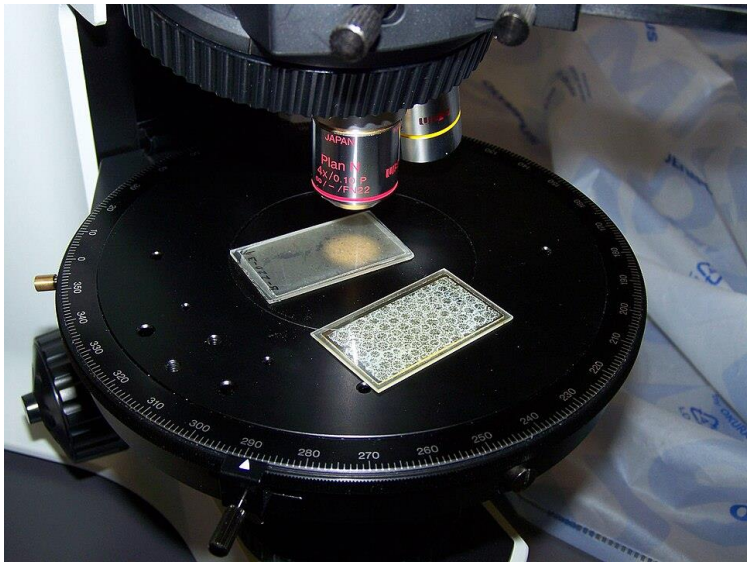
احجار راسبه

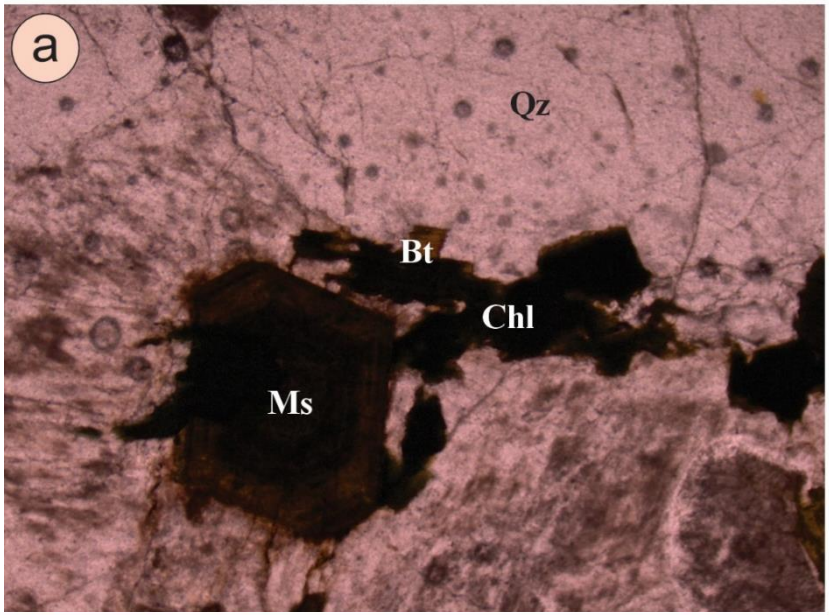
شاخص ها(Aster data) و تعبیر و تفسیر آنها

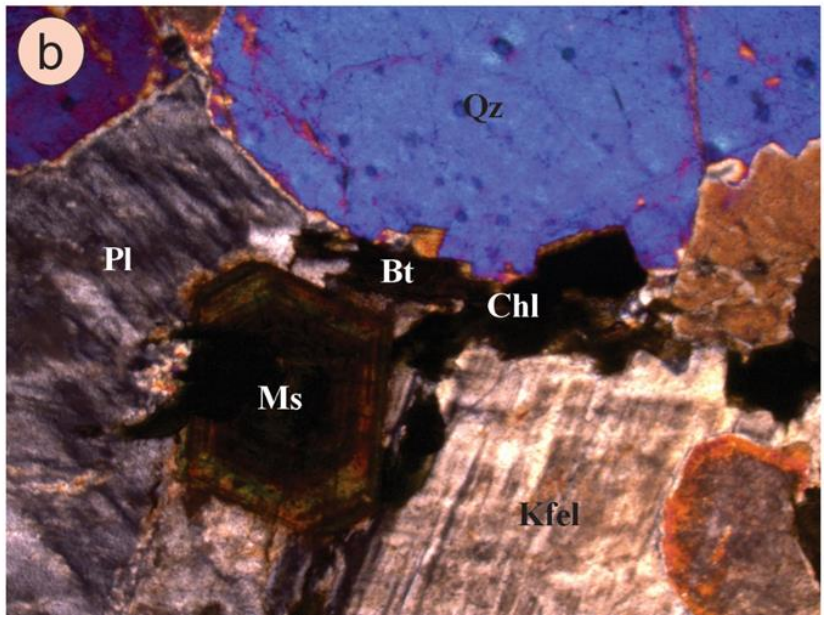
- **به‌منظور تفکیک لیتولوژیکی: چندین شاخص طیفی از باندهای SWIR و TIR استخراج گردید که شامل: شاخص سیلیکاتی، شاخص فلسیک و شاخص مافیک**
- **نتایج به‌دست‌آمده به چندین خوشه طیفی تقسیم گردید.**
- **در نتیجه کتله های گرانیتی قابل تشخیص بوده و گسترش گرانیت ها**

ASTER = Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

تحقیقات پتروگرافیکی







ترکیب منرالی(به فیصد)

- پلاجیوکلاز: 25-35%
- کوارس: 15-30%
- پتاسیم فلدسپار: 10-20%
- بیوتیت: 5-10%
- مسکویت: کمتر از 5%
- اپاتیت: کمتر از 1%

سترکچر: کتلوی

تکسچر: گرانیتی

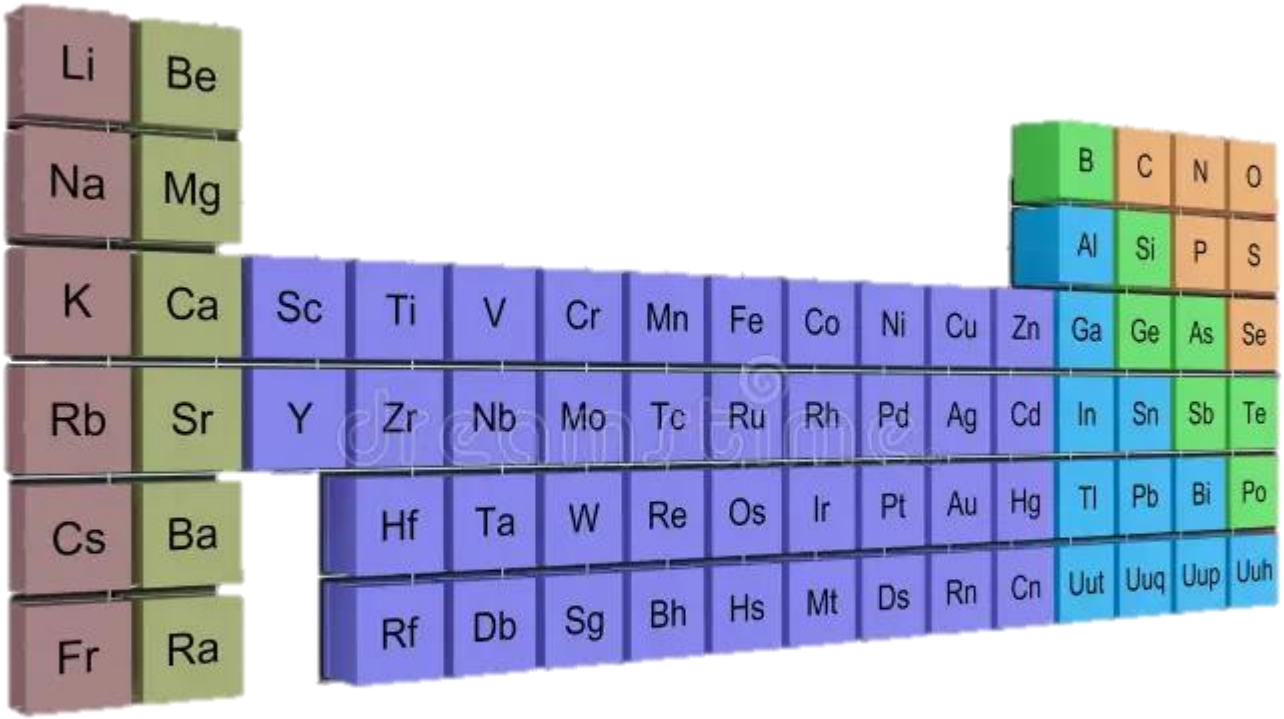
نومنکلیچر

گرانیت

- پلاجیوکلاز به سرسیت
- بیوتیت به کلوریت

شکل: فوتومیکروگراف گرانیت سالنگ، نمونه نمبر HNK-0031؛ Bt:بیوتیت، Qz: کوارس، Mcc: میکروکلین، Pl: پلاجیوکلاز

