@karnil

کارنیل
karnil.com

✓کارنیل، بزرگترین شبکه موفقیت ایرانیان می باشد، که افرادی زیادی توانسته اند با آن به موفقیت برسند، فاطمه رتبه ۱۱ کنکور کارشناسی، محمد حسین رتبه۶۸ کنکور کارشناسی، سپیده رتبه ۳ کنکور ارشد، مریم و همسرش راه اندازی تولیدی مانتو، امیر راه اندازی فروشگاه اینترنتی،کیوان پیوستن به تیم تراکتور سازی تبریز، میلاد پیوستن به تیم صبا، مهسا تحصیل در ایتالیا، و..... این موارد گوشه از افرادی بودند که با کارنیل به موفقیت رسیده اند، شما هم می توانید موفقیت خود را با کارنیل شروع کنید.

برای پیوستن به تیم کارنیلی های موفق روی لینک زیر کلیک کنید.

www.karnil.com

همچنین برای ورود به کانال تلگرام کارنیل روی لینک زیر کلیک کنید.

https://telegram.me/karnil

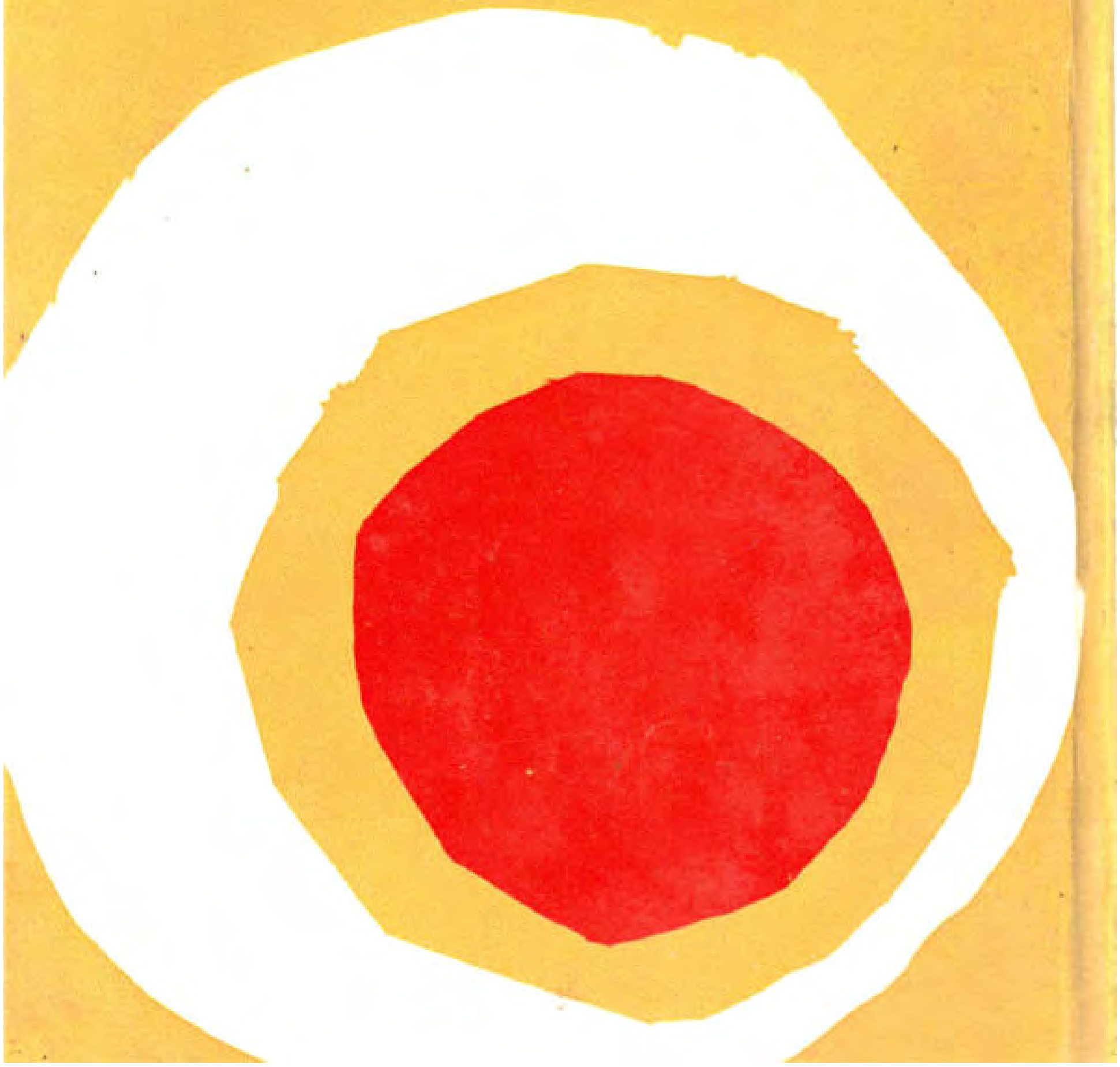
@karnil

کارنیل

سرگذشت زمین

ژرژ گاموف

ترجمه دکتر محمود بهزاد



@karnil

کارنیل

سرگذشت

زمین

نوشتهٔ : ژرژ گاموف

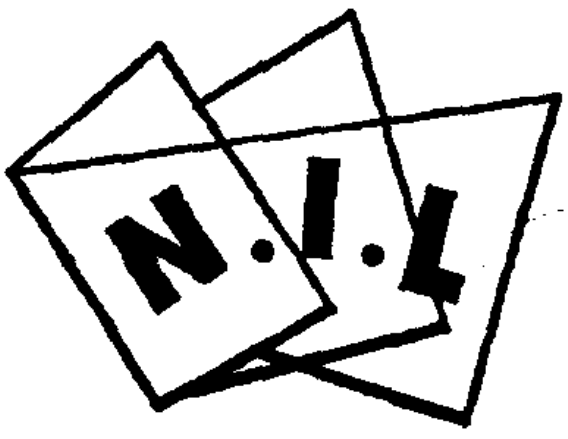
ترجمهٔ : دکتر محمود بهزاد

@karnil

This is an authorized translation of
BIOGRAPHY OF THE EARTH
by George Gamow,
Copyright, 1941, by George Gamow.
Published by The Viking Press, New York.

۲۰۸
شمارهٔ ثبت کتابخانهٔ ملی
۴۸/۳/۱۸

چاپ اول ... ۱۳۳۷
چاپ دوم ... ۱۳۴۲
چاپ سوم، شرکت سهامی
کتابهای جیبی ۱۳۴۷۰۰



انتشارات نیل

با همکاری مؤسسهٔ انتشارات فرانکلین

چاپ چهارم این کتاب در ۲۰۰۰ نسخه به تاریخ اردیبهشت ماه ۱۳۴۸ در چاپخانهٔ خرمی به اتمام رسید.

حق چاپ محفوظ

@karnil

کارنیل

.... اما در بارهٔ خـود زمین، می‌توان انتظارداشت که رفته‌رفته‌قشرجامد ضخیمتر پیدا کند و موقعی مقاومتش به‌حدی‌رسد که در برابرهر تکانی ایستادگی کند. تشکیل لایه‌های سطحی ، در این مرحله از تکامل زمین بالاخره پایان خواهد یافت و پس از آنکه آخرین کوهها ، تحت‌اثر باران شسته شدند،سطح قاره ها صاف و مسطح باقی خواهد ماند . فقط وضع اصلی قاره‌ها وحوزه‌های اقیانوسها، به‌عنوان خاطرهٔ همیشگی تولد دختر سیارهٔ ما دست نخورده باقی خواهد ماند .

@karnil
کارنیل

مقدمهٔ مولف

مؤلف این کتاب، در کتاب قبلی خود یعنی« پیدایش ومرگ خورشید» کوشش کرده است که‌تصویری ازجهان بی‌پایان کواکب وخانوادهای عظیم آنها رابنمایاند. جهانی که خورشیدمادرآن جرم‌سماوی مختصری بیش‌نیست وزمین نقطهٔ‌ناچیزی است که فقط برای یك گردش علمی خیالی درعالم‌لایتناهی بمنزلهٔ «پایگاه مشاهده» است .

اکنون یك ذره‌بین خیالی به دست بگیریم واین کرهٔ تاریك کوچك‌را که سرنوشت مارا دردست دارد اززدیك مطالعه‌کنیم . خواهیم دید که بقایای «آتش جاویدان» خورشید هنوز درزیر پای ما در حال اشتعال است وحکایت ایامی‌ازگذشته‌ای را می‌کند که سیارهٔ‌ما ازخورشید یعنی مادرش‌زاده شده‌بود و این تولددرنتیجهٔ یك‌تصادم‌کوتاه ولی بسیار شدید خورشید بایك ستارهٔ‌رهگذر صورت پذیرفته است. ما در محیط مرئی قاره‌ها اثر عمیقی خواهیم یافت که زمین راهمیشه به‌یاد تولد دختر منحصر بفردش‌یعنی«ماه زیبا» خواهدانداخت. مراحل‌تدریجی تکامل زمین را از دوران کودکی، که حالت‌مذاب داشته‌است ودوران بلوغ که باوقوع آتش فشانهای شدید و برخاستن کوهها همراه بوده است وهمچنین مرگ زمین درآیندهٔ دور یعنی‌هنگامی‌که حرارتش را از دست می‌دهد به‌ترتیب دنبال خواهیم کرد. چگونگی پیدایش «حیات» یعنی عجیب‌ترین پدیده‌ای که زمین ما را ازبزرگترین ستارگان جالبتر ساخته‌است .

مؤلف این کتاب درضمن بحث راجع به‌تاریخ زمین، قدمی‌فراترمی‌نهد ووارد مبحثی ازعلم می‌گرددکه از تخصصش خارج می‌باشد . تنها عذری که می‌تواند برای این عمل‌بیاورد این است که وقتی که هنوز دانش‌آموزدبیرستان بود ، برحسب‌تصادف کتاب **کونان دویل** (Conan doyle) راتحت‌عنوان «دنیای‌گمشده» مطالعه می‌کند و در حالی که سرگذشت پروفسور **چالانجر** (Prof. Challenger) درسرزمین غولهای ماقبل تاریخ جلب نظرش را می‌کند بیش از یکسال وقت خود را صرف دیرین شناسی می‌نماید . مؤلف درآن زمان می‌توانست یك دینوسورویك‌گربه راازروی شکل انگشتان آنها تشخیص دهد .

ژرژگاموف
دانشگاه جرج واشنگتن
ژانویهٔ ۱۹۴۱

@karnil

کارنیل

مقدمه چاپ منتور

اززمان نخستین چاپ کتاب «سر گذشت زمین» درسال ۱۹۴۱ الی اکنون، تغییرات عمده‌ای درعقایدما راجع به‌منشاء منظومهٔ شمسی حاصل شده‌است. در طی جنگ جهانی دوم یعنی هنگامی که ارتشهای مخالف در میدانهای جنگ اروپا وآسیا به‌انهدام یکدیگر مشغول بودند وبمبارانهای هوایی، بسیاری از شهرهای بزرگ عالم را زیر و رو می‌کردند مقالهٔ مهمی تحت عنوان **«منشأمنظومهٔشمسی»** توسط فیزیك دان جوان آلمانی **س. ف فون وایتس زکر** (C. F. Von weizacher) در مجلهٔ فیزیك‌نجومی «جلد ۲۲ - ۱۹۴۴» چاپ‌گردید .

این اثر مهم به‌اختلاف دیرینهٔ بین طرفداران تئوری «تصادم بوفون» و تئوری «حلقه‌ای کانت ـ لاپلاس» که قرنها ادامه داشت خاتمه داد. اکنون کاملا روشن به‌نظر می‌رسد که منظومهٔ خود رابدون کمك ستارهٔ متعرضی تشکیل‌داده است . «تغییر عقیدهٔ» مهم فیزیك دانهای جدید که در بخش مخصوصی به نام «رویهمرفته حق بالاپلاس بود» [1] شرح داده شده است، درپایان بخش دوم‌این کتاب آورده‌شده است .

چاپ حاضر به‌استثنای‌اصلاح معدودی ازاشتباهات وغلطهای چاپی‌نسخه اصلی به‌طورکلی تغییری نیافته است .

ژرژگاموف
دانشگاه جرج واشنگتن
۲۵ دسامبر ۱۹۴۷

۱ـ این بخش، از کتاب جدید مؤلف به نام یك، دو، سه ... بینهایت چاپ وایکینگ ۱۹۴۷ اقتباس شده است .

@karnil

کارنیل

فهرست مندرجات

فصل اول : سن زمین

تاریخ تولد ۱ـ سن اقیانوس‌ها۲ـ سن سنگها ۵

فصل دوم : حادثهٔ فرخنده

خورشید همسرش راملاقات می‌کند۸ ـ آیا ممکن است سیارات‌بدون «پدر»زاده شده باشند ۸ـ تئوری جزرومد ۱۴ـمدار سیارات چگونه مستدیر شده است ۱۹ـ نوه‌های خورشید ۲۳ـ خرده سیارات وحلقهٔ زحل ۲۶ ـ آیا منظومهٔ سیارات ما منحصر به‌فرداست ۳۱ـ رویهمرفته حق بالاپلاس بود؟۳۲

فصل سوم : زمین دختری می‌زاید

ماه ماچیزدیگری است۵۰ـ تئوری تشدید ۵۲ـماه چگونه فرارکرده است؟۵۶ـ جزرومد ماه ۶۰ـ روی ماه ۶۲ـ نشانهٔ گسیختگی ۶۵

فصل چهارم : خانوادهٔ سیارات

سیاره شناسی مقایسه‌ای ۷۰ ـ مولکولهای فراری ۷۱ ـ جو سیارات وماهها ۷۳ ـ شرایط زندگی درسیارات ۷۵ـ روی لم یزرع مریخ ۷۸

فصل پنجم سفری به سوی مرکز زمین

هرچه عمیق‌تر گرمتر ۸۳ ـ قاره‌های شناور ۸۹ ـجزرومد درسنگها ۹۲ ـ زلزله چه محسناتی دارد ؟۹۵ ـ در اعماق زیاد۱۰۴ ـراز عقربه قطب نما ۱۰۸

فصل ششم ـ برخاستن ونشستن کوهها

سرد شدن زمین ۱۱۱ ـ خاصیت رادیو آکتیوی درقشر زمین ۱۱۳ ـ جزئیاتی در بارهٔ پیدایش کوههـا ۱۱۷ ـ کوههـای وارونه ۱۲۰ ـ باران ، دشمن کوه ۱۲۴

@karnil
کارنیل

فصل هفتم : تکامل قاره‌ها

آیا قارهٔ آمریکا ازاروپا رانده شده‌است؟ ۱۲۷ـ تجدید «کتاب رسوبات» ۱۳۲ـ فصول و بخشهای کتاب رسوبات ۱۳۸ـ ورق‌پاره‌های اولیه ۱۴۱ـ سه‌فصل کامل از کتاب رسوبات ۱۴۳ـ آغاز تازه‌ترین فصل ۱۴۷ـ تاریخ سینماتوگرافیك امریکای شمالی ۱۴۹

فصل هشتم : آب و هوای گذشته

ما در عصر یخ‌بندان زندگی می‌کنیم ۱۵۹ـ سابقاً هوا گرمتر بوده‌است ۱۶۳ ـ آیا محل قطبین درسطح زمین تغییر می‌کند ؟ ۱۶۶ ـ علت تناوب «امواج سرما» چه بوده است؟ ۱۶۹

فصل نهم : زندگی روی زمین

منشاءِ حیات ۱۷۷ـ آیا جریان «پیدایش حیات» اکنون نیز ادامه‌دارد؟ ۱۸۴ـ نخستین مراحل تکامل حیات ۱۸۷ـ فرمانروایی عظیم خزندگان در اواسط تاریخ زمین ۱۹۴ـ عصر شیر ۱۹۸

فصل دهم : نظری به آینده

انقلاب قریب الوقوعی که سبب برخاستن کوهها می‌شود ۲۰۵ـ دورهٔ یخ بندان آینده ۲۰۶ ـ پایان سنوزوئیك و فصلهای بعدی کتاب ۲۱۰ـ سرنوشت ماه ۲۱۱ـ خورشید نمایش راپایان می‌دهد ۲۱۳ـ نتیجه ۲۱۶

@karnil

کارنیل

فصل اول

سن زمین

تاریخ تولد

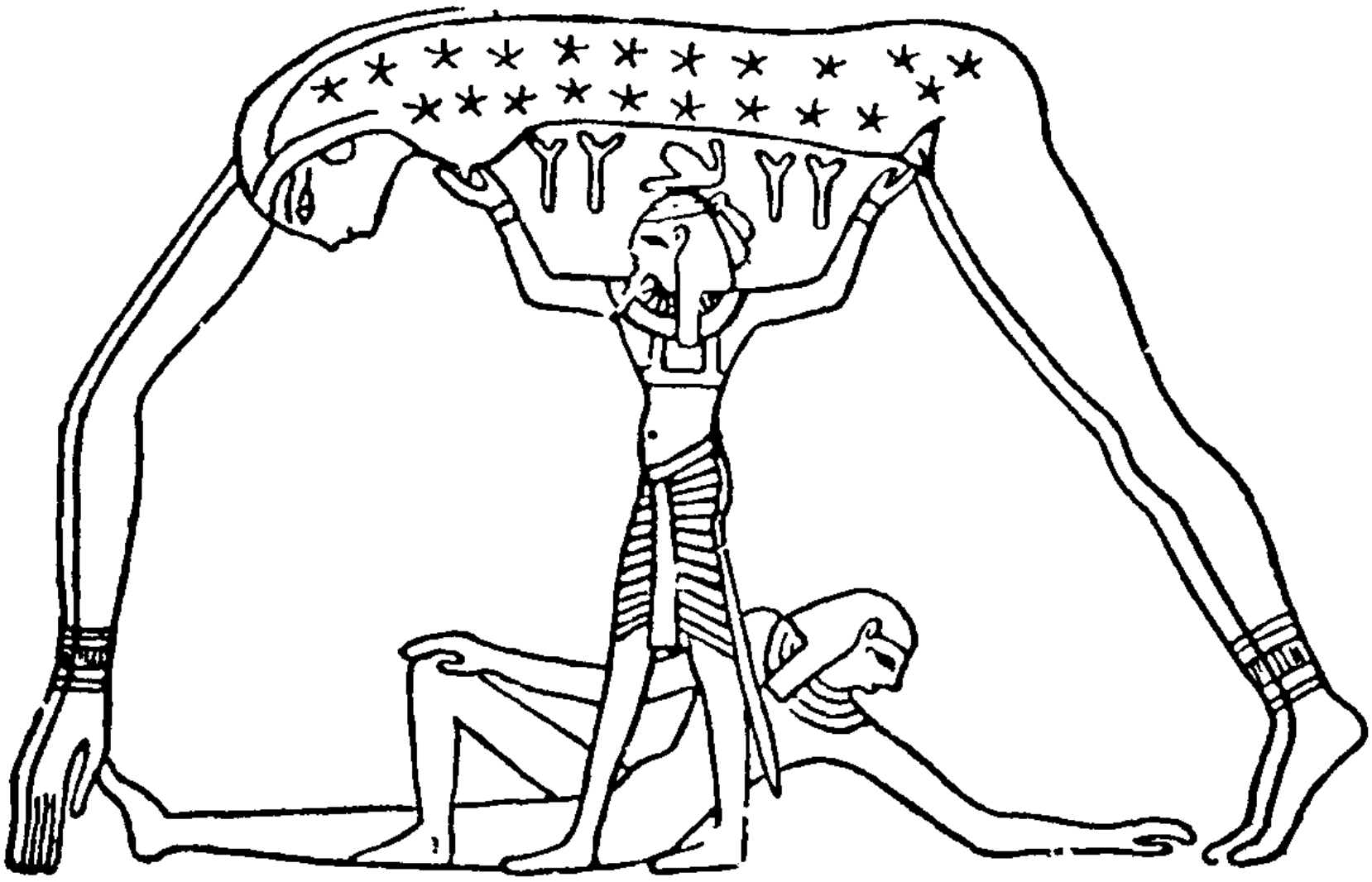
« زمین در سال . . . . . به دنیا آمد» ، بنا شد ، فصل اول کتاب چنین آغاز گردد تا بابهترین سنت بیوگرافی نویسی مطابقت کند. ولی پیش از آنکه جای خالی جملهٔ فوق پرشود ممکن‌است این سؤال پیش‌آید که آیا نمی‌توانیم قبول کنیم کـه زمین همیشگی بوده و همـواره بوضع کنونـی خـود شباهت داشته است ؟

به نظر می‌رسد که‌فکر ازلیت و ثبوت وضع جهان هرگز به مخیلهٔ انسان راه نیافته و ابتدایی‌ترین افکار انسانی همواره‌سعی داشته‌است که جهان را با صورت فعلی‌اش مصنوع‌خالق بداند. تمام ادیان قدیمی راجع به مسئلهٔ خلقت به درازا گفتگو کرده‌اند . این‌ادیان نخستین کوششهای شعورهای تازه بیدار شدهٔ انسانهای اولیه بودند تاوجود خودرا در مقابل‌جهان اطراف توجیه کنند. افسانهٔ جداشدن‌زمین‌ازآسمان به‌وسیلهٔ **شو**[1] خدای مصریان (شکل۱) وداستان مشهورخلقت شش‌روزهٔ جهان توسط **یهوه** نمونه‌های برجستهٔاین کوششها است. باوجود واهی بودن تصورات فوق، این حقیقت کلی در همهٔ آنها وجود دارد: **همهٔعالم و بالاخص‌زمین ما، در زمان‌بسیارقدیم ازماده‌ای‌غیرمتشکل یا«هیولای ازلی» به‌وجودآمده‌است.**

1- Shu

@karnil

دلایل نجومی به‌طور وضوح براین دلالت می‌کنند که **ستارگان بیحساب آسمان و همچنین خورشید ماکه در میان آنها جای دارد نمی‌توانند همیشگی بوده باشند ، بلکه احتمال دارد متجاوز از دومیلیارد سال پیش از گازهای سوزانی به‌وجود آمده باشندکه تمام عالم‌را قبلا فراگرفته بوده‌است.** [1]



شکل ۱ : تصور مصریان دربارهٔ خلقت عالم : شو خدای هوا که پسر آمونرا خدای آفتاب است ، خواهرش نات یعنی آسمان را از برادرش غب یعنی زمین جدا می‌کند. خود آمونرا از نیلوفر آبی‌که در سطح اقیانوس اولیه روییده زاده‌شده‌است.

