

حدود کاربرد تکنونیک صفحات در عفار^۱ ایجاد پوسته جدید اقیانوسی در خشکی

نوشته: دکتر محمود احتشام زاده افشار - دانشکده فنی دانشگاه تهران

چکیده

مراحل مختلف نموپوسته جدید اقیانوسی در عفار از بررسیهای مختلف زمین شناسی و ژئوفیزیکی تأیید شده است. دانسته های گرد آوری شده از این بررسی ها اجازه تشخیص ساختهای مشابه دره های محوری^۲، گسلهای ترانسفورم^۳ و زونهای شکستگی را داده است. باین ترتیب ساختهای موجود در عفار با ساختهای کف اقیانوس مقایسه شده است. دانسته ها نشان میدهد که بعضی از محورهای گسترشی اقیانوسها در طی ۳/۵ میلیون سال اخیر بصورت فعال باقیمانده اند.

از تعبیر و تفسیر دانسته ها و بررسیهای زمین شناسی در قالب نگره تکنونیک صفحات^۴ حداقل دو صفحه کوچک^۵ در محل تلاقی سه صفحه اصلی: عربی، نوبی و سومالی در ناحیه افریقا - عربستان مشخص میگردد.

۱ - پیش گفتار

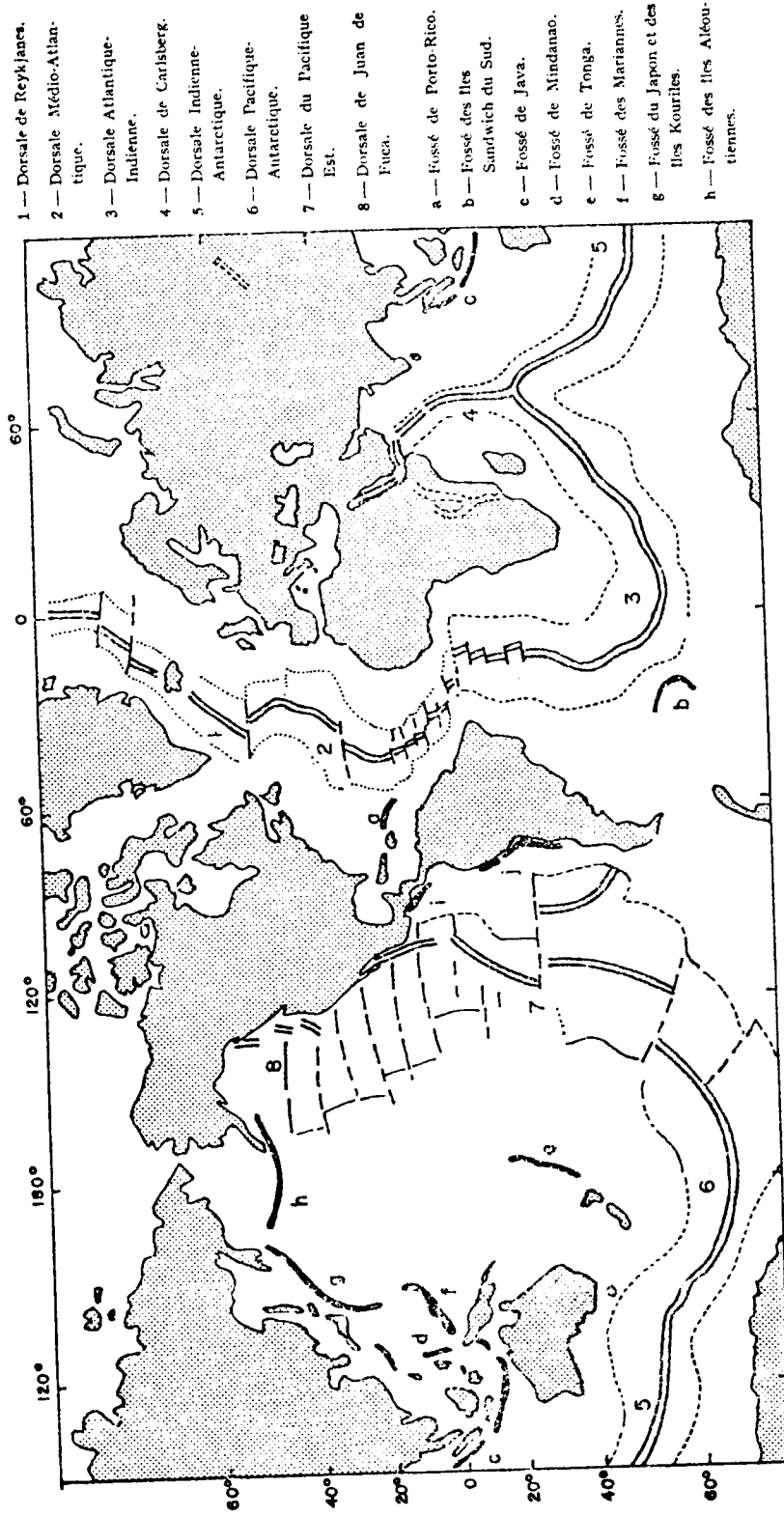
نگره تکنونیک صفحات بر اساس دلایلی است که وجود صفحات یا پهنه ها را مشخص میسازد. براین اساس تصور می شود که سطح زمین به تعدادی از صفحات صلب و سخت یا بلوکها تقسیم شده که نسبت بهم در حال حرکت اند. هر چند در مورد وجود پهنه ها و فرایند های آن قبل از کرتاسه پسین دلایل کمی وجود دارد، لکن مرز پهنه های تکنونیک کنونی با پدیده های مختلف زمین شناسی قابل تشخیص اند. رشته کوه های اقیانوسی^۶ که از آنجا کف اقیانوسی بطور متقارن در اثر گسترش ایجاد می شود (شکل ۱) و لبه پهنه های نزدیک درازگودالهای اقیانوسی^۷ مرز پهنه های بزرگ کنونی بشمار میرود، لبه پهنه های نزدیک درازگودالها در حاشیه قوسهای جزیره ای^۸ فعال یا لبه قاره ای فعال قرار گرفته اند. در طول این زون پهنه ها در حال فشاری بوده و در اثر پدیده سابد اکشن^۹ پهنه داخل گوشته^{۱۰} می شود. از تمام دانسته ها چنین بر می آید که کمر بندهای کوهزائی پیدازیستی^{۱۱} در لبه قاره ها یا نزدیک قاره ها و قوسهای جزیره ای تشکیل گردیده و کف اقیانوسهای قدیمی احتمالاً در طول لبه قاره های قبلی و قوسهای جزیره ای ناپدیده شده اند. از اینرو کمر بندهای کوهزائی پیدازیستی می باید آثار زونهای سابد اکشن را در برداشته باشند.

