

مکانیسم دگرگونی و آناتکسی سنگهای پرکامبرین در منطقه بیابانک - بافق (ایران مرکزی)

حسین معین وزیری* و محمد حسین رضوی

گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم، تهران، ایران

چکیده

تبلور دیستن، سپس سیلیمانیت در امتداد شیستوزیته اولیه سنگهای دگرگونه پرکامبرین منطقه بیابانک - بافق (دگرگونی نوع باروین) و چین خوردگی این کانیها همراه با شیستوزیته اولیه سنگ بر اثر یک فاز تکتونیک، و آنگاه تبلور کردیریت در امتداد همان شیستوزیته (دگرگونی نوع ابوکوما)، نشان‌دهنده این حقیقت است که افزایش و تنزل حرارت در طول دگرگونی پرکامبرین بصورت یکنواخت انجام گرفته اما در این میان آخرین فاز کوهزائی و متعاقب آن یک مرحله فرسایش شدید موجب پائین آمدن فشار بدون تنزل حرارت (پدیده آدیاباتیک) شده که در نتیجه آن سنگهای مناطق عمیق که در آنجا فشار آب کمتر از فشار کلی است (شکستن مولکول موسکوویت) متحمل ذوب گردیده، پلوتونیسیم پست اوروژنیک این منطقه را سبب شده است. مذابهای حاصل از این مناطق توانسته‌اند کیلومترها بطرف سطح زمین جابجا شده در افقهای بالاتر (سولیدوس گرانیته) رگه‌های آپلیت و نفوذیهای گرانیته را بوجود آورند. این ماگماتیسیم گرادیان زمین گرمائی منطقه را افزایش داده تا جائیکه در اعماق کمتر از ۱۰ کیلومتر ($< 3\text{Kb}$) کردیریت در کنار سیلیمانیت متبلور شده است.

