

## CORONA TEXTURES و کاربردشان در تعیین شرایط فیزیکو شیمیائی کرونا

### حاکم بر محیط تشکیل آنها

دکتر صدرالدین امینی

گروه زمین‌شناسی - دانشکده علوم - دانشگاه تربیت معلم تهران

و پیوسته تحتانی بوسیله مآگماهی بازالتی آکالان در جزایر اقیانوسی (اقیانوس اطلس) به سطح آورده شده است. باقتهای کرونا یا تاجوار عبارت از باقتهای خاصی هستند که در نتیجه واکنشهای شیمیائی متقابل بین فازهای چامد درگیر و یا چامد و مایع در تحت شرایط چامد و یا نیمه چامد در اثر تغییر شرایط فیزیکی (حرارت و فشار) یا فیزیکو شیمیائی محیط تشکیل در طی زمانی طولانی و با تخریب تدریجی بوجود می‌آیند و دارای تنوع بسیار زیاد و غالباً یچیده می‌باشند. با توجه به ساختمان و بافت خاص موجود در این کرونها و واکنشهایی که منجر به تشکیل آنها شده است می‌توان نتایج جالبی از سرگذشت آنها در میانی که تا سطح زمین طی کرده اند بدست آورده. به عبارت دیگر کرونها دارای ویژگیهای باقتهای خاصی هستند که همچون آنها می‌توانند انجام واکنشهای شیمیائی و نیز شرایط ترمودینامیکی حاکم بر محیط تشکیل خود را در مسیر عبور از عمق تا سطح، منعکس کنند.

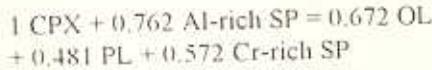
کروناهای مورد مطالعه در این مقاله یا دارای هسته‌ای از اولبیون غنی از منیزیم Forsteritic هستند و یا بخش مرکزی آنها از اسپینل های غنی از الومینیوم تشکیل شده است. در هر دو حالت تغییرات فیزیکو شیمیائی حاکم بر محیط تشکیل آنها در جهت ناپایداری این دو فاز پیش رفته است و با توجه به انجام واکنشهای انجام شده بین

های باقتهای کرونا براساس تجزیه شیمیائی نقطه‌ای به طبقه B.S.E.I و تهیه نقشه‌های توزیع عنصرها بکهای قابل العجاء با مستگاه الکترون میکروپرایپ بر وجوده سوره بررسی. حدمی زده می‌شود که بین مستریتی و پلازموکلارهای آنورتیتی واکنشی عمیق حاصل آن تشکیل فازهای جدید از جمله پیروکسن و ترا باقتهای کرونا می‌باشد. بهر حال، یک امکان برای کرونها واکنشهای انجام یافته در شرایط نیز چامد (۸) میان فازهای درگیر موجود است. این سوره تغییر و فشار با تخریب مستمر و در طی یک دوره زمانی امکان دیگر برای تشکیل باقتهای کرونا می‌نماید. امکان دیگر برای تاخیری به تله افتاده در مآگماتی با فازهای چامد قبلی باشد، واکنشی که در چیزی معمول و عادی است.

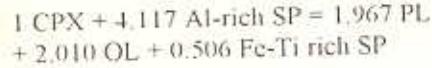
این مقاله مطالعه باقتهای کرونا Corona textures لیتیهای اولترامافیک و مانیکی است که از ماتو فوقانی

فازهای مختلف می‌توان شرایط ترمودینامیکی حاکم بر محیط تشکیل کروناها را پیش بینی نمود، که این شرایط می‌تواند به کل سیگ در برگیرنده نیز تعمیم یابد، به عبارت دیگر وجود کروناهای مختلف می‌تواند به عنوان شاخصهای عمل نماید که حداقل و حداقل شرایط فشار و حرارت و نیز تغییرات شیمیائی حاکم بر محیط تشکیل آنها را قابل پیش بینی می‌نماید.

واکنشهای انجام شده در این نوع کروناها که با مشاهدات مستقیم و نیز شرایط ترمودینامیکی قابل انطباق است عبارتست از (کرونای شماره ۱) \*



(کرونای شماره ۲)



ضرایب واکنش با استفاده از متدهای Gaussian که بوسیله پاول ۱۹۷۸ R.Powell بکار برده شده است محاسبه گردیده است.

### بحث :

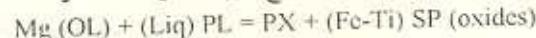
بعضی از فازهای کائی موجود در درون زینولیتهای اولترامافیک و ساییک می‌توانند با مایعهای ماسیبی کومولوس تاخری SS (Postcumulus) یا شیشه‌های بین بافتی واکنشهای از نوع (Sub - Solidus) را نشان دهند. بنظر می‌رسد که واکنشهای انجام شده میان فازهای درگیر باید زمانی قبل از مرحله توقف ناگهانی حرارت (Quenching) به پایان رسیده باشد. گاهی اوقات این مجموعه‌ها آثار و نشانه‌هایی از نوع ذوب بخشی زینولیتها بهمراه دارد.

مسئله مهم در مورد کروناها یا بافت‌های کرونا (Corona Textures) این است که آنها قادرند آثار و نشانه‌های حاصله از

پلائزبورکلز = PL، اوپیوین = OL، اسپینل = SP، کلینو پیروکسین = PX اوپیوین غنی از میزبروم = Mg (OL)، پیروکسن = PX، مایع = Liq، اسپینل غنی از گرم = Cr - rich SP، اسپینل غنی از آهن و تیتانیم = Fe-Ti SP، اسپینل غنی از AI - rich SP = AI - rich SP = Spinel

فازهای قدیمی یا اولیه با هم‌دیگر و یا با مایع بین بافتی ماسیبی منجر به تشکیل کروناها گردیده است.

در زینولیتهای نوع گابرولی (یافت شده در جزیره سائو میگل (Sao Miguel) پنجه می‌رسد که تغیرات شرایط ترمودینامیکی بعضی باعث ذوب بخشی قسمتهایی از زینولیتها گردیده که شرایط را برای تشکیل کروناها تسهیل نموده است. اولیوین در شرایط جدید نایابدارترین فاز بوده و لذا با پلائزبورکلزها و مایعهای ماسیبی بین بافتی و یا حاصل از ذوب مواد بین بافتی Interstitial material (Scoria) دچار واکنش و تبادل یونی شده که نهایتاً انجام این واکنشها منجر به تشکیل بافت و ساخت کروناهای موجود گردیده است. واکنش انجام شده در این نوع کرونا عبارت است از:



این نوع کروناها که مربوط به زینولیتهای نوع گابرولی می‌باشد مربوط به اعماق کم بوده برای تشکیل آنها فشار ۹۵ - ۸ کیلوبار و حرارت ۱۱۶۰°C - ۸۵۰°C محاسبه شده است.