تحقیقات
سپکتروسکوپی (XRF)



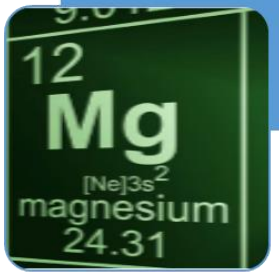
تحلیل به روش فلورسانس اشعه (X)

تابش اشعه ایکس به نمونه

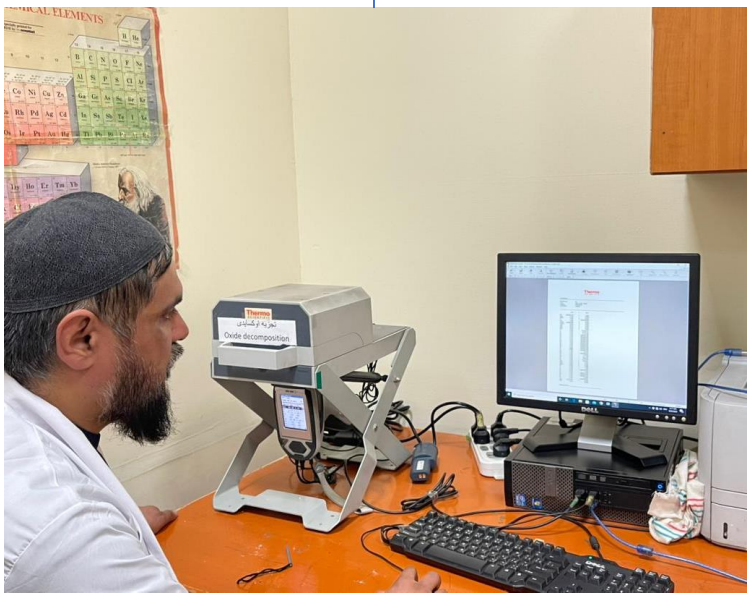
برانگیخته شدن اتم‌ها

امیژن(تولید) فلورسانس اشعه ایکس

تعیین مقدار عنصر



ثبت انرژی توسط دیداکتور



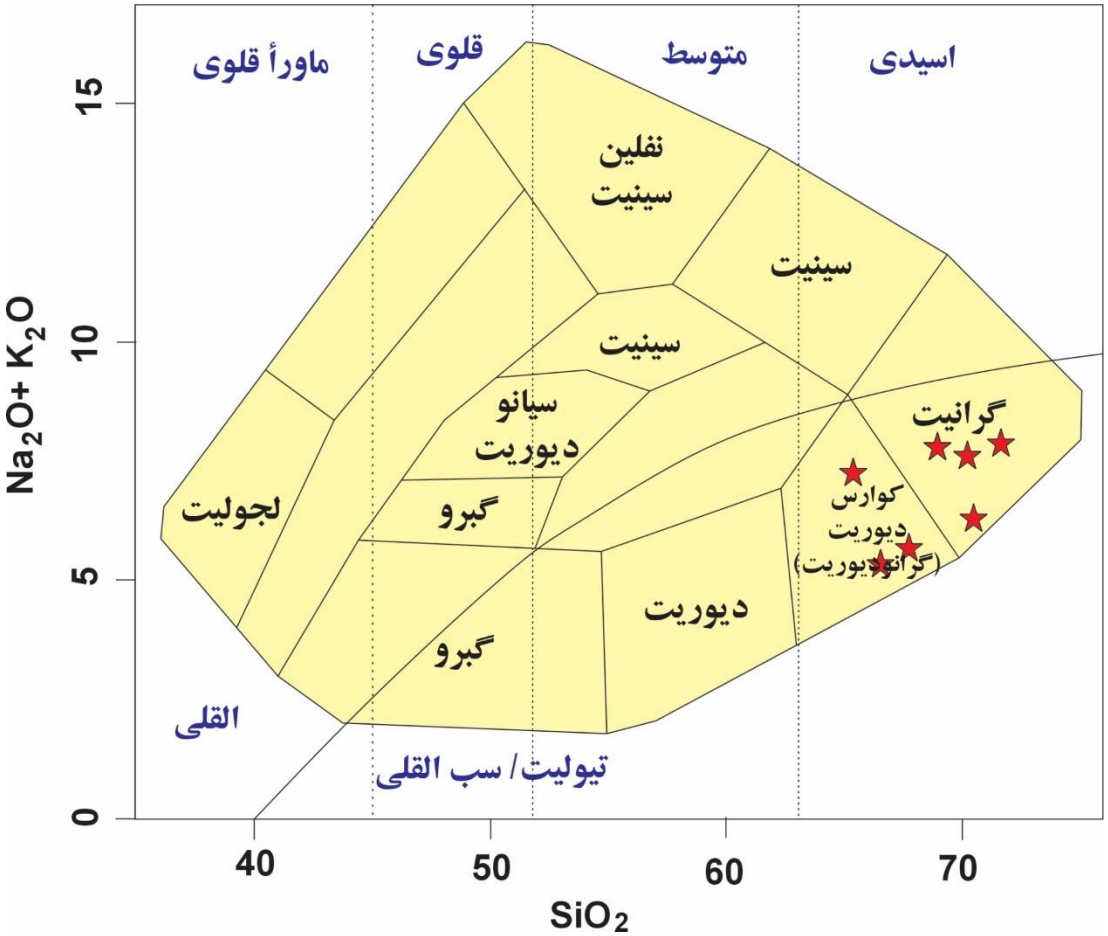
تعبیر و تفسیر شاخص‌های جیوکیمیاوی دیتا(XRF)

(Geochemical Indicators Interpretation)

1. تصنیف و طبقه بندی
2. تعیین نوعیت مگما
3. تفکیک شرایط تکتونیکی

طبقه‌بندی و تصنیف احجار مورد تحقیق

تفسیر جیوکیمیاوی و پترولوژیکی گرانیتوئیدهای هندوکش بر اساس تحلیل مجموع القلیات–سیلیکان دای اکساید(TAS) Cox et al. (1979)