اما چون سیارهٔ کوچك مادراین کتاب‌موردعلاقه است بهتر آن است‌دامنهٔ بحث را محدود سازیم وفقط راجع به‌سن‌زمین باخود بیندیشیم . از چه وقتی سطح زمین دارای چنین اقیانوسها ودریاهاوکوهها شده وازکی به‌صورت‌جرم سماوی مستقلی درآمده است ؟

سن اقیانوسها

ابتدا به اقیانوسها و دریاها که قریب سه چهارم سطح سیارهٔ مارا فرا

۱ــ مسئلهٔ خلقت و تکامل دنیای نجومی در کتابی به‌نام « پیدایش و مرگ خورشید» توسط مؤلف این کتاب مورد بحث قرارگرفته است. این کتاب‌توسط آقای احمدآرام به‌فارسی ترجمه وچاپ شده‌است .

@karnil
کارنیل

گرفته‌اند بپردازیم و ببینیم این اقیانوسها ودریاها چه‌هنگامی به‌وجود آمده‌اند؟ کاری که برای پیدا کردن جواب این سؤال باید انجام گیرد این است که هنگام آب‌تنی درامواج کف آلود ساحل دریا ، مقداری آب شور به‌حلق ما فرو رود واندکی دراین‌باره اندیشه کنیم . مسلماً اندیشه دربارهٔ امـر شوری آب مهمتر ازبلعیدن آن‌است. همه می‌دانند که‌آب دریا شور است ولی فقـط معدودی ازاین موضوع مطلعند که این نمک‌ها درطی ادوار طولانی معرفة ـ الارضی‌به‌کمك آبهای به اصطلاح شیرین جـویبارها و رودخانه به اقیانوسها وارد شده است[1]. آب طی جریان در دره‌هاوجویبارها، حتی سخت‌ترین‌سنگها را تدریجاً خرد می‌کند وموادحاصل ازتخریب را به‌دریاها واقیانوسهامی‌برد. مواد غیرمحلولی که باآب رودخانه‌ها حمل می‌گردند ، درحالی‌که به‌صورت ذرات ریز معلق به‌آن منظره‌ای گل‌آلود می‌دهند ، به‌صورت لایه‌های رسوبی روز افزون درقعر دریاها ته‌نشین می‌شوند ولی‌املاح به‌حالت محلول در آب باقی می‌مانند و درنتیجه آب اقیانوسها به‌تدریج شورتر می‌شود . مقادیر زیاد ازآب اقیانوسها تحت اثر اشعهٔ آفتاب ازقسمت سطحی آنـها بخار می‌شود و مجدداً به‌صورت‌باران وبرف به‌زمین می‌بارد وفعالیت زیرزمینی خود را ازسر می‌گیرد ، ولی املاح همچنان دراقیانوس باقی می‌مانند.

«« این که شوری کنونی آب اقیانوسها فقط به‌اندازهٔ یك دهم‌حد اشباع آب ازنمك است»» خود دلیل قاطعی براین می‌باشد که تجمع نمك در مدت‌محدودی انجام گرفته است «« اگرمقدارکل نمکی را که اکنون به‌صورت محلول در اقیانوس وجود دارد به مقدار نمکی کـه سالیانه در آن وارد می‌شود تقسیم کنیم می‌توانیم سن‌تقریبی اقیانوسها را به‌دست آوریم . مقدار نمك محلول‌در آب اقیانوسهارا می‌توان ازروی حجم‌کلی‌آب آنها (که ۱٫۵۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ کیلومتر مکعب است) وغلظت نمك (که قریب۳درصد است)تخمین زد . نتیجهٔ محاسبه عدد بزرگی است. اگرمی‌توانستیم تمام این نمك‌هارا استخراج کنیم قطعه‌ای ازنمك به وجود می‌آمد که قریب ۲۰٫۰۰۰٫۰۰۰ کیلو متر مکعب حجم آن بـود (یعنی مکـعبی به ضـلع ۲۷۰٫۰۰۰ مـتر) و وزن آن از ۴۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ تن متجاوز مـی‌گشت . از طرف دیگر

---

۱ ـ چنانکه بعداً خواهیم دید تحقیقات زمین شناسی به‌وضوح مدلل می‌دارند که همهٔ‌آب اقیانوسها دردوره‌های اولیهٔ تشکیلشان شیرین بوده است .

@karnil
کارنیل

چنانکه زمین شناسان تخمین زده‌اند سالیانه قریب ۴۰۰٫۰۰۰ تن نمك به‌وسیلهٔ رودخانه‌ها به دریا می‌ریزد . باقبول اینکه چنین آب بردگی یا به قول زمین شناسان **تخریب**[1] به میزان فعلی همواره جریان داشته است ، باید چنین نتیجه بگیریم که دریاها و اقیانوسها از مدتی قریب صد میلیون سال پیش وجود داشته‌اند .

احتمال دارد سرعت تخریب کنونی بیش از حد متوسط میزان تخریبی باشد که در دورانهای گذشتهٔ زمین صورت گرفته است و چنانکه بعداً خواهیم دید وضع کنونی زمین ما باقلل‌سر به‌فلك کشیده و فلاتهای مرتفع ابداً نمی‌تواند نموداری ازوضع همیشگی آن باشد . مدت بالنسبه کوتاهی است که زمین دارای چنین هیئتی گردیده وآنهم به‌دنبال انقلابات عظیمی بوده که منجر به تشکیل کوهها شده است . تشکیل کوهها به‌علت چین خوردگی بطیء زمین صورت گرفته است.[2] ازهنگامی که درطی ادوار معرفةالارضی سلسله‌کوههایی به‌وجود آمدند که بعداً براثر عمل تخریبی آب به‌کلی با سطح زمین هموار شدند ، سطح سیارهٔ ما تا تشکیل کوههای جدید صافتر بوده و پست و بلندی کمتری داشته و بیشتر مناطق آن از دریاهای کم عمقی پوشیده بوده است . در این دوره‌ها خشکی چندانی وجود نداشته تا مورد تخریب واقع گردد و رودخانه‌ها به‌میزان کمتری نمك به‌اقیانوس حمل میکردند. به‌علاوه ممکن است باخارج شدن زمینهایی ازقعردریا مقداری نمك ازآب خارج شده باشد. اگر چنین باشد پس مقداری از املاحی که همراه آب رودخانه ها دوباره به اقیانوس برمی‌گردند باید هنگام محاسبه ازمقدارکل نمك کسر گردد .

چون تصحیح فوق سن اقیانوسها را که دربالا تخمین زده شده به‌ده تا پانزده برابر بالا می‌برد ، لذا باید نتیجه بگیریم که **آبهای پهناور سطح زمین قریب یك میلیارد یابه احتمال قویتر یك میلیارد وپانصد میلیون سال پیش تشکیل یافته است** ولی این تخمین به‌طور قطع‌معرف حداکثرسن‌ممکنه است زیر اگر اقیانوسها پیش‌تر از این موجود می‌بودند لازم می‌آمد شوری آب همهٔ آنها به اندازهٔ شوری **بحرالمیت** یا **دریاچهٔ بزرك نمك** امریکا باشد .[3]

۱ــ Erosion

۲ــ به‌فصل ششم مراجعه شود .

۳ــ این نکته قابل ذکر به نظر می‌رسد که دریاچه‌های نمك از تبخیر آبهای باقی‌مانده ازعقب نشینی دریاها به‌وجودآمده‌اند.

@karnil
کارنیل

پیش از این تاریخ ، تمام آبهای زمین بایستی منحصراً به‌صورت بخار درجوّ زمین موجود بوده باشد واین خود دلیل براین است که **سطح زمین بایستی خیلی گرم بوده باشد** نخستین رگبار ها فقط هنگامی به سطح سیارهٔ جوان ما نازل شدند که درجهٔ حرارت آن ازحرارت آب جوش پایین تر آمده است وآبها تمام فرورفتگی‌هارا پر کرده‌اند واقیانوس های وسیع کنونی را به‌وجود آورده‌اند .

سن سنگها

واما راجع به سنگهایی که قشر جامد سیارهٔ ما را تشکیل می‌دهند ، چه بایدگفت ؟ آیا می‌شود سن آنها را هم تخمین‌زد ؟ آری وآن‌هم‌چه‌آسان. گرچه، درنظر اول، تصور می‌رود که سنگها خصوصیات متغیری که معرف‌سن آنها باشد ندارند اما بسیاری ازآنها نوعی ساعت طبیعی دربردارند که ازروی آن زمین شناسان کار آزموده به‌دقت معین می کنند که چه مدت‌زمان پیش،سنگی ازصورت مذاب خارج ومنجمد شده است.

این ساعت زمین‌شناسی که سن سنگهارا تعیین می کند مقدار کمی‌عناصر رادیواکتیو نظیراورانیوم وتوریوم است که غالبا درون‌سنگهای گوناگون‌قسمت سطحی یاعمقی زمین پیدا می‌شود .

اتمهای اورانیوم وتوریوم سنگینترین اتمهای موجود می‌باشندوخاصیت مخصوصشان این است که بی‌ثباتند وتدریجاً تجزیه می گردند وبخشی از مواد سازندهٔ خودرا به‌خارج می‌دهند . ذراتی که باسرعت بسیار از اتمهای بی‌ثبات عناصر رادیو آکتیو ساطع می گردند به اشعهٔ **آلفا** موسوم‌اند و درواقع همان هستهٔ (یا هستهٔ مرکزی اتم) اتمهای هلیوم معمولی می‌باشند . عناصر رادیو آکتیو ضمن اینکه بخشی از مواد مشکلهٔ خودرا ذره به‌ذره ازدست مـی‌دهند مراحل حد وسط متعددی‌طی می کنند و خاتمتاً به‌اتم‌های عنصر سرب معمولی می رسند .

گرچه تجزیهٔ اورانیوم و توریوم بـی‌نهایت بطیء است معهذا سرعت آن از روی تعداد ذرات آلفایی که از مقدار معینی مادهٔ رادیو اکتیو درمدت معلومی ساطع می گردد می‌تواند به‌دقت‌اندازه گیری‌شود. شمارش تعداد ذرات آلفا بادستگاه بـی‌نهایت دقیقی امکان پذیر است که درفیزیك تجربی جدید به‌کنتور **گایگر**[1] موسوم است . این دستگاه خروج هـرذره آلفارا که معرف

---

1 – Geiger

@karnil
کارنیل

پیدایش تغییری در داخل اتم است ثبت می‌کند .

از آنجاکه یك گرم اورانیوم سالیانه $\frac{۱}{۷ر۶۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰}$ گرم سرب به وجود می‌آورد و سرب حاصل از یك گرم توریوم در سال $\frac{۱}{۲۸ر۰۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰}$ گرم‌است،لذا باحساب ساده‌ای‌معلوم می‌گرددکه ۴ر۴۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ سال لازم است تا مقدار معینی اورانیوم به نصف تقلیل یابدوچنین کاهشی برای‌توریوم ۱۶ر۵۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ سال‌لازم دارد. برای‌آن که‌یك‌چهارم ازفلزاولیه باقی ماند دوبرابرمدت مذکوروقت‌لازم‌است وچنانچه باقی‌مانده به‌یك هشتم برسد سه برابراین مدت باید وقت بگذرد وقس‌علیهذا. سرعت تجزیهٔ مواد رادیو آکتیو با زمان تناسب‌مستقیم دارد وتحت اثر فشار وحرارت وساختمان شیمیایی موادی‌که آنهارا فرا گرفته‌اند قرارنمی‌گیرد[۱] تابه حدی‌که مواد رادیو آکتیو بهترین‌آلاتی می‌باشندکه برای اندازه‌گیری زمان دردنیا وجود دارد.

برای تشخیص سن سنگی‌که محتوی اورانیوم و توریوم است فقط باید مقدارسربی را که از تجزیهٔآنها حاصل شده است اندازه بگیریم . اما چون مواد مشکلهٔ سنگ های پوستهٔ زمین مدتی به حالت مذاب بوده‌اند لذا ماحصل تجزیهٔ آنها باید قاعدتاً تحت اثر پراکندگی و جابه جایی از منشأ به جای دیگر انتقال داده شده باشد . در واقع سرب حاصل از تجزیهٔ مواد رادیوآکتیو از وقتی توانسته است در مجاورت این فلزات باقی ماندکه‌مواد مذاب متحجر شده‌اند . به طوری‌که آنچه امروزه از تجزیهٔاین مواد می‌یابیم اطلاعات صحیحی از زمان انجماد سنگها در دسترس ما قرار می دهد .

زمین شناسی جدید این روش را در مورد سنگ‌هایی‌که ازنقاط‌مختلف واعماق‌گوناگون زمین به‌دست آمده به‌کار برده وتوانسته اطلاعات مشروحی از زمان انجماد نقاط مختلف قشر زمین حاصل کند . (قدیم‌ترین سنگ‌هادر **کارلیای**[۲] فنلاند شناخته شده و۱ر۸۵۰ر۰۰۰ر۰۰۰ سال دارد. سن‌سنگهای

۱ــ طبق محاسبهٔ کارل فن واینسگر (karl Von weizsacKer)فیزیك دان آلمانی برای آنکه سرعت تبدیل این عناصر سنگین تغییر یابدچندین میلیارد درجه حرارت وچندین میلیارد اتمسفر فشار لازم است.

۲ــKarelia

@karnil
کارنیل

بلاك هیلز [1] داکوتای جنوبی ۱٫۴۶۰٫۰۰۰٫۰۰۰ سال است) . از این محاسبه ها باید چنین نتیجه بگیریم که **« تشکیل قشر جامد زمین ازصورت مذاب قبلی بیشتر ازدومیلیارد سال طول نکشیده است .**

اکنون می‌توانیم وضع کرهٔ زمین را در دومیلیارد سال پیش به نظر بیاوریم : کرهٔ کاملا مذابی بوده که گرداگرد آن‌راقشرضخیمی از هواوبخار آب وشاید مواد سریع‌التصعید دیگری احاطه می‌کرده‌است . اما این حالت مذاب زمین فقط می‌تواندمرحلهٔ حد وسط نسبتاً کوتاهی‌درتکامل سیارهٔ ما باشد. زیرا ده تادوازده هزار سال بیشتر لازم نبوده تاسطح زمین بر اثر تشعشع حرارت به‌فضای اطراف به‌سرعت سرد گردد وقشر جامدی درسطح مذاب آن به‌وجودآید

اگرمیلهٔ آهنی سرخ شده‌ای به‌نظر ما برسد ، طبیعتاً چنین نتیجه می‌گیریم که ازکوره‌ای بیرون‌آورده شده ، درست بهمین طریق باید نتیجه بگیریم که‌مواد مشکلهٔ زمین مانیز از مخزنی مرکب از مواد گداخته جداشده و به‌محض جداشدن سرد گردیده است. اینکه مخزن اولیه‌مادهٔ گداخته خورشید است مسلماً نمی‌تواند مورد شك باشد . زمین و سایر سیارات مانند دسته‌ای‌از کودکان ازآغاز تولدشان به‌گرد چنین مادری حرکت داشته‌اند .

از این مسئله که چه چیزی خورشیدرا کانونی از حرارت ساخته در اینجا نمی‌توانیم به‌تفصیل صحبت بداریم ، فقط به‌این نکته اشاره می‌کنیم که اجرام بسیاربزرگ، کانون هایی از انرژی زیراتمی درون خودمی‌پرورانند. وجود این کانون‌ها باپدیدهٔ رادیوآکتیوی که دربالا اشاره شده‌بستگی‌تام دارد ومنشأ نور وحرارت‌این اجرام میگردد.[2] این کیفیت دربارهٔ اجرام کوچکتری که از خورشید جدا شده‌اند صادق نمی‌باشد زیرا وقتی ارتباطشان با منابع انرژی خورشید قطع گردیده است به سرعت سرد شده‌اند وپوستهٔ جامدی در سطحشان تشکیل گردیده است .

حرارت اولیهٔ خورشید برای‌مدت بیشتری دربخش مرکزی«قطره‌های خورشیدی» باقی میماند وبراثر فعالیت‌های آتش‌فشانی خودرا به‌ساکنان‌قشر سنگی نشان می‌دهد. اکنون وقت‌آن است که خوانندهٔ کنجکاو به صفحهٔاول مراجعه کند و در جای خالی جملهٔ اول برای سال تولد زمین عدد ۲٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ سال قبل از میلاد را یادداشت کند واین نکته را نیز اضافه نماید که خورشید مام زمین بوده است .

۱ــ Black Hills

۲ــ برای اطلاعات بیشتر به‌کتاب پیدایش و مرگ خورشید نگارش مؤلف این کتاب مراجعه شود .

@karnil

کارنیل

فصل دوم

حادثهٔ فرخنده

خورشید همسرش را ملاقات می‌کند

اکنون‌که تاریخ تولد زمین ونام مادرش دانسته شد ، سؤالی‌که طبیعتاً پیش می‌آیداین‌است‌که «پس پدرش‌کی بوده وچگونه همهٔاین جریانها اتفاق افتاده است ؟»

نخستین تلاشی‌که برای جواب دادن باین پرسش صورت‌گرفت قریب دوقرن پیش‌توسط **طبیعی‌دان مشهورفرانسوی‌ژرژلویی‌لکلرک‌کنت دو بوفون**[1] بوده است . این دانشمند دریکی از چهل وچهارکتاب تاریخ طبیعی خود به این سؤال اشاره کرده است . شاید این‌کتاب درخشان‌ترین وقابل فهم‌ترین مطالعاتی است‌که تاکنون درعلوم طبیعی نگارش یافته است . بوفون' تشکیل منظومهٔ سیارات را نتیجهٔ تصادم خورشید بایك‌جرم سماوی خارجی می‌دانست که نامش را «ستارهٔ دنباله دار» گذاشته است . نامی‌که بوفون برای[«پدر» زمین اختیارکرد مسلماً بیشتر به‌این علت بود که اطلاعات دانش آن‌عصر دربارهٔ ماهیت ستاره‌های دنباله‌دارناقص بود وگرنه بوفون درنوع‌جرم سماوی که سبب این حادثه شد شکی نداشت . اکنون می‌دانیم که ستاره‌های‌دنباله‌دار به‌خلاف ظاهر درخشان وطول زیادشان ماده بسیارکمی دربردارند. **پروفسور**

۱ــ George-Louis Leclerc Comte de Buffon

@karnil
کارنیل

هنری نوریس روسل[1] مشخصات آنها را در دو کلمه «هیچ هوایی» خلاصه کرده است (تصویر الف۲). سر به‌ظاهر بزرگ ستاره‌های دنباله‌دار ازاجرام بسیار کوچك وغیر متراکم سماوی تشکیل یافته است . جرم یکی از این اجرام هزارها مرتبه ازجرم زمین کمتر است . دم زیبا ودرخشان ستاره‌های دنباله دار از گازهای بسیار رقیقی به‌وجود آمده است که وزن مخصوصشان میلیون‌ها مرتبه از هوای جو کمتراست . برخورد چنین ستاره‌ای بازمین ما جز تولید درخشندگی خاصی که از برخورد اجرام سماوی حاصل می‌شود چیزدیگری نمی‌توانست باشد . آنچه‌حقیقتاً بوفون منظور داشت برخوردخورشید با ستارهٔ دیگری بود که ابعاد مشابه آن‌داشت . نظر بوفون در (شکل۲) که از روی عکس کتاب علوم طبیعی وی رسم شده نشان داده شده است .

نتیجهٔ تصادم شدید این دوهمسر بایستی چنین بوده باشدکه قطعاتی از این جرم سماوی عظیم باندازه‌های مختلف به اطراف پراکنده گردد (این درصورتی است که‌تصادم درست از روبه‌رو صورت نگرفته باشد) وهمهٔ منظومه به‌گردش سریعی بیفتد . در این صورت احتمال دارد بعضی از قطعات حاصل از آن تصادم برای همیشه در فضای بین ستارگان سرگردان شده باشند ، درحالی که سایر قطعات تحت‌اثر نیروی جاذبهٔ جرم مرکزی قرارگرفته به صورت سیارات مجزا ازهم به‌ادامهٔ گردش به دور خورشید مجبور شده‌باشد.

این‌طبیعی ترین توجیهی است که به‌طورکلی چگونگی گردش سیارات منظومهٔ مارا دریك سطح معین ودر همان جهت عمومی گردش‌خورشید به‌دور محور خود نشان می‌دهد .