نوع دیگر کرونا که مربوط به شرایط ترمودینامیکی قوی تری است دارای مرکزیت یا هسته اسپینل غنی از آلمینیوم می‌باشد و در زینولیتهای اولترامافیک نوع ورلایت و دونایت Wehrlite، Dunite یافت شده است. در این نوع زینولیتها شرایط برای پایداری اسپینلهای غنی از آلمینیوم مناسب نبوده و نهایتاً منجر به ایجاد واکنشهای از نوع محلول جامد Solid - solution و تحت جامد Sub - solidus بین اسپینل غنی از آلمینیوم از یک طرف و فازهای اطراف آن (پیروکسینها و احتمالاً مایعهای ماسیبی بین بافتی) از طرف دیگر و انجام واکنشهای در جهت تشکیل کروناها گردیده است.

مطالعات انجام شده با الکترون میکروسکوپ (Electron Micro - Probe) نجزیه شیمیائی نقطه به نقطه فازهای مربوطه، تصویرهای گرفته شده بطریقه B.S.I (Back Scattering Image) کروناها را قادر ساخته است تا کلیه جزئیات واکنشهای را که منجر به تشکیل چنین ساخت و بافت‌هایی شده است بازشناسی کیمی محجتبین با استفاده از کارهای تجربی دیگران بر روی شرایط پایداری

$$\ln K_D = \ln [(X_{\text{Ulv}} \cdot X_{\text{hem}}) / (X_{\text{mt}} \cdot X_{\text{ilm}})] = -8155/T + 4.59$$

معادله ۲

$$\ln a_{O_2} = \ln [(X_{\text{mt}})^2 (X_{\text{ilm}})^6 / (X_{\text{Ulv}} \cdot X_{\text{hem}})^{10.702}] - 4.94$$

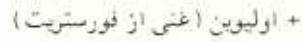
همچنین با استفاده از معادله ۲ اکسیرن فیوگاسیتی بر مبنای  $\log a_{O_2}$  برابر با ۱۳ محاسبه شده است. با توجه به وجود فاز آمفیول نوع کرسوتایت (Kaersutite) در این زیولیت و با استفاده از روش پیشنهادی (Hammarstrom & Zen, 1986) درجات حرارت و فشار  $920^{\circ}\text{C}$  و بیش از  $7\text{ kb}$  کیلوبار (فشار) را می‌توان محاسبه نمود. با توجه به کلیه عوامل و فاکتورها و درجات حرارت و فشاری که در فوق بدان اشاره شد پذیرش فشارهای زیر  $10\text{ کیلو بار}$  یعنی  $9/5 - 8$  و حرارت‌های  $1120^{\circ}\text{C} - 850^{\circ}\text{C}$  را برای تشکیل این گونه ساخت و باقهای کرونا می‌توان پذیرفت. این فشارها از نظر عمق معادل با اعمق  $20$  تا  $30$  کیلومتری زمین می‌باشد که با توجه به وضعیت ساختمانی جزیره سانویگل (Miguel San) می‌تواند بالاترین قسمتهای مانتو نوکانی باشد.

شروع یک چنین واکنشهایی می‌تواند از اعمق پیشتر شروع و تا اعمق کمتر ادامه داشته باشد و هر چند وقت یک بار واکنشهای مناسب در جهت تشکیل پایدارترین فازهای ممکن ادامه خواهد یافت. ولی در زمانی مناسب بر اثر خروج سریع مagma و اتفاق پدیده توقف یکباره واکنشها (Quenching) از ادامه و تکمیل واکنشها در بعضی قسمتها چلوگیری بعمل آمده است که نتیجه آن تشکیل یافته و ساخت کرونا است. اینگونه باقها می‌تواند بر اثر کاهش فشار و ایجاد نوعی ذوب بخشی در شرایطی که محیط جدید برای فازهای پایدار قبلی مخصوصاً اولیوین پیشتر از این قابل تحمل بیووه اتفاق بیفتد. آنچه مسلم است در نمونه های زیولیت با ترکیب گابرونی فازهای اولیوین غنی از منیزیم و اسپینلهای غنی از Mg, Al, Cr بشدت نایدار بوده و تاچارا با انجام واکنشهای مناسب در تحت شرایط Sub-Solidus تشکیل یافته است. و نهایتاً منجر به تشکیل باقهای مداخل و کرونا گردیده است.

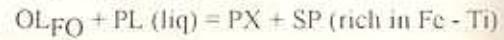
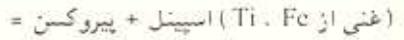
<sup>۲</sup>- mt = magnetite, hem = haematite, Ulv = Ulvospinel, ilm = ilmenite,  $a_{O_2}$  = Oxygen activity.

تغییرات فیزیکو شیمیایی محیط تشکیلشان را در خود محفوظ گهیدارند. مخصوصاً که این آثار و نشانه ها غالباً در اشکال و نرمهای قابل رویت و قابل نقشه برداری الکترونی (Digimapping) حفظ مانده اند. یعنی اینکه فازهای موجود در محیط غالباً برای مقابله با تغییرات فیزیکو شیمیایی محیط جدید در جهت تشکیل پایدارترین فازها و فرمهای لازم درگیر واکنشهای مناسب با تغییرات گردیده و بر اثر انجام فرآیند اطفا، سریع (Quenching) اشکال و برهایی با بافت کرونا بر جای می‌گذارند. شکل (۱۱).

بدین ترتیب زمانیکه شرایط لازم برای پایداری اولیوینهای نورستریتی (Forsteritic Olivines) نبوده، آنها با بلازیوکلازهای اطراف و مجاور و یا مابع بین باقی (با ترکیب مشابه) وارد واکنش شده و برطبق معادله



(یا مابع مشابه بلازیوکلازان) پلазیوکلازان غنی از



محروم به تشکیل یافته و ساخت کرونا و مخصوصاً تشکیل فازهای حدید پایدار یعنی پیروکسنها و اسپینلهای غنی از Fe-Ti شده است. این بافت نوعی رشد مداخله ای (Symplectic Texture) یا مجموعه فازهای درگیر را نشان می‌دهد (شکل ۱۱). نایل عیسی و شوادل نیزیکی و شیمیایی موباید این واقعیت است که واکنش بشکل مذکور اتفاق افتاده است.