گسلهای ترانسفورمی که ناحیه های قاره ای را قطع میکنند و نیز لبه پهنه هایی که در حوضه های حاشیه ای^{۱۲} یا اقیانوسهای کوچک پشت قوسهای جزیره ای قرار دارند مرز پهنه های کوچک کنونی بشمار میروند.

۲ - تشکیل پوسته اقیانوسی در عفار

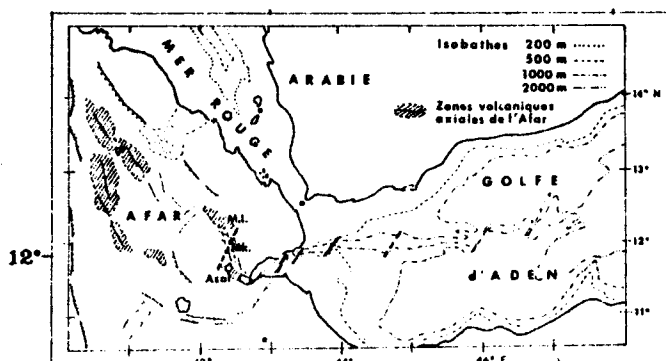
انگاره تشکیل پوسته اقیانوسی در عفار قدیمی است. لافتن^{۱۳} در ۱۹۶۶ بر حسب مشاهدات و گنز^{۱۴} ملاحظه کرده است که این ناحیه آتشفشانی با حرکات جدا شدن قاره افریقا از عربستان تطبیق یافته است ولی در مدلی که توسط

- | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1- Afar | 2- Vallées axiales | 3- Failles transformantes |
| 4- Tectonique des plaques | 5- Microplaque | 6- Dorsales océaniques |
| 7- Fosses Océaniques | 8- Arcs insulaires | 9- Subduction |
| 10- Manteau | 11- Phanerozoïque | 12- Bassins marginaux |
| 13- Laphton | 14- Wegener | |