J. of Sci. Univ. Tehran, Vol 21 (1995), no 1, p. 44-51

**Le mécanisme de métamorphisme et d'anatexie des
roches précambriennes dans la région de Bafq (Iran Central)**

H. Moine Vaziri* & M.H Razavi

Dépt. de Géologie, Université de Teacher Education, Tehran, Iran

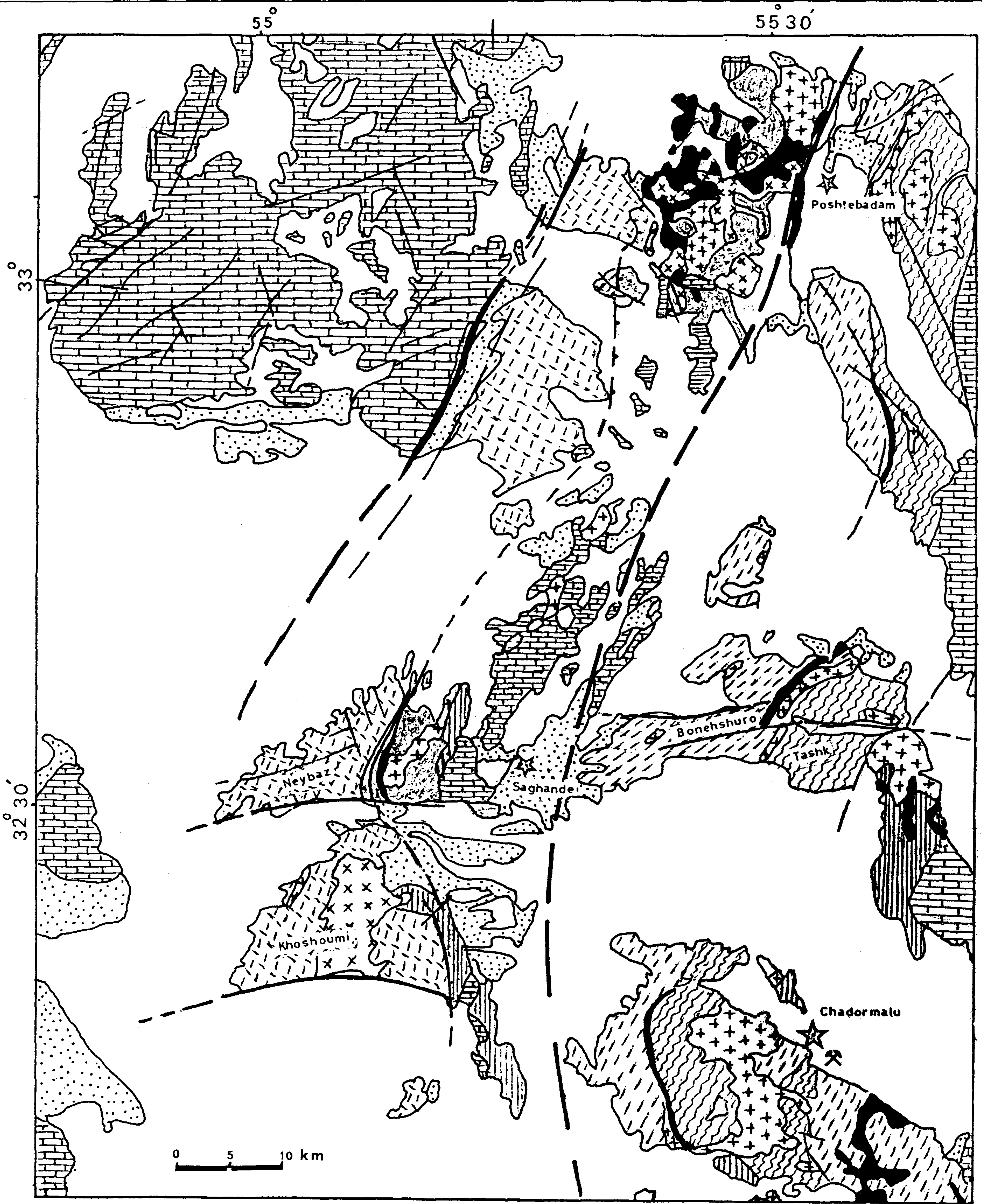
Absrtact

Dans l' Iran Central , au Nord de Bafq , les roches métamorphiques précambriennes sont visibles à la faveur des fenêtres tectoniques. Elles sont de métavolcanites, de micaschistes , d'amphibolites, de gneiss, de migmatites et d'anatexites , avec quelques intercalations de marbre. Cet ensemble est parfois recoupé par des intrusions de roches plutoniques et filonennes souvent acides. Toutes ces roches sont couvertes, en discordance stratigraphique et discontinuité métamorphique, par des roches sédimento volcaniques d' infracambrien, pas ou peu métamorphosées.

L'étude pétrographique des roches métamorphiques précambriennes de Biabanak-Bafq montre une schistosité S_1 de direction presque NS, au sens de laquelle, le disthène, puis la sillimanite et enfin la cordiérite sont cristallisés. Ce métamorphisme était donc au début du type Barrowien (8 à 9 kb et 700°C) et à la fin du type d' Abukuma (2,8 à 3 kb et 730°C).

D' après les observations sur le terrain , l' étude microscopique et les raisons pétrologiques, le métamorphisme précambrien de Biabanak-Bafq s' est fait en une seule phase d' augmentation et de baisse de température, durant laquelle une phase orogénique (Baikalienne) a affecté la région.

A la suite de cette orogénèse , l' érosion rapide des reliefs et la chute adiabatique de la pression lithostatique a favorisé la fusion partielle des roches profondes, là où $P_{totale} > P_{H_2O}$ (destruction de la muscovite). Les liquides provenant des niveaux profonds, pouvant monter des kilomètres, ont formé des filons d'aplite et des intrusions granitoïdes post-orogéniques de la région.



- | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------------|--|-------------|
| | Anatexite . migmatite . gneiss | | Marbre | | Tertiaire |
| | Ggneiss . amphibolite . micaschiste | | Infracambrien | | Quaternaire |
| | Amphibolite . micaschiste . meta-
volcanite | | Melamorphites et Plutonites | | Faillie |
| | Diorite . tonalite . granite | | Paléozoïque | | Village |
| | Granite de "Esmailabade" | | Mesozoïque | | |

خلاصه‌ای از خصوصیات زمین‌شناسی منطقه

در شمال بافق سنگهای دگرگونه پرکامبرین [1] شامل متاولکانیت، میکاشیست آمفیبلیت، گنیس، میگماتیت و آتاکسیست، رخنمون یافته‌اند که گاهگاه توسط رگه‌ها و توده‌های نفوذی غیردگرگونه متشکل از آپلیت، پگماتیت گرانیت و گرانودیوریت قطع شده‌اند. علاوه بر سنگهای مذکور گاهی باندهای مرمر و سنگهای اسکاپولیتی نیز بصورت بین‌چینه‌ای با سنگهای دگرگونه مشاهده می‌گردند (شکل ۱). این سنگها را سنگهای رسوبی و متاولکانیت‌های انفراکامبرین بصورت دگرشیب میپوشانند. در شرق، در غرب و گاهی در مناطق فرورفته این منطقه سنگهای پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترسیر مشاهده می‌گردند که در آنها از دگرگونی اثر چندانی دیده نمی‌شود.

منطقه بیابانک - بافق توسط گسل‌های شمالی - جنوبی و کمانی شکل که تحدب آنها بطرف غرب است به سه بخش نوار مانند تقسیم شده و هر بخش از شمال به جنوب تقریباً دارای اختصاصات لیتوژی مشابه می‌باشد (شکل ۱). لیتوژی این بخشها بقرار زیر تشریح میگردد:

(۱) - در نوار غربی (غرب گسل چایدونی) سنگهای رسوبی غیر دگرگونه مزوزوئیک و سنگهای رسوبی و آتشفشانی ترسیر رخنمون دارند (شکل ۱).

(۲) نوار میانی توسط گسل چایدونی در غرب و گسل پشت بادام در شرق محدود شده، به شرح زیر شامل دو بخش شرقی و غربی است:

(۲-۱) در غرب نوار میانی چند کمپلکس شدت دگرگونی شده در سطح زمین نمایان شده‌اند که از شمال به جنوب شامل کلوت چاتک، کلوت چایدونی، کوه نی باز و کوه خشومی است. این کمپلکسها را انواع گنیس‌ها، میگماتیتها و آتاکسیستها تشکیل داده‌اند.

(۲-۲) در شرق نوار میانی (غرب پشت بادام و غرب ساغند) مجموعه‌های تکتونیزه بنام کمپلکس پشت بادام [1] متشکل از سنگهای پرکامبرین (گنیس، آمفیبلیت، میکاشیست، مرمر)

انفراکامبرین (متاولکانیت، دولومیت، شیل) و رسوبات پالئوزوئیک (سنگهای آهکی فسیل‌دار) رخنمون دارند. بنظر میرسد که این بخش از منطقه حالت گراین داشته که از یک طرف امکان تشکیل رسوبات پالئوزوئیک در آن فراهم بوده و از طرف دیگر این فرونشینی مانع از فرسایش کامل این سنگها شده است.

۳ - در نوار شرقی (شرق گسل پشت بادام) نیز دو بخش قابل تشخیص است:

(۳-۱) بخش غربی نوار شرقی بنام بونه شور شامل گنیس، آمفیبلیت و میکاشیست همراه با سنگهای اسکاپولیتی و مرمر است که گاهگاه توسط رگه‌های آتاکسیست قطع شده‌اند.

(۳-۲) بخش شرقی نوار شرقی بنام تاشک متشکل از آمفیبلیت، میکاشیست و متاولکانیت است. این سنگها بعد از دگرگونی پرکامبرین توسط توده‌های نفوذی غالباً اسیدی قطع شده‌اند.

جهت عمومی شیستوزینه سنگهای دگرگونی منطقه بیابانک - بافق تقریباً شمالی - جنوبی است. زمینهای شدت دگرگون شده در غرب و سنگهای کمتر دگرگون شده در شرق منطقه رخنمون دارند. با وجود این بعلت وجود کنتاکتهای تکتونیکی بین نوارها و بخش‌های فوق‌الذکر نمی‌توان این مجموعه را یک سری ممتد دگرگونی دانست.