محاسبات زمین گرماسنجی و زمین فشارسنجی Geothermometry & Geobarometry براساس اکسیدهای آهن و مسیوم خار با اسپینلهای همراه و همزیست با استفاده از روش بوسکون - لیندلی و مخصوصاً پاول و پاول & Powell (1977) انجام گرفته است. از دو معادله زیر قادر به حساب درجات حرارتی بین  $850^{\circ}\text{C} - 1120^{\circ}\text{C}$  درجه برای اینگونه زیولیتها و درجه حرارت متوسط  $852^{\circ}\text{C}$  برای این نمونه و نمونه

مشابه آن گردیده ایم

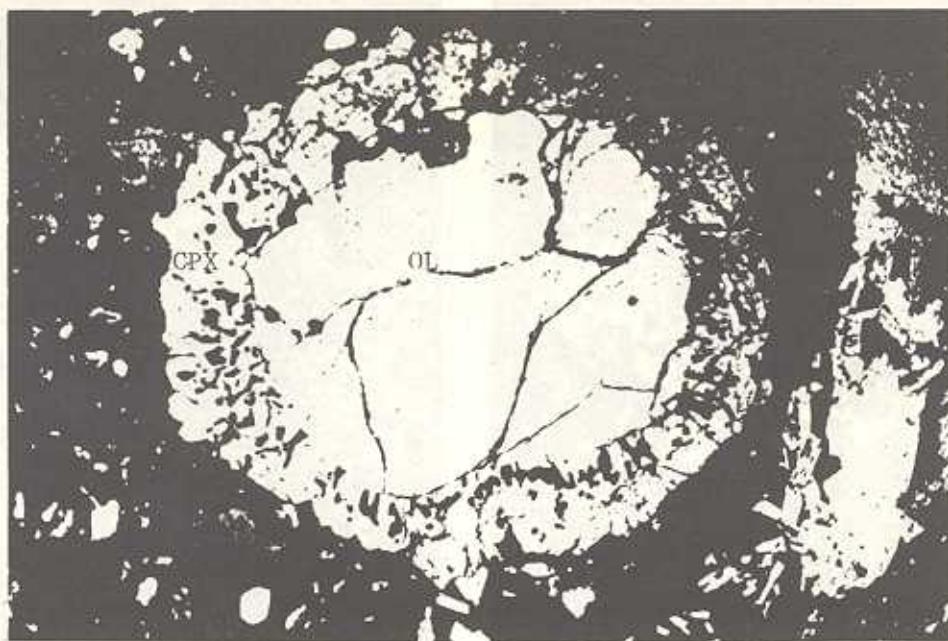
معادله ۱:



بطالعه آنها در حد درشتتمایی های زیاد و ا حد استثناء، از الکترون میکروپراب خواهد ب در نوع اول به علت وجود آب (عام پایین آمدن درجه ذوب و انجام ذوب بخ نمی توان خدیده گرفت در حالیکه در نوع وجود کاتیوهای هیدروکسیل نار وجود ندارد ذوب بخشی و دحالت آن در تشکیل باقتهای این نمونه ها علیرغم درجه حرارت بالاتر و که تشکیل کرونا فقط از طریق واکنش  $\text{Al}_2\text{O}_3$  بونها از طریق انتشار (Diffusion) و از در گرفته است. این موضوع بنابر دلایل قابل مشاهی شیمیایی نقاط مختلف فازهای درگیر در آنها بر روی نمونه ها و نیز نقشه های ته عاصر مختلف در فازهای موجود در با بخوبی قابل اثبات است (شکل های ۲ و ۳) تبادل کاتیونها چه در طریقی و یا سه ظرفه تمرکز هر یک در باخشهای مختلف کروناها است. این جاوشی ائمی با توجه به میزان تشکیل اسپینلهای غنی از کرم از اسپینلهای و اکنش انجام شده میان اسپینلهای اولیه غنی مرسوط به مراحل تاخیری بعد از کومولوس عدسمی ماندهای با جیب ها و پاکتهای مانگ صریبوط به فازهای کومولوس به تله است. از طریق درز و شکستگی های موجود در اوا جامد از میان فاز جامد بروش انتشار (ii) است. بهترین حالت جاوشی ائمی در استثنای از یکطرف و بین  $\text{Mg}^{2+}$  و  $\text{Fe}^{3+}$  از سایر کاتیونها یعنی  $\text{Fe}^{3+}$ ،  $\text{Ti}^{4+}$  و  $\text{Al}^{3+}$

- نوع دوم از ساختهای کرونا مربوط به زینولیتهای یافت شده از انواع اولترامافیک و اختصاصاً دونایت و وزلات (Wehrlite) Dunite) هستند. تشکیل این نوع ساختهای کرونا چه از نظر شرایط فشار و حرارت و نتیجتاً عمق تشکیل و چه از نظر نوع واکنش و مقیاس انجام آن با نوع اول یعنی نمونه های گابرونی متفاوت است. در نمونه های اخیر یعنی اولترامافیکها، فازهای اصلی تشکیل دهنده عبارتند از اولیوین، کلینوپیروکسن همراه با تیمه های اورتیپیروکسن و کرم اسپینل هم بصورت تیمه هایی در داخل کلینوپیروکسنهای ایشتر از نوع کرم دیویسیدا و هم بصورت بلورهای تمام شکل در داخل مخصوصاً اولیوینها است. در نمونه های قبلی، فاز نایپایدار اصلی بلورهای اسپینل غنی از  $\text{Al}$  است که در آثر واکنش از نوع Solidus - Sub با فازهای اطراف خود مخصوصاً کلینوپیروکسن (کرم دیویسیدا و احتمالاً فاز سیلیکاته دیگری مرسوط به مرحله تاخیری فازهای کومولوس (Cumulus) Post به ترکیب پیروکسن وارد واکنش شده و تبادل یون نموده است. فلدسپات پلازیوکلаз در هیچ مقیاس و میزان قابل ذکری در این نمونه ها موجود نیست. مگر در داخل همین باقتهای کرونا که مطمئناً بر آثر انجام واکنش میان فازهای مختلف مذکور حاصل شده است و نسبت به فازهای کومولوس و اولیه کاملاً تاخیری و ثانوی است. ولذاست که لحظ بصورت فاز حاصل از واکنش فازهای اولیه با همیگر و احتمالاً با مایهای بین بانی احتمالی تشکیل باقتهای متدخل از نوع Symplectitic Textures و نتیجتاً (Corona Textures) ساخت کرونا را می چند. که مجموعه ای از فازهای اولیوین پیروکسن و اسپینل خواهد بود. (شکل ۲).