آیا ممکن است سیارات بدون «پدر» زاده شده باشند؟

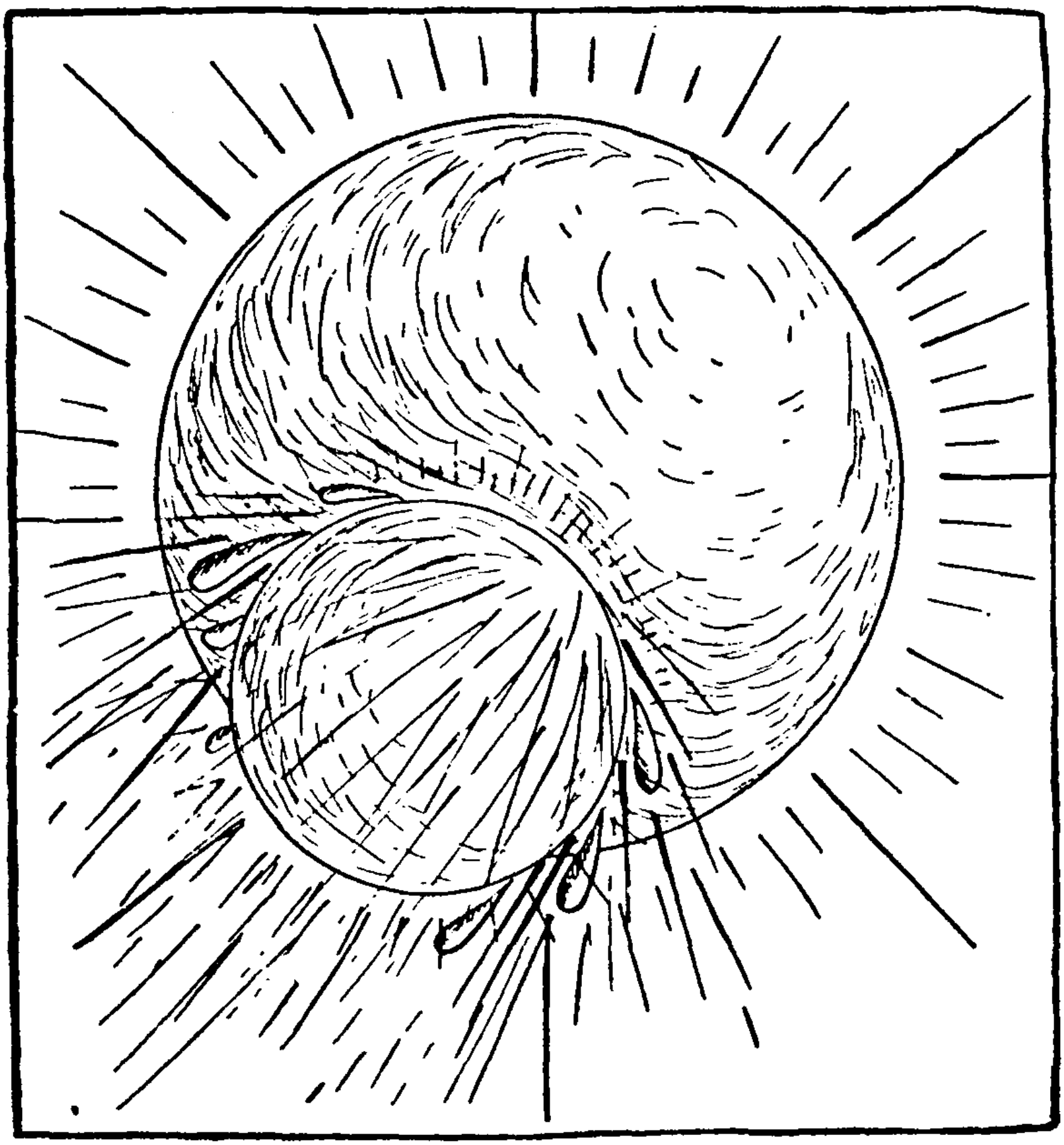
گرچه‌نظریه‌های‌نجومی بوفون چنانکه بعد خواهیم‌دید خیلی به‌حقیقت نزدیك است ، ولی درسال ۱۷۹۶ یعنی هشت سال پس از مرگ این دانشمند توسط ریاضی‌دان مشهور فرانسوی **پی‌یر سیمون مارکی‌دولاپلاس**[2] در کتاب « نمایش دستگاه جهانی» مورد انتقاد شدید قرارگرفته است . انتقاد اصلی لاپلاس به‌نظریه های بوفون بیشترمتوجه این نکته بود که اگرچنین‌تصادمی اجرامی را از سطح خورشید به‌خارج پرتاب کرده باشد، لازم می‌آیدمدار گردش این اجرام به‌دور خورشیدبه‌صورت بیضی طویلی باشد، درصورتی که می‌دانیم مدارهای آنها غالباً مستدیر است .

۱ــ Prof. Henry Norris Russel

۲ــ Pierre Simon de Laplace

@karnil

لاپلاس به‌جای «تئوری‌والدین» که توسط بوفون بیان گردیداین تئوری را بیان می‌کند[1] که خورشید منظومهٔ سیارات خود را «شخصاً» به‌وجود آورده



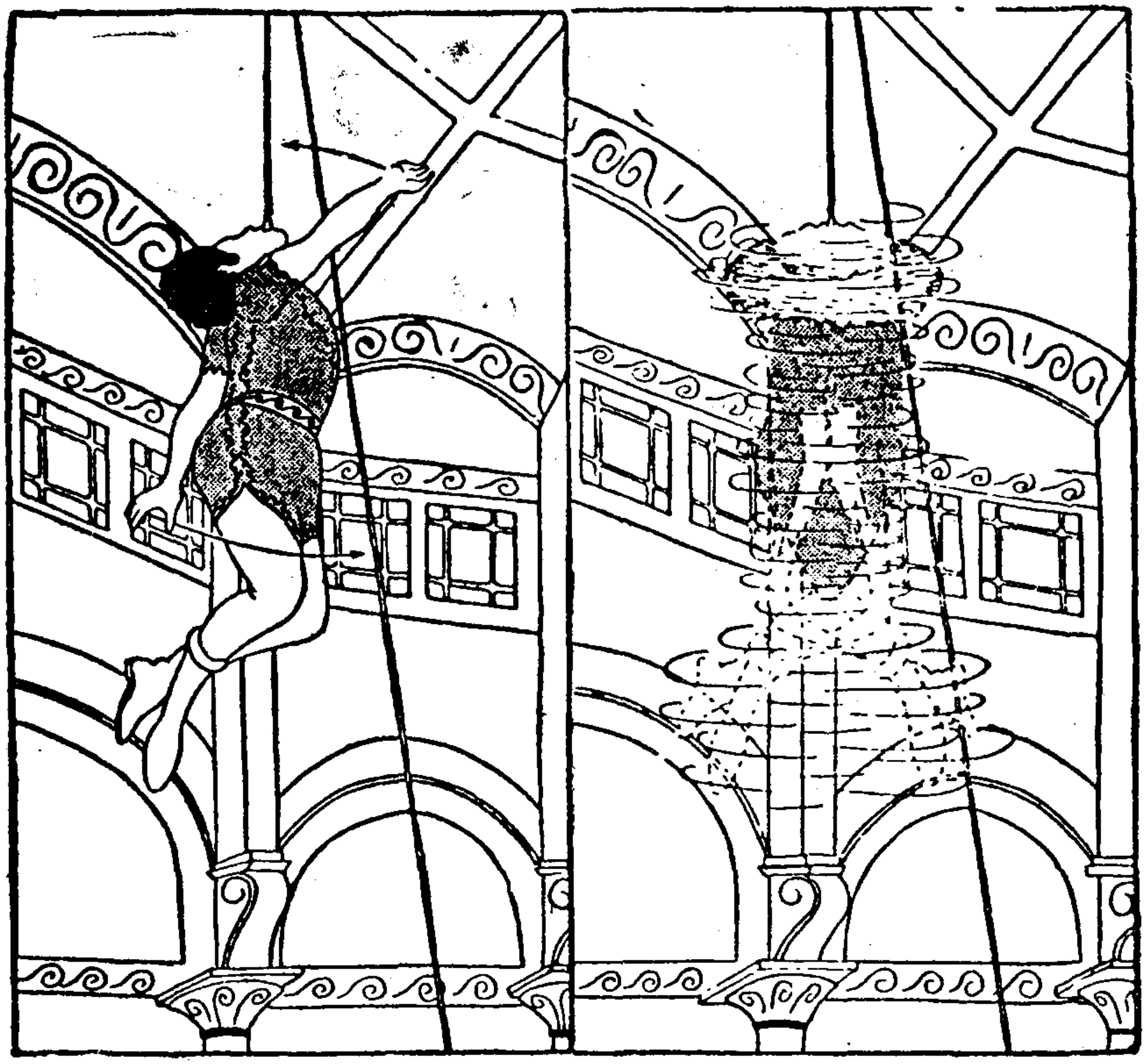
شکل ۲ ــ تصادم خورشید بایك ستارهٔ عابر (به‌نظر بوفون)

است ، واین امر درنتیجهٔ یك انفجار مدهشی صورت گرفته که قسمتی از جو خورشید را دورتر از آن یعنی درفاصلهٔ مدارات سیارات پرتاب کرده است. چنانکه می‌نویسد : **این انفجار ممکن است تحت اثر عوامل مشابهی صورت گرفته باشدکه در سال ۱۵۷۲ در صورت فلکی ذات‌الکرسی به‌وقوع‌پیوست و ماهها طول کشید .**

۱ــ اصل این تئوری ازامانوئل‌کانت (Immanuel Kant) است .

@karnil
کارنیل

مقصود لاپلاس به زبان علـمی جدید چنین می‌شود که تشکیل سیارات منظومهٔ شمسی نتیـجهٔ این بوده که خـورشید از زمان قدیم به صورت نوو (Nova) و سوپرنوا (Supernova)[1] وجود داشته است.



شکل ۳ ــ گردش بطیء یك بندباز هنگامی که دستهای خودش را به‌بدن بچسباند سریعتر می‌گردد (تصویر از دگاس)

از آنجاکه تئوری لاپلاس متضمن‌تصادم خورشید باستارهٔ دیگری‌نبوده تابتواند منظومهٔ شمسی را به گردش درآورد ، لذا مجبور گردید چنین‌قبول کندکه خورشید از آغاز وجودش همواره به دور خود گردش داشته وبخشی

۱ــ پدیدهٔ نووا و سوپرنوا عبارت از این است که نـور اولیه ستاره‌ای براثر انفجار عظیمی یك‌میلیون برابر (درموردنوا) یاحتی یك میلیاردبرابر (درمورد سوپرنووا) شدیدتر گردد.

@karnil
کارنیل

از این حرکت دورانی نیز به جو وسیعی که براثر انفجار خورشید به‌وجود آمده منتقل گردیده است . وقتی نیروی انفجار اولیه کاهش حاصل کرد این کرهٔ گازی عظیم حرارت خودرا براثر تشعشع به‌فضای بین ستارگان داد و تدریجاً سرد ومتراکم گردید .

واضح است که متراکم شدن هرجسم دواری سرعت زاویه‌ای آن‌را زیاد می‌کند . این پدیده را هنگامی که بند بازی درسیرك حرکتی دورانی انجام می‌دهد می‌توان مشاهده کرد. بدین معنی وقتی بندباز درانتهای طنابی حرکت دورانی بطیء انجام می‌دهد هنگامی که بازوان خود را جمع کند به‌یك دوك گردندهٔ روشنی تبدیل می‌گردد (شکل۳) .

این نیرنك معروف یکی از قوانین اصلی مکانیك را نشان می‌دهد وآن قانون بقای گشتاور است[1] **گشتاور** نتیجهٔ حاصل ضرب سه عامل است. جرم جسم دوار ، سرعت خطی آن ، وفاصله‌اش از محور دوران. درمورد بندباز دوار گشتاور بازوهایش مثلا چنانکه از روی سهم دیده می‌شود ، از حاصل‌ضرب جرم بازوان و طول آنها وسرعت دوران به دست می‌آید . وقتی بازوان بند باز به تنهٔ او چسبانیده می‌شود ، چون فاصله‌اش از محور دوران کم می‌گردد، لذا برای ثابت باقی ماندن گشتاور سرعت دوران بایدافزایش یابد ، و از آنجا که بازوان جزئی ازبدن می‌باشند و نمی‌توانند ازآن منفك گردند،لذا این افزایش‌سرعت بایدبه‌طورتساوی بین بازوان بندباز وتمام بدن وی تقسیم گرددتا به حدی که تمام بدنش سریع‌تر دوران کند[2] .

اگر موضوع دوران بندبازرا در مورد تئوری لاپلاس درنظر بگیریم، عین همین جریان بـاید برای خورشید در حین متراکم شدن صورت گرفته باشد . چون خورشید دوار مانند بدن بنـدباز جامد نیست ، لذا ممکن است تصور شودکه نیروی گریز از مرکز توانسته باشد حلقه هایی از مادهٔ مشکلهٔ خورشید را ازناحیهٔ استوایی برآمده‌اش جدا سازد . تشکیـل چنین حلقه‌ای را می‌توان با آزمایش معمولی روغن معلق در مایع دیگر نشان داد . دراین آزمایش کرهٔ بزرگی ازروغن‌را درمایع دیگرمعلق نگاه می‌دارند و به وسایل مخصوص مکانیکی آن را به حرکت دورانی درمی‌آورند.

۱ـ گشتاور عاملی راگویند که سبب حرکت دورانی می‌شود. ـ م.

۲ـ بنا براین سرعت دوران بند باز هنگامی که جثه‌اش کوچك و بازوانش بسیار سنگین باشد ، افزایش بسیار حاصل خواهدکرد وچنانچه اشیای‌سنگینی درمشت بگیرد سرعت گردشش بازهم بیشتر می‌گردد .

@karnil
کارنیل

لاپلاس معتقد بود که مادهٔ مشکلهٔ حلقه‌های جداشده ازخورشیدباگذشت زمان به‌صورت کرات گازی مجزادرآمده ودرمدارات دایره‌ای حرکت کرده وبدین طریق وضع کنونی‌منظومهٔ شمسی‌را به‌وجودآوردند . چنانکه به‌زودی خواهیم دید این نظریهٔ لاپلاس صحیح نیست . نفوذ این ریاضی دان بزرگ بود که سبب گردید «فرضیهٔ سحابی» تشکیل منظومهٔ شمسی بیش از یك قرن مقام ارجمندی درعلم پیداکند ، درحالی‌که فرضیهٔ تصادم بوفون که مقدم بر آن بود غالباً به‌طورکامل به‌فراموشی سپرده شود .

لاپلاس دربیان فرضیهٔ سحابی خودرا به‌این محدود ساخت‌که نظریاتش را به وضعی مردم پسند وبادارا بودن جنبهٔ‌توصیفی محض مورد بحث‌قراردهد، و بااین عمل تئوری خودرا از دسترس تحلیل دقیق ریاضی‌به‌دور نگهدارد . ولی وقتی درطی قرن گذشته نظریاتش مورد موشکافی عده‌ای ازدانشمندان‌علم هیئت وعلمای فیزیك قرارگرفت ، این نتیجه حاصل شدکه اشکالات لاینحل بسیاری برسر راه‌این مسئله وجود دارد. مهم‌ترین اشکال این است‌که دلیلی به‌نظر نمی‌رسد که انقباض خورشید دوار اولیه فقط چند حلقهٔ گازی ضخیم بالنسبه معدود به‌وجودآورد واین حلقه‌ها موجد سیارات منظومهٔ شمسی فرض شوند ، بلکه آنچه حقیقتاً بایدانتظار داشت این است‌که تعداد بسیار زیادتری حلقه‌های‌کوچك براثر انقباض خورشید به وجود آمده و سطح مدار آن‌را [۲] به وضعی یکنواخت اشغال‌کرده باشند. اما به‌فرض این‌که حلقه های تشکیل شده به‌همان تعدادی باشندکه بیان‌گردید، تازه باید معلوم‌گردد چگونه هر حلقه‌ای توانسته به صورت جرم کروی مستقلی متراکم‌گردد .

جمزکلرك ماکس ول [۳] فیزیك دان مشهور انگلیسی در حین تحقیق ماهیت حلقه‌ای‌که به‌دور سیارهٔ زحل درگردش است، راجع‌به‌حلقه‌های‌گازی

۱ــ نام « فرضیهٔ سحابی » از شباهت غلطی‌گرفته شده که بین نظریهٔ لاپلاس در تشکیل منظومهٔ شمسی و شکل ظاهری **سحابی مارپیچی** وجود دارد . درعصر لاپلاس هنوز نمی‌دانستند که این سحابی‌ها نظیر کهکشان مجموعه‌ای ازستارگانند ، بلکه آنها را در مرحله‌ای فرض می‌کردند که یکی ازنظایر آنها توانسته است منظومهٔ سیارات مارا تشکیل دهد .

۲ــ مدار نام سطحی است که سیارات یا صحیح‌تر گفته شود ، زمین درآن گردش می‌کند .

۳ــ James ClerK – Maxwell

@karnil
کارنیل

یا مایعی که به‌دور جرمی مرکزی دوران می کنند ، وهمچنین دربارهٔ ثبوت وضع آنها به‌مطالعه پرداخت . نتیجهٔ مطالعاتش که در سال ۱۸۵۹ به‌چاپ رسیده چنین معلوم می‌دارد که این گونه حلقه‌ها درواقع وضع ناپایداری خـواهند داشت ولی به‌جای آن که به شکل‌سیارات مجزا درآیندبه‌صورت تعدادبسیاری اجرام کوچك‌تر درمی‌آیندکه به‌وضعی‌مشابه‌درمداری حلقوی پخش‌می گردند. برطـبق محاسبهٔ ماکس ول ، حـلقهٔ گازی که مثلا لاپلاس برای تشکیل سیارهٔ مشتری فرض کرده باید به صورت قریب پنجاه جرم مجزا از هم در آمده باشدکـه در مدار کنونی مشتری پخش بـوده و هیچگونه علایمی از اتحاد آنها به صورت یك جرم منفرد مشاهده نگردد . دو اشکالی که در بالا اشاره گردید می تواند چنین خلاصه گردد : تصور عاملی که قادر باشد تودهٔ گازی حجیمی راکه به دور خورشیدپراکنده بوده ، به صورت عدهٔ معدودی مراکز متراکم ومجزا از هم درآورده باشد بسیار مشکل است .

ولی اشکال اساسی تئوری لاپلاس هنگامی به‌چشم می‌خوردکه بخواهند بدانند وضع حرکت انتقال حرکت دورانی خـورشید به سیارات چگونه بوده است . آنچه ازروی اطلاعات نجومی مربوط به حـرکات سیارات و گردش خورشید به‌دور محور خود حاصل شده‌وبه‌سهولت می‌تواند محاسبه گردد، این است که گشتاور مشترك سیارات قریب چهل ونه برابر گشتاور خورشیداست. وقتی به‌نظر بیاوریم که جرم‌مجموع سیارات‌فقط ۱٫۷۰۰ جرم خورشیداست، تصور این نکته تقریباً غیر ممکن می‌شودکه چگونه حلقه‌هایی که با نیـروی گریز ازمرکزخورشید جدا شدند توانستنداز گشتاورکلی منظومهٔ شمسی‌چنین بخش خارق‌العاده‌ای‌نصیب ببرند .

تئوری جزر ومد

شکست کامل تئوری لاپلاس سبب گردیدکه علم به نظریهٔ اولیهٔ بوفون یعنی نظریه‌ای که برطبق آن به‌وجود «والدین» درتشکیل زمین معتقد بودند بازگردد ، و تئوری‌های پخته‌تری از اوایل قـرن حاضر توسط **سرجمز هـ . جینز** (Sir James H. Jeans) در انگلستان و **تامس ث . چـمبرلـن** (Thomas C. Chamberlin) و **فورست ر. مولتون**(Forest R. Moulton) در شیکاگو عنوان شود .

باوجود اینکه تئوری تولد سیارات با واسطهٔ جرم خارجی مورد قبول واقع شده ، معهذا نظریهٔ اولیهٔ بوفون مورد تفسیرهای جدیدی قـرار گرفته

@karnil
کارنیل

که در آنها نظریهٔ تصادم مادی مستقیم را ترک گفته‌اند و به‌جای آن این نظریه ایراد شده است که **در تشکیل سیارات نتیجهٔ این بوده که ستاره‌ای به‌فاصلهٔ چند برابر قطر خورشید از مجاورش عبـــور کرده و براثـــر نیروی جاذبه سبب گشته مـــد بزرگی در سطح خورشید ایجاد شود.** علت اصلی انتخاب نظریهٔ جزر ومد به‌جای تصادم مستقیم این است که برخورد مستقیم دوستاره احتمال کمتری ازعبور نزدیك آنـها دارد[1]، بنابراین در تشکیـــل منظومهٔ ما عبور ستاره‌ای ازمجاورت خورشید به‌حقیقت نزدیك‌تر به‌نظر می‌رسد .