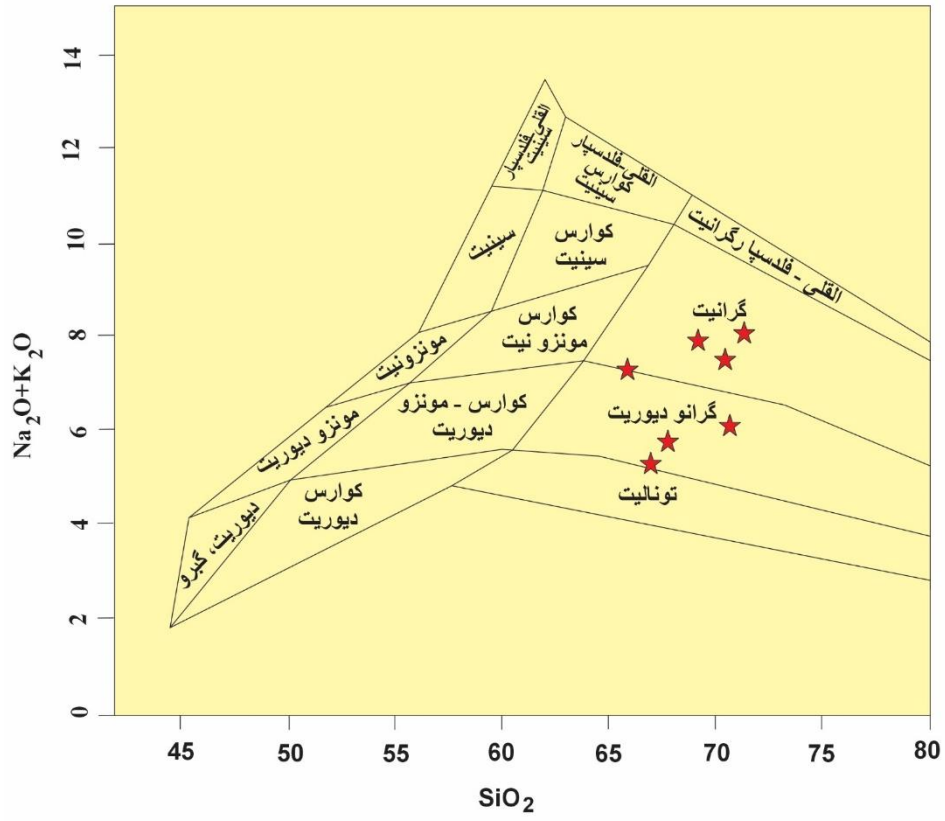


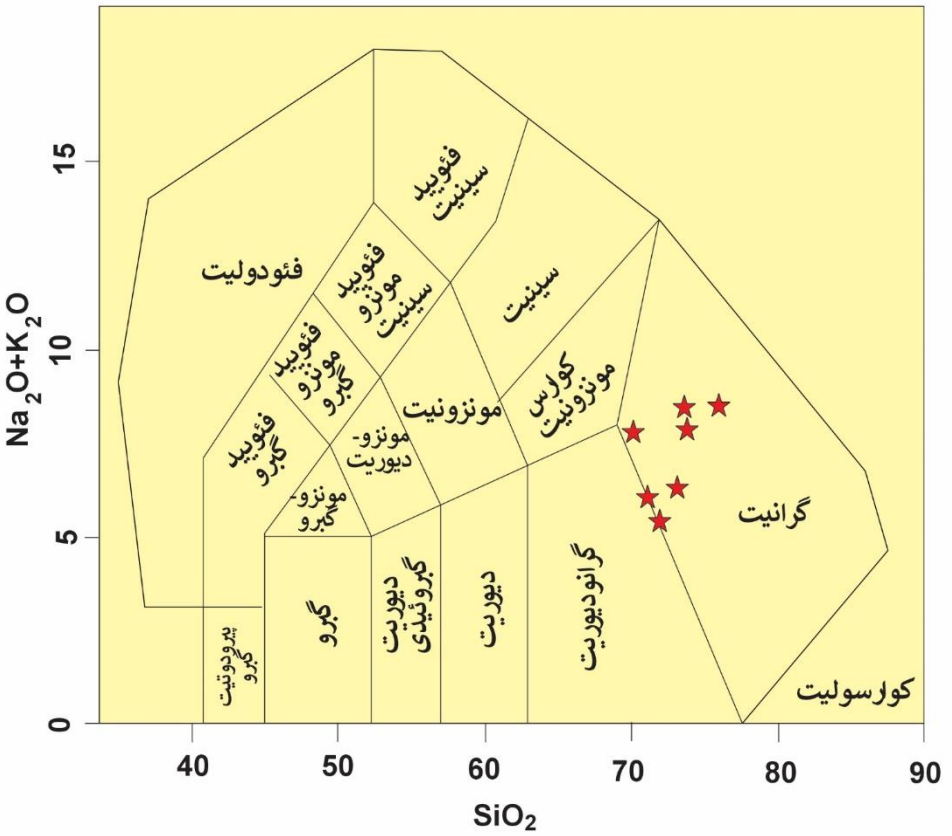
تحلیل جیوکیمیاوی بر اساس دیاگرام مجموع القلیات(Na2O+K2O)–سیلیکان دای اکساید(SiO2) کوکس و دیگران (1979)نشان می‌دهد:

- **عمدتاً در محدوده گرانیت–گرانودیوریت متمرکز بوده**
- **ماهیت فلسیکِ**

تعیین و تصنیف احجار مورد تحقیق

تصنیف نمونه‌های مورد مطالعه بر اساس صنفبندی Middlemost (1995)





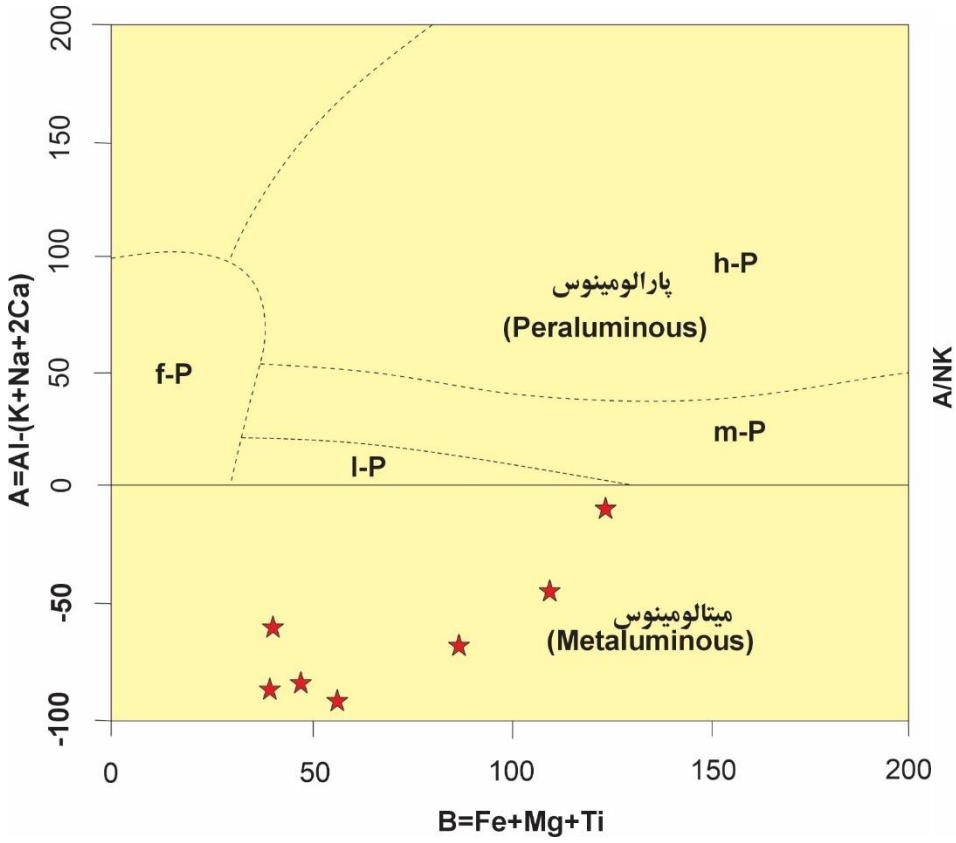
تحلیل جیوکیمیاوی حاصل از نمونه‌های برداشت‌شده در این تحقیق نشان می‌دهد :

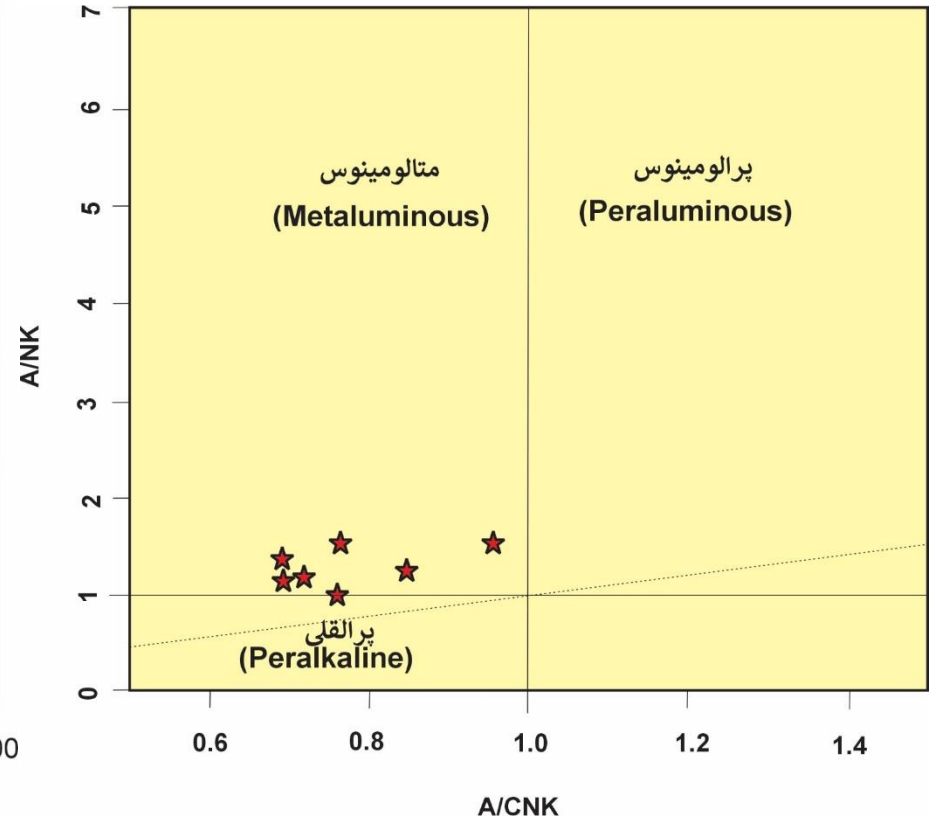
- گرانیت‌های زون هندوکش عمدتاً در **محدوده ترکیبی گرانیت–گرانودیوریت** متمرکز بوده و از **ماهیت فلسیکِ** برخوردارند.
- این تمرکز ترکیبی، نشاندهندۀ **شکل گیری مگماتیکی پیشرفته** و غنامندی بالای **سیلیکان دای اکساید** در سیستم مگماتیکی بوده

- نتایج حاصل از تطبیق دیاگرام‌ها و مدول های مختلف طبقه‌بندی (TAS، Middlemost، R1– R2و QAP) نشان می‌دهد که نمونه‌های مورد مطالعه به طور غالب در محدوده گرانیت تا گرانودیوریت قرار گرفته است.
- نمونه های مورد تحقیق دارای ماهیت فلسیک تا حد واسط برخوردار هستند. غنای بالای SiO_2و مقادیر نسبتاً پایین منرال های مافیک نشاندهندۀ آن است که مگمای مولد این احجار طی پروسۀ تفریق و انکشاف مگماتیکی، به درجات بالایی از تمایز رسیده است.