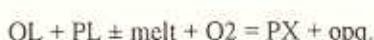
از نظر اندازه نیز این کروناها با کروناهای قبلی تفاوت دارند. به عبارت دیگر اندازه کروناهای قبلی در حد درشتی و بزرگی دانه های اولیوین یعنی ۲ - ۵  $\text{mm}$  است در حالیکه کروناهای دسته دوم در حد و اندازه اسپینلهای یعنی ۱۲۰ - ۵۰ میکرون خواهد بود و لذا

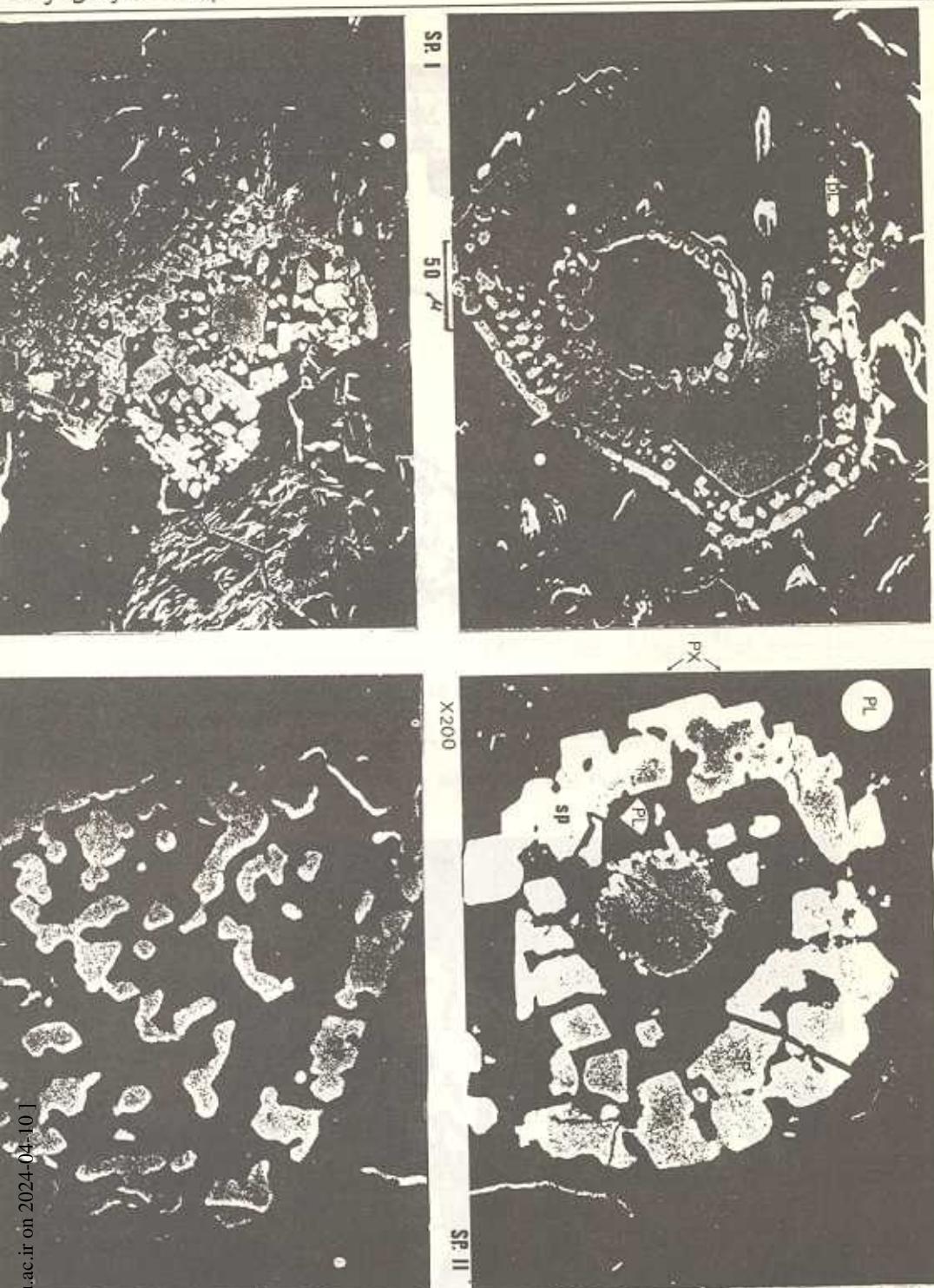


شکل شماره ۱ a : نمایش بافت کرونا در کرسوتیت - پیروکسن - پلازیوکلاز - اسپینل - اولیوین - گابر و نوریت زینولیت شماره ۴۳۹۶ از جزیره سان میگل ناحیه پونتا د فراریا (Sao Miguel ; Ponta de Ferraria). بطوریکه مشاهده می شود تا پایداری اولیوین بسبب انجام واکنش میان آن و پلازیوکلازهای اطراف و یا مایع بین باقی مشابه التركیب در جهت تشکیل پیروکسن و اکسیدهای غنی از آهن و تیتانیوم و نهایتاً بافت کرونا گردیده است. هسته اولیوین بوسیله رشد متداخل و Symplectic سایر فازها نگین وار در بر گرفته شده است.



شکل ۱.b : قسمتی از بافت کرونای بالا با بزرگنمایی بیشتر  $\times 200$  در نور پلاریزه.  
مشاهدات فیزیکی و شیمیائی نشان می دهند که واکنش زیر به احتمال زیاد انجام پذیرفته است.





شکل ۲: I-IV-I : تصاویر نشاندهنده الکوها و طرحهای مختلفی از بافت‌های کرونا و دلیستی ۴۹۳۷ مایدیر وجوددارد. توجه داشته که مجموعه‌های I-IV-I مر آخل مختلف پیشنهاد شده اند. این اثاث از آب ۷۰ در انداختن می‌دهند. تصاویر بطریقه Scattering Image (BSI) مختصات سبب شده تغییرات کتابشیابی در اسپینل‌ها است. سعی شده است تا حد امکان مختصات روی هر چهل تا مگذاری مشخص کردد.

عناصر مرسوط در بخش‌های مختلف کرونا تابع میزان جانشینی کاتیونهای مربوط در هر مروره بوده است. با توجه به نحوه توزیع عناصر در بخش‌های مختلف کرونا می‌توان نتیجه گرفت که اسپینلهای غنی از  $\text{Al}^{3+}$  دارای پایداری بیشتری در مقابل حرارت و فشار نسبت به اسپینلهای غنی از کرم است. بدین ترتیب به هنگام کاهش فشار و حرارت کاتیونهای  $\text{Al}^{3+}$  در ترکیب اسپینل جای خود را به کاتیونهای  $\text{Cr}^{3+}$  داده، خود بخشا در جهت تشکیل پلازنیوکلاز (PL) (Ringwood et al.) وارد عمل می‌شوند، با توجه به کارهای تجربی (Ringwood et al.) رینگورده و همکاران امکان پایداری فلذ‌سپانهای پلازنیوکلاز از اعمق منطبق بر فشار بیش از ۱۰ کیلوبار یعنی حدوداً ۳۰ کیلومتر بیشتر نیست و لذا شروع این واکنش باید در چین اعماقی باشد. شروع و خاتمه اینگونه واکنش‌ها و تشکیل ساختهای کرونا بستگی به شرایطی چند دارد که در صورت وجود شرایط ایده‌آل دامنه گسترش ساخت کرونا می‌تواند به همه قسمتهای آن ادامه باید یعنی اینکه کلیه فازهای پایدار قبلی که در شرایط جدید ناپایدارند با یکدیگر و با مایع بین باقی و یا حتی ماغماهای میزان وارد واکنش شده در جهت تشکیل فازهای پایدار جدید پیشرفت خواهد نمود.