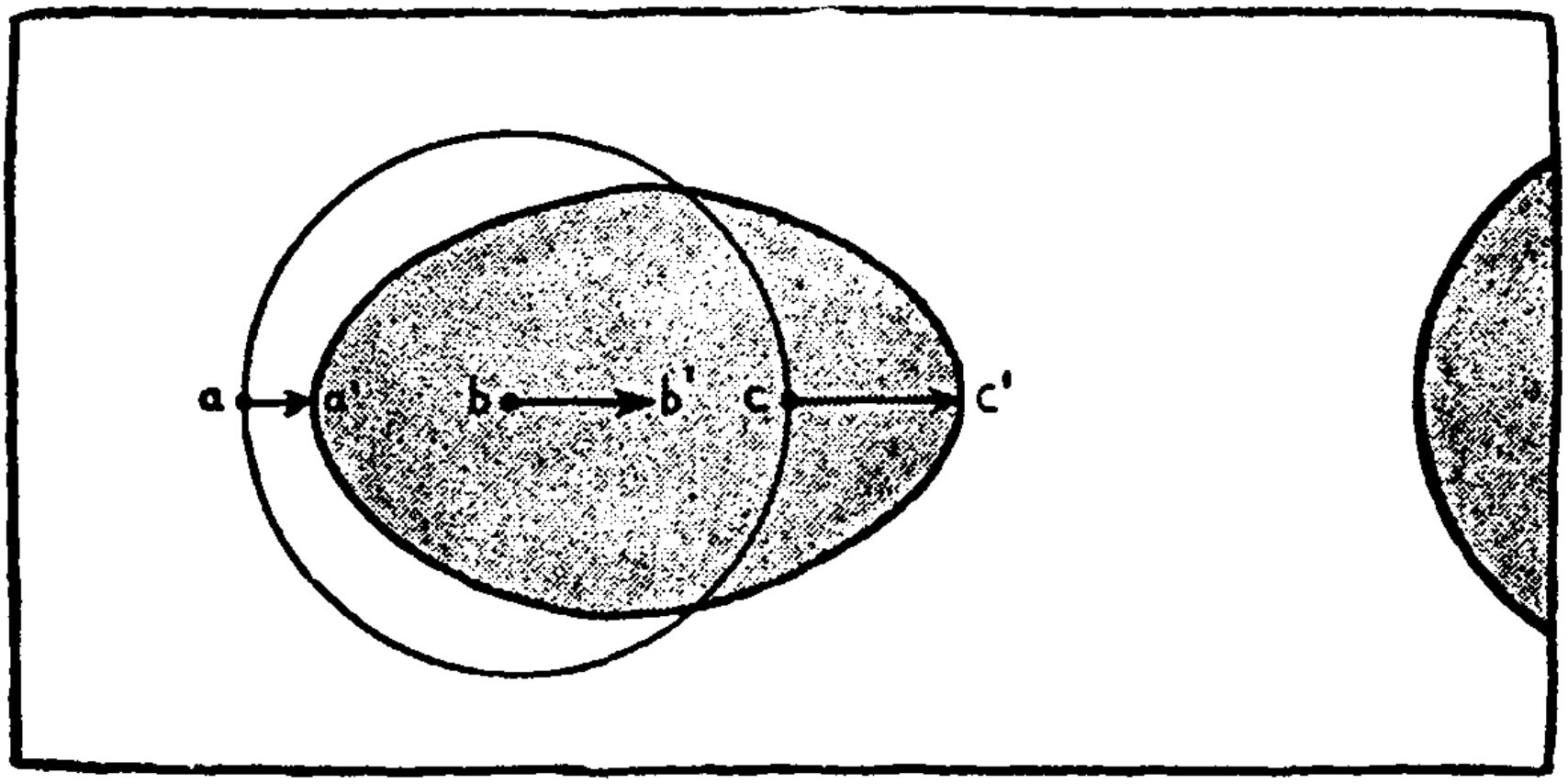
پدیدهٔ جزر ومد برای کسانی که مدتی درساحل دریا وقت صرف کرده‌اند از امور عادی است . جزر ومد آبهایی که سطح زمین‌را مـــی‌پوشانند عبارت ازبالا و پایین رفتن متناوب آب اقیانـــوس است که تحت اثـــر مشترك ماه و خورشید صورت‌میگیرد (اثرماه درجزرومد بیشتر است زیرا به‌زمین نزدیك‌تر می‌باشد) . علت جزر ومد دروهلهٔ اول نیروی جاذبه‌ای است که جرم سماوی مفروض به‌طور غیر یکنواخت در بخش‌های جرم سماوی مورد نظر ما اعمال می‌کند . چنین پدیده‌ای درشکل ۴ نشان داده شده است زیرا ازآنجاکه برطبق قانون نیوتون نیروی جاذبه به‌تناسب مربع فاصلهٔ دو جـــرم کاهش می‌یابد لذا بخشی ازمواد مشکلهٔ کره که روبه‌روی جرم متعرض (c) قراردارد ازمواد مشکلهٔ مرکزی (b) بانیروی بیشتری جذب می‌گردد . بخش اخیر نیز به نوبهٔ خود قویتر ازبخش طرف‌مقابل (a) جذب می‌گردد. نتیجهٔ اختلاف موجود در نیروهای جاذبه این می‌شود که جـــرم سماوی در جهت تأثیر آن نیرو ها طویل گردد وچنانچه قابلیت تغییر شکل داشته باشد به‌صـــورت بیضی درازی درآید . درمورد زمین نیروهای جزر ومد قویترین اثر خودرا روی مایعی اعمال می‌کنند که سطح زمین می‌پوشاند وسبب می‌گردند دو مـــوج عظیم در دوطرف مقابل به‌وجود آید . چنانکه بعداً خواهیم دید ، قشر زمین نیز تـــغییر شکل مختصری حاصل می‌کند .

اگرجرم سماوی متعرض خیلی نزدیك زمین نباشد ، مانند آنچه در مورد زمین و ماه ملاحظه مـــی‌گردد ، تغییر وضعی که حاصل می‌شود صورت قرینه خواهد داشت و ارتفاع هردو موج بزرگ تقریباً برابرخواهد بود . اگر فاصله کم گردد ، مـــوج عظیم حاصل در سطح روبه‌روی ستارهٔ متعرض ارتفاع زیـــادی پیدا خواهد کرد و ماده‌ای کـــه خطاالرأس موج را تشکیل

۱ــ احتمال این امر بامربع نزدیکترین فاصلهٔ دوستارهٔ متناسب است.

@karnil

می‌دهد می‌تواند به‌کلی ازآن جدا گردد وبه طرف جرم سماوی متعرض در فضا حـرکت کند . اما راجع به جزر و مد اقیانوسها ، چـنانچه ماه اتفاقاً نزدیك زمین بیاید، این‌نتیجه حاصل می‌گردد که آب از رأس موج عظیمی جدا شود ومستقیماً به‌طرف ماه حرکت کند ! برطبق تئوری جزر ومد، وقتی جرم سماوی متعرض به‌نزدیکی سطح خورشید رسیده ، نظیر چنین سانحه‌ای به سرخـورشید آمده و بخشی ازمادهٔ مشکلهٔ‌آن جدا گردیده است . نتیجهٔ این حادثه به‌وجـود آمـدن موادی بوده‌که منشأ سیارات گردیده‌اند .

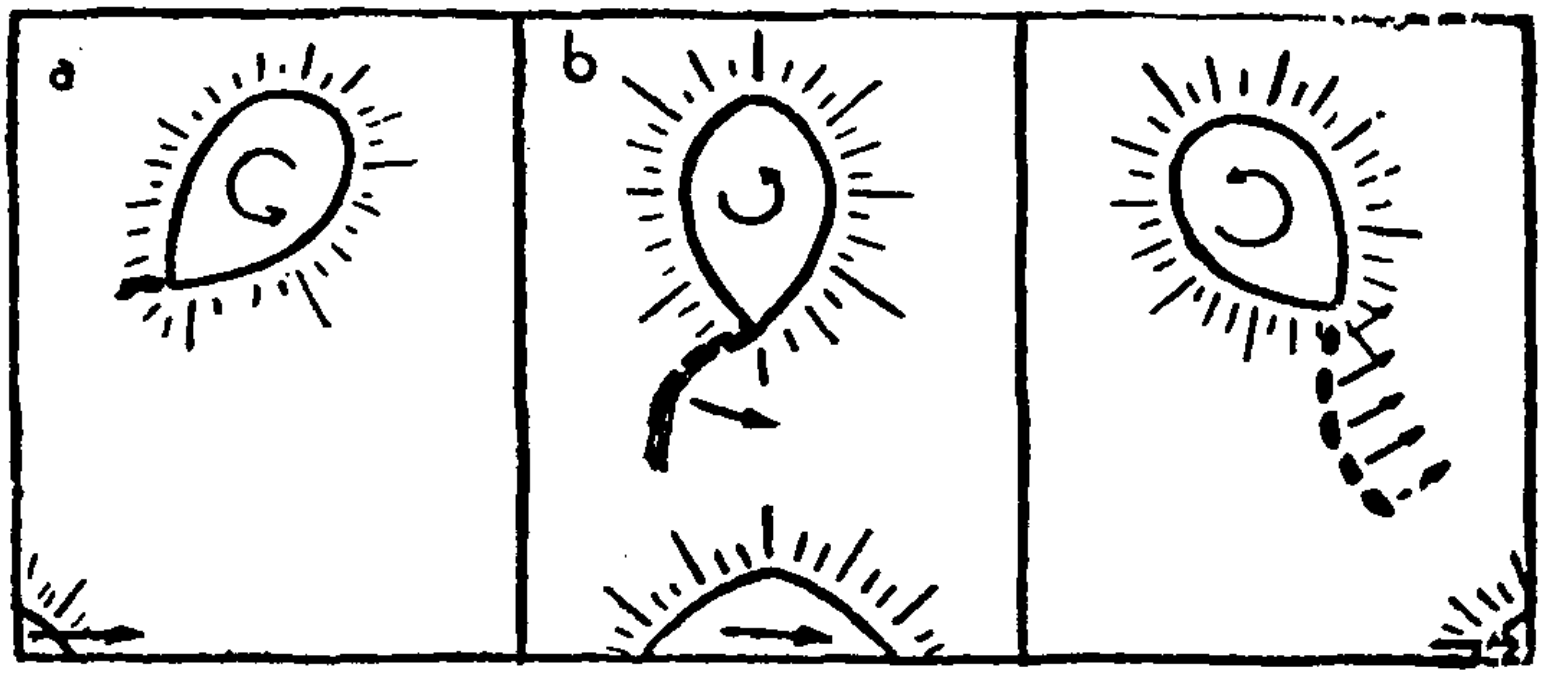


شکل ۴ ــ اثر نیروی جزر ومد بر جرمی‌که شکلش تغییر پذیرفته است

پدیدهٔ پرتاب شدن اجرام وتحقیق در این‌که وضـع مادهٔ پرتاب شده چگونه به ساختمان مادی جرم سماوی مورد تعرض بستگـی دارد ، مدیون مطالعات مشروح **جینز** است . اگر مادهٔ‌مشکلهٔ جرم سماوی تاحدی‌یکنواخت می‌بود ، دراین صورت موج عظیمی که تحت اثر جرم متعرض برمی‌خاست، ابتدا نوعی برجستگی تشکیل می‌داد وسپس جدا می‌شد وچندین قطعهٔ بزرگ به‌وجود می‌آورد (شکل۱۳) لیکن چنانکه می‌دانیم چون خورشید ازگازهای قابل تراکم به‌وجود آمده ، وضع آن باآنچه بیان‌گردید تفاوت‌دارد . زیرا بخش درونی خورشید ازنواحی بیرونی‌آن متراکم‌تراست واین تراکم‌به‌حدی است‌که وزن مخصوص مرکز خورشید نسبت به‌وزن مخصوص متوسط آن‌پنجاه برابر بیشتر است . **جینز** نشان داده‌که چنین تراکم فـوق العاده‌ای جریان

@karnil
کارنیل

امور را بـه طور کلی دگرگون مـی‌سازد ، بدین معـنی کـه اثر ستارهٔ متعرض در بخش قدامی موج عظیم حاصل ، مخروطی به‌وجود می‌آورد وسپس براثرسیرمواد مشکله مخروط به‌طرف‌جرم‌متعرض، رشته‌ای گازی شکل‌تشکیل می‌گردد . این رشتهٔ گازی شکل بعداً به‌صورت قطعات مجزا ازهم درمی‌آید. ضمناً چنانکه‌درشکل ۵ نشان داده شد، می‌توان ملاحظه کرد که حرکت‌نسبی دو ستارهٔ والدبه سیاراتی‌که از خرد شدن موج عظیم حاصل شده اند چـگونه حرکت دورانی به دور خورشید داده است .



شکل ۵ــ خورشید رشته‌گازی از خـود بیرون می‌فرستدکه پس‌از گسیختن ، سیارات ازآن به‌وجود می‌آیند «نظریه مدی»

تاکنون ابعاد احتمالی جرم متعرض و تغییـراتی راکه باید در ایـن برخورد متحمل شده باشد درنظر نگرفته‌ایم . ازآنجاکه جرم متعرض‌بایستی به احتمال قوی ستاره‌ای با مشخصات خورشید بوده باشد لذا هنگام عبور از نزدیکی خورشید موج عظیمی نیـز بایستی درسطح آن به وجـود آمده باشد ولی رأس موج حاصل ، از آن جدا نشده بلکه پس از دور شدن دو ستاره مجدداً به عقب بازگشته است . کیفیت گسیختگی در حقیقت به‌قسمی به جرم دو ستاره بستگی دارد کـه موج عظیم حاصل در جرم کوچکتر زودتر جدا می‌شود .[۱]

چون در این برخورد چنانکه می‌دانیم‌خورشید گسیختگی حاصل‌کرده.

---

۱ ــ اگر هر دو ستاره جرم مساوی داشتند دوموج عظیم حاصل در هر دوی آنها گسیخته می‌شد ولی چون احتمال چنین امری بسیارکم است لذا ممکن است به‌وقوع نپیوسته باشد.

@karnil
کارنیل

بی‌شك این نتیجه به‌دست می‌آید که **پدر منظومه‌سیارات ما ازخورشید بزرگتر بوده است** . ازآن گذشته‌نمی‌توان احتمال دادکه جرم سماوی متعرض‌توانسته باشد بخشی از **اولاد** حاصل را همراه خود بـرده باشد زیـرا سرعت نسبی دوستاره درحین‌برخورد خیلی بیشترازآن‌بوده که بتواند چنین‌ربایش سماوی را مقدور سازد .

بنا براین باید چنین نتیجه بگیریم که **خورشید** مادر،تمام کـودکان خودرا (شاید به استثنای عدهٔ معدودی که به‌علت داشتن سرعت زیاد به خارج از منظومه پرتاب شده‌اند) دربرگرفته است درحالی‌که ستارهٔ پدربدون‌آنکه خاطره‌ای از این برخورد مهم داشته باشد همـچنان به راه خود ادامه داده است .[1]

چنان‌که دیده‌ایم هنگامی‌که ستارهٔ پدر از نزدیکی‌خورشید عبورکرده، رشتهٔ‌گازی طویلی ازآن جدا ساخته است. این رشتهٔ‌گازی شکل مانندآبی‌که ازشیری خارج می‌گردد و به‌صورت قطرات مجزا درمی‌آید، بایستی به چند کرهٔ‌گازی شکل تقسیم‌گردیده وهریك به سیارهٔ مستقلی تبدیل شده‌باشد.چون

۱ـ از اینکـه جهت گردش خـورشید وسیـارات بـه دور محورشان یکی است وبه‌علاوه دریك سطح‌انجام می‌گیرد می‌توان چنین نتیجه‌گرفت‌که همان برخورد اولیه منشأ منظومهٔ شمسی باشد . گـردش منظومهٔ شمسی ممکن است چنین آغاز شده باشد که موج عظیمی در حین عبور ستاره متعرض در سطح خورشید به وجود آمده و در حین جداشدن براثر اصطکاك به سطح خورشید فشار آورده باشد . آغازگردش منظومه حتی ممکن‌است دیرتر یعنی‌هنگامی صورت‌گرفته باشدکه مادهٔ جدا شده ازخورشید تحت اثرنیروی جاذبهٔ ستارهٔ متعرض به‌گردش درآمده وسپس مجدداً روی خورشید افتاده است.

هارولد جفریز (Harold Jeffreys) ژئـوفیزیك‌دان انگلیسی پس ازتحقیق‌کافی دربارهٔ موضوع به‌این نتیجه رسیده‌که هیچیك از دو عامل فوق نمی‌تواند خورشید را باسرعتی‌که اکنون دارد به‌گردش درآورد. به‌نظر وی برخورد دوستاره نزدیکتر از آنچه درتئوری جزر و مد فرض شده باید صورت‌گرفته باشد وستارهٔ متعرض بایستی سطح خورشید را تراشیده وقطعاتی ازآن جدا کرده باشد . اگرنتیجهٔ هارولد جفریزصحیح باشد باید به‌صورت اولیهٔ تئوری بوفون بازگشت کرد.

@karnil
کارنیل

این قطعات مادهٔ خورشیدی ، از منبع اتمی‌کـه منشأ حرارت خورشید است دور مانده‌اند و درمعرض برودت فضای لایتناهی قرارگرفته‌اند ، نتوانسته‌اند مدت مدیدی به صورت کرات گازی سوزان درخشان باقی مانند . سرد شدن سریع منجر به‌تراکم آنها شده و درنتیجهٔ تراکم، به صورت مایع درآمده‌اند. از اختصاصات این مرحله محتملا این بوده که مواد شیمیایی دارای ترکیب متفاوت از یکدیگرجداگشته‌اند. جداشدن این مواد درست به همان صورت انجام گرفته که‌آهن معمولا در کوره‌های مرتفع ازسنگ معدن جدامی گردد. بدین معنی که فلزات سنگین متوجه مرکز شده‌اند در حالی‌که سیلیکاتهای سبك درسطح جمع گشته و پس ازسرد شدن بعدی، قشرسنگی کنونی کرهٔ زمین و سایرسیارات را تشکیل داده‌اند .

مدار سیارات چگونه مستدیر شده است

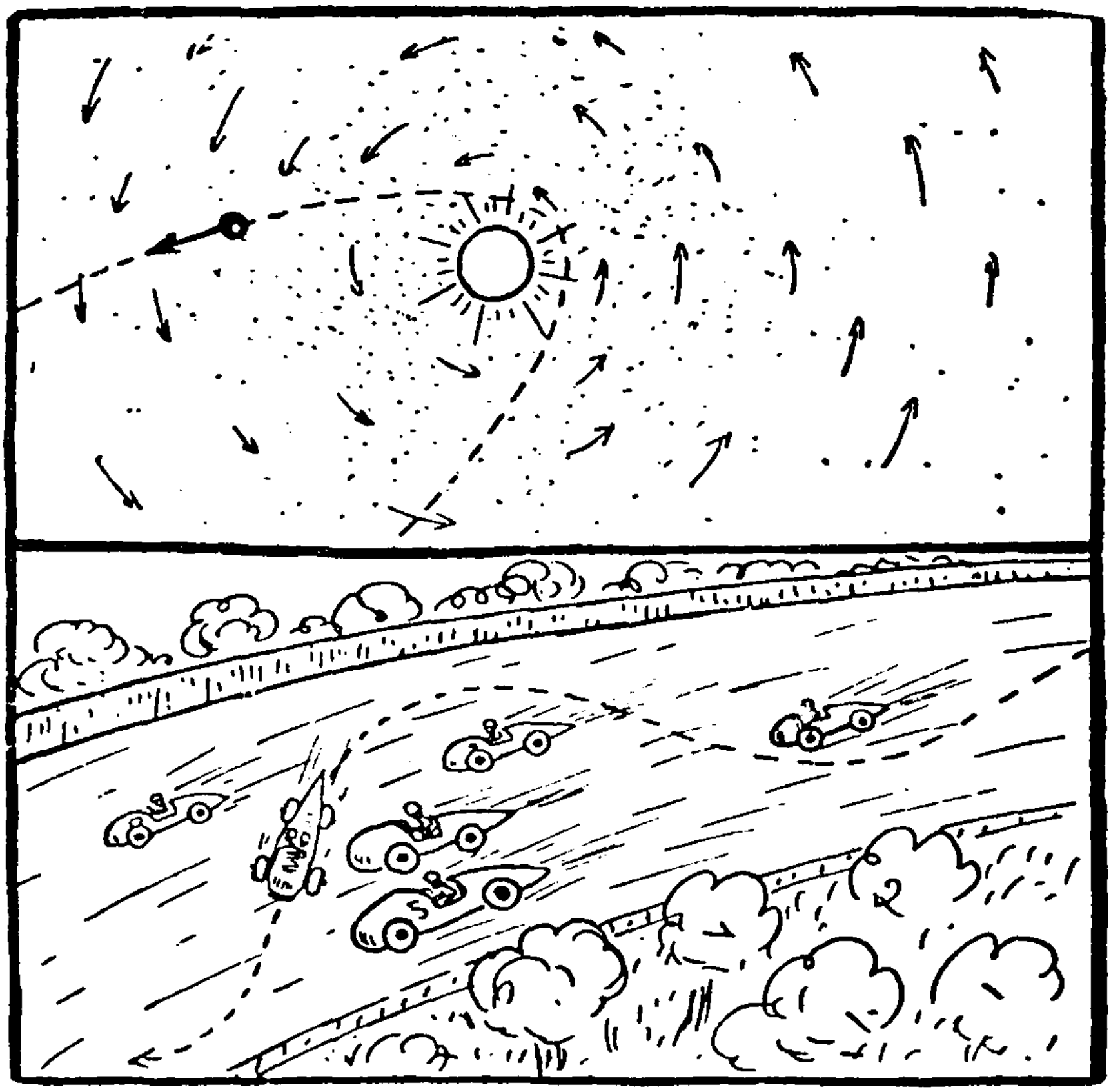
اگر به تئوری « برخورد » بوفون به عنوان این‌که صحیح‌ترین‌تئوری تشکیل منظومهٔ سیارات است بازگردیم بااین انتقاد اساسی‌که لاپلاس‌ازنظریهٔ بوفون‌کرده مواجه خواهیم شد : **ماده‌ای‌که تحت اثر ستارهٔ متعرض از سطح خورشید جداشده به چه دلیل در مسیری مستدیرحرکت می‌کند ؟**

بی‌شك مادهٔ جدا شده از چنین برخوردی بایستی در مداربیضی شکل طویل حرکت کند (خواه این عمل براثر تصادم مستقیم صورت‌گرفته باشد خواه تحت اثر نیروی جزر و مـد) و بعلاوه در هر حرکت انتقالی ازنزدیکی محلی‌گذرکندکه درآنجا از ستارهٔ مبدأ جدا شده است . بنابراین اگر منشأ منظومهٔ سیارات را ناشی از چنین برخوردی بدانیم مستدیر شدن مدارآنها بایستی قاعدتاً مدتی دیرترصورت‌گرفته باشد .

ظاهراً تنها طریقی‌که ممکن‌است باآن چگونگی مستدیرشدن مدارات بیضوی اولیهٔ سیارات را بیان‌کرد این است‌که قبول‌کنیم مادهٔ گازی شکلی در طی دوران اولیهٔ زندگی سیارات ،به صورت لفاف نازکی‌و به‌وضعی یکنواخت در مسیرحرکت سیارات و به دورخورشید پخش بوده است . احتمال فراوان داردکه‌چنین لفاف‌گازی شکل‌در ادوار اولیهٔ تکامل منظومهٔسیارات بـه دور خورشید موجود بوده باشد زیرا محتمل است‌که بخشی از مادهٔ مشکلهٔ رشتهٔ گازی شکلی‌که تحت اثرجزر ومد ستارهٔ متعرض درابتدا از خورشید جداشده

@karnil

کارنیل



شکل ۶ : این شکل نشان می‌دهدکه چرا سیارات باید مانند اتومبیلها از حرکت عمومی تبعیت‌کنند .

متراکم نگشته بلکه بـه صورتی تقریباً یکنواخت بـه دور خورشید باقی مانده باشد .[۱]

۱– چمبرلن و مولتن در نخستین تئوری خود این‌طور فرض‌کرده‌اند که چنین لفافی ، حالت‌گازی نداشته بلکه به شکل ذرات‌کوچکی به‌نام « خرده سیارات » موجود بوده است. این ذرات‌کوچك بعداً به یکدیگر پیوسته و به صورت سیارات مجزا درآمده‌اند . باطل بودن فرضیهٔ خرده سیارات زمانی مورد تأیید زمین‌شناسان بوده به وسیلهٔ **جفریز** به اثبات رسید. به‌نظر جفریز اگر چنین ذراتی ریز در آغاز وجود داشته‌اند تحت اثر حرارت حاصل از تصادم دایمشان بایکدیگر، بخارشده و به صورت‌گاز متشابهی درآمده‌اند.