این خصوصیات نشان می‌دهد که گرانیت‌های زون هندوکش صرفاً محصول یک اتفاق مگماتیکی ساده نبوده، بلکه حاصل انکشاف تدریجی یک سیستم مگماتیکی مرتبط با محیط‌های فعال حاشیه قاره‌یی هستند.

نوعیت مگما گرانیت های سالنگ به اساس شاخص اشباع الومینا(میتالومینوس – پارالومینوس)





بر اساس موقعیت نمونه‌های گرانیت‌های سالنگ در این دیاگرام

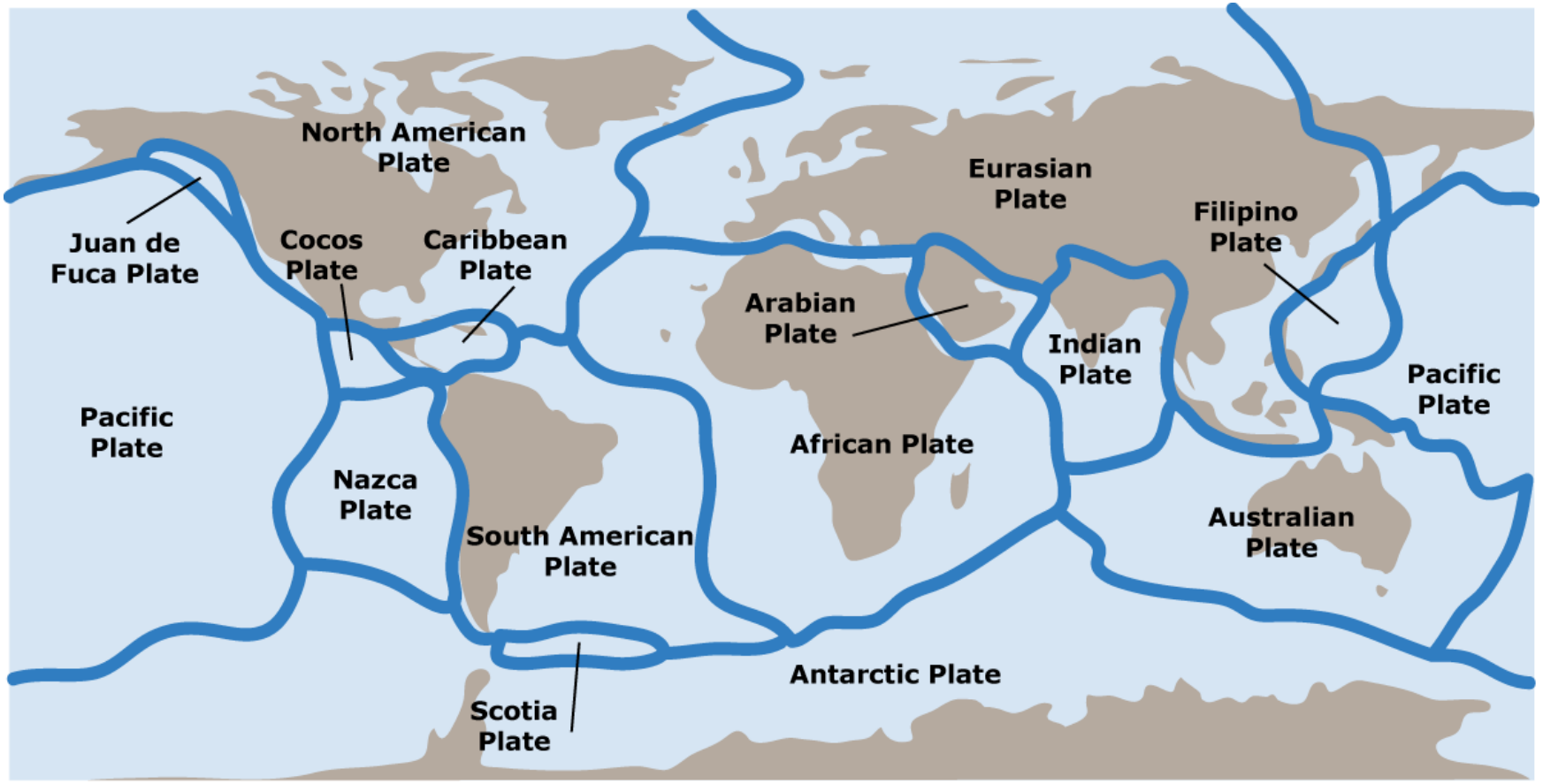
- **مقدار A/CNK کمتر از 1**
- **در محدوده میتاآلومینه قرار می‌گیرند**

بر اساس موقعیت نمونه‌های گرانیت‌های سالنگ در این دیاگرام

- **در محدوده میتاآلومینه قرار می‌گیرند**

این خصوصیات نشاندهندهٔ آن است که مگما تشکیل دهندهٔ این گرانیت‌ها دارای ماهیت کالک‌القلی و نوع (I) بوده و از نظر جنتیکی بیشتر ازقشر زمین منشأ گرفته است.

انکشاف تکتونیکی



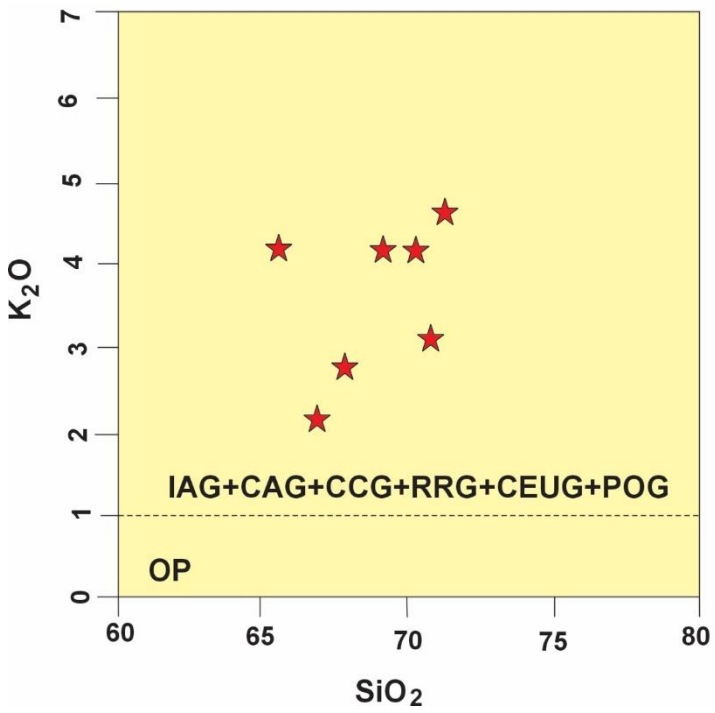
در بخش انکشاف تکتونیکی

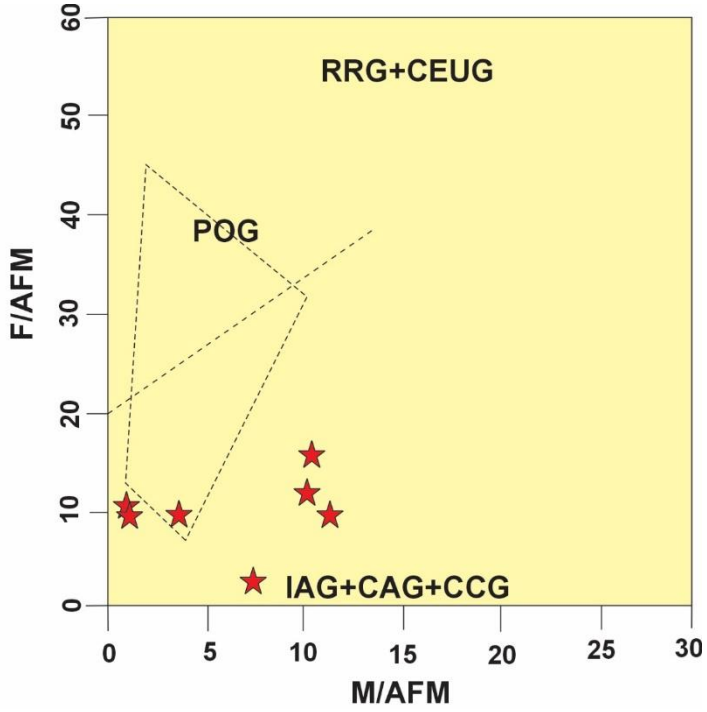
- گرانیت‌های هندوکش(نمونه سالنگ) بر اساس پارامترهای شاخص جیوکیمیاوی و مودل‌های تکتونو مگماتیکی کلاسیک و نوین مورد ارزیابی قرار گرفته است.
- این ارزیابی با استفاده ازپارامترهای شاخص جیوکیمیاوی عناصر نادر (مانند Rb، Y، Nb، Ta، Yb و Hf) و عناصر لیتوفیل بزرگ (LILE)، امکان تفکیک محیط‌های تکتونیکی مختلف را فراهم می‌سازند.