- تتابع حاصله از زوتوموستری و زنوسارومتری پر رزوی زنوبولیتهای حاوی این باقیهای مخصوص کرونا براساس روش اویلیون - اسپینل حرارت سنجی که توسط روئدر و همکاران ۱۹۷۹ (Roeder et al.) پیشنهاد شده، درجات حرارتی  $1126^{\circ}\text{C}$  -  $1250^{\circ}\text{C}$  (بطور متوسط  $1220^{\circ}\text{C}$ ) برای تشکیل این فازهای حساب شده است. این بدان معنی است که حرارت تشکیل اسپینلهای غنی از  $\text{Al}$  باید در حرارتی حتی بالاتر از  $1250^{\circ}\text{C}$  اتفاق افتد، چه آنچه که هم اکنون بررسی ها بر مبنای آن انجام می‌شود در واقع شرایط قبلی بسیاری را پشت سر گذاشته و این تتابع در واقع منعکس کنده آخرين شرایط تحمل شده از سوی ترکیبات موجوده است. این مسئله می‌تواند یدلیل تبدلات یونی گاه محدودی باشد که در بخش‌های کم عمر تر لیتوسفر احتمالاً اتفاق افتد است.

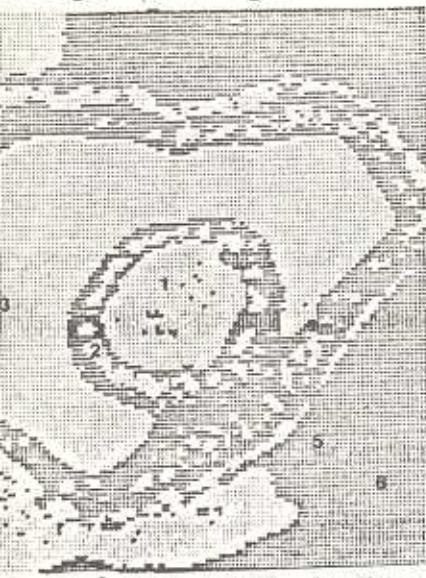
اشت و کمبودهای ناشی از تبادل کاتیونی میان فازهای اصلی  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Cr}, \text{Al})$  را جبران می‌کرده اند. در کرونا انتخاب شده برای بررسی که کروی شکل است انجام واکنش احتمالاً از طریق تماس مستقیم با کلینوپیروکسن شماره ۲ CPX (که خود این کلینوپیروکسن محتوى تیله هایی از اورتپیروکسن OPX و نیز اسپینل می‌باشد) یا با مایع بین باقی با همین ترکیب در دو جهیه یعنی هم از خارج اسپینل و هم از درون آن انجام شده است و نهایتاً مجرر به تشکیل بافت و ساخت کرونا نی مطابقت شکل ۲ شده است. که از لایه‌های نسبتاً متعدد مرکزی با بخش مرکزی محو شده، (احتمالاً هنگام تهیه مقطع قسمت مرکزی آن حذف شده، است) که تقریباً شبیه به تقسیمات داخلی زمین است گردیده است. بخش‌های مختلف این بافت پتریت از داخل به خارج شرح زیر است:

- ۱- هسته یا مغزه که از بین رقته است. به ضخامت تقریباً ۲۰ میکرون و ترکیب اولیه اسپینل غنی از  $\text{Al}$ .
  - ۲- پوشش داخلی Inner Shell به ضخامت ۲۰ میکرون و ترکیب اولیه اسپینل غنی از  $\text{Al}$  و ترکیب فعلی غنی از  $\text{Cr}$ .
  - ۳- پوشش میانی Middle Shell به ضخامت ۶۰ میکرون و ترکیب اولیه غنی از  $\text{Al}$  و ترکیب فعلی غنی از  $\text{Cr}$ .
  - ۴- پوشش خارجی Outer Shell به ضخامت ۲۰ میکرون با ترکیب اولیه غنی از  $\text{Al}$  و ترکیب فعلی غنی از  $\text{Cr}$ .
  - ۵- حاشیه Rim به ضخامت ۲۰ میکرون و واکنش انجام شده در کرونا فعلی که مجرر به تشکیل بافت موجود شده بشرح زیر است:
- $$\text{CPX} + \text{Al-rich Sp} = \text{Cr-rich Sp} + \text{OL} + \text{PL}$$
- $$= \text{اسپینل غنی از } \text{Al} + \text{کلینوپیروکسن} (\text{کره دیوبوسید})$$
- $$= \text{پلازنیوکلاز} + \text{اویلیون} + \text{اسپینل غنی از } \text{Cr}$$
- تفصیرات و ترکیب کائی شناسی فازهای درگیر در واکنش‌های فوق در جدول شماره یک ت Shan داده شده است که با توجه به همه شواهد موجود بدون هیچ تردیدی واکنش تبدیل اسپینلهای غنی از  $\text{Al}$  به اسپینلهای غنی از کرم  $\text{Cr}$  انجام شده است و دامنه تغییرات

نقشه توزیع کسوم در کرم اسپینل ۱

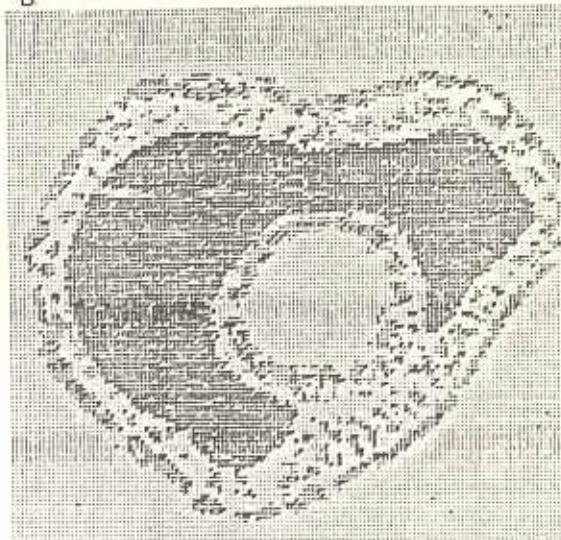


نقشه توزیع Si در کرم اسپینل ۱ شماره ۴۹۳۷



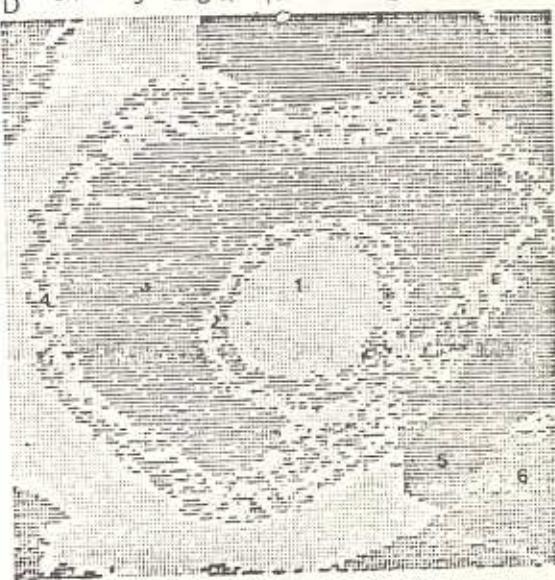
نقشه توزیع AI منهای Ca برای کرم اسپینل ۱ نمونه ۴۹۳۷