@karnil
کارنیل

واضح است که این جو گازی رقیق درهمان جهت عمومی گردش سیارات به دورخورشید در گردش بوده است.

اگر مدارسیارات ابتدا دایره شکل بوده ، وجود این گازها حرکت آنهارا دشوار می‌ساخته زیرا مسیرحرکت سیارات و گازها موازی بوده است. اما طویل بودن بیضی مدارسیارات باعث این شده که آنها بیشتر اوقات مسیر گازها را قطع کنند .

اگررانندهای درمسابقهٔ اتومبیل‌رانی دایماً ازطرف خارج مسیر به‌داخل آن و بالعکس حرکت کند نتیجه‌ای که ازحرکتش حاصل می‌شود درست همان خواهد بود که سیارات هنگام‌قطع مسیر گازها حاصل می‌کنند. سیارات دراین نوع حرکتی که از میان فضای گازی شکل اطراف خورشید انجام می‌داده‌اند بایستی قاعدتاً باذرات بسیار زیادگازها تصادم کرده باشند . این اصطکاك ، سیارات را مجبور می ساخته مسیری را که در طی آن بـه مقاومت کمتری برخورد می‌کردند ، یعنی‌مدار دایره شکل را ، انتخاب نمایند .

لفاف گازی شکل اولیه که سبب گردیده مدار سیارات کوتاه شده و از بیضی به دایره تبدیل شود بایستی تدریجاً از بین رفته باشد . بخشی از آنها بایستی روی خورشید افتاده و باقیمانده به فضای بین ستارگان پرتاب شده باشد. آثارلفاف گازی شکل‌اولیه درحال حاضر نیز باقی مانده است و از پدیدهٔ نور منطقةالبروجی (تصویر۲.ب) می‌توان به وجودآن پی‌برد . نور منطقة ـ البروجی را درشبهای روشن بدون مهتاب بعدازغروب خورشید یا درست پیش از سپیده دم به صورت اشعهٔ نورانی ضعیفی که متوجه بالای افق است در طول مدارخورشید می‌توان دید.[1]

این نوار روشن که درتمام سطح افق گسترده شده ، حلقهٔ کاملی‌تشکیل می‌دهدکه یك بخش‌آن واقع درنقطهٔ مقابل خورشید اندکی روشن‌تر است و به **کاونترگلاو** موسوم است.[2]

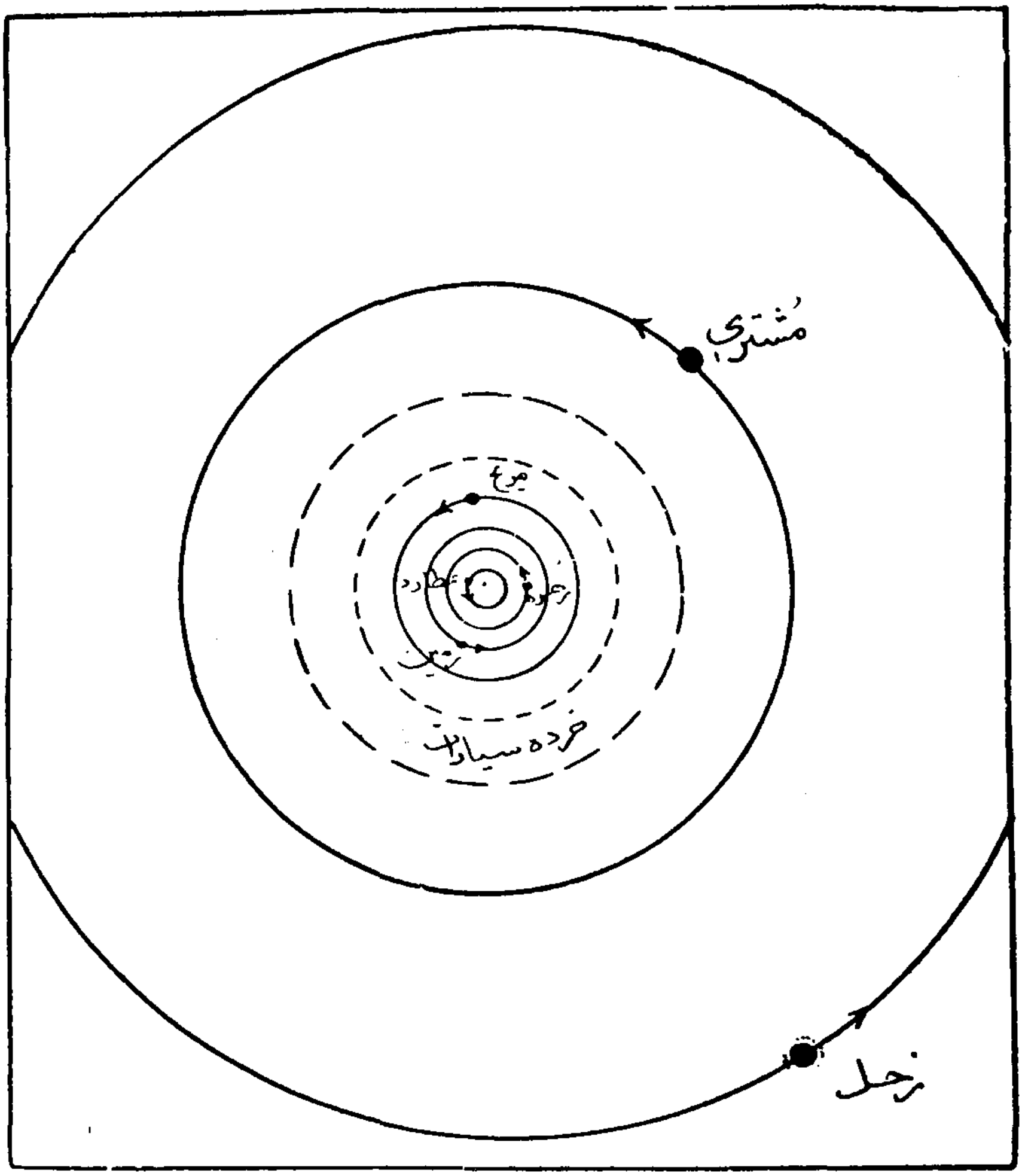
---

۱ ـ قریب شصت درصد نـورآسمان (البته در شبهـای بدون مهتـاب) تحت اثر نور منطقه‌ای است .

۲ ـ پدیـدهٔ کاونترگلاو(Counter glow) بـدینطریق توجیه می‌شود که ذرات واقع در این ناحیه پهلویی ازخود را که کاملا روشن‌تر است به ما نشان می‌دهند درست مانند ماه که وقتی به حالت بدرمی‌افتد، دربخشی از فضا نقطهٔ مقابل خورشید جادارد .

@karnil

تجزیهٔ منظارالطیفی نور منطقةالبروجی نشان می‌دهد که این نور مخصوص ، از انبوه ذرات بینهایت کوچك (شبیه مولکولهای گازی مجزا از هم) تشکیل یافته است .



شکل۷ : منظومهٔ سیارات و نمایش فاصلهٔ نسبی آنها ازخورشید. اورانوس و نپتون و پلوتو به علت محدودبودن جادراین شکل نشان داده‌نشده است.

احتمال دارد این ذرات که نورخورشید را منعکس می‌کنند خیلی‌دورتر از مدارزمین یعنی درسطح مدار خورشید منتشر باشند . وزن مخصوص مادهٔ

@karnil
کارنیل

مشکلهٔ نور منطقةالبروجی به قدری کم است که اگر همهٔ آنها روی قریب دومیلیون کیلومترمربع پهن می‌شدند و با فشار جو متراکم می‌گشتند لایه‌ای تشکیل می‌دادند که ضخامتش از یك سانتیمتر کمترمی‌شده است .

چون در حال حاضر وزن مخصوص این گاز کم است لذا نمی‌تواند در حرکت سیارات مؤثرواقع شود. اما چنانکه **جفریز** نشان داده وزن مخصوص آن در یك یا دومیلیارد سال پیش ، اقلا چندین هزار برابر بیشتر بوده یعنی به‌اندازه‌ای بوده که می‌توانسته مانعی برسرراه سیارات گردد و مسیر آنها را از بیضی به دایره تبدیل کند. ازآن پس قسمت اعظم‌این ماده پراکنده گردیده و نور خفیفی که در شبهای مهتاب به چشم ما می‌رسد فقط خاطرهٔ ضعیفی از تلألؤ گذشتهٔ آنها است.

نوه های خورشید

توسعهٔ خانوادهٔ خورشید به‌نسل اول متوقف نگردید. زیرا چنانکه می‌دانیم تقریباً همهٔ سیارات‌ما (به‌استثنای‌چند سیارهٔ کوچك‌نظیرعطارد وزهره وپلوتو) یك یاچند ماه دارند که به‌وضع مشابهی به دور آنها درگردش‌اند و باچند استثنای معدود درهمان جهت عمومی گردش‌خود سیارات به‌دورخورشید حرکت می‌کنند . به‌استثنای ماه‌ماکه ازآن جداگانه صحبت خواهیم کرد جرم تمام ماه‌ها نسبت به‌جرم سیارهٔ اولیه‌شان بسیار کوچك است (نسبت جرمشان از $\frac{۱}{۴ر۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۱۶ر۰۰۰ر۰۰۰}$ است درست مانند جرم خود سیارات که درمقایسه با خورشید خیلی کوچکتر است . (نسبت جرم از $\frac{۱}{۱ر۰۰۰}$ در مشتری تا $\frac{۱}{۸ر۰۰۰ر۰۰۰}$ در عطارد متغیر است .)

همهٔ این حقایق دلیل قاطعی بر آنند که تشکیل ماههای سیارات (به استثنای احتمالی ماه‌ما) بایستی به روشی صورت گرفته باشدکه خودسیارات طی آن از خورشید مادر نتیجه شده اند . ولی دراین مورد برای پیدا کردن جرمی سماوی که طی عمل جزر ومد خود اولاد نسل دوم را به‌وجود آورده نباید دور برویم . از اینکه خورشید (درحالی‌که این بار نقش خود را تغییر داده) مانند پدری به‌تولید توده‌هاهمت گماشته، درحقیقت نمی‌تواندشکی‌وجود داشته‌باشد. زیرا چنانکه دیده‌ایم سیارات در دوره‌های اولیهٔ کودکی خود به حالت گاز بوده‌اند ومدار طویلی طی‌می‌کرده‌اند ودر هرگردشی یکبار از

@karnil
کارنیل

نزدیکی خورشید عبور می‌کرده‌اند . جرم عظیم خورشید عیناً شبیه وضعی که سبب تشکیل خود سیارات گردیده جزر ومد قوی دراجرام کوچك اولادخود به‌وجود آورده وسبب گردیده که رشته‌های گازی شکلی از سطح آنها جداشود اما برای درك جزئیات این امـر که چگـونه رشته‌های گازی شکل سوزان توانسته‌اند متراکم شده و به‌ماههای مجزاازهم تبدیل گردند بااشکالاتی‌مواجه می‌شویم . زیرا چنین به‌نظرمی‌رسدکه این گونه قطعات نسبتاً کوچك گازی، به‌جای آنکه تحت‌اثر نیروی‌جاذبه‌متقابله اجزای خودگردهم جمع گردند، بایستی قاعدتاً درفضای اطراف پراکنده‌شده باشند .

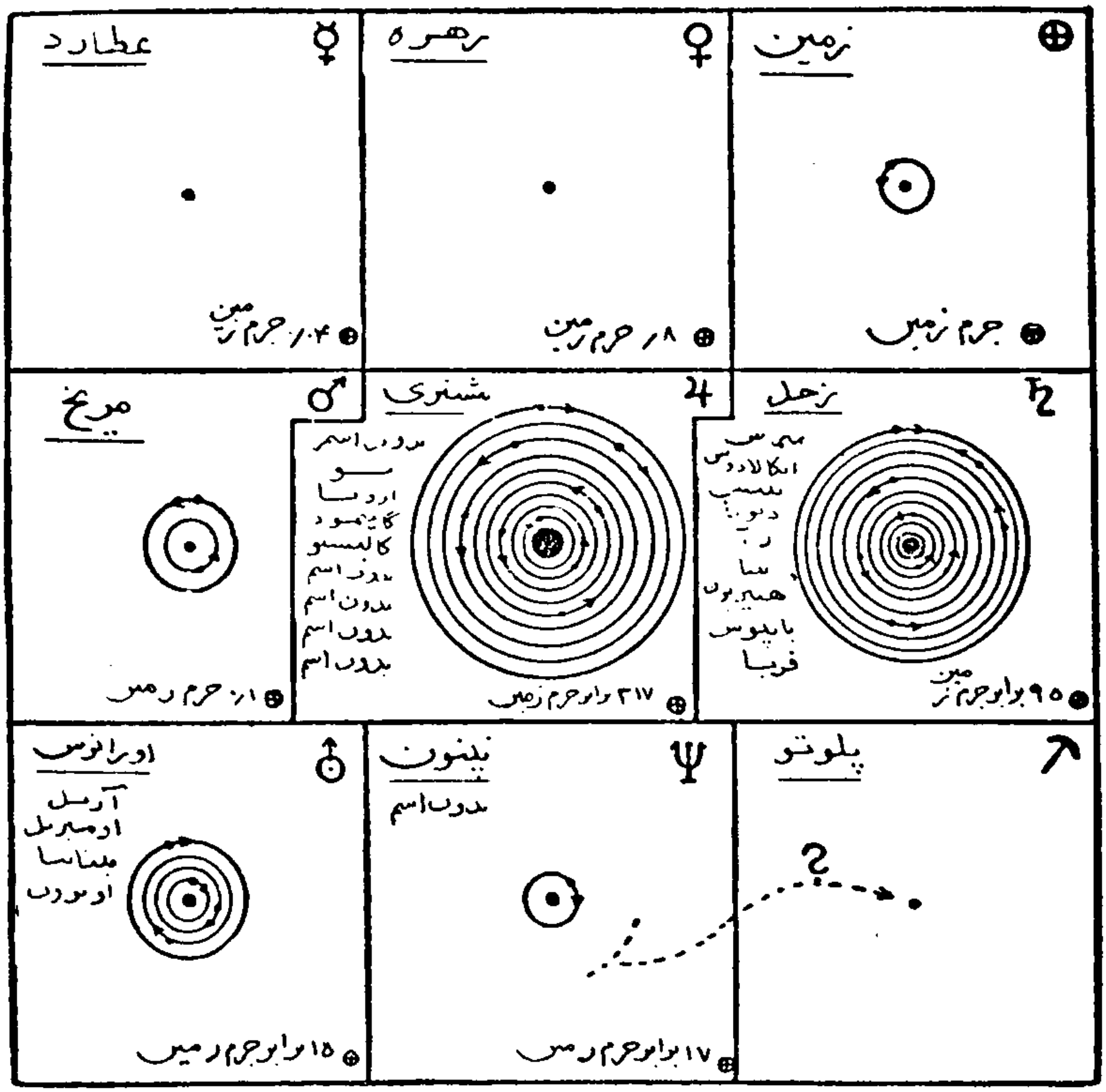
معهذا چنانکه **جفریز** خاطر نشان ساخته ممکن است همان گازی که زمانی تمام فضای بین سیارات را فراگرفته بوده است اقمار جدیدالولاده‌را ازچنین پراکندگی محفوظ داشته وتوانسته باشد آنـهارا برای مدتی نسبتاً طولانی مجاور هم نگهدارد و منتج به تراکم آنها گـردد . این اضافه‌گاز ، بایستی به‌همان طریقی‌که مدار خود سیارات رامستدیرکرده است سبب‌مستدیر شدن مدارات ماههای آنها نیز شده باشد .

گرچه محقق به‌نظر می‌رسدکه روش مشروحهٔ بالا منشأ غالب ماه‌هارا به‌درستی بیان‌می‌کند معهذا چند استثنای قابل توجه نیز ملاحظه می‌گردد. مقدم برهمه ماه خودمان است که فقط هشتاد و یك بار از زمین سبکتر است وبعید به‌نظر می‌رسد که باچنین جثه‌ای توانسته باشد مانند کـودکی از این رشتهٔ گازی شکل جدا شود . چنانکه در فصل سوم خواهیم دید ماه در حقیقت درمرحلهٔ دیرتری از تکامل سیارهٔما زاده شده و این عـمل تحت اثر اتفاق بسیار نادری به‌وقوع پیوسته است .

یك نظر اجمالی به آلبوم خانوادگی منظومهٔ سیارات (شکل۸) نشان می‌دهدکه‌در جریان طبیعی تشکیل ماههاانحراف دیگری نیز موجود می‌باشد وآن وجود ماههایی است‌که درجهت «غلط» سیر می‌کنند . یعنی اینکه جهت حرکتشان مخالف جهتی است‌که کلیه سیارات و غالـب ماه‌ها در آن جهت حرکت می‌نمایند . وجود چنین ماههایی این فکر را به وجود می‌آورد که تشکیلشان نبایستی بروش «معمولی» صـورت گـرفته باشد . اگر تصور شود بعضی سیارات بزرگ نظیر مشتری و زحـل توانسته‌اند اجرام‌کوچکی راکه

@karnil

کارنیل



شکل۸ : نمایش آلبوم خانوادگی سیارات و اطلاعاتی چند ازاندازهٔ نسبی آنها . اسامی اقمار به‌تناسب فاصـــله‌شان زیر اسامی سیارات مربوطه ذکر گردیده و جهت‌حرکتشان نیز با سهم هایی در مدارات مربوطه نشان داده شده است . (شعاع مـــدارات با مقیاس متناسب ترسیم نشده است) . درمـــورد اورانوس ، خود سیاره و چند قمر آن در سطحی‌تقریباً عمود بر مدارحرکت می‌کنند . جرم‌هرسیاره‌ای نسبت به جرم‌زمین درگوشهٔ تحتانی سمت راست‌نشان‌داده شده است.[۱]

۱ــ دراین‌طرح دهمین ویازدهمین قمرمشتری‌که توسط دکتر نیکولسون‌درسال ۱۹۳۸ کشف گردیده نمایش داده نشده است .

@karnil

تصادفاً از نزدیکی آنها عبور کرده‌انـد جذب نماینـد امر غیر ممکن به نظر می‌رسد . حتی ممکن است سیارهٔ بزرگی ماه کوچکی از سیارهٔ کوچـك دیگری جذب کـرده بـاشد . اینگونه فـرزنـد خوانده‌ها الزاماً در جهتی که فرزندان قانونی گـردش می‌کنند سیر نخواهند کرد و بعلاوه راه دیگری برای تشخیص آنها از یکدیگر وجود ندارد . در این مورد فرضیه‌ای از (**لیتل‌تون** R. A. Lyttleton) داریم که سیارهٔ جدیدالاکتشاف پلوتورا که دورتر از همهٔ سیارات به دور خورشید می‌گردد ماه گمشده‌ای تصور می‌کند . بنا به‌تئوری لیتل‌تون سیارهٔ نپتون زمانی دوماه داشته که هردو درجهت عمومی گردش می‌کرده‌اند . بدبختانه وضع مدارات آنها طوری بود که هردوسیاره دایماً براثر نیروی جاذبهٔقوی مزاحم‌یکدیگر می‌شده‌اند . نتیجهٔ مبارزهٔ نیروهای جاذبه به تعیـین سرنوشت آن دو پـایان پذیرفته است . بدین معنی که یکی ازماههای نپتون ازقلمرو آن جدا شده و به‌صورت سیارهٔ مستقلی درآمده است . عکس‌العمل نیرویی که سیارهٔ پلوتو از مدار اولیه‌اش خارج ساخته به‌قدری‌شدید بوده که ماه باقیمانده یعنی **تریتون** ازآن پس در جهت مخالف به‌گردش درآمده است .

احتـمال دارد درطی تاریخ منـظومهٔ شمسی از اینگونه اتفاقات یعنی خروج اجباری سیارات از مدارشان‌و ربایش اجرام سماوی ، فراوان‌صورت گرفته باشد ولی آثار وعلائم آنها به‌کلی ازبین رفته است .

خرده سیارات وحلقهٔ زحل

مقایسهٔ فواصل نسبی سیارات از خـورشید شکافی بین مریخ و مشتری نشان می‌دهد . این شکاف برفقدان سیارهٔ کاملی دراین ناحیه دلالت‌دارد .[1] مشاهدات نجومی چنین معلوم می‌دارندکه ایـن شکاف «کاملا خالی»

---

۱ ـ فواصل نسبی سیارات از خورشید به وسیلهٔ قانون **بود تیتیوس** (Bode-Titius) که درسال ۱۷۷۲ ازطریق آزمایش به‌دست آمده به دقت نشان داده شده است . این قانون را می‌توان چنین عنوان‌کرد : یك عده‌عدد چهار بنویسید . به‌چهار دوم عدد ۳ اضافه‌کنید به چهار سوم ۲ × ۳ یعنی ۶ بیفزایید به چهار چهارم ۲ × ۶ یعنی ۱۲ وبه چهار پنجم ۲ × ۱۲ یعنی ۲۴ وقس علیهذا اضافه‌کنید . نتیجهٔ آن سری اعداد زیر می‌شود :

←

@karnil
کارنیل

نیست بلکه به‌وسیلهٔ مقداری اجرام کوچکتر به‌نام خرده سیارات اشغال شده است . این خرده سیارات درطول مدار دایره شکلی درمنـطقه بین مریخ و مشتری حرکت می‌کنند. نخستین خرده سیاره که **سیرس** (Ceres) نام‌دارد، درنخستـین‌شب قرن نوزدهـم به وسیـلهٔ ستاره شناس سیسیلی **جیوسپ پیازی**[۲] (Giusepp Piazzi) کشف گردیده است .