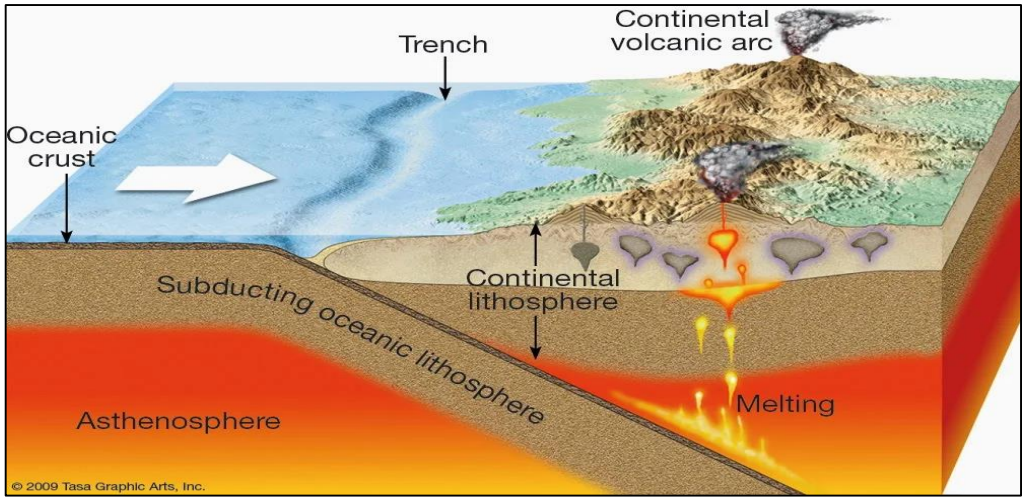
مودل‌های تفکیک‌کننده محیط‌های تکتونیکی از قبیل:

- Müller & Groves (1992)
- Pearce et al. (1984)
- Mo et al. (2007)
- Lee et al. (2012)
- و تفسیرهای جدید Hildebrand and Whalen (2017) و Whalen and Hildebrand (2019) و غیره مدول ها انجام شده است.

انکشاف تکتونیکی گرانیت‌های سالنگ بر اساس مدل Maniar & Piccoli (1989)

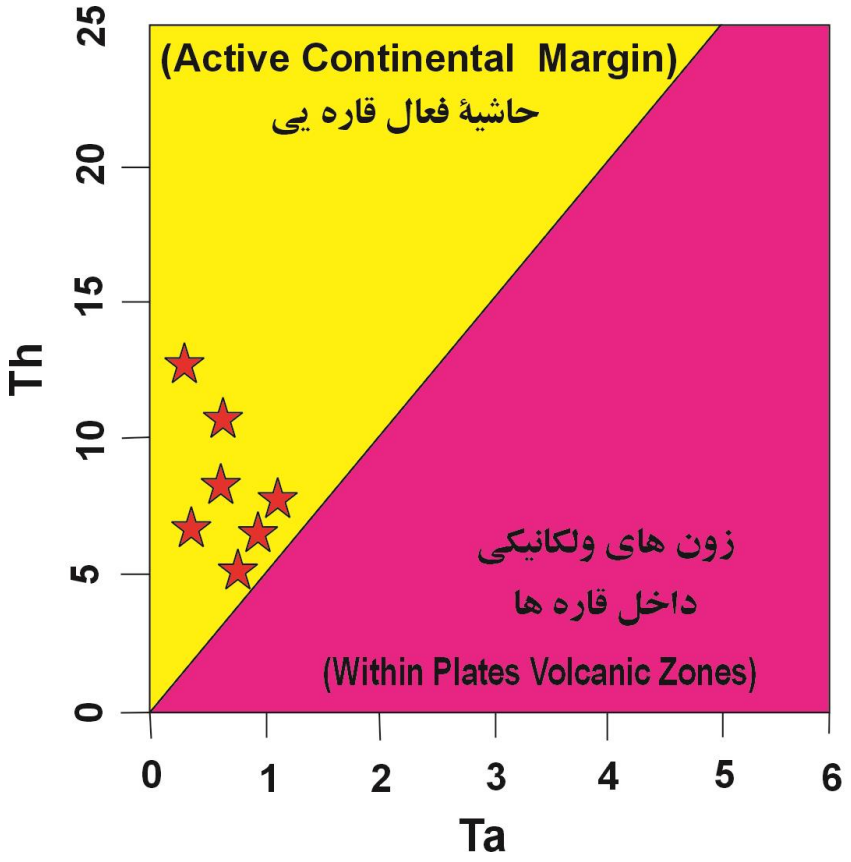


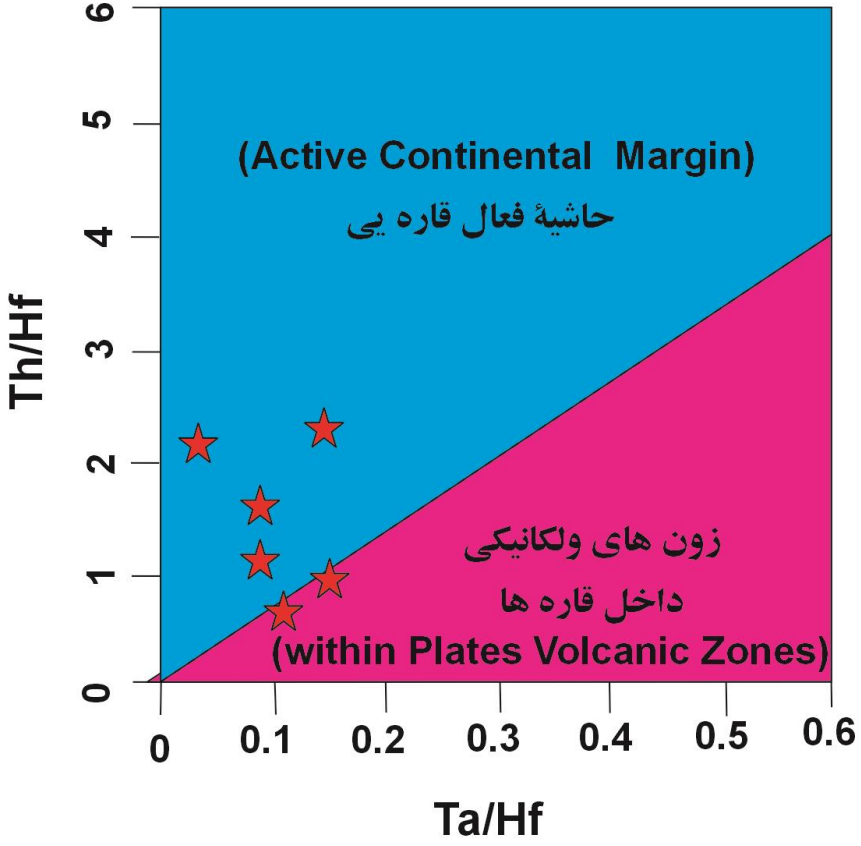




بر اساس این مدل این گرانیت ها در یک چارچوب یک محیط متقارب و مرتبط با زون‌های سبدکشن