B



نقشه توزیع Mg در کرم اسپینل ۱ نمونه ۴۹۳۷

D



شکل ۳ a-d: نمایش دیزیمهانی برای کرونای شماره ۲ از زینولیت فوق مافیک ورلینی ۴۹۳۷ مادیرا، که در آن ترتیب [تو فقط برای فار اسپینل)، Si (برای فازهای سیلیکات، Mg (برای کلبه فازهای مورد بحث) نشان داده شده است. توجه داشته باشید فازهای مختلف بر روی آن انجام شده بوسیله دوایر توپر مشخص شده است. نقاطی که در آن ترتیب تو

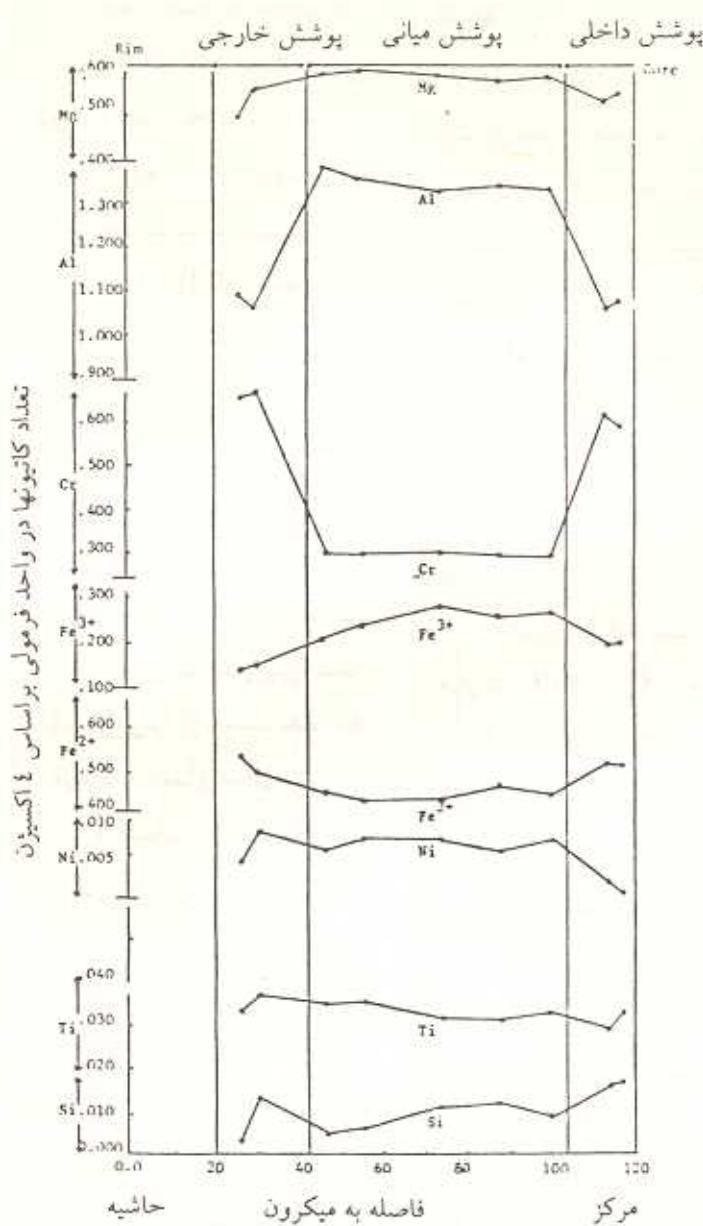
۱- هسته (بخش مرکزی که خالی است و ترکیبی نامعلوم است) ۲- حلقه داخلی: a= اسپینل غنی از Cr، b= پلازیوکلار

۳- بخش ضخیم و حجمی میانی (mantle)= اسپینل نسبتاً غنی از Al و فقیر از Cr

۴- قشر خارجی (حلقه خارجی تر) شامل: a'= اسپینل غنی از Cr، b'= پلازیوکلار، c'= آثار اولیوین و پیروکسن

۵- حلقه اولیوین ۶- حلقه کلینو پیروکسن (کلینو پیروکسن، اورتپیروکسن، اسپینل اکسلوشن) دیزیمهانها

الکترون میکروپرتاب تهیه شده است. درشتمنانی ×۶۰۰



شکل ۴: نمایش ترتیب توزیع عناصر و روند تغییراتشان از مرکز به حاشیه مطابق نقاطی که بر روی شکل ۳ مشخص شده است. این نقاط مربوط به کروتونای شماره ۲ از زینولیت اولترامافیک ورلپتی شماره ۴۹۳۷ می باشد که از جزیره مادیرا برداشت شده است. به انطباق عالی (منفی) میان تمرکز مقادیر  $Al^{3+}$  و  $Cr^{3+}$  که شانده‌نده جانشینی کامل این کاتیونها در ترکیب بخشهاي مختلف اسپینل در مجموعه می باشد توجه کنید. روند کلی تغییرات برای کاتیونها و فقط برای اسپینل نشانده شده است. با توجه بیشتر به نمودار درخواهیم یافت که نحوه انطباق ثابت یا منفی کاتیونها مخصوصاً بر روی جفت کاتیونهای  $Cr^{3+} + Fe^{2+}$  در مقابل  $Al^{3+} + Mg^{2+}$  نسبت به بقیه کاتیونها مشخص تر است. مجموعه این تغییرات با شرایط فیزیکو شیمیائی حاکم بر محیط تشکیل کروناستگی دارد.