تعدادخرده‌سیاراتی که‌ازآن‌تاریخ‌به‌بعد کشف گردیده، به ۲۰۰۰ بالغ‌می گردد. احتمال‌دارد فقط کوچکترین‌خرده سیارات‌ازنظر بدورمانده باشند. گرچه‌بیشتر خرده سیارات درمنطقه‌ای‌حرکت می‌کنند که‌تقریباً در نصف راه بین مریخ و مشتری‌واقع‌است معهذا بعضی‌ازآنهااز این‌حدودهم‌تجاوز کرده‌اند خرده سیاره **اروس** (Eros)هنگام‌عبور ازنزدیکی‌خورشید، مدارمریخ‌راقطع‌می‌کند وفقط درفاصلهٔ ۰۰۰ر۰۶۰ر۲۲ کیلومتری‌زمین‌دیده می‌شود. ازطرف دیگر **هیدالگو** (Hidalgo) که دورترین خـرده سیارات است به‌نقطه‌ای خارج از مـدار مشتری می‌رسد .

قطر بزرگترین خرده سیارات نظیر **سرس** Ceres و**پالاس** (Pallas) **وجونو** (Juno) **وستا** (Vesta) به چندین صد کیلومتر می‌رسد درصورتی که کوچکترین خرده سیارات مرئی به صورت «جبال متلاشی شده» می‌باشد

→

عطارد	زهره	زمین	مریخ		مشتری	زحل	اورانوس	نپتون
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۰	۳	۶	۱۲	۲۴	۴۸	۹۶	۱۹۲	۳۸۴
۴	۷	۱۰	۱۶	۲۸	۵۲	۱۰۰	۱۹۶	۳۸۸

فواصل فعلی سیارات از خورشید چنانچه فاصلهٔ زمین تا خورشید ۱۰ فرض شود چنین‌می‌شود :

۳ر۵ ۷ر۲ ۱۰ ۱۵ر۲ - ۵۲ ۹۵ ۱۹۲ ۳۰۱

چنانکه دیده می‌شود این قانون تقریب قابل توجهی ازفواصل سیارات به استثنای نپتون (وهمچنین پلوتو) تاخورشید را به‌دست مـی‌دهد ولی جای پنجم خالی است و ممکن است به‌وسیلهٔ خرده سیارات اشغال شده باشد. فاصلهٔ متوسط آن درسری ۲۶ر۵ است که درست باطرح فوق مطابقت می‌کند .

هنوز هیچگونه‌تفسیر وتوجیهی برای جدول **بود** در دست‌نیست وممکن است چنین‌مطابقه‌ای صرفاً تصادفی باشد .

@karnil
کارنیل

که قطر آنها از ده کیلومتر متجاوز نیست . باوجود آن‌که تعداد خرده سیارات بالنسبه زیاد است معهذا جرم مجموع آنهایی‌که تاکنون شناخته شده از جرم زمین کوچکتر است وحتی اگرجرم کوچکترین افراد این‌خانواده را نیز که تاکنون کشف نشده‌اند به‌حساب آورند به‌این نتیجه می‌رسند که جرم مجموع این گروه از یك‌صدم جرم زمین تجاوز نمی‌کند .

اکنون در مقابل این پرسش قرار می‌گیریم : درناحیه‌ای‌که ظاهرا باید محل سیارهٔ مستقلی باشد چرا منجمین جز تعدادی قطعات کوچك‌اجرام سماوی چیز دیگری نمی‌بینند؟ بنظر می‌رسد قابل قبولترین جواب این‌سؤال چنین باشد : **سیاره‌ای‌که قبلا درطول این مدار حرکت می‌کرده متلاشی‌شده و به صورت قطعات متعددی درآمده است‌که درهمان ناحیهٔ فضا به‌حرکتشان ادامه می‌دهند.**

مؤید این فرضیه مشاهدهٔ وضع خاص حرکت‌دسته جمعی خرده‌سیارات است که آغاز حرکتشان را از یك‌نقطهٔ اولیه به‌نظر می‌آورد «اما بهترین دلیل «**تئوری خرد شدن**» درتشکیل خرده سیارات تجزیهٔ شیمیایی آنهااست. اگرهزارها خرده سیاره‌ای‌که شناخته شده‌اند ازمتلاشی شدن‌یك سیاره نتیجه شده باشند ساختمان‌خرده‌هایی‌که ازمتلاشی شدن قسمت سطحی حاصل شده‌اند بایستی باساختمان قطعات حاصل از انفجار داخلی تفاوت داشته باشند . از آنجاکه‌درحین‌تشکیل سیاره، مواد سنگین‌تر نظیرآهن متوجه نواحی‌مرکزیٰ می‌گردند ومواد سبکتر مانند سیلیکاتها متوجه نواحی سطحی می‌شوند [1] باید انتظار داشت که به‌تناسب منشأ این قطعات ، اختلاف ساختمان در آنها مشاهده شود .

تاوقتی برقراری ارتباط بین سیارات به‌وسیلهٔ ناوهای فشفشه‌ای فقط صورت رؤیا دارد هیچگونه روش شیمیایی وجود ندارد که قادر باشد سنگهای مشکلهٔ‌خرده‌سیارات‌راتجزیه‌کند ولی خوشبختانه بعضی‌سنگهاکه ظاهراً ازهمان منشأ می‌باشد غالباً به صورت شهابهای ثاقب مستقیماً در دسترس ما قرار می‌گیرند ، به عبارت دیگر به‌سطح زمین می‌رسند .

پدیدهٔ مشهور سنگهای سماوی یا شهابهای ثاقب عموماً به‌وسیلهٔ اجرام

۱ــ چنانکه در فصل پنجم خواهیم دید جدا شدن مواد سنگین وسبك درمورد زمین آشکار شده‌است زیرا بخش مرکزی آن کلا ازآهن و سایر فلزات سنگین ساخته شده است .

@karnil
کارنیل

سماوی نسبتاً کوچکی صورت‌می‌گیرد که باسرعت زیاد درفضای بین‌ستارگان حرکت می‌کنند و بر اثر اصطکاك شدید با جوزمین مشتعل می‌گردند. بسیاری ازمیهمانان کوچك‌که از فضا وارد می‌شوند قبل از رسیدن به زمین بکلی‌می‌سوزند وبه صورت خاکستر نرمی به‌زمین می‌رسند ولی‌اجرام‌بزرگتر مستقیماً به سطح زمین می‌افتند و وقتی در دسترس ما قرار می‌گیرنددرزمرهٔ مدارك دایمی موزه علوم طبیعی ما درمی‌آیند. تاکنون قریب هزار نمونه از شهابهای ثاقب جمع آوری شده‌که بزرگترین آنها ۳٫۵ تن وزن دارد و از خلیج **ملویل** (Melville) گرئنلند توسط دریا سالار **رابرت پیری** (Robert. E. Peary) آورده شده است

شهاب ثاقب بزرگتری بایستی چندین صد سال پیش[1] درشمال شرقی بیابان **آریزونا** (Arizona) افتاده باشد. حفرهٔ عظیمی که از سقوط آن حاصل شده درحال حاضر یکی از مهمترین‌عوامل جلب سیاحان به این نقطهٔ دنیا است. این حفرهٔ مشهور قریب ۱۲۰۰ متر قطر دارد و دیوارهٔ حلقوی آن ۴۵ متر ازدشت اطراف مرتفع‌تر است و شیب تند آن تاکف حفره۱۸۰۰ متر می‌شود.

از سوراخهای موجود درکف حفره چنین استنباط می‌گردد که شهاب ثاقب براثر تصادم موحشی به عمق چند صد متر فرو رفته است. گرچه‌سنگ سماوی عظیم درکف حفره دیده نمی‌شود ولی هزاران سنگ کوچك در شعاع هفت‌کیلومتری محل کشف‌گردیده است که مدلل می‌سازد جرم سماوی اولیه هنگام برخوردبازمین شکسته شده وبه قطعات بسیار تقسیم گشته است.شهابهای ثاقب دیگری نیز بایستی درگذشته به‌سطح زمین افتاده باشد ولی این اجرام یا دراقیانوسها سقوط کرده‌اند یا آن که چون تصادم آنها در زمان بسیار دوری صورت‌گرفته حفره‌های حاصل ازسقوط آنها تحت اثر آب و هوا به کلی پر شده است.

تنها فرض طبیعی که‌دربارهٔ منشأ این‌سنگها می‌توان کرد این است که اصل آنها باخرده سیارات یعنی برادران و خواهران بزرگترشان یکی است وقطعات متعددی رانشان می‌دهند که‌از متلاشی شدن جرم سماوی بزرگتری

---

۱ ـ حداقل سن این تشکیلات از روی درختانیکه درحاشیهٔ حفره روییده‌اند معین شده است. بسیاری از این درختان دست‌کم ششصد سال دارند.

@karnil
کارنیل

نتیجه شده‌اند . شهابهای ثاقبی که‌در آزمایشگاههای ما به‌سهولت تحت مطالعه قرار می‌گیرند درواقع دلیل مستقیمی براین فرضیه می‌باشند. آن‌چه در وهلهٔ اول معلوم گردیده این است که شهابهای ثاقب مختلف ترکیب شیمیایی بسیار متفاوت دارند بعضی از آنها یعنی « سنگهای سماوی » شباهت تام به سنگهای سطح زمین دارند درحالی که قسمت اعظم سایر سنگها ازآهن وفلزات‌سنگین تشکیل شده است . بیشك ساختمان متفاوت این سنگها دلیلی است براین که سرو کار ما باقطعات حاصل از اعماق مختلف جرم سماوی بزرگتری‌است.

چون مواد داخل سیارات به‌کندی سرد می‌شوند لذا سنگهای سماوی آهن‌دار نیز باید باکندی بسیار متبلور شده باشند ولی درسنگهای سماوی علائمی‌دیده می‌شوند که ازتبلور سریع آنها حکایت می‌کنند .

پیدا شدن الماسهای کوچك درون سنگهای سماوی آهن‌دار یکی دیگر از مطالب جالب توجه‌است. از آنجا که کربن فقط در فشار بسیار زیاد به صورت الماس‌متبلور می‌شود لذافقط وقتی این‌ماده درسنگهای سماوی‌آهن‌دار پیدا می شود دلیل بارزی است بر اینکه انجماد آنها در اعماق پیکر سیارهٔ بزرگی صورت گرفته است .

بنابراین گرچه علت اصلی این حادثه را نمی‌دانیم معهذا باید چنین قبول کنیم که یکی ازسیارات یعنی سیارهٔ همسایهٔ خارجی مریخ درمنظومه ، مدتها پیش متلاشی شده وتعداد زیادی خرده سیاره به‌وجود آورده و عدهٔ زیادی قطعات خیلی کوچك آن نیز در فضای اطراف نقطهٔ وقوع حادثه ، پراکنده شده‌اند .

مثال دیگری که درحال حاضر از خردشدن ماههای سیارات می‌توان آوردحلقهٔ مشهور زحل است. مطالعهٔ چنین ساختمان مخصوصی معلوم می‌دارد که حلقهٔ مذکور ازتعداد بسیار زیادی اجرام کوچك ساخته شده ودر مدار دایره شکلی به‌دور زحل حرکت می‌کند . در این‌که ذرات مشکلهٔ حلقه ، قطعات یك ماه قدیمی زحل می‌باشند که‌تحت‌اثر نیروی جزر ومد متلاشی شده است اتفاق نظر موجود می‌باشد . وقوع این امر از زمانی بوده که‌ماه مورد بحث به‌سطح سیاره بسیار نزدیك شده است . گرچه درحال حاضر حلقهٔ زحل تنها نمونه‌ای ازنوع خود را نشان می‌دهد معهذا اگر ماههای سیارات دیگر به‌سطحشان نزدیك‌می‌شدندآنهانیز می‌توانستند چنین‌حلقه‌هایی‌را دارا گردند. خاصه ماه ماکه چنان که در فصل آیندهٔ این کتاب خواهیم دید در آتیهٔ

@karnil
کارنیل

بسیار دوری باید خیلی به‌زمین نزدیك شود وتحت اثر نیروی جـاذبهٔ زمین به‌چنین‌سر نوشتی دچار شده ومتلاشی گردد .

آیا منظومهٔ سیارات ما منحصر به فرد است؟

چنان‌که می‌دانیم خورشید که موجد زمین و سایر سیارات ماست یکی از ناچیزترین بخش کهکشان‌مایعنی راه‌شیری که ازقریب چهل میلیارد ستارهٔ مجزا به‌وجود آمده است . آیا ستارهٔ دیگری نیـز دارای منظومهٔ سـیارات است یاآن که منظومهٔ ما در عالم منحصر به فرد می‌باشد ؟

بامشاهدهٔ مستقیم نمی‌توان به چنین سؤال جالبی پاسخ داد زیرا فاصلهٔ نزدیکترین ستاره‌ها ازما میلیون میلیون کیلومتراست. به‌عـلاوه سیارات که خود نوری به‌وجود نمی‌آورند در چنـین فاصله‌ای‌اساساً خارج از قدرت‌دید قویترین تلسکوپها قرار دارند . اما اگر چه قادرنیستیم این سؤال رامستقیماً پاسخ گوییم ولی ممکن است از طریق دیگربه مقصود نایل گردیم وآن این است که‌تعداد احتمالی تصادمهای بین‌ستاره‌های کهکشان راازآغاز تشکیلشان محاسبه کنیم واز روی آن تعداد منظومه‌های سیارات راتخمین بزنیم .

سرعت متوسط حرکت ستارگان قریب ده‌کیلومتر در ثانیه است چنین به‌نظر می‌رسد که بین چند میلیارد ستاره‌ای که میلیاردها سـال با بی‌نظمی درفضا حرکت می‌کنند تصادمهای فراوان رخ داده باشد ولی از روی محاسبهٔ ساده‌ای می‌توان پی‌برد که این احتمال بهیچوجه صحیح نیست بلکه با وجود کثرت تعداد ستارگان وطولانی بودن عمرشان تصادم یا عبور نزدیك بین‌آنها بسیاربه‌ندرت‌اتفاق افتاده است. دلیل این‌آمد وشد بی‌تصادف جهان ستارگان، همانا پراکندگی بسیار منظومهٔ ستارگان است زیرا فاصلهٔ متـوسط ستارگان از ده میلیون برابرحد متوسط قطرشان متجاوز است اگرمقیاس مذکور را چنان کوچك‌کنیم‌که هرستاره‌ای به ابعاد یك ماسه (به قطریك میلیمتر) فرض شود **در هرکیلو متر مکعب فقط یك دانه** موجود می‌گردد. منظومهٔ ستارگان ماسه مانند، فضایی به‌قطرچندین صدکیلومتررا اشغال می‌کنند، سرعت‌ستارگان ماسه مانند نیز ، به‌همان‌نسبت کاهش حاصل خواهدکرد وهرذره ماسه سالیانه فقط مسافتی قریب ده میلیمتر طی خواهد نمود .

حتی اگر دوستارهٔ مجاور ، مستقیماً به‌طرف یکدیگر به‌حرکت درآیند پنجاه‌هزار سال طول خواهد کشید تاباهم تصادم کنند . اما چـون حـرکت ستارگان نامنظم است لذا احتمال تصادم خیلی‌کمتر خـواهد شد . ازآنجاکه

@karnil
کارنیل

سطح برخورد هرستاره‌ای ۱۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ بارکوچکترازبدنهٔ مکعبی است که ستاره درآن قـرار دارد لذا ستاره مـا پیش از آن‌که شانس برخورد باستارهٔ دیگرپیداکند باید ازتعداد ۱۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ چنین مکعبی عبور کند ولی این حـرکت قریب ۵ میلیارد میلیارد سال طول می‌کشد . اما چون سن تمام منظومهٔ ستارگان به زحمت از ۲ تا۳میلیارد سال تجاوز می‌کند لذا **شانس تصادم هرستاره‌ای‌کمتر ازیك دومیلیاردیم‌خواهد بود** : بدین طریق دربین‌چهل‌میلیارد ستاره‌ای‌که کهکشان را تشکیل می‌دهند بیش از ۲۰ تصادم یاعبورنزدیك نمی‌تواندانجام پذیرفته باشد **وتعداد احتمالی منظومهٔ سیارات شبیه منظومهٔ ما قریب ۱۰ خواهدبود**[1]

البته خوانندهٔ محترم به این نکته توجه داردکه محاسبهٔ فوق‌واعدادی که دراینجا بکاررفته به‌ترتیبی‌است که‌به‌عدد ده اطمینان زیادی نباید مبـذول گردد . اما چنانکه ازبحث فوق نتیجه می شود گرچه تصادم مـوجد منظومهٔ شمسی صورت معجزه‌ندارد معهذا تعداد خیلی‌کمی ازمیلیاردها ستارگان‌آسمان می‌توانستند تصادم‌نمایند . تازه نتیجهٔ فوق براین پایه بناشده که فاصلهٔ‌متوسط ستارگان را همواره برابرفاصلهٔ کنونی آنها بدانیم . درحال حاضراین‌نظر بیشتر معقول می‌باشد که فاصلهٔ ستارگان در آغاز تشکیل کمتر بوده و فاصلهٔ نسبی آنها درنتیجهٔ «گسترش فـضا» بعداً افزایش حاصل نموده است . **اگر این نظریات صحیح باشد** (احتمال‌قوی برصحت‌آنها موجود است) نتیجه‌ای که‌راجع‌به‌ندرت وجود منظومهٔ سیارات گرفته شده باید به‌کلی تغییر یابدزیرا درگذشته ، یعنی ایامی‌که سیارات به‌هم نزدیکتر بـوده‌اند ، تصادم بین آنها بیشتر محتمل بوده است.

به عکس اگرروزی ستاره‌شناسان موفق گردند باروش مبـتکرانهٔ‌خود وجود منظومه‌های دیگری را درستارگان به‌ثبوت رسانند ، این امرخود دلیل روشنی بر تأیید تئوری «گسترش فضا» خواهد بود .

روی‌هم رفته حق بالا پلاس بود ؟[2]

برای ما مردمـی‌که در هفـت قسمت جهان (از جـمله قارهٔ قطبی جنوبی

۱ـ زیرا چنانکه دیدیم فقط یکی از دو ستارهٔ متصادم احتمال دارد منظومه دیگری به‌وجود آورد.

۲ـ این قسمت عیناً ازکتاب «یك، دو، سه . . . بینهایت» نگارش مؤلف این کتاب، ترجمهٔ آقای احمدبیرشك مجدداً چاپ‌گردیده است .

@karnil
کارنیل

دریاسالار بیرد (Admiral Byrd) زندگی می‌کنیم ، اصطلاح « زمین سخت » عملا مترادف با فکر ثبات و دوام است . شاید در بدو امر چنین به‌نظر رسد که آنچه بر روی زمین به چشم ما آشناست ، مانند دریاها و خشکیها و کوهها و رودخانه‌ها ، از آغاز خلقت وجود داشته است . اما ، درست بگوییم، آنچه از تاریخ تحولات زمین نتیجه می‌شود این است که سطح زمین پیوسته در تغییر است و ممکن است قسمت بزرگی از خشکیهای آن به‌زیر آب فرو رود و خشکیهای دیگری که اکنون در زیر آب نهفته است بیرون آید.

و نیز می‌دانیم که کوههای قدیمی به‌تدریج بر اثر باران شسته می‌شوند و از بین می‌روند و گاه گاه در نتیجهٔ فعالیتهایی ، کوههای تازه‌ای تشکیل می‌گردند . ولی باز همهٔ این تغییرات مربوط به قشر جامد کرهٔ زمین ما است .

اما درك این مطلب دشوار نیست که روزگاری چنین قشر سختی وجود نداشته و زمین ما کرهٔ فروزانی از سنگهای گداخته بوده‌است.در حقیقت تحقیق در بارهٔ قسمتهای درونی زمین نشان می‌دهد که هنوز قسمت اعظم این کره در حال گداختگی است « زمین سختی » که چنین با بی‌اعتنایی از آن صحبت می‌داریم قشر بالنسبه نازکی است که برسطح اقیانوسی از خمیر گداخته قرار دارد. ساده‌ترین راه برای رسیدن باین نتیجه‌به‌یادآوردن این نکته است که درجهٔ حرارتی که در اعماق مختلف اندازه گرفته می‌شود در هر کیلومتری که در زمین پایین برویم تقریبا ۳۰درجه زیاد می‌شود به‌قسمی که در عمیق‌ترین معدنهای زمین (معدن طلای **رابین‌سون‌دیپ** (Robinson Deep) در جنوب افریقا) دیوارها چنان داغ هستند که دستگاه تهویهٔ مخصوصی به‌کار انداخته شده است تا از زنده کباب شدن کارگران معدن جلوگیری کند

با این سرعتی که درجهٔ حرارت در داخل زمین بالا می‌رود باید فقط در عمق ۵۰ کیلومتری‌یعنی درکمتر از یکصدم فاصلهٔ سطح از مرکز زمین به درجهٔ ذوب سنگها (بین ۱۲۰۰تا۱۸۰۰درجه) برسد . تمام موادی که در پایین‌تر ازاین عمق هستند و بیشتراز ۹۷ درصد پیکر زمین‌را تشکیل‌می‌دهند باید کاملا در حالت مذاب باشند .

واضح است که چنین وضعی نمی‌توانسته است همواره وجود داشته‌باشد و ما هم‌اکنون شاهد مرحله‌ای از سردشدن تدریجی زمین هستیم که از روزی که زمین جسمی کاملا مذاب بوده شروع شده است وبه‌روزی که تا مرکزخود جسمی کاملا جامد باشد ختم خواهد شد . تخمینی که از سرعت سرد شدن

@karnil
کارنیل

و نمو قشر جامد زمین‌زده شده‌است نشان‌می‌دهدکه این عمل سرد شدن بایستی از چند میلیارد سال پیش شروع شده باشد .

اگر سن‌سنگهای‌پوستهٔزمین را هم‌موردمطالعه‌قراردهیم به‌یك‌چنین عددی خواهیم رسید . هر چند به‌ظاهر سنگها تغییری نمی‌کنند تا جایی‌که اصطلاح «تغییرناپذیر مانند سنگ» را به وجود آورده‌اند معهذا بسیاری از آنها در خود نوعی ساعت طبیعی دارند که در چشم آزموده و ورزیدهٔ دانشمند زمین شناس معین می‌کندکه از وقتی سنگ از حالت مذاب به حالت جامدگراییده و سخت شده است چه مدت می‌گذرد.