شدت دگرگونی و آتاکسی در بخش‌های غربی نوار میانی (بخصوص کوه‌های نی باز و خشومی) نشان میدهد که این بخش‌ها افق‌های عمیق‌تر منطقه بوده‌اند که بعداً در نتیجه حرکات تکتونیکی بالا آمده و فرسایش یافته‌اند.

ضخامت حقیقی کمپلکس خشومی یا نی‌باز (کمپلکس چایدونی) بعلت وجود کنتاکتهای تکتونیکی روشن نیست، با وجود این بطور تقریب ۴۰۰۰ متر برآورده شده است [1]. ضخامت حقیقی کمپلکس‌های بونه شور و تاشک نیز

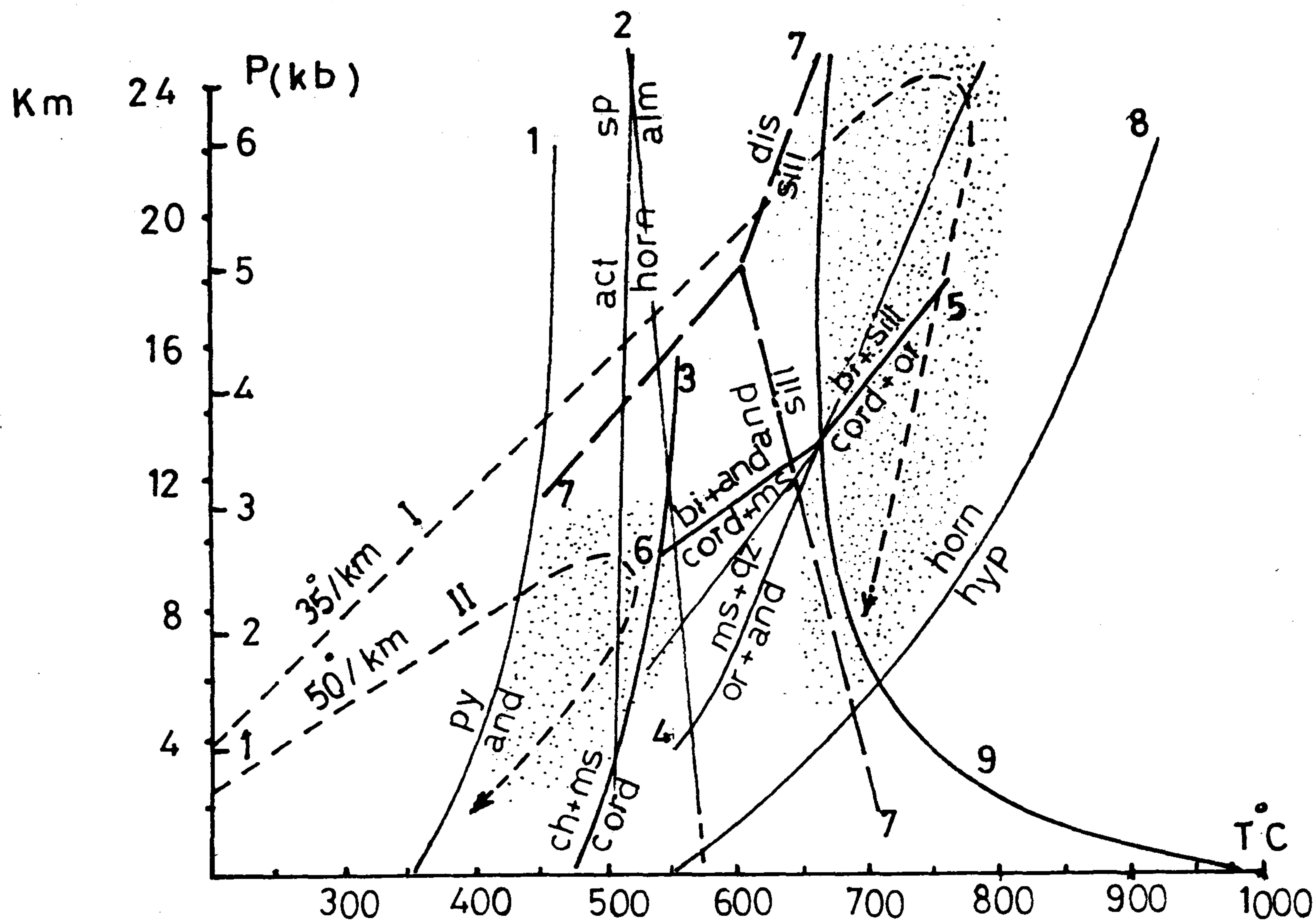
توسط این محقق هر یک ۲۰۰۰ متر ذکر شده است. حداکثر فشار دگرگونی را ۸ تا ۹ کیلو بار با دمای ۷۰۰ درجه سانتیگراد و حداقل فشار را ۲/۸ تا ۳ کیلو بار با دمای ۷۳۰ درجه سانتیگراد