## نتیجه :

- ۱- بانتهاي کرونا بر اثر ناپايداري بعضی از فازهای اوليون غنی از منزیزم و اسپینلهاي غنی از Al و نتیجه کاهش فشار و حرارت و کلا تغییر شرایط نیزیک زینولیتها بر اثر انجام واکنش با فازهای ناپايدار مجاور مایههای بین باقی مربوط به کومولوس تا خیری *amulius* حتی ماقمای میزان از طرق تماس مستقیم، نفوذ، و انتقال - *Sub - Solidus*.
- ۲- بانتهاي کرونا در زینولیتهاي گابرونوريتي کره هسته و مرکيز اوليون و در مقیاس ۵ - ۳ میلیم مطابق معادله  $PX + SP = OL + Liq$  باشد.
- ۳- شرایط تشکیل بانتهاي کرونا در زینولیتهاي گاه حرارت  $C$   $1120^{\circ}C$  تا  $850^{\circ}C$  و فشار کمتر از ۹ کیلوبار.
- ۴- کروناهاي موجود در زینولیتهاي اولترامافیك ناپايدار اسپینل غنی از  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  و  $Ti^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$  و سپس غنی از  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  به اين تغیير تدریجی کاپیوتها از  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  همانگ با جهت سپس به  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  همانگ با جهت که حرارت و فعالیت پيشتر یون اکسیژن ( $O_{2-}$ ) می باشد.
- ۵- تابع زنوترمومتری و زنوبارومتری عمر تشکیل اسپینلها و پیروکستهای اولیه را اعمان منطبق بر فشار  $10kb$  و تا  $20kb$  تعیین می کند. حرارت تشکیل از  $1350^{\circ}C$  مانگدانی بوده تا  $1350^{\circ}C$  می رسد یعنی مانتو یا جنگل.
- ۶- تشکیل بانتهاي کرونا در اين زینولیتها در *Sub - Solidus* و اعمان منطبق بر فشارهای کمتر از  $10kb$  می باشد. و حرارت تشکیل آنها نیز تابع شرایط این

- وجود کلینوپیروکستهای از نوع کرم دیویسید که محتوی تیمهای اورتپیروکسن *Exsolved Orthopyroxene Lamellae* از نوع برونزیت که مجاور اسپینلها و کروناهاي مورد بحث است امکان محاسبه درجه حرارت تشکیل و در واقع شرایط تعادل پیروکستهای در زمان تشکیل را فراهم می سازد. در این محاسبات مناسبترین روش چیزی است که بولسله لزلی (D.H. Lindsley) پیشنهاد شده است. بر طبق این روش چنانچه فشار  $10$  کیلوبار را بدینیم درجات حرارتی بدست آمده دارای دامنه ای بین  $1150^{\circ}C$  تا  $1000^{\circ}C$  خواهد بود. این درجات حرارتی شرایط تعادل *Solidus - Sub* را ایجاد می کند. در حالیکه درجات حرارتی محاسبه شده برای همین نمونه ها و نمونه های مشابه با استفاده از روش اوليون - اسپینل حرارت سنجی درجات حرارتی ماقمایی یعنی تا  $1350^{\circ}C$  را نشان می دهد که چنانچه این درجه حرارت را برروی تعدادهای هم فشار پیروکستهای منتقل کنیم معادل فشار تا  $20$  کیلوبار می تواند بدست دهد. به عبارت دیگر عمق تشکیل زینولیتها مربوط به اعماق معادل فشار  $10$  تا  $20$  کیلوبار است. در حالیکه شرایط تشکیل کروناها احتمالاً مربوط به اعماق معادل و منطبق بر فشار  $10$  کیلوبار تا کمی بالا و پایین این مقدار است. به حال بهمان ترتیب که زینولیت در اعماق کمتر و در نتیجه در شرایط فشار و حرارت پایین تری مستقر می گردد سنتله غنی شدن اسپینل از آهن  $Fe^{2+}, Fe^{3+}$  و  $Ti^{4+}$  و فقیر شدن آن از  $Mg^{2+}, Cr^{3+}, Al^{3+}$  ادامه خواهد یافت و بر میزان تشکیل پلازیولاز المزوده خواهد شد. مسئله تبادل یون در بانتهاي کرونا تا تبدیل اسپینلهاي کاملا غنی از  $Mg, Cr, Al$  به اکسیدهای آهن و تیتانیوم ادامه خواهد یافت که تشکیل این اکسیدها موجب فشار و حرارت های بسیار پایین تر است (شکل ۲) و ذلیلی بر فعالیت پیشرفت اکسیژن در این محیط ها است.

جدول شماره ۱ - نخاکس بعضی از مشخصه های شیمیائی عمده به ساخت کرونا از کمپلکس شماره ۲ زنگولیت ۱۹۳۴ جزویه مادریا

شماره های تریکس است که بر روی شکل شماره ۲ مشخص شده است													
نمادهای خالی = نامعین)	شماره کاتیونها بر مبنای واحد فرمولی:	نار	نار	نار	نار	نار	نار	نار	نار				
متغیر در کرونا	Na	Ni	Ca	Mg	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cr	Al	Ti	Si		
شیمی از Fe <sup>3+</sup> , Cr	SP=4(0-51), PL=8(0) . CPX=6(0) , OL=4(0-51)	0.540	0.210	0.510	0.580	1.070	0.032	2.37	اسپینل بلانزور کلار				
شیمی از Cr	0.383	60.7	0.061	0.593	0.250	0.444	0.299	1.350	اسپینل				
شیمی از Cr, Al	0.430	57.6	-	0.430	0.159	0.546	0.632	1.405	اسپینل				
شیمی از Cr, Al, Ti	81.0	-	0.004	0.007	1.590	0.005	0.369	0.013	0.028	0.001			
شیمی از Cr, Al, Ti, فتر	81.6	-	0.003	0.007	1.632	0.000	0.000	0.365	0.002	0.008	0.001	0.986	اوپین مجاور به اسپینل
شیمی از Cr, Al, Ti, فتر	80.85	81.60				Na , Fe <sup>3+</sup> , Cr , Al , Ti , Fe <sup>2+</sup> , Si , Mg					اوپین مجاور به کلینیت و کلسیت		
شیمی از Cr, Al, Ti, فتر											کلینیت و کلسیت اصلی		
شیمی از Cr, Al, Ti, فتر											کلینیت و کلسیت اصلی		

کلینیت و کلسیت (اصلی)

کلینیت و کلسیت (نامعین)

کلینیت

کلینیت

کلینیت

کلینیت

کلینیت

کلینیت

کلینیت

کلینیت

جدول شماره ۲ - نمایش نتایج تجزیه شیمیایی فازهای موجود در زینولیت (۴۹۳۷) نوع ورليت که محتوی گرونای ۲