شکل ۱ - نقشه شماتیک کوردهای اقیانوسی یازفانها (خطوط تیره) کوههای اقیانوسی (خطوط دوتایی) گسلهای تراسفورم در این شکل خط چین نشان داده شده اند (اقتباس از کتاب زمین شناسی کف اقیانوسها)

مکنزی و دیگران در ۱۹۷۱ ارائه شده بدون توجه باین مشاهدات مرز بین ایندوپهنه از تنگه باب المندب در جنوب دریای سرخ رسم شده است. در شکل ۲ موقعیت عفار نسبت به دریای سرخ و خلیج عدن نشان داده شده است.



شکل ۲ - نقشه شماتیک تکتونیکی عفار، خلیج عدن و دریای سرخ (از Lepine et Ruegg)

هارون - تازیف^۱ دریای سرخ و خلیج عدن را اقیانوسی در مرحله نوزادی توصیف میکند که در اثر چرخش و حرکت پهنه عربستان بسمت شمال وجدا شدن آن از قاره آفریقا ایجاد می شود، نظیر مرحله ای که اقیانوس اطلس در ۲۰۰ میلیون سال پیش طی کرده است.

از اینرو می توان تصور کرد که در ۲۰۰ میلیون سال آینده اقیانوس اریتره بین جیبوتی و یمن گسترده شود. بخش عمده عفار از سنگهای آتشفشانی که در طی ۴ میلیون سال اخیر خارج شده اند ساخته شده است. بنابراین مشاهدات مستقیم باربری و دیگران^۲ (۲۹۷۲) در این منطقه کوههای آتشفشانی محوری^۳ قرار گرفته اند که در طول آن بعد از یک مرحله نازک شدن و پاره شدن پوسته قاره ای که از میوسن زیرین شروع شده، پوسته اقیانوسی جدید تشکیل گردیده است. در نقشه زمین شناسی عفار شمالی منطقه های دیگر آتشفشانی محوری باروند شمال غربی - جنوب شرقی نشان داده شده که یک سری محورهای فعال را تشکیل میدهند که در طول آن پوسته نوع بازالتی تشکیل شده است. واحدهای آتشفشانی جدید در عفار از نظر آتشفشان شناسی و ساختمانی با نظیر اقیانوسی آنها قابل مقایسه است که دارای مفهوم ژئودینامیکی در قالب تکتونیک جهانی^۴ است.

کوههای آتشفشانی محوری در مرحله شکافتگی آنها هم ارزدره های محوری کوههای اقیانوسی میباشند. نوع بازالتی تولید شده نشانه ای از کم یا زیاد بودن گسترش کف اقیانوس است. در گسترش بیشتر ترکیب بازالتیابه تولئیتها^۵ نزدیک می شوند.

پیدایش آتشفشانهای مربوط به سپرها^۶ در بخشهایی از بعضی از کوههای محوری نشانه ای از کاهش وحتى قطع گسترش است.

گسلهای آن اشلون^۷ انعکاس گسلهای ترانسفورم در سطح می باشد که نسبت به آن امتداد مایلی دارند. سری های چینه وار^۸ بخش مرکزی و شمالی عفار پوسته اقیانوسی بشمار میروند که قبل از محورهای گسترشی تولید شده اند. آتشفشانهای مرکزی برخلاف کف اقیانوسی از سنگهای تفریق یافته سیلیسی و سنگهای متوسط در محل برخورد امتداهای مختلف تکتونیکی ساخته شده اند. جدید بودن و تشکیل مداوم پوسته قیانوسی در بخش داخلی عفار از خواص سنگ شناسی و ژئوشیمی گذاره ها نتیجه می شود.

1- H.Tazief

2- Barberi et al.