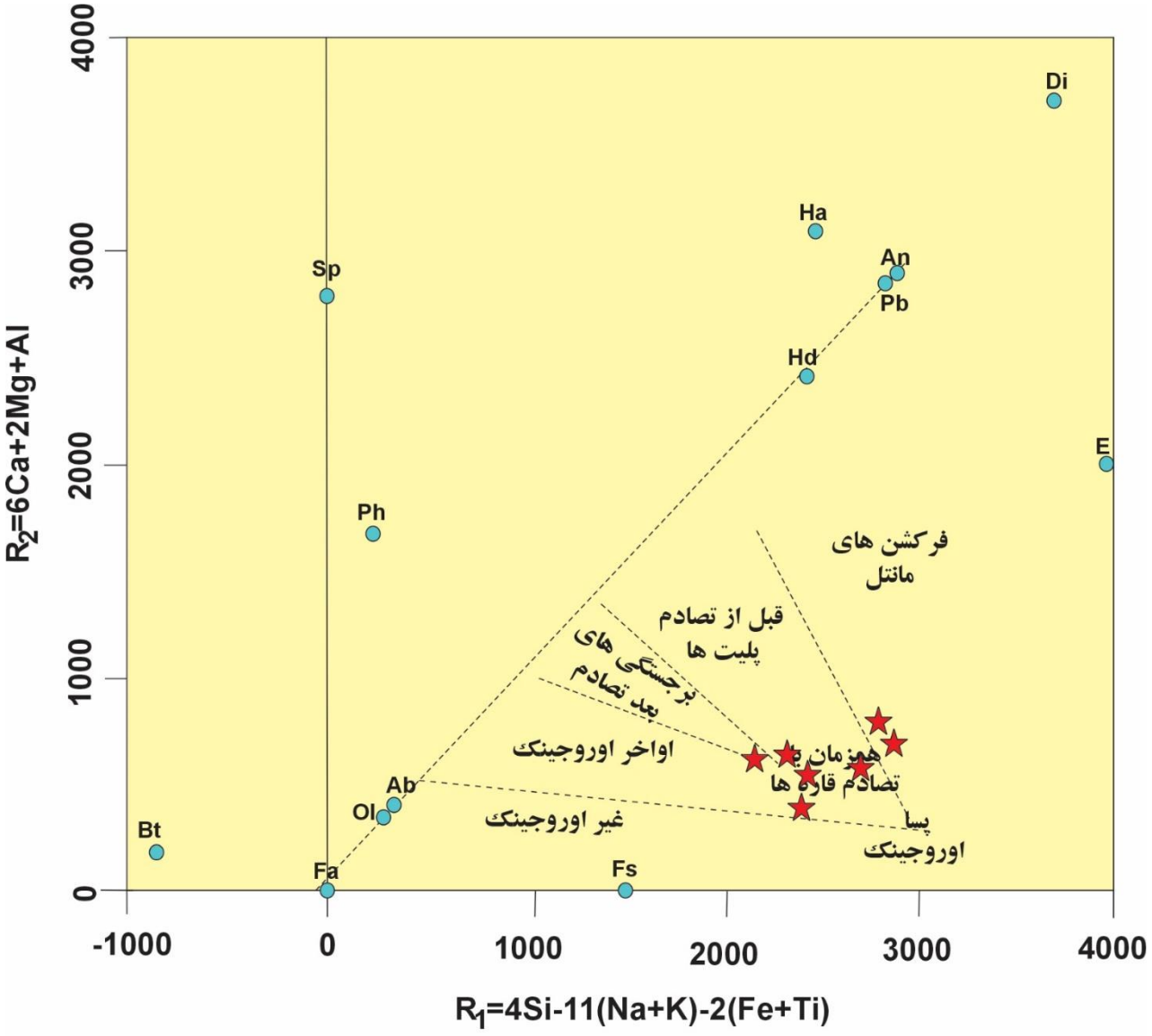
بر اساس مدل تغییرات عنصری Th- Ta و Th/ Ta/Hf – گرانیت‌های مورد مطالعه در قلمرو حاشیهٔ فعال قاره‌یی قابل تفسیر است.





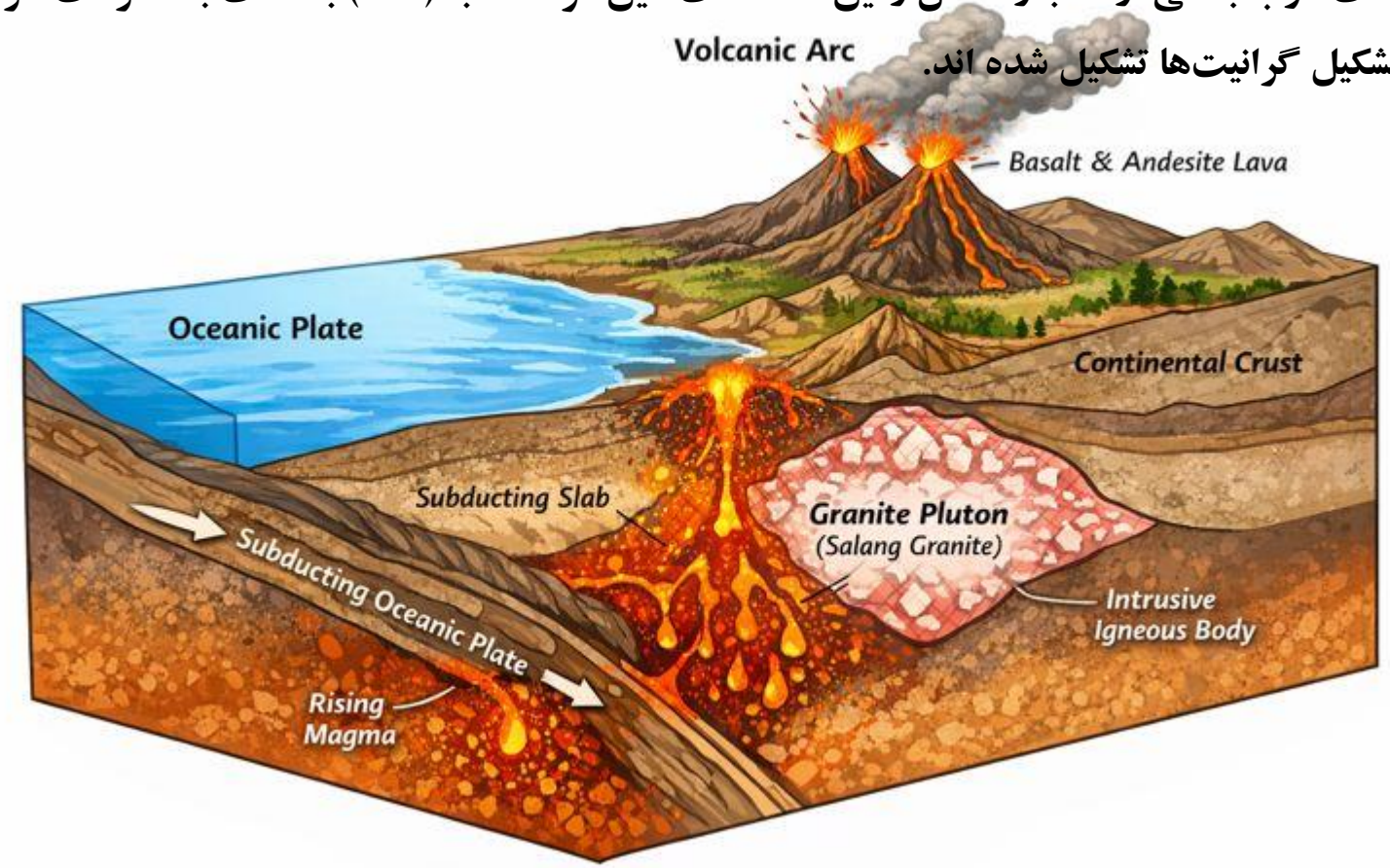
این جایگیری جیوکیمیاوی نشان‌دهندهٔ ارتباط جنیتکی مگما مولد این احجار با محیط‌های سبدکشنی (فرورانشی) است.