زیاد (حدود ۲۰ کیلومتر عمق) تشکیل شده (دگرگونی نوع باروین)، سپس تحت تأثیر نیروهای کوهزائی قرار گرفته‌اند. بالا آمدن زمینها و فرسایش سریع ارتفاعات در این منطقه موجب تقلیل فشار لیتوستاتیک شده تا آنجائیکه سنگها با حفظ حرارت اولیه خود از میدان پایداری دیستن وارد قلمرو تبلور سیلیمانیت و سپس کردیریت شده، در فشار لیتوستاتیک کمتر از ۳ کیلو بار (کمتر از ۱۰ کیلومتر عمق) دگرگونی نوع ابوکوما تحمل کرده‌اند (شکل ۲). در این برآورد جز در مناطقی که توده‌های آناتکسیت تزریق شده‌اند، حرارت در طول دگرگونی دارای افزایش و تنزل تدریجی بوده است (شکل ۳-۱).

تخمین زده‌اند [1]. این اطلاعات مبتنی است بر مطالعات کانی‌شناسی سنگهای بشدت دگرگون شده، یعنی تبلور دیستن و سیلیمانیت در امتداد شیستوزیته اولیه سنگ و سپس تشکیل سیلیمانیت و کردیریت در همان امتداد. طبق نظر [1]، ضخامت کمپلکس در ابتدای دگرگونی در حدود ۲۸ تا ۳۰ کیلومتر و در پایان دگرگونی، یعنی زمان تشکیل کردیریت، حداکثر ۱۰ کیلومتر بوده است.

تفسیر پترولوژیک

چین خوردگی میکروسکپی شیستوزیته اولیه سنگهای دگرگونه منطقه بیابانک-بافق که همراه با دیستن و سیلیمانیت و قبل از تبلور کردیریت صورت گرفته نشان میدهد که دوکانی اول ابتدا در اعماق