3- Chaines axiales

4- Tectonique globale

5- Tholeites

6- Boucliers

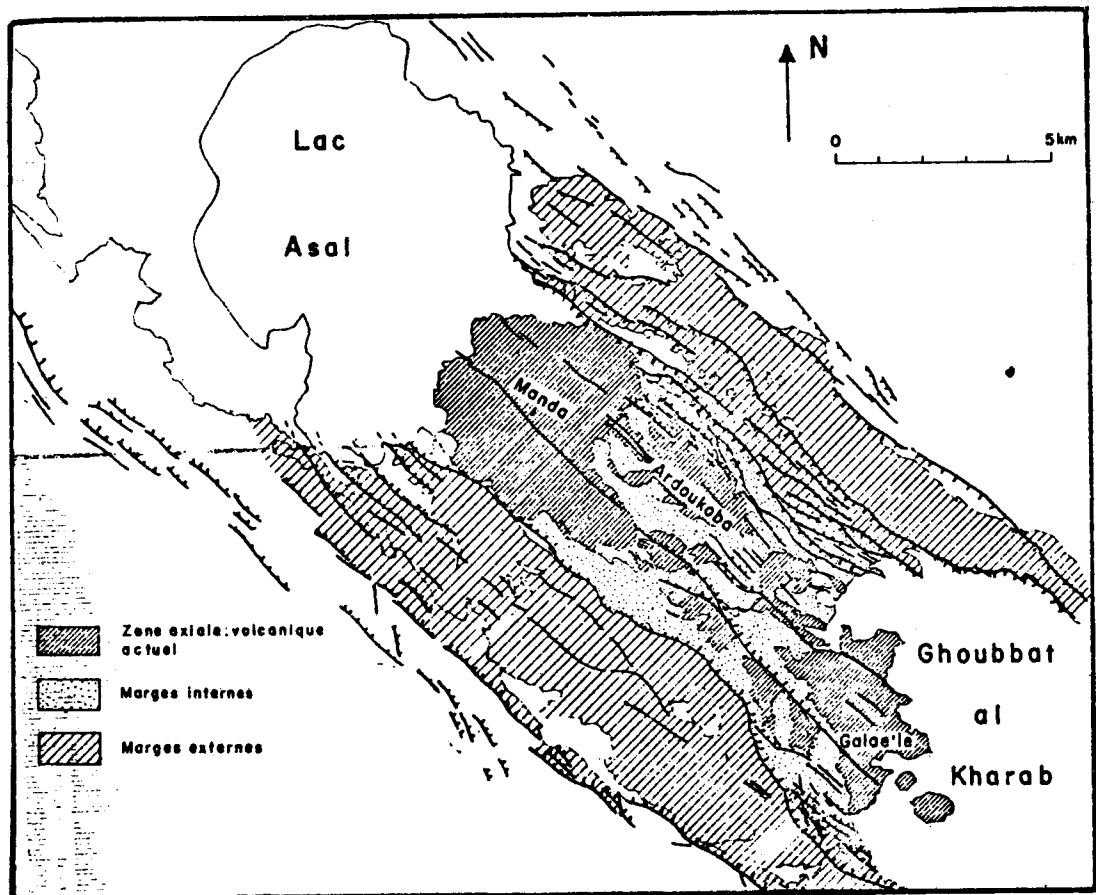
7- En echelon

8- Stratoïde

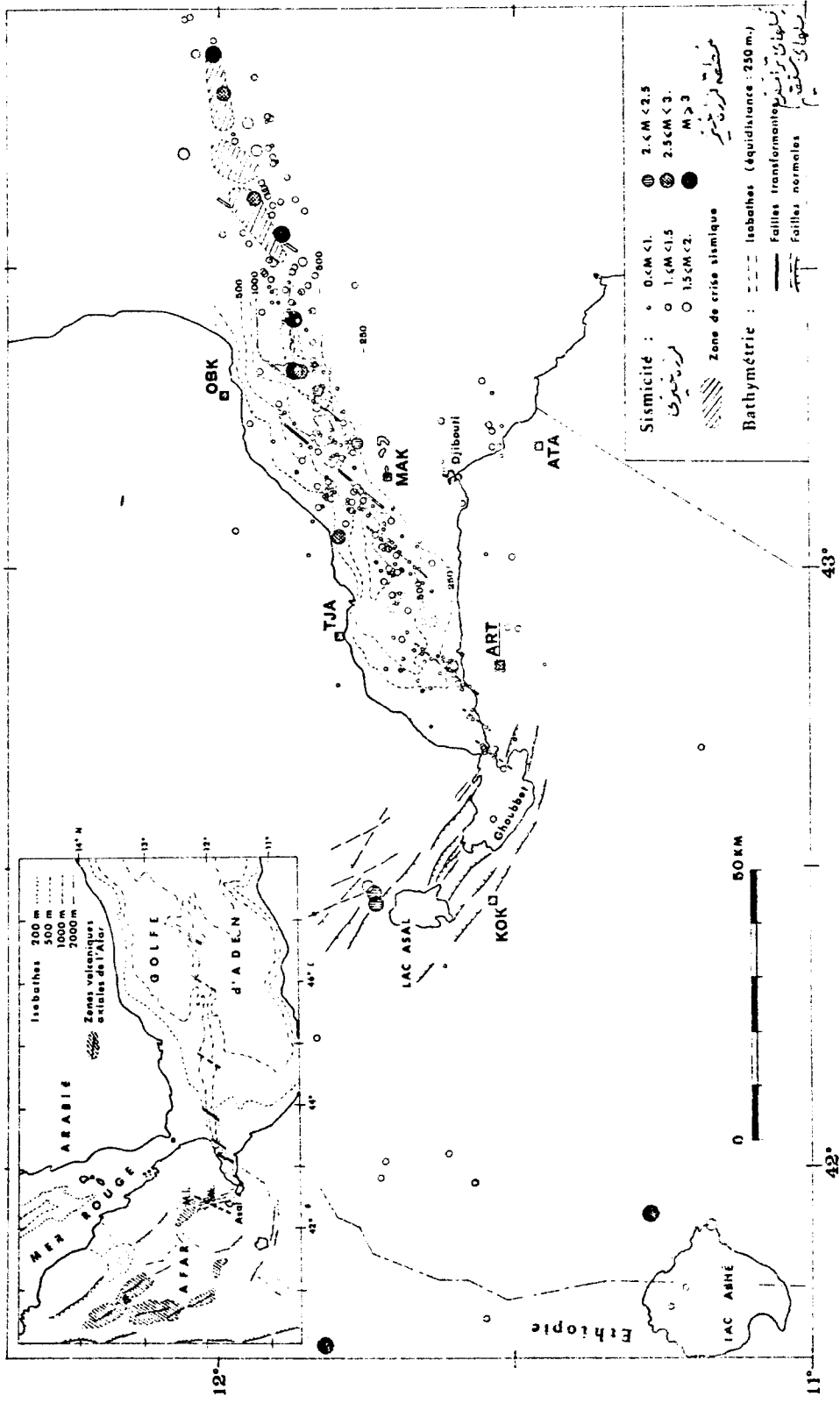
مطالعات ژئوشیمی نشان داده‌اند که پوسته قاره ای در بخشهای مرکزی و شرقی عفار وجود ندارد و گوشته در اینجا مانند زیر کوههای اقیانوسی غیرعادی است. وجود گوشته در عمق کم از نسبت Vp/Vs که بطور غیر عادی بالاست و مقاومت الکتریکی خیلی پائین که حرارت خیلی زیاد در عمق کم را نشان میدهد معلوم میگردد. نتایج ثقل سنجی هم مواد گوشته ای سبک را تایید مینماید. آنومالی خطی مغناطیسی با علائم تناوبی در عفار مشاهده شده که در هر یک از رشته های محوری نیز این وضع تناوبی وجود دارد.

بر مبنای مطالعات سنگ شناسی و ژئوشیمی در امتداد ریفت^۱ عسل^۲ (شکل ۳) مقایسه ای بین این محور گسترشی در عفار و رشته کوههای اقیانوسی انجام گرفته است. نتیجه آن تاکید بر دانسته های مرفولوژی، تکتونیک و هم چنین ژئوفیزیک در مورد هم ارز بودن آن با رشته کوه اقیانوسی است.

مطالعات دقیق تر تغییرات این بازالتها را نشان داده است. جوانترین گذاره ها در محور دره میانی^۳ قرار گرفته که با گذاره های حاشیه های داخلی ریفت از نظر متمایل بودن بیشتر به تولیت و غنی بودن از آهن فرق دارد. باین ترتیب نسبت به بازالتهای رشته کوههای اقیانوسی درجه تکاملی بالاتری را نشان میدهد. این اختلاف را مربوط به خاصیت استثنائی آن یعنی خارج شدن از آب میدانند اختلاف ماگماتیسم در طی زمان میتواند بعلت فوق العاده جوان بودن این ساخت بوده باشد که فقط از پلیستوسن شروع به فعالیت نموده است (در حدود ۱/۵ میلیون سال).