Batchelor + Bowden 1985



در نتیجه بررسی تمام پارامترها و شاخص جیوکیمیاوی و نتایج حاصل از مودل‌های مختلف تکتونیکی نشان می‌دهد که:

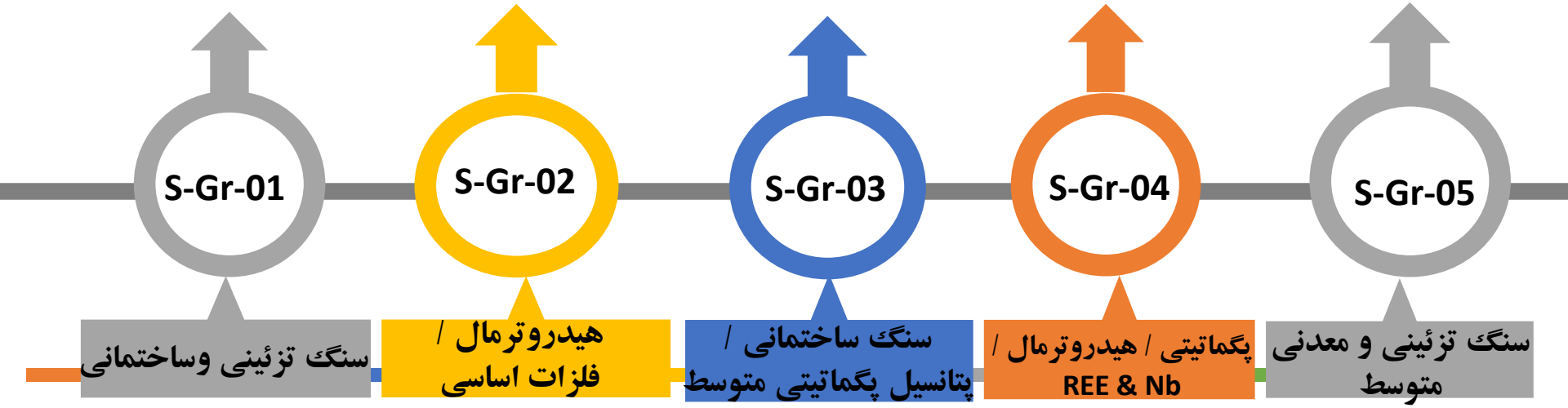
- **گرانیت‌های هندوکش در چارچوب یک سیستم اورجنیک(کوهزایی) متقارب و در ارتباط با زون سبدکشن تشکیل شده‌اند.**
- **گرانیت‌های سالنگ حاصل یک روند طولانی و تدریجی هستند و میکانیزم شکل گیری آنها به گونهٔ عمل کرده است است در ابتدا،در اثر سبدکش(یکی ازپلیت های قشر زمین به زیر پلیت دیگر فرو میرود) و در این جریان، حرارت و فشار باعث ذوب بخشی از احجار داخل زمین شده است. این مواد مذابه (مگما) به سمت بالا حرکت کرده و منبع اولیه تشکیل گرانیت‌ها تشکیل شده اند.**



پتانسیل اقتصادی و صنعتی
(Economical and Industrial Potantial)

پتانسیل اقتصای

ذخایر معدنی مرتبط به گرانیت ها	میکانیزم تشکیل	عناصر / منرال های اقتصادی
پگماتیتی	تمرکز عناصر در مذابه باقی‌مانده گرانیت	Columbite- ،Nb, Ta, Sn, Li, REE Tantalite
هایدروترمال / پورفیریVein /	جریان سیالات گرم فلزدار از گرانیت به سنگ میزبان	Au ،Ag ،Cu, Mo, W, Zn, Pb
اسکارن(Skarn)	تماس گرانیت با سنگ‌های کاربناتی	Cu, Fe, Zn, W ،گاهی Sn وMo
سنگ تزئینی / ساختمانی	استفاده مستقیم گرانیت با ترکیب مناسب	سنگ نما، کف، مرمر، سنگ ساختمانی



Content Here

You can simply impress your audience and add a unique zing

Content Here

You can simply impress your audience and add a unique zing

توان بهره دهی مناطق پتانسیلی پگماتیتی عناصر نادره و اساسی

نمونه S-Gr-04 کانستریشن 29ppm نیوبیم(Nb) و تنتالیم (Ta)

- تشکیل کمربند های پگماتیکی عناصر نادره(Ta, Nb, Sn)
- وجود اسکارن های (Cu, Zn, W)
- پتانسیل REE و عناصر کمیاب برای بهره‌برداری صنعتی

توان بهره دهی مناطق احتمالی پگماتیتی عناصر نادره و اساسی

نمونه S-Gr-01 کانستریشن 3ppm نیوبیم(Nb) و تنتالیم (Ta)

- گرانیت ها و پگماتیت‌ها دارای کانستریشن متوسط فلزات کمیاب هستند.
- برخی زون‌های ساختمانی و شکستگی فعال وجود دارد.
- حجم ذخایر معدنی محدود است و گسترش منرال ها متوسط است.

توان بهره دهی مناطق کم پتانسیل پگماتیتی عناصر کمیاب و اساسی

- گرانیت‌ها و پگماتیت‌های سالنگ کانستریشن پایین فلزات نادره
- ساختمان های جیولوجیکی مانع نفوذ سیالات هایدروترمال و یا تخریب
- کاربرد قابل توجه، سنگ تزئینی و ساختمانی
- نیاز به مطالعه مجدد و نمونه‌برداری برای تأیید.

نتایج و پیشنهادات

نتیجه گیری

- گرانیت‌های ساحه مورد تحقیق بر اساس شواهد پتروگرافیکی و دیتا جیوکیمیاوی، در محدوده گرانیت– گرانودیوریت با ماهیت فلسیک و سلسلۀ کالک الکلین قرار داشته و از نوع (I) با طبیعت میتاآلومینوس می‌باشند.
- منشأ گرانیت های سالنگ احتمالا به ذوب بخشی قشر قاره‌یی در یک سیستم تکتونیکی متقارب مرتبط بوده و نشاندهندۀ تکامل در زون فعال هندوکش است.
- تحلیل دیاگرام‌های تکتونومگماتیکی نشان می‌دهد که این گرانیت‌ها عمدتاً در محیط قوس آتشفشانی مرتبط با سبدکشن(VAG) و در ادامه در شرایط همزمان با تصادم تکامل یافته‌اند، که نشان‌دهندۀ گذار جیودینامیکی پیچیده از سبدکشن به تصادم قاره یی است.
- از نظر اقتصادی ترکیب مناسب و خصوصیات فزیکی- میخانیکی این گرانیت ها، آن‌ها را به یک منبع مهم برای صنعت سنگ‌های ساختمانی و تزئینی در بازارهای داخلی و منطقه‌یی تبدیل می کند.
- در چارچوب مودل‌های انکشاف پایدار منابع طبیعی، این ذخایر می‌توانند به‌عنوان یک گزینه اقتصادی با ریسک پایین و بازده کوتاه‌مدت (در بخش ساختمانی) و پتانسیل میان‌مدت (در عناصر نادره) مطرح شوند.

پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل‌های پتروگرافیکی، جیوکیمیاوی و تکتونومگماتیکی گرانیت‌های هندوکش (سالنگ)، پیشنهادات ذیل به‌منظور تکمیل چارچوب علمی و ارتقای سطح قطعیت نتایج ارائه می‌گردد:

- انجام انالیزهای دقیق‌تر عناصر نادره و ایزوتوپی مانند(Nd–Pb–Hf) به‌منظور تفکیک دقیق‌تر منشأ مگما (قشری در مقابل مانتل) و تعیین سهم مؤلفه‌های مختلف در روند ذوب و انکشاف مگماتیکی در گرانیت های های زون هندوکش.
- استفاده از مودل‌های ایزوتوپی برای انکشاف مسیر انکشاف تکتونو-مگماتیکی زون هندوکش و تعیین زمان‌بندی دقیق تعویض از محیط سبدکشنی به شرایط ما بعد تصادم.
- اجرای روش‌های جیوکرونولوجیکی دقیق مانند (U–Pb) بر روی زیرکون(Zr) و ارگون – ارگون(Ar–Ar) بر روی بیوتیت/مسکویت جهت تعیین زمان کرستالیزیشن، فازهای مختلف مگماتیزم و ارتباط آن با رویداد تکتونیکی منطقه.
- انجام مطالعات سیستماتیک در مقیاس نیمه‌تفصیلی تا تفصیلی به‌منظور شناسایی زون‌های پتانسیل‌دار: پگماتیتی (Nb, Ta, REE)، هایدروترمال و پرفیری (Cu, Mo, Au) و اسکارنی (W, Fe, Zn).
- انجام ارزیابی اقتصادی جامع شامل برآورد ذخایر مطابق استندردهای JORC/NI 43-101، تحلیل بازار منطقه‌یی (افغانستان، آسیای میانه و پاکستان) و بررسی زنجیره ارزش سنگ‌های ساختمانی و عناصر استراتژیک، به‌منظور تعیین قابلیت بهره‌برداری اقتصادی و جذب سرمایه‌گذاری، ضروری می‌باشد.

- پیشنهاد می‌شود کنفرانس بین‌المللی هندوکش به محوریت اکادمی علوم افغانستان و با مشارکت پوهنتون ها، مراکز تحقیقاتی و متخصصان دیاسپورای افغانستان ایجاد و به‌صورت دوره‌یی برگزار گردد تا زمینه تبادل دانش، انتقال تکنالوژی، گسترش همکاری‌های علمی و معرفی ظرفیت‌های زمین‌شناسی و معدنی کشور فراهم شود.
- پیشنهاد می‌شود اکادمی علوم افغانستان پالیسی جامع انکشاف لابراتوارهای تحقیقاتی را تدوین نموده و از طریق ایجاد همکاری‌های پایدار با لابراتوارهای معتبر داخلی، منطقه‌یی و بین‌المللی، زمینه ارتقای ظرفیت‌های تحلیلی، انتقال تکنالوژی، استندردسازی تست و اجرای تحقیقات مشترک را فراهم سازد.