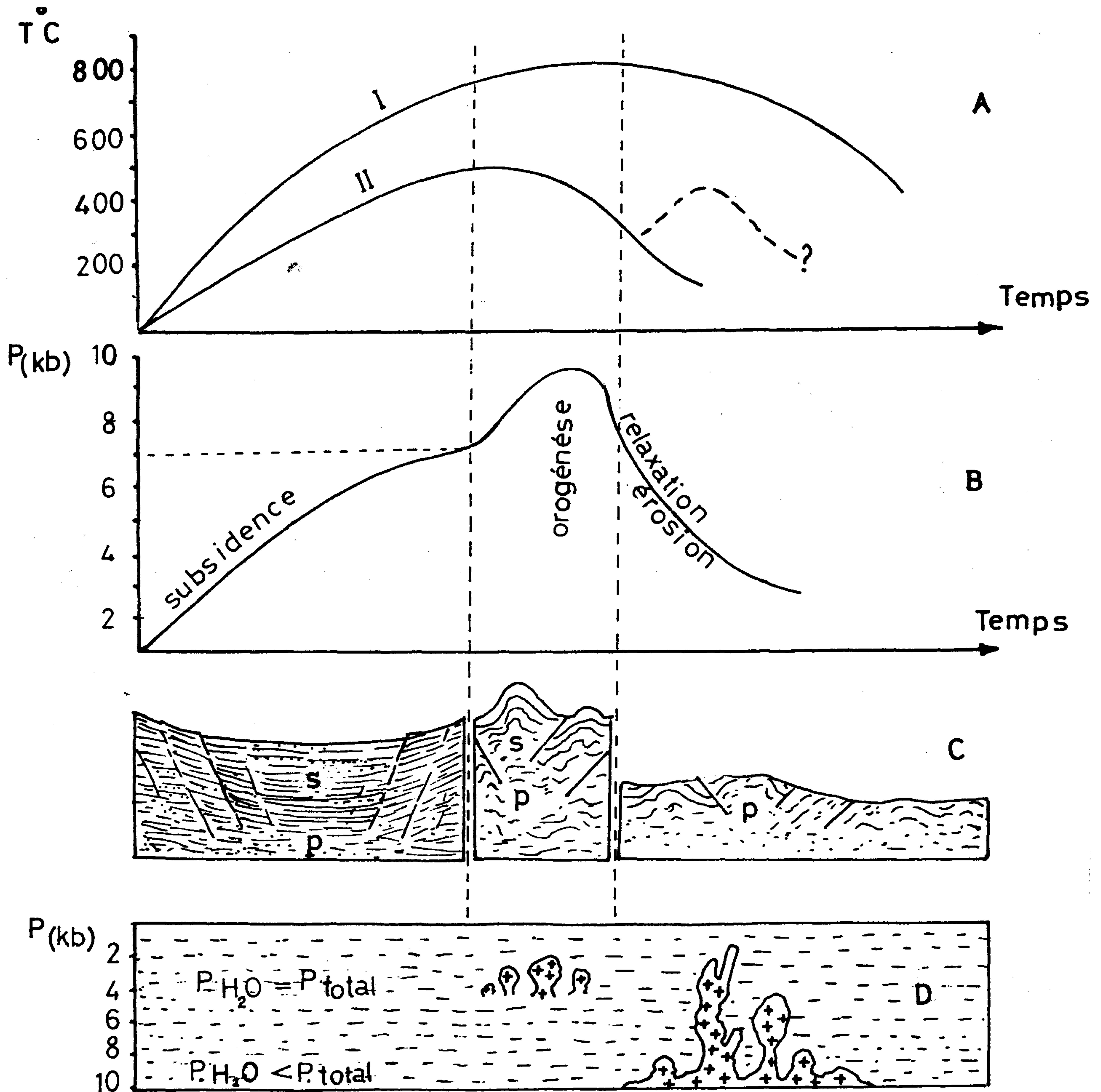


(شکل ۲) - نمودار فشار و حرارت و قلمرو پایداری کانیهای دگرگونی، اقتباس از

- | | |
|-----------|--------------|
| (1) ; [2] | (2,3,7); [8] |
| (4); [5] | (5,6); [6] |
| (8) ; [7] | (9); [4] |

شده است. گرادیان زمین گرمائی در طول دگرگونی بین ۳۵ درجه (قبل از اوروژنز) و ۸۰ درجه سانتیگراد (پس از اوروژنز و فرسایش) تخمین زده میشود.