شکل ۳ - نقشه زمین شناسی ساده شده ریفت "Asal" که واحدهای آتشفشانی داخل آنرا نشان میدهد (شکل از Steiltjes et al.)



شکل ۴ - نقشه لرزه خیزی خلیج و جیبوتی (از Lepine et Ruegg)

ART: Arata-ATA: Atar - KOK: Koussour - MAK: Mascali - OBK: Obock - TJA: Tadjours

۳- انتشار جغرافیائی زمین لرزه ها در عفار و ارتباط آن با تکتونیک

بررسی نقشه انتشار زمین لرزه ها یا لرزه خیزی در ناحیه جیبوتی و خلیج تاجورا^۱ (شکل ۴) جنبه های مختلفی را نشان می دهند. تعداد زیادی از کانونهای سطحی زلزله^۲ در داخل یک نوار باریک (به پهنای ۱۰ تا ۱۲ کیلومتر) قرار گرفته اند که موقعیت گودیهای اصلی خلیج تاجورا را مشخص می سازد. این گودیها بوسیله گسلهای عادی با امتداد تقریباً " شرقی - غربی محدود گردیده اند و با آتشفشانهای زیر دریائی نیز مشخص میشوند. شبکه هایی از گسلهای شمال شرقی - جنوب غربی آنها را بهم پیوسته است. این گسلها گودی محوری خلیج عدن را تا قبه الخراب^۳ بسمت جنوب جابجا کرده اند. این سیستم بعنوان ادامه دره های محوری (محورهای گسترشی و گسلهای ترانسفورم) مرز بین پهنه عربستان و پهنه آفریقا تعبیر شده است.

در طول این سیستم تمرکز زمین لرزه ها در نقاط مختلف بشرح زیر است: (۱) در طول گسلهای شرقی - غربی که گودیها را محدود می سازند (۲) در طول زون گسلهای ترانسفورم به امتداد شمال شرقی - جنوب غربی که گودیها را بهم مربوط می سازند (۳) در مجاورت بعضی آتشفشانهای زیر دریائی (۴) در بقیه ناحیه جیبوتی زمین لرزه ها بسیار خفیف اند.

۴- تعیین مرز پهنه ها یا صفحات

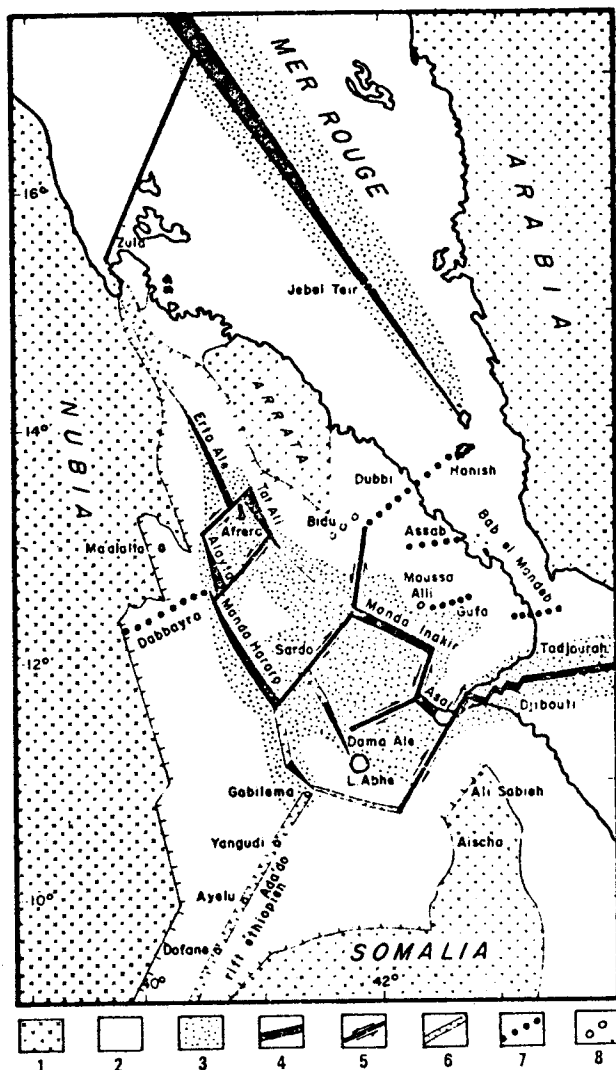
محور گسترشی دریای سرخ تا شکستگی عرضی دوبی^۴ (شکل ۵) کشیده می شود و در داخل باب ۱ لمنذب در حال حاضر هیچگونه گسترشی ایجاد نمی شود (یک بریدگی بطول ۹۸ کیلومتر جانشین محور گسترشی میگردد). در سمت مغرب در انتهای شکستگی دوبی رشته کوههای محوری شمال عفار^۵ بموازات محور گسترشی دریای سرخ کشیده می شود و باین ترتیب صفحه کوچک " Arrata " مشخص میگردد. این صفحه در طی ۳/۵ میلیون سال چرخش چپ گردی برابر ۱۴ درجه داشته است. مقدار گسترش محور فعالی که در مرکز عفار^۶ واقع است مانند دریای سرخ و خلیج عدن در حدود یک سانتی متر در سال برآورد شده است.