ساعتی‌که بدینطریق عمر زمین را نشان می‌دهد عبارت است از مقدار بسیار مختصری اورانیوم و توریوم که اغلب در سنگهای مختلف زمین اعم از سطحی و عمقی یافته می‌شود. اتمهای این عنصرها دستخوش یك تغییرتدریجی است و به مرور خاصیت رادیوآکتیوخود را از دست می‌دهد وسرانجام به‌یك عنصر پایدار به نام سرب تبدیل می‌شود.

برای تعیین سن سنگهایی که چنین عنصرهای رادیوآکتیو دربردارند کافی است مقدار سربی را که در طی قرون متمادی بر اثر نقصان خاصیت رادیوآکتیوی آنها جمع شده است اندازه بگیریم .

در واقع تا وقتی که جنس سنگ به حالت مذاب بوده آنچه در نتیجه تجزیهٔ رادیوآکتیوی درآن به وجود می‌آمده دایماً درنتیجه اعمال‌پراکندگی (دیفوزیون) و جابجایی (کنوکسیون) از محل اصلی خود در جسم مذاب تغییر جا می‌داده است، اما از وقتی‌که حالت‌تحجر پیدا شده جمع‌شدن سرب در محل عنصرهای رادیوآکتیو آغاز گردیده و مقدار آن‌به‌طور دقیق ، مدت این عمل یعنی عمر سنگ را معین می‌کند، درست همانطورکه جاسوس دشمن از روی‌تعدادشیشه‌های‌خالی آبجو که‌درمیان درختان نخل دوجزیرهٔ اقیانوس آرام انداخته شده به مدت توقف پادگان نیروی دریایی درهریك از آن دو جزیره می‌تواند پی‌ببرد .

مطالعه در مقدار سربی که به این نحو در سنگها جمع شده حقیقت بسیار مهمی را فاش ساخته است و آن این است که **ظاهراً عمر هیچ سنگی از دو میلیارد سال تجاوز نمی‌کند.** (قدیمی‌ترین‌سنگهایی که‌تاکنون‌شناخته‌شده است درکارلیای‌فنلاند(Karelia Finland) ودر بلاك‌هیلز،داکوتای‌شمالی

@karnil
کارنیل

(Black Hills, South Dacota) است و عمرشان به یك میلیارد و چهارصد و شصت میلیون سال‌می‌رسد).

از این مطلب به این نتیجه می‌رسیم که **تقریباً از دو میلیارد سال قبل پوسته سخت زمین از موادی که قبلا بحال مذاب بوده شروع به‌تشکیل کرده است .**

پس شکلی‌که از زمین دومیلیارد سال پیش درنظر مجسم می‌شود جسمی است کروی شکل مرکب از مواد مذاب که گرداگرد آن را قشر ضخیمی از جوّ هوا و بخار آب وشاید مواد گازی شکل بسیار فرار دیگراحاطه کرده باشد .

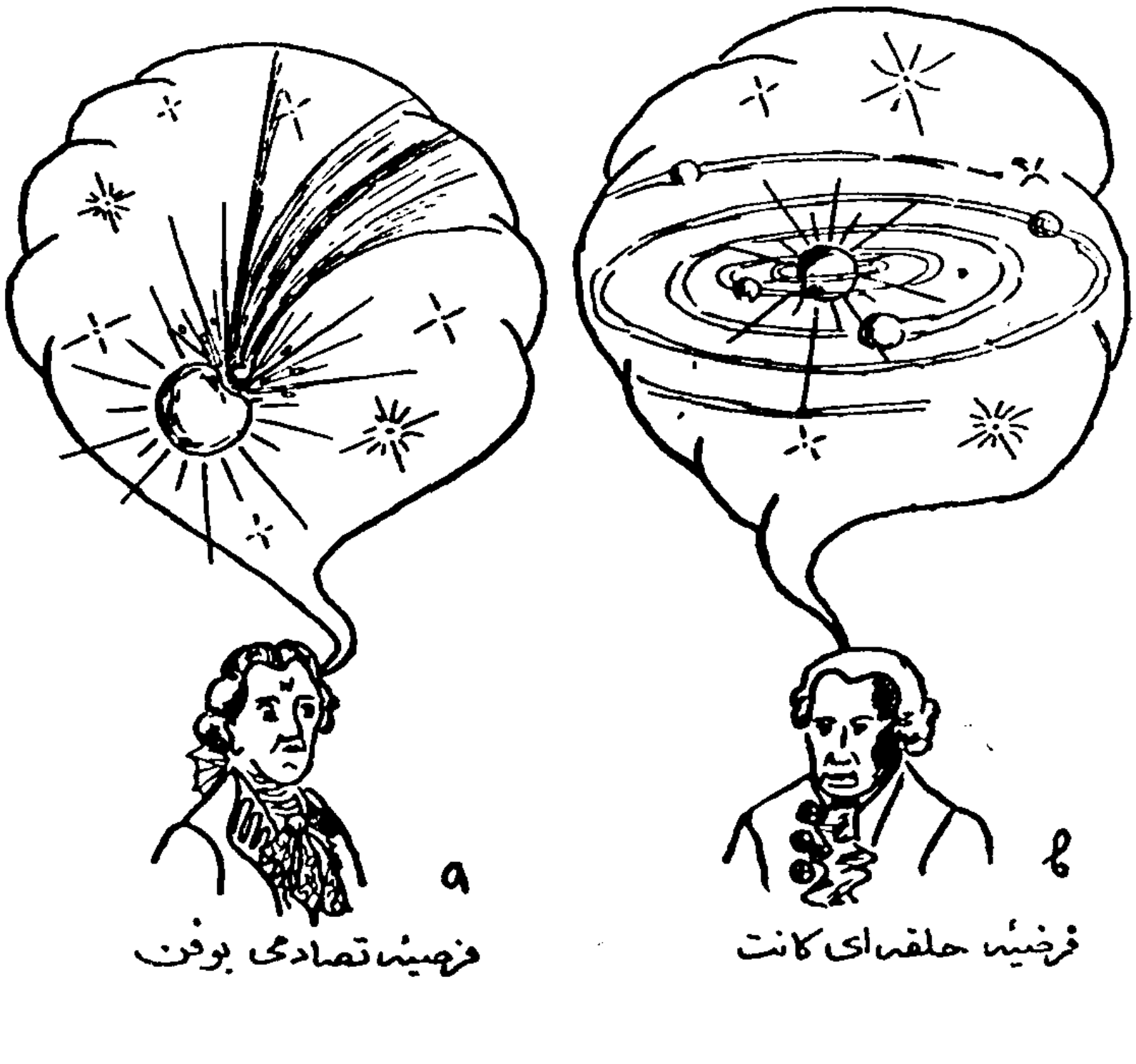
این تودهٔ سوزان مواد کیهانی چگونه به هستی آمده و چه نیروهایی در به‌وجود آمدن آن دست‌اندر کار بوده‌اند و مـواد لازم بـرای ساختمان آن‌را چه‌کسی فراهم آورده است؟ این پرسشها که هم در مورد کرهٔ ما و هم در مورد هر سیارهٔ دیگر منظومه شمسی ما پیش می‌آید پایهٔ اصلی تئوری منشأ عالم (جهانشناسی) را تشکیل می‌دهد و معماهایی هستندکه قرنها فکر دانشمندان هیئت را بخود مشغول داشته‌اند.

نخستین‌کسی‌که‌تلاش کرد از راه‌علمی به‌این پرسشها پاسخ‌دهد **بوفون** دانشمند نامی فرانسوی بود که به سال ۱۷۴۹ میلادی (۱۱۲۸ هجری‌شمسی) در یکی از چهل و چهارکتاب تاریخ طبیعی خود به این کار پرداخت . در نظر بوفون پیدایش سیارات منظومهٔ شمسی ، نتیجهٔ تصادم خورشید با ستارهٔ دنباله‌داری بود که از نقاط بسیار دور دست جهان بی‌کران آمده بـود. وی در خیال خود «ستارهٔ دنباله‌دار نحسی» را مجسم‌کرد که با دم دراز درخشان خود با خورشید ما که در آن زمان تنها بود برخورد کرد و از جسم بسیار عظیم آن ، قطره‌هایی چند جدا ساخت و در فضا رها کرد . و این «قطره‌ها» بر اثر قوهٔ اصطکاك شروع کردند مانند فرفره به دور خود چرخیدن (شکل ۹ ـ a) .

بیست تا سی‌سال بعد فیلسوف معروف آلمانی امانوئل**کانت** نظرهای دیگر دربارهٔ منشأ منظومهٔ شمسی ما ابراز داشت . وی معتقد بود که دستگاه شمسی فقط به‌وسیلهٔ خود خورشید وبدون مداخلهٔ جرم آسمانی دیگری‌به‌وجود آمده است. کانت عقیده داشت‌که خورشید ازآغاز تودهٔ بسیارعظیمی‌ازگازهای بالنسبه سرد بود که تمام فضای منظومهٔ کنونی خـورشید را اشغال کرده و

@karnil

به‌آرامی گرد محوری می‌گردیده است . چون این کره حرارت خود را بر اثر تشعشع به‌فضای خالی اطراف‌خود منتقل می‌کرده بایستی به‌تدریج و به‌طور مداوم از حرارتش کاسته شده و در نتیجه خود آن منقبض گردیده و سرعت حرکت دورانیش افزایش یافته باشد . افزایش سرعت حرکت دورانی موجب ازدیاد قوهٔ گریز از مرکز شده واین قوه باعث تسطیح در دوقطب کرهٔ‌خورشید گردیده و بعلاوه چند رشته حلقهٔ گازی شکل از خورشید جدا ساخته ودر صفحهٔ استوایی آن انداخته است (شکل ۹ ــ b). چگونگی تشکیل‌شدن‌چنین



فرضیهٔ تصادمی بوفن — فرضیهٔ حلقه‌ای کانت

شکل۹ ــ دو مکتب خاص درجهانشناسی

حلقه‌هایی براثر حرکت دورانی در آزمایش **پلاتو** که در کلاسهای درس متداول است نشان داده می‌شود. در این آزمایش کرهٔ بزرگی ازمادهٔ روغنی (نه‌گازی مانند خورشید) در مایع دیگری که وزن مخصوصش باآن یکی‌است به حال تعلیق قرار می‌گیرد و با یك دستگاه مکانیکی با سرعت زیادی به حرکت دورانی در می‌آید و وقتی‌که سرعت دورانش از حد معینی بیشتر شد شروع می‌کند به حلقه‌های روغنی در اطراف خود تشکیل دادن .

@karnil
کارنیل

فرض این بود که حلقه‌هایی که‌به‌این نحو تشکیل شده بودند بعداً در هم شکسته و متراکم گردیده و سیارات مختلفی راکه گرد خورشید در گردشند به وجود آورده‌اند.

بعدها این نظریه‌ها را یك ریاضی‌دان بزرگ‌فرانسوی به‌نام **لاپــلاس** پذیرفت و بسط داد وبه‌سال ۱۷۹۶ میلادی در کتابی به‌نام « نمایش دستگاه جهان » در معرض مطالعه و در دسترس عموم قرار داد . با آنکه لاپلاس ریاضی‌دان بنامی بود هرگز در صدد برنیامد که برای فرضیهٔ خود دلایل ریاضی اقامه کند بلکه فقط دربارهٔ چگونگی آن به نحوی تقریباً مردم‌پسند بحث کرد .

وقتی‌که در شصت سال بعد فیزیك دان انگلیسی **کلارك ماکس‌ول** در صدد برآمد که موضوع را از جنبهٔ ریاضی مطالعه کند نظریات کانت و لاپلاس دربارهٔ جهان شناسی چنان گرفتار ضد و نقیض شدند که ظاهراً غلبه بر آنها غیر ممکن بود . در واقع ثابت شد که اگر بر فرض مقدار ماده‌ای که امروز درسیارات مختلف منظومهٔ شمسی جمع ومتراکم‌است روزی به‌نحوی یکنواخت در سراسر این منظومه پراکنده بوده باشد مقدار آن به قدری‌کم و رقیق بوده که نیروی جاذبه مسلماً هیچگاه نمی‌توانسته قادر باشد که آنها را باهم جمع‌کند و با آنها سیاره‌ای تشکیل دهد. دراین‌صورت حلقه‌هایی‌که از خورشید جدا می‌شده بایستی همیشه به‌شکل حلقه باقی بماند. مانند حلقه‌های زحل که تصور می‌رود از تعداد بیشماری ذرات کوچك تشکیل شده و برروی مدار دایره‌ای شکلی به دور زحل می‌گردند و هیچ تمایلی به اینکه با هم جوش بخورند و ماهی مانند ماههای دیگر تشکیل دهند ندارند .

تنها مفری‌که باقی می‌ماند این بود که فرض شود در آن زمــان آنچه خورشید را احاطه می‌کرد مقدار بیشتری (لااقل صدبار بیشتر) ازآنچه‌اکنون ماده در سیارات است ماده دربرداشته و قسمت اعظم ماده درخورشیدفروریخته و فقط یك‌صدم آن به مصرف تشکیل سیارات رسیده باشد.

اما این فرض هم به تناقض مهم دیگری منتهی می‌شد و آن این بودکه اگر درحقیقت چنان محیط مادی دراصل‌باسرعتی مساوی سرعت سیارات‌دوران می‌کرده و درحین دوران قسمت اعظم آن به خورشید فرو ریخته باشدبایستی به‌خورشید سرعت زاویه‌ای پنجهزار برابر سرعت زاویه‌ای کنونی آن ببخشد و در این‌صورت خورشید به‌جای آنکه چهار هفته یکبار چنانکه هست به دور محور بگردد بایستی ساعتی هفت بار به دور خود دوران کند.

@karnil
کارنیل

چنان می‌نمود که این‌مطالعات فرضیه کانت و لاپلاس را محکوم به‌زوال ساخته است و چون چشم امید ستاره‌شناسان به‌جای دیگر معطوف شد بر اثر مساعی **چمبرلن** و **مولتون** دانشمندان امریکایی و **سرجمزجینز** عالم مشهور انگلیسی نظریهٔ بوفون احیا گردید ومورد قبول یافت. البته باید گفت که نظریات بوفون براثر ترقیاتی که علم از زمان وی کرده بود به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر کرده و «نو» شده بود . مثلا این فکر که جرم آسمانی که با خورشید برخورد کرده بود ستاره‌ای دنباله‌دار بوده باشد از اعتبار افتاده‌دلیل آنکه‌مسلم‌شده بود که‌جرم‌ستارهٔ دنباله‌دار را اگر با ماه زمین هم مقایسه‌کنند بسیار کوچك و ناچیز است . پس این عقیده پیدا شد که جسم آسمانی که با خورشید اصطکاك کرده ستارهٔ ثابتی بوده که اندازه و جرمی در حدود اندازه و جرم خورشید داشته است .

اما در نظریهٔ احیا شدهٔ «تصادم» هم که تنها گریزگاه از اشکالات اساسی فرضیهٔ کانت و لاپلاس بود ظاهراً اشکالاتی بود و نمی‌شد فهمید که اگرسیارات پاره‌هایی بودندکه به‌عنف ودرنتیجهٔ ضربت تصادم ازخورشید جدا شده بودند چرا به جای آن که روی مدارهای بیضی‌شکل کشیده‌حرکت کنند برروی مدارهایی تقریباً مستدیر سیر می‌کنند ؟

به منظور این‌که برای این وضع محملی پیدا شود لازم بود فرض‌شود که در آن زمان‌که سیارات بر اثر برخورد ستارهٔ راهگذربا خورشیدبه‌وجود آمدند گرداگرد خورشید قشری از گاز بوده‌که حرکت دورانی متشابه‌داشته و این محیط به تبدیل مدار سیارات که در اصل شکلی‌کشیده داشت به دایره کمك‌کرده است. چون تا جایی که اطلاع داریم در حال حاضر چنین‌ملائی در ناحیه‌ای از جهان که در تصرف سیارات‌است وجود ندارد، فرض می‌شدکه این ملاء به تدریج درفضای بین‌ستارگان پراکنده و منتشر شده است و نور ضعیفی که « روشنایی منطقةالبروجی » نام دارد و امروز از خورشید شروع می‌شود ودرصفحهٔ دایرةالبروج منتشرمی‌گردد تنها یادگاری‌است‌که ازمفاخر گذشته به جا مانده است . اما این فرضیه که در حقیقت جمع بین نظریهٔ کانت ولاپلاس، حاکی از این‌که در اصل یك قشرگازی بر خورشید محیط بوده است و فرضیهٔ تصادم بوفون بود، به هیچوجه رضایت بخش نبود . ولی چون بنا به‌مثل معروف «همیشه بین دوبلا بایدکوچکتررا انتخاب‌کرد»فرضیهٔ بوفون‌که تشکیل منظومهٔ شمسی را معلول تصادم خورشید با جرم آسمانی دیگری می‌دانست صحیح شناخته شده وپذیرفته‌گردیده بود و تا این اواخردر

@karnil

کتابها ورساله‌های علمی و کتابهای ادبی (ازجمله‌درکتابهای «پیدایش ومرگ خورشید» و «بیوگرافی زمین» که اولی به سال ۱۹۴۰ و دومی درسال ۱۹۴۱ از نگارنده نوشته شده است) به‌آن استناد می‌شد.

فقط در پاییز سال ۱۹۴۳ (۱۳۲۲ شمسی هجری) بود که فیزیك‌دان جوان‌آلمانی **وایتسکر** گره این‌مشکل‌فرضیهٔ سیارات‌راگشود وباجمع‌آوری پژوهش‌های جدید فیزیك‌نجومی توانست ثابت‌کندکه به‌آسانی مـی‌توان همهٔ ایراداتی راکه به فرضیهٔ کانت و لاپلاس وارد شده است رفع‌کرد و برمبنای آن تئوری مشروحـی در بارهٔ اصل منشأ سیارات وضـع‌کردکه بسیاری از خصوصیات دستگاه سیارات راکه تا آن زمان هیچ فرضیه‌ای به توضیح‌آنها موفق نشده‌بود روشن سازد.

نکته اساسی‌کار وایتسکر مبتنی بر این حقیقت است‌که در بیست‌سال اخیر علمای فیزیك‌نجومی کاملاً درمورد ساختمان شیمیایی مادهٔ جهان تغییر عقیده داده‌اند. سابقاً به‌طورکلی تصورمی‌شدکه عنصرهای شیمیایی همان نسبت ترکیبی راکه در ساختمان زمین به‌آن پی برده‌ایم درساختمان خورشید وهمهٔ ثوابت دیگر هم دارند. تجزیه‌های شیمیایی‌که در رشتهٔ زمین‌شناسی انجام‌شده نشان داده است‌که قسمت اصلـی جـرم زمین تشکیل شده است از اکسیـژن (به‌شکل‌اکسیدهای‌مختلف)و سیلیس وآهن ومقدارکمتری عنصرهای‌سنگین‌تر گازهای سبك از قبیل ئیدروژن و هلیوم (وگازهای معروف به «کمیاب» از قبیل نئون و ارگون) به‌مقدار خیلی‌کم در روی زمین وجود دارد.[1]

چون هیچگونه قـرینه و دلیـل مقنعی در دست نبـود ، ستاره‌شناسان می‌پنداشتندکه این‌گازها در خورشید و ثوابت دیگر هم وجود دارد . اما مطالعات‌نظری‌مشروحی‌که دربارهٔ ساختمان ستارگان‌به‌عمل آمد **شترومگرن** (B-Stromgren) ستاره‌شناس دانمارکی را معتقد ساخت‌که این پنـدار به یکباره نادرست است و باید لااقل سی وپنج درصد از آن‌چه در ساختمان خورشید ما وجود دارد ئیدروژن خالص باشد . بعدها این تخمین تا بیش از پنجاه درصد ترقی‌کرد و نیز معلوم‌شدکه قسمت بزرگی ازمواد تشکیل‌دهنده خورشید هلیوم خالص است . هم مطالعات نظری‌که دربارهٔ ساختمان داخـل خورشیدانجام‌شده (واخیراً باکارهای شوارتس‌شیلدM. Schwartz Schild

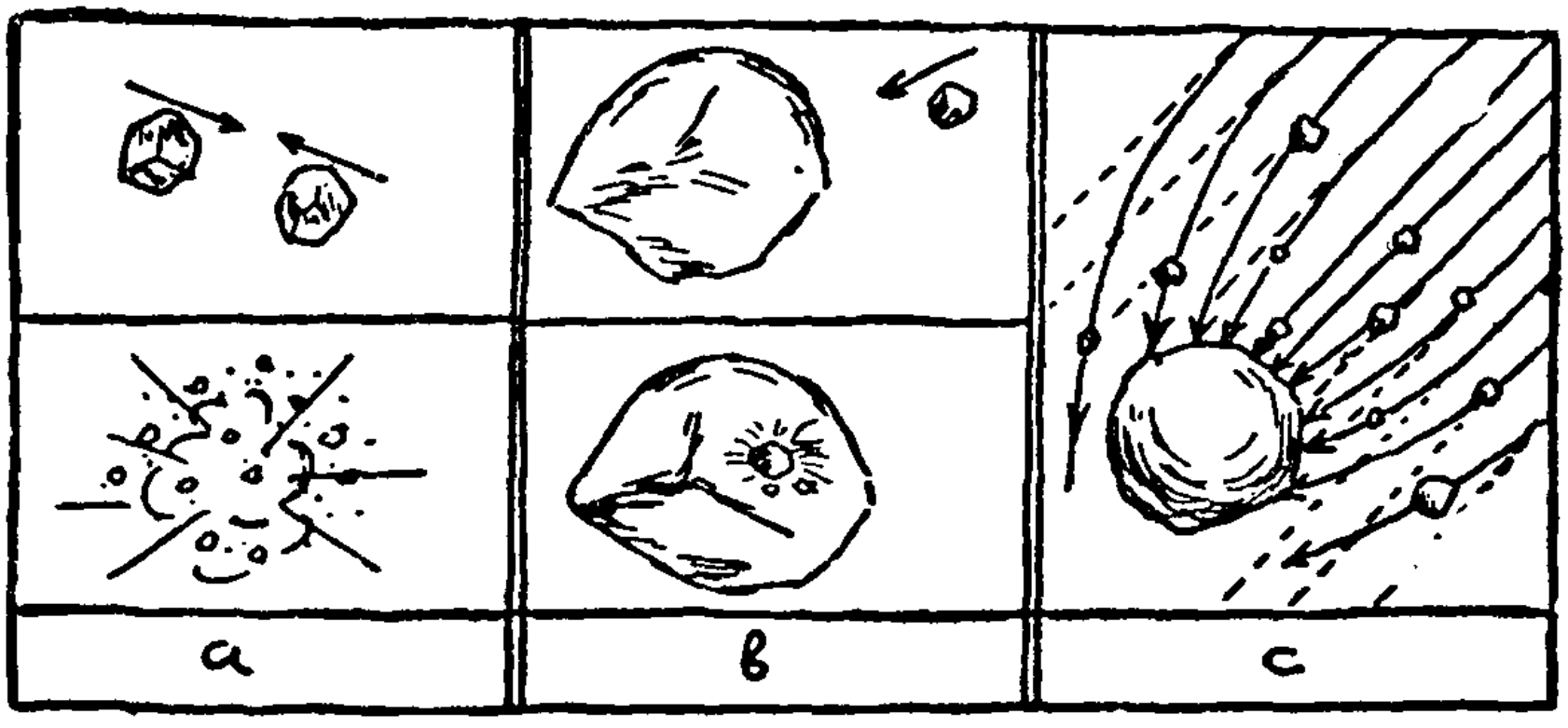
---

۱ــ قسمت‌اعظم ئیدروژنی‌که در روی زمین است به صورت ترکیب با اکسیژن درآب وجود دارد. اما همه‌کس می‌داند باآنکه‌آب سه‌ربع زمین را دربرگرفته است همهٔ آبی‌که در سطح زمین است به نسبت جرم‌کرهٔ زمین بسیارکم است.