مآخذ

- Abdullah, S., & Chmyriov, M. V. (1977). *Geology and mineral resources of Afghanistan*. Geological Survey of Afghanistan.
- Blaise, J., et al. (1993). Devonian fossil assemblages from the Hindu Kush region, Afghanistan.
- Boulin, J. (1971). Remarks on the structure of the Hindu Kush based on the Salang cross-section.
- Boulin, J. (1988). Hercynian and Cimmerian tectonic events in Afghanistan.
- Boulin, J. (1991). Structures of Southwest Asia and evolution of the eastern Tethys.
- Boulin, J., & Bouyx, E. (1977). Pre-Indian sutures and the tectonic structure of Afghanistan.
- Bouyx, E., & Collomb, P. (1985). Blue amphibole-bearing crystalline schists from Kaspan, Afghanistan.
- Cox, K. G., Bell, J. D., & Pankhurst, R. J. (1979). *The interpretation of igneous rocks*. George Allen & Unwin.
- Debon, F., et al. (1987). Major intrusive phases in Afghanistan.

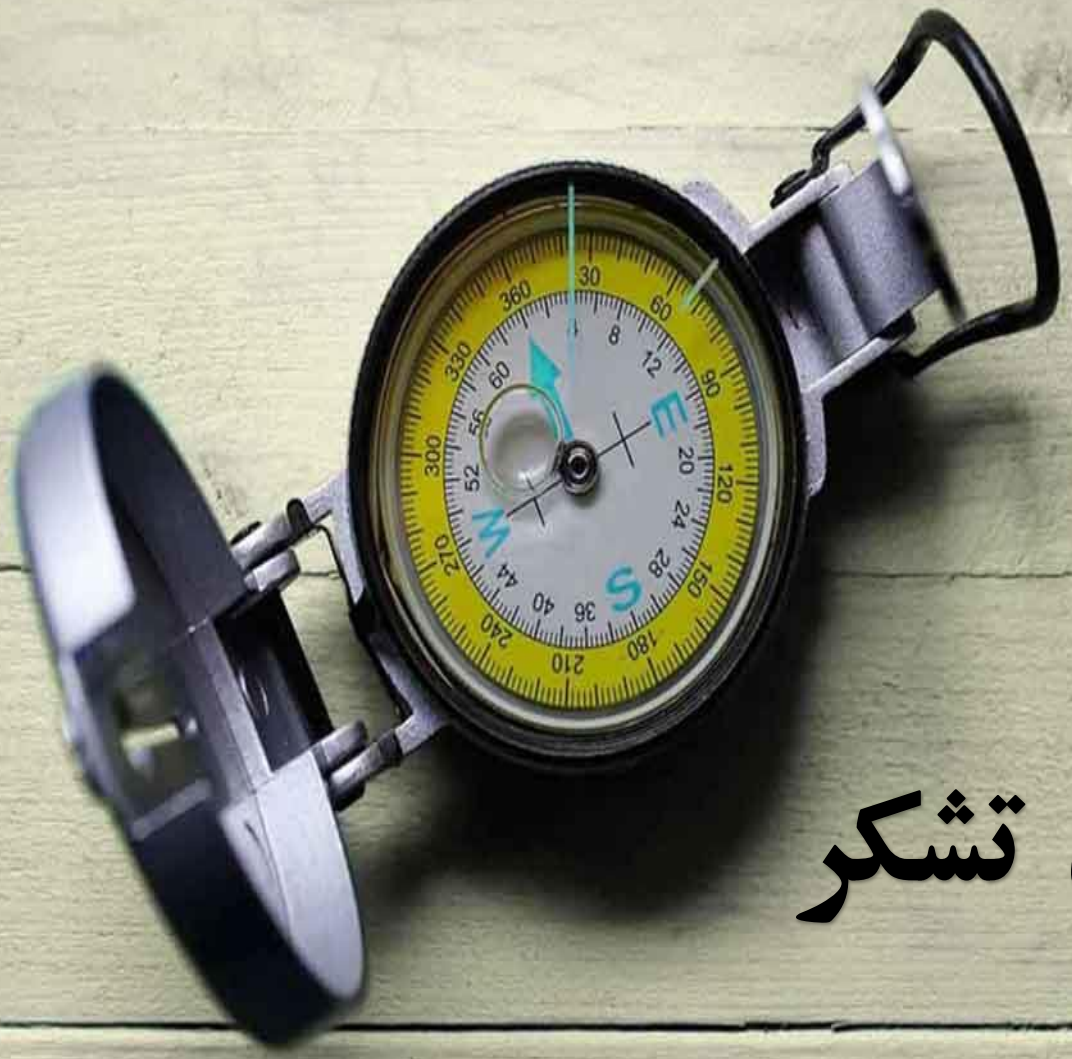
- De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., & Marchal, M. (1980). A classification of volcanic and plutonic rocks using R1–R2 diagrams. *Chemical Geology, 29*, 183–210.
- De La Roche, H. (1994). Normative Ab–An–Or classification of granitoid rocks.
- Faryad, S. W., et al. (2013). Magmatism and metamorphism related to terrane accretion in the southern Hindu Kush. *Journal of Asian Earth Sciences*.
- Gansser, A. (1964). *Geology of the Himalayas*. Interscience Publishers.
- Harris, N. B. W., Pearce, J. A., & Tindle, A. G. (1986). Geochemical characteristics of tectonic environments and granite discrimination diagrams.
- Hildebrand, R. S., & Whalen, J. B. (2017). Arc and collisional granitoids: Implications for tectonic setting. *Lithos*.
- Hildebrand, R. S., & Whalen, J. B. (2019). Granite petrogenesis and tectonic discrimination revisited. *Geoscience Canada*.
- Khain, E. V., et al. (1975). Structure and evolution of the Afghan–Pamir segment of the Eurasian Alpine Fold Belt.
- Lee, C. T. A., et al. (2012). Geochemical constraints on continental arc magmatism and crustal evolution.

- Mennessier, G. (1972). Geological investigations in Afghanistan.
- Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews, 37*(3–4), 215–224.
- Mo, X. X., et al. (2007). Tectonic evolution and granitoid magmatism in continental collision zones.
- Müller, D., & Groves, D. I. (1992). *Potassic igneous rocks and associated gold-copper mineralization*. Springer.
- Pearce, J. A., Harris, N. B. W., & Tindle, A. G. (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology, 25*(4), 956–983.
- Piccoli, P. M., & Maniar, P. D. (1989). Tectonic discrimination of granitoids.
- Rahmani, M., et al. (2024). Identification of granitic complexes in northwestern Parwan using ASTER and Sentinel-2B/MSI data.
- Ratschbacher, L., et al. (2026). The Paleo-Tethys suture belt in the Hindu Kush–Pamir region of Afghanistan.

- Stöcklin, J. (1977). Structural correlation of Alpine belts between Iran and Central Asia.
- Wallbrecher, E. (1974). Geology of the southern Hindu Kush between the Salang and Parwan rivers, Afghanistan.
- Whalen, J. B., & Hildebrand, R. S. (2019). Tectonic discrimination and petrogenesis of granitoids.

- Chappell, B. W., & White, A. J. R. (1974). Two contrasting granite types. *Pacific Geology, 8*, 173–174.
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J., & Frost, C. D. (2001). A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology, 42*(11), 2033–2048.
- Maniar, P. D., & Piccoli, P. M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin, 101*(5), 635–643.
- Pearce, J. A. (1996). Sources and settings of granitic rocks. *Episodes, 19*(4), 120–125.
- Pitcher, W. S. (1993). *The nature and origin of granite*. Blackie Academic & Professional.
- Debon, F., Le Fort, P., Sheppard, S. M. F., & Sonet, J. (1983). Chemical-mineralogical typology and geodynamic significance of the Hindu Kush–Badakhshan plutonic belt.

- Wilson, M. (1989). *Igneous petrogenesis: A global tectonic approach*. Unwin Hyman.
- Whalen, J. B., Currie, K. L., & Chappell, B. W. (1987). A-type granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology, 95*(4), 407–419.
- Brown, M. (2007). Crustal melting and melt extraction, ascent and emplacement in orogens. *Earth-Science Reviews, 84*(3–4), 83–130.
- Rollinson, H. (1993). *Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation*. Longman Scientific & Technical.
- Sylvester, P. J. (1998). Post-collisional strongly peraluminous granites. *Lithos, 45*(1–4), 29–44.
- Winter, J. D. (2010). *Principles of igneous and metamorphic petrology* (2nd ed.). Pearson Education.



Get a modern PowerPoint Presentation that is beautifully designed. Easy to change colors, photos and Text.

از توجه تان تشکر