محور اقیانوسی خلیج عدن که ادامه شاخه شمالی رشته کوههای میان اقیانوس هند میباشد - بوسیله مرزهای ترانسفورم و باجا بجا کردن قطعات کوچک محوری خلیج تاجورا - عسل - مندا^۷ به داخل عفار کشیده می شود.

۵- نتیجه

از بررسی ساختهای موجود در عفار میتوان مرز پهنه ها را جستجو کرد (شکل ۵ و ۶) این مرزها بسیار پیچیده بوده و از نوع گسترشی و ترانسفورم میباشد که حداقل دو پهنه ۹ در محل تلاقی مرزهای سه پهنه اصلی: عربی، نوبی و سومالی که با زاویه در حدود ۱۲۰ درجه همدیگر را تلاقی میکنند مشخص می سازند. از دانسته ها چنین برمی آید که در این ناحیه (۱) بعضی از قطعه های محوری در طی ۳/۵ میلیون سال اخیر بصورت فعال باقی مانده اند و مرزها بعلت حرکات و جهش این قطعه های محوری ناپایدارند (۲) گسترش پوسته اقیانوسی در شمال غربی عفار جدیدتر از مرکز و مشرق آن است (۳) تغییر شکل مرزی در پهنای متجاوز از ده کیلومتر وجود دارد (۴) شدت فعالیت تکتونیک و آتشفشانی حتی در داخل پهنه های کوچک دیده می شود که شاید بعلت یکسان بودن ابعاد قائم و افقی آنها است که دستخوش تغییر شکل قرار میگیرند.

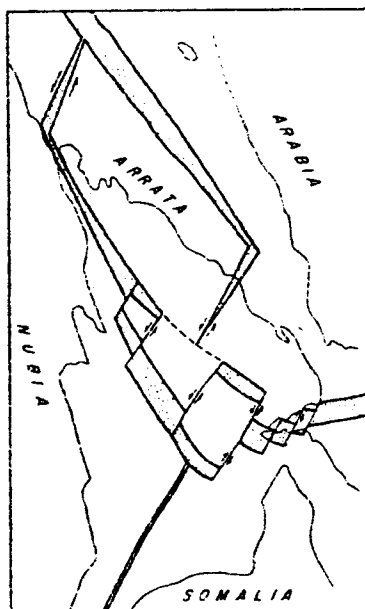
-
- 1- Tadjoura 2- Epicentres 3- Ghobet-el-Kharab 4- Dubbi
5- Alayata-ErtaAle 6- Manda Hararo
7- Tadjoura - Asal-Manda Inakir



شکل ۵ - نقشه شماتیک عفار - واحدهای اصلی آتشفشانی و تکتونیکی را که بر مبنای آن پهنه هاتعیین شده اند نشان میدهد (Varet, ۱۹۷۶).

۱: پی سنگ قاره ای ۲: مواد ریفت قاره ای ۳: پوسته اقیانوسی که در طی مدت ۳ تا ۴ میلیون سال اخیر تشکیل شده است ۴: محور گسترشی (رشته کوههای محوری در عفار) ۵: جابجائی نسبی گسلهای ترانسفورم که از مشاهدات سطحی نتیجه شده است ۶: نشانه های تکتونیک گسترشی (گراین های وسیع بدون توسعه یافتن کوههای آتشفشانی محوری) ۷: واحدهای آتشفشانی عرضی ۸: آتشفشانی مرکزی جدید.