درصد اکسید ها در اولوین	اورتو پیروکسن		پلازموکلار		کلینو پیروکسن		اسپینل از کمپلکس II	
	درصد اکسید ها	تعداد کاتیون بر مبنی O <sub>6</sub>	درصد اکسید ها	تعداد کاتیون بر مبنی O <sub>8</sub>	SA378 درصد اکسید ها	تعداد کاتیون بر مبنی O <sub>6</sub> براساس	SA2516 حلقه داخلی	بخش ضخیم Mantle SA2517
38.60	53.35	1.893	52.36	2.391	51.863	1.861	0.58	0.30
0.05	0.31	0.003	0.18	0.006	0.492	0.013	1.28	1.54
0.39	3.45	0.144	28.99	1.561	5.292	0.223	29.93	39.53
0.3	0.43	0.012	0.40	0.014	0.534	0.015	25.88	13.24
17.99	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.051	1.14	0.039	8.895	0.267	8.34 Fe <sub>3</sub> <sup>+</sup>	12.44
	1.93	0.277					20.42 FeO	18.66 FeO
	9.35 FeO							
0.27	0.21	0.006	0.03	0.001	0.190	0.006	0.30	0.14
41.77	29.54	1.562	0.01	0.000	24.114	1.290	11.92	14.00
0.15	0.96	0.037	11.79	0.577	7.974	0.307	0.13	0.00
0.22	0.06	0.000	0.01	0.000	0.030	0.001	0.09	0.30
-	0.11	0.007	4.51	0.399	0.753	0.052	V=0.53	0.40
-	0.02	0.001	0.27	0.016	0.000	0.000	Zn=0.10	Zn=0.33
99.46	99.67	3.999	99.69	5.005	100.109	4.034	99.71	100.88
80.3	82.3		An%		82.5			
			59.3					

## References :

- Allegre, C.J. (1985) Geodynamic mixing in the mesosphere boundary layer and the origin of oceanic islands. *Geophys. Res. Lett.*, 12, No.4, 207 - 210.
- Davies G.R., Norry M.J., Gerald D.C. and Cliff R.A. (1987). A combined chemical and Pb - Sr - Nd isotope study of the Azores and cope Verde Hot - Spots: the geodynamic implications (personal communication).
- Davies G.R. 1988 (Personal Communication).
- Hammarstrom J.C., & Zen, E-An 1986. Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *Am. Mineral.* 71, 1293 - 1313.
- Hofman, A.W., & White, W.M. (1982). Mantle Plumes from ancient oceanic crust. *Earth Planet. Sci. Lett.* 57, 421 - 436.
- Lindsley, D.H. (1983) Pyroxene Thermometry. *Am. Mineral.* 68, 477 - 493.
- McKenzie, D. & O'Nions, R.K. (1983) Mantle reservoirs and ocean island basalts. *Nature*, Vol. 301, 229 - 230.
- Norry, M.J. and Saunders, A.D. 1988 (personal communication) The Significance and consequence of Pb and Ta anomalies in Terrestrial magmas.
- Powell, R. 1978 Equilibrium Thermodynamics in Petrology: an introduction. London, Harper & Row.
- Powell, R., & Powell, M. (1977 a) Geothermometry and oxygen barometry using coexisting iron - titanium oxides: a reappraisal. *Mineral. Mag.* 41, 257 - 263.
- Ringwood R.E. (1982) *J. Geol.*, 90(6), 611 - 43.
- Roeder, P.L. et. al. (1979) A re-evaluation of the olivine - spinel geothermometer. *Contrib. Mineral. Petrol.* 68, 13 - 20.
- Schilling, J.G. (1975) *Earth, Planet, Sci. Lett.* 25, 103 - 115.
- Schilling, J.G. 1977. Initial Reports of the DSDP 38, 741 - 750.
- Zindler, A., & Hart, S. (1986) chemical geodynamics. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 14, 493 - 571.

*Corona textures and their applications in the determination of the physico-chemical conditions governing their environment of formation*

*Amini , Sadreddin*

*Department of Geology, Tarbeyat Moallem University, Tehran, Iran*

## Abstract :

From the corona texture and upon the basis of chemical analysis it is suggested that a Forsteritic olivine has reacted extensively with plagioclase, resulted in the formation of new phases, PX and SP. However, one possibility for the formation of corona textures is sub - solidus reactions between the involved phases present. This implies changes of pressure and temperature conditions at a continuous rate, over a long period of time. Another possibility is the involvement of postcumulus trapped magmatic liquid, as small pockets of magma, which is common in cumulate materials.

## میکروفاسیس‌ها و محیط رسوی سازند مبارک در خاور تهران

یعقوب لاسمی - رحیم مهاری

گروه زمین‌شناسی - دانشگاه تربیت معلم تهران

### چکیده

محیط رسوی سازند مبارک در سای کم زنایی کر رمپ (Ramp) با شرایط آب و هوایی گرده و خشک. مشابه سواحل جنوبی خلیج فارس (Tracial Coast) در نظر گرفته شده است. این سازند پلانفرمی تشکیل شده است. بررسی دقیق پتروگرافی این سازند در مقاطعی از بیال جنوبی تاقدیس آئنه ورزان - دلچای (در البرز مرکزی) به شناسایی ۹ میکروفاسیس مشخص و ۲ گروه میکروفاسیس منجر گردید. این میکروفاسیس‌ها و زیرمحیط‌های تشکیل دهنده آنها که بصورت کمریندهای موازی ساحل قرار داشته‌اند از دریا به سمت خشکی شامل میکروفاسیس‌های دریایی باز، سدی، لagonی و پهنه کشیدی می‌باشد.

مدل رسوی سازند مبارک یک ییانگریک در سای وسیع و کم ترشایی است که از کنار هم قرار گرفتن میکروفاسیس‌هایی که با یکدیگر ارتباط نزدیک داشته‌اند ساخته شده است. حرکت جانبی زیرمحیط‌های رسوی از خشکی به سمت دریا به همراه رسویگذاری میکروفاسیس‌های مربوطه موجب تشکیل سیکلهای کم ضخامت پس روند گردید. است که بروی یک سیکل بزرگ متیار کم عمق شود قرار گرفته‌اند.

با توجه به نوع میکروفاسیس‌ها و زیرمحیط‌های مربوط به آنها، وجود بلورهای دروغین کلستین بعد از کائیهای تغییری، چگونگی توالی میکروفاسیس‌ها و سیکلهای رسوی تشکیل شده و مقایسه آنها با محیط‌های کربناته عهد حاضر.

محیط رسوی سازند مبارک در سای کم زنایی کر رمپ (Ramp) با شرایط آب و هوایی گرده و خشک. مشابه سواحل جنوبی خلیج فارس (Tracial Coast) در نظر گرفته شده است.

### مقدمه

رشته کوههای البرز از نظر زمین‌شناسی از من ای بشمار می‌آید. از آنها پالنوز توگرافی دقیق در زمانه و ارتباط آنها و نیز مقایسه قسمت‌های مختلف البرز بدون مطالعات محیط‌های رسوی امکان پذیر نخواهد. این راستا مطالعه محیط‌های رسوی هر کدام از جهت بروجود آمدن دانش پایه‌ای برای حل و توجیه زمین‌شناسی و تکتونیکی ایران و نیز مشخص کردن اقتصادی لازم و ضروری است.

سازند آهکی مبارک با سن کربنیفر زمین‌شناسی رسوی قبل از شروع فاز هرمسی نین در حوضه واحد ساخته‌انی - رسوی البرز - آذربایجان غربی می‌باشد که بر روی طبقات سازند خوش یلاقی بر قرار گرفته است و سر زباله‌ای آن با نایپوستگی مشخص می‌شود.