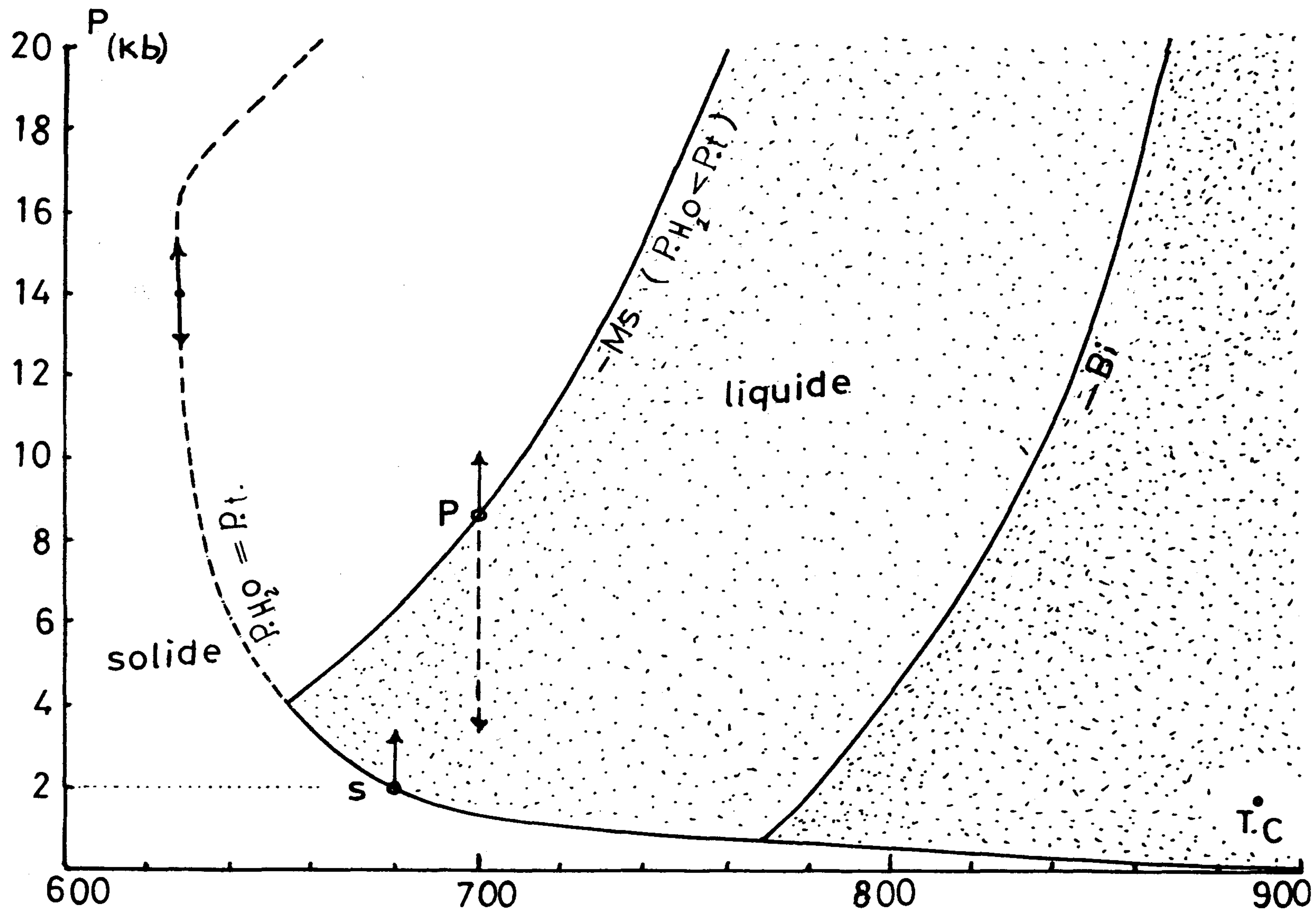
در این نمودار مسیر تحول سنگهای دگرگونی منطقه بیابانک-باق بصورت منحنی‌های خط‌چین برای دگرگونی قوی (دیستن-سیلیمانیت-کردیریت) و ضعیف (آندالوزیت) معرفی



شکل (۳) بیانگر تغییرات حرارت، فشار، تحولات تکتونیکی و شرایط آناتکسی در طول دگرگونی پرکامبرین در منطقه بیابانک - بافق

و وقوع یک فاز اوروژنیک و تأثیر نیروهای کمپرسیون سبب شده که فشار کلی در مناطق عمیق افزایش یابد (شکل ۳-B). در نتیجه فرسایش سریع مناطق بالا آمده و حذف بخشی از سرباره سنگهای دگرگونی از یک طرف، و از طرف دیگر بعلت عدم تنزل قابل توجه حرارت سنگهای دگرگونه در طول فرسایش منطقه (پدیده آدیاباتیک) (شکل ۳-C)، در سنگهای دگرگونه مناطق عمیق‌تر (شکل ۳-D) که در آنجا فشار آب کمتر از فشار کلی است و آب لازم برای آناتکسی از شکستن شبکه تبلور موسکوویت حاصل میگردد (شکل ۴) ذوب بخشی آغاز گشته است. واضح است که در طول فاز کمپرسیون و افزایش فشار کلی، سنگهای مناطق عمیق و کم آب وارد قلمرو جامد دیاگرام P-T میگردند اما پس از فرسایش منطقه و تنزل سریع فشار است که این سنگها به قلمرو مذاب وارد