@karnil

به حد اعلی رسیده است) و هم تجزیه‌های دقیق با طیف‌نما که از قسمت سطحی آن به‌عمل آمده به‌این نتیجهٔ بسیار جالب رسیده است که **فقط یکصدم جرم خورشید از عنصرهای معمولی شیمیایی که در ساختمان زمین وجود دارد تشکیل شده تقریباً تمام بقیـــه آن ئیدروژن و هلیوم است و مقدار ئیدروژن اندکی زیادتر است.** به نظر می‌رسد که ساختمان ثوابت دیگر نیز بدین گونه باشد .

به‌علاوه‌امروز معلوم شده‌است که **فضای بین ستارگان کاملا خالی نیست** و مخلوطی از گاز وغبار بسیار رقیقی آن را پر کرده است و غلظت متوسط آن درحدود ربع میلیگرم در یك میلیارد متر مکعب فضا است و به نظر می‌رسد ترکیب این‌مادهٔ پراکنده فوق‌العاده رقیق‌ازنوع همان ترکیب خورشید باشد.



شکل ۱۰ــ تشکیل‌قطعات بزرك موادخاکی ازتصادم بین ذرات‌غباری

بااین‌که این ماده تا این حد باورنکردنی رقیق است . اثبات وجود آن درفضای بین ستارگان کاری است آسان به‌دلیل آن‌که نوری که‌ازستاره‌های دور دست‌به مامی‌رسد و پیش از ورود در تلسکوپ‌های ما ، صدها هزار سال نوری را در میان این مادهٔ رقیق طی طریق می‌کند ، به‌مقدارقابل ملاحظه‌ای در این ماده جذب می‌شود. شدت و وضع این «خطوط جذب ستارگان» به ما مجال آن می‌دهدکه از عظمت این مادهٔ پراکنده تصور دقیقی در مغز خودجا دهیم و نیز ثابت می‌کندکه عنصر اصلی تشکیل دهندهٔ آن ئیدروژن است‌وشاید هلیوم هم باشد. در حقیقت ذرات کوچك غباری که از مواد مختلف موجود در زمین ترکیب شده‌اند (و قطر هریك ازآنها در حدود یکهزارم میلیمتر است) بیش ازیك درصدکل مادهٔ رقیق بین ستارگان را تشکیل نمی‌دهد.

@karnil
کارنیل

چون به‌فکر اصلی و مبنای تئوری وایتسکر[۴] باز گردیم می‌توانیم گفت که اطلاعات جدیدی که از ساختمان شیمیایی مادهٔ جهان به دست آمده‌است مؤید فرضیهٔ کانت و لاپلاس است.

در حقیقت اگر در آغاز لفافهٔ گازی خورشید از چنین ماده‌ای تشکیل بوده است **فقط ممکن‌است جزء کوچکی از آن‌که عبارت از عنصرهای سنگین خاکی بوده برای ساختمان‌زمین ما وسیارات دیگر به‌کار رفته‌باشد.** بقیهٔ آن که عبارت‌از گازهای تراکم‌ناپذیر ئیدروژن وهلیوم بوده باید به‌نحوی جابه‌جا گردیده یعنی در خورشید فرو ریخته و یا در فضای بین ستارگان پراکنده شده‌باشد. اما شق اول یعنی‌فرو ریختن درخورشید که هم‌چنان‌که دیدیم منجر به‌دادن‌یك سرعت حرکت دورانی بیرون از اندازه به خورشید می‌شده مردود است و ما باید به‌ناچار شق دوم را بپذیریم یعنی قبول کنیم که به مجرد این‌که سیارات از عنصرهای خاکی مادهٔ مذکور تشکیل شدند «مازاد» آن در فضای بین ستارگان پراکنده شده است .

ازآن چه گفتیم تصویری به این شرح از آفرینش سیارات در ذهن ما تشکیل می‌شود : وقتی که از تراکم مادهٔ بین ستارگان خورشید ما به وجود آمد (رجوع کنید به قسمت بعد) جزء بزرگی ازآن‌که شاید صدبرابر جرم مرکب‌کنونی همهٔ سیارات بوده و در خارج‌آن باقی ماند و به صورت لفافهٔ عظیمی گرداگردآن به حرکت درآمد (دلیل چنین وضعی را می‌توان‌به‌آسانی در اختلاف حالت دورانی‌اجزای‌مختلف گازفضای بین ستارگان‌که در اطراف خورشید نخستین درحال تراکم بوده، یافت). این لفافه را که به‌سرعت در حال دوران بود باید متشکل دانست از مقدار زیادی **گازهای تراکم‌ناپذیر** (مانند ئیدروژن و هلیوم واندکی گازهای دیگر) و **ذرات غبار** موادخاکی دیگر (از قبیل اکسید آهن ـ ترکیبات سیلیس ـ قطره‌های بسیارکوچکی آب و بلورهای یخ) که در درون گاز موج می‌زدند و با حرکت دورانی‌آن کشیده می‌شدند . بایستی این ذرات غبار بایکدیگر تصادم‌کرده و با هم شده و اجسام بزرگتری تشکیل داده باشند و از تجمع این اجسام بزرگتر رفته رفته آن‌چه‌که ما امروز سیارات می‌نامیم‌به‌وجود آمده باشند . درشکل۱۰ ما نتایج اینگونه‌تصادفات راکه شاید باسرعتی درحدود سرعت‌حرکت‌شهابهاوقوع یافته باشند نمایش می‌دهیم.

برمبنای دلایل منطقی باید به‌این نتیجه رسید که اگر دو ذره که‌دارای جرمهای تقریباً متساوی باشند با چنین سرعت شگرفی به یکدیگر برخورد

@karnil
کارنیل

کنند باید متلاشی شوند و از میان بروند (ش ۱۰–a) و این وضع نه تنها موجب رشد ماده و تشکیل جسم بزرگتری نمی‌شود بلکه جسمهای کوچکتر (ذرات) را هم از میان می‌برد. اما اگر ذره کوچکتری با ذرهٔ بزرگتری تصادم کنند (ش ۱۰ ـ b) مسلم به‌نظر می‌رسد که در آن فرو رود و مدفون شود و درنتیجه به تشکیل جرم بزرگتری کمك کند.

واضح است که چنین وضعی به اضمحلال تدریجی ذرات کوچکتر و گرد آمدن آنها به دور یکدیگر برای تشکیل جرمهای بزرگتر منتهی می گردد. مرحلهٔ آخر یعنی عمل تشکیل جرمهای بزرگتراز راه دیگر هم تسریع می‌شود وآن این است که ذرات بزرگتر براثر نیروی جاذبه، ذرات کوچکتری‌را که از نزدیك آنها بگذرد به سوی خود خواهندکشید و بدین وسیله بر جرم خود خواهند افزود. این امر در شکل (۱۰ ـ c) نموده شده و مجسم گردیده است که خاصیت به‌دام‌انداختن و اسیرکردن جرمهای بزرگ به‌سرعت ترقی می کند.

وایتسکر توانست نشان بدهدکه **ذرات غبار رقیقی که در آغاز در تمام فضایی که امروز دراشغال سیارات است پراکنده‌بوده است، در حدود مدتی نزدیك به یکصد میلیون سال با هم جمع شده و سیارات معدودی را که می‌شناسیم به وجود آورده‌اند.**

درتمام طول مدتی که سیارات‌ضمن‌حرکت به‌دورخورشید به‌وسیلهٔ‌جذب ذرات مادی کیهانی دیگری به‌نموطبیعی خودادامه می‌داده‌اند، بایستی درنتیجهٔ بمباران دایمی ذرات تازه‌ای که پیوسته برحجم آنها می‌افزودند خیلی گرم بوده‌باشند. اما به مجرد این‌که ذخیرهٔ ذرات مادی کوچك وبزرگ به‌پایان رسید وعمل نمو سیارات متوقف شد قشر خارجی این اجرام سماوی‌نوزاد در نتیجهٔ تشعشع درفضای بین ستارگـان مقدار معتنابهی ازحرارت خود را از دست داده ودرنتیجه به‌سردی گراییده وپوستهٔ سختی به‌وجود آورده است واین قشر سخت پوسته درنتیجهٔ‌سرد شدن روزافزون قسمتهای‌درونی سیارات‌پیوسته درحال توسعه است.

نکتهٔ مهم دیگری که باید درهرتئوری مربوط به آفرینش سیارات‌مورد توجه قرار داد وتوضیح وتشریح کرد،قانون عجیبی است به‌نام **تیتوس و بود** در جدول ذیل این فواصل برای ۹ سیارهٔ منظومهٔ شمسی وکمـربند سیارات صغار (خرده سیارات) نشان داده شده است. سیارات صـغار ظاهراً نمایندهٔ یك وضع استثنایی هستندکه دراطراف‌آن قطعات مجزا نتوانسته‌اندبایکدیگر جمع شوند وقطعهٔ واحد بزرگتری به‌وجودآورند.

@karnil

کارنیل

نام سیاره	فاصلهٔ سیاره از خورشید در صورتی که فاصلهٔ زمین از آن واحد فرض شود .	نسبت فاصلهٔ هر سیاره از خورشید به فاصلهٔ خورشید از سیاره‌ای که نامش بالای نام آن سیاره نوشته شده است .
عطارد	۰٫۳۸۷	
زهره (ناهید)	۰٫۷۲۳	۱٫۸۶
زمین	۱٫۰۰۰	۱٫۳۸
مریخ (بهرام)	۱٫۵۲۴	۱٫۵۲
سیارات صغار در حدود	۲٫۷	۱٫۷۷
مشتری (کیوان)	۵٫۲۰۳	۱٫۹۲
زحل (برجیس)	۹٫۵۳۹	۱٫۸۳
اورانوس	۱۹٫۹۱	۲٫۰۰۱
نپتون	۳۰٫۰۷	۱٫۵۶
پلوتن	۳۹٫۵۲	۱٫۳۱

ارقام ستون آخر این جدول شایان توجه خاص است. باوجود بعضی تغییرات واضح است هیچ‌یك ازعددهای این ستون از۲ زیاددور نیست ودر نتیجه‌می‌توان این قانون تقریبی را بیان کرد : **شعاع مدار هرسیاره تقریباً دو برابر شعاع مدار سیارهٔ مجاور آن است که به خورشید نزدیکتر باشد** جالب دقت است که قانونی شبیه به این قانون درمورد ماههای یك سیاره وجود دارد و نمونهٔ آن جدول ذیل است که در فواصل ماههای نه‌گانهٔ زحل بحث‌می‌کند.

@karnil

نام ماه	فاصله بر حسب شعاع زحل	نسبت ترقی فواصل‌ماهها
میماس	۳ر۱۱	—
انسلادوس	۳ر۹۹	۱ر۲۸
تتیس	۴ر۹۴	۱ر۲۴
دیون	۶ر۳۳	۱ر۲۸
رئا	۸ر۸۴	۱ر۳۹
تیتان	۱۰ر۴۸	۲ر۳۱
هیپریون	۲۴ر۸۲	۱ر۲۱
ژاپتوس	۵۹ر۶۸	۲ر۴۰
فوبه	۲۱۶ر۸	۳ر۶۳

دراینجاهم مانندمورد سیارات به‌بعضی انحرافهای بزرگ برمی‌خوریم (مخصوصاً درمورد فوبه) اما بازهم توجه می‌کنیم‌که تقریباً جای شك نیست که درهردو تمایلی نسبت‌به‌یك نوع نظم خاص مشاهده می‌شود .

چگونه توضیح دهیم که چـرا عمل تجمـع‌که دربرابر غبار اصلی که گرداگرد خورشید بود، روی‌ادمنجر به‌تشکیل فقط یك سیارهٔ بزرگ نشد، و چرا سیارات متعدد با این فاصله‌های معین از خورشید به‌وجودآمدند ؟

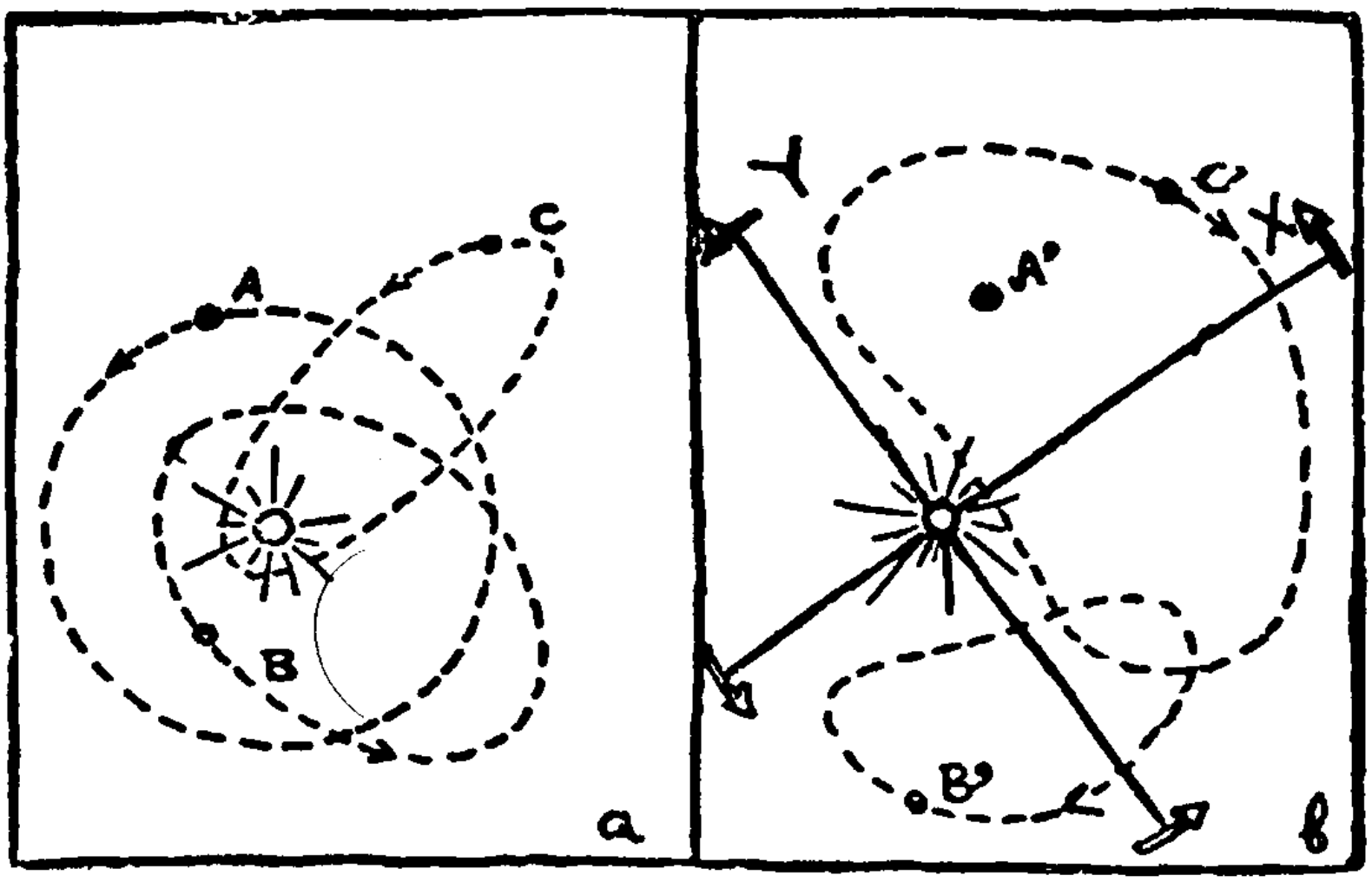
برای‌رسیدن به‌جواب این سؤال بایدبه مطالعهٔ مشروح‌تری‌درحرکاتی که درابر غبار اصلی انجام شده است بپردازیم . قبل از هـرچیز باید به‌یاد بیاوریم که هرجسم مادی اعم از یك ذرهٔ ناچیز غبار یایك سنگ‌آسمانی ویا یك سیاره که باتبعیت از قانون جاذبهٔ نیوتن به‌دور خورشید می‌گردد، ناچار در روی مدار بیضی شکلی حرکت می‌کند که خورشید دریك‌کانون آن‌است. هرگاه ماده‌ای که سیـارات را به‌وجود آورده است در آغاز به شکل ذرات جداگانه ، مثلا هر یك به قطر ۰ر۰۰۰۱ سانتیمتر[1] بوده باشند بایستی در حدود 10^{45} ذره بر روی بیضی هایی‌که اندازه‌ها و ابعاد مـختلف داشته‌اند درحرکت بوده باشند . مسلم است‌که درچنین آمد و شد پر ازدحامی تصادف بسیار زیادی روی می‌داده وبراثر این اصطکاك‌ها حرکت این‌گروه بـیرون از شمار تاحدی منظم می‌گردیده است. درحقیقت تصور ودرك‌این مطلب‌دشوار

۱ــ اندازهٔ تقریبی ذرات غباری‌که ماده بین ستارگان راتشکیل‌می‌داده‌است .

@karnil
کارنیل

نیست که این اصطکاکها یا منجر به متلاشی شدن ذراتی می‌شده است که نظم آمد وشد را به‌هم می‌زده‌است،ویاآنهارامجبور می‌کرده است که در مسیرهای خلوت‌تری به سیرخود ادامه دهند . این آمد وشد متشکل یانیم متشکل تابع کدام قواعد وقوانین بوده است ؟

دراولین گامی که به‌سوی حل مسئله برمی‌داریم گروهی از ذرات رادر نظر می‌گیریم که دورهٔ دوران همهٔ آنها به دور خورشید یکی بوده‌باشد ولی برخی در روی مدارهای مستدیر و برروی بعضی بیضی‌هایی کم یابیش کشیده



شکل ۱۱ ــ حرکت دایره‌ای و بیضی شکل درصورتی‌که از یك مبدا مختصات ثابت (ش a) یامبدأ مختصات درحال‌دوران(ش b)مطالعه‌شود.

سیر می‌کرده‌اند (شکل **a**۱۱). اکنون سعی می‌کنیم که حرکت این ذرات مختلف را نسبت به‌یك دستگاه مختصات **X** و **Y** که باهمان دورهٔ نوسان حول مرکز خورشید درگردش باشد شرح دهیم .

اولا مسلم است که چون دستگاه مختصات و ذره‌ای مانند **A** که دارای حرکت مستدیر است دارای‌یك سرعت دورانی هستند، نسبت به دستگاه‌مذکور نقطهٔ **A** به نظر می‌رسد که درنقطهٔ معینی مانند **A** بی‌حرکت بماند . ذره ای مانند **B** که مدارش بیضی شکل است گاهی به خورشید نزدیکتر وزمانی از آن دورتر می‌شود وبرحسب آن که نزدیکتر یا دورتر شود سرعت زاویه‌اش

@karnil
کارنیل

کوچکتر یا بزرگترمی گردد، یعنی گاهی از دستگاه مختصات که سرعت دورانش ثابت وحرکتش یک نواخت است جلو می‌افتد وگاهی از آن عقب می‌ماند . درك این مطلب دشوار نیست که در نظر ناظری که دراین دستگاه باشد ذرهٔ B **مدار بەشکل باقلا** طی خواهد کرد که درشکل ۱۱ ـ ب به حرف B نمایش داده شده‌است . ذرهٔ دیگری مانند C که مدار بیضی شکل کشیده‌تری دارد نیز درنظر ناظر مذکور یك هم چنان مدار C باقلا شکل خواهد داشت که از B بزرگتر است .

اکنون واضح است که اگر بخواهیم حرکت انبوه ذرات‌را طوری‌منظم کنیم که هیچگاه تصادفی بین آنها روی ندهد **باید بەطریقی عمل کنیم که مدارهای باقلا شکلی که ذرات مذکور نسبت بەدستگاه مختصات دوار X و Y طی می‌کنند یکدیگررا قطع نکنند .**

وچون بیاد بیاوریم که **فاصله متوسط** ذراتی که به دور خورشید، **دورهٔ دوران مشترك** داشته باشند ازخورشید یکی خواهد بود، می‌بینیم که مدارهای غیر متقاطع آن ذرات در دستگاه مختصات X و Y باید به شکل گردن‌بندی از باقلا به دور خورشید به‌نظر برسند .