با اینکه بانگره تکتونیک صفحه ای در ناحیه عفار نتایج بسیار عالی از بررسیها بدست میآید با اینحال کاربرد این نگره محدودیت پیدا میکند زیرا بار بردن قاطع آن در ناحیه کوچکی مانند عفار ممکن است دور از واقعیت بوده باشد. باین محدودیت مکانی باید محدودیت زمانی را هم افزود. از بررسیهای دقیق نقشه برداری، زمین شناسی و تعیین سن در عفار مرکزی و شرقی معلوم گردیده که فعالیت خلیج تاجورا و زونهای محوری عفار مرکزی محدود به ۴ میلیون سال اخیر بوده است. ولی با دانسته های موجود در حال حاضر میتوان گفت که عفار قبل از این تاریخ منطقه ایجاد پوسته اقیانوسی بوده است. تنها در مورد بخش جنوب عفار (که در آنجا هم بررسیهای ژئوفیزیکی خوبی انجام نشده است) می توان پاسخی باین سؤال داد: از دانسته های گردآوری شده در ناحیه های مجاور باب المندب چنین برمیآید که امتداد محور دریای سرخ بصورت ریفت قاره ای شبیه ریفت کنونی آفریقا بوده است که در میوسن فوقانی ثابت و پایدار شده است.



شکل ۶ - نمایش شماتیکی آخرین مرحله گسترش در عفار بر مبنای دانسته‌های آتشفشان شناسی، سنگ شناسی، ژئوشیمی و مغناطیسی. زون‌هایی که محل تشکیل پوسته اقیانوسی در طول مدت ۴ میلیون سال اخیر بوده است (محورهای گسترشی یا گسل‌های ترانسفورم) نقطه چین نشان داده شده است (از Barberi ۱۹۷۶).

موضوع دیگری که نیازمند بررسی دقیق است اینست که چرا عفار از آب خارج شده در حالیکه مرزها چنین ناپایدارند.

فهرست منابع

- [1] Belousov V.V., Muraour P., Vanney J.R., *Géologie des Aires Océaniques*, 1973.
- [2] Jones W., "Le magmatisme au stade initial de la fragmentation des plaques arabique nubienne et somalienne". *Bull. Soc. géol. France*, t XVIII, No. 4, 1976, PP. 889-830.
- [3] Lépine J.C. et Ruegg, J.C., "La Sismicité du T.F.A.I". *Bull. Soc. géol. France*, t. XVIII, No.4, 1976, PP. 841-846.
- [4] Smith, A.G., "Plate tectonics and orogeny": *Tectonophysics*, 33, PP.215-285.
- [5] Stieltjes, L., Jorin, J.L., Treuil M. et Varet J., "Le rift d'Asal, segment de dorsale émergé, discussion pétrologique et géochimique". *Bull. Soc. géol. France*, t. XVIII, No.4, 1976, PP. 851-862.

- [6] Tarling D.H. et M.P., "La dérive des continents," conceptions nouvelles, 1971.
- [7] Tazief H., "Les volcans et la dérive des continents", 1973.
- [8] Varet J. et Barberi, F., "tracé des frontières de plaques en Afar, discussion a partir de données volcanologiques", Bull. Soc. France, t. XVIII, No.4, 1976, PP. 831-846.
- [9] Varet J., "Introduction : Accrétion de nouvelle croûte en domaine subaérien", Bull. Soc. géol. France, t. XVIII No.4, 1976, PP. 825-828.

LIMITES D'APPLICABILITE DE LA THEORIE DES
PLAQUES EN AFAR.

Accrétion de nouvelle croûte en domaine subaérien

Par: M.Ehtechamzadeh - Afchar

Résumé

Accrétion de nouvelle croûte océanique en Afar, en domaine subaérien est précisée par diverses méthodes d'investigations géologiques et géophysiques.

Les données recueillies permettent d'identifier en Afar des structures équivalentes aux Vallées axiales, aux failles transformantes et aux zones de fracture.

Les données permettent d'interpréter la plupart des observations géologiques de l'Afar en appliquant la théorie de tectonique des plaques.

Un tracé complexe des frontières d'accrétions et transformantes définissent au moins deux microplaques qui doivent être ajoutées dans la zone de jonction aux trois plaques majeures (arabique, nubienne et somalienne) dans la région Afro-arabienne.

Ces résultats indiquent que la théorie de tectonique des plaques est applicable en Afar, mais de manière pas trop rigide.