شده است. گرادیان زمین گرمائی در طول دگرگونی بین ۳۵ درجه (قبل از اوروژنز) و ۸۰ درجه سانتیگراد (پس از اوروژنز و فرسایش) تخمین زده میشود.



شکل ۴ - نمودار فشار - حرارت و منحنی‌های منفی و مثبت ذوب گرانیت در فشارهای آب زیاد و آب کم (Hydman, 1981). خط نقطه چین گرادیان منطقه بیابانک بافق را در طول دگرگونی باروین نشان میدهد. نقطه P عمقی است که در آن فشار آب کمتر از فشار کلی است و در این نقطه سنگهای پوسته، روی نقطه ذوب خود هستند. دایره‌ها سنگهای نسبتاً کم عمق‌تر هستند که در اثر ورود آب متحمل ذوب میگردند. آب وارد شده به سنگهای افق‌های بالاتر، از آبدگیری کانیهای آبدار افق‌های پائین‌تر تأمین میگردد.

در نتیجه این مرحله پلوتونیزم پست اوروژنیک، گرادیان زمین گرمائی منطقه افزایش یافته و بر اثر آن کردیریت در امتداد همان شیبستوزیته متبلور شده است. گرادیان زمین گرمائی منطقه در طول سوبسیدانس و دگرگونی باروین ۳۵ درجه سانتی‌گراد و در موقع تبلور کردیریت ۸۰ درجه سانتی‌گراد برآورده شده است (شکل ۲).

میشوند. از آنجائیکه مایعات گرانیتی کم آب، در فشارهای بسیار کم، منحنی سولیدوس خود را قطع می‌کنند لذا قادر هستند کیلومترها بطرف سطح زمین صعود کنند. این مذاب‌ها از طریق گسل‌ها و شکستگی‌ها به سطح زمین نزدیک شده، میگماتیت‌ها، گنیس‌ها و میکاشیست‌های افق‌های بالاتر را قطع کرده و سنگهای نظیر دیادیزیت را بوجود آورده‌اند.

References

[1] Haghypour, A.; Precambrien in central Iran (lithostratigraphy, structural history and petrology); Iranian petroleum Institute, Bull. 81 (1981) 1-16.

[2] Haas, H. and Holdaway, M.J.; Equilibria in the system $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ involving the stability limits

of pyrophyllite; Am. J. Sci., 273 (1973) 449-464.

[3] Haghypour, A.; Etude géologique de la région de Biabanak-Bafk (Iran Central); petrologie et tectonique du socle precambrien et de sa couverture. Thèse. Grenoble (1974) 403.

[4] Von Platen, H. and Holler, H.; Experimentelle

anatexis des Stainzer Plattengneisses von der Koralpe, Steinermark bei 2,4,7, und 10 kb H₂O- Druck; Neues Jahrb. Mineral. Abh., **106** (1966) 106-130.

[5] Helgeson, H.C., Delany, J. M., Nesbitt, H.W. and Brid, D.K.; Summary and critique of the thermodynamic properties of rock forming minerals; Am. J. Sci., **278** (1978) A.

[6] Holdaway, M.J. and Lee, S. M.; Fe- Mg

cordierite stability in high- grade pelitic rocks based on experimental, Theoretical, and natural observations. contrib. Mineral; Petrol. **63** (1977) 175-198.

[7] Hyndman, D.W.; Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks; McCraw-Hill Publishing Company, New-York (1985) 786.

[8] Winkler, H.G.F.; Petrogenesis of Metamorphic Rocks; 3d.ed. Springer- Verlag, New-York (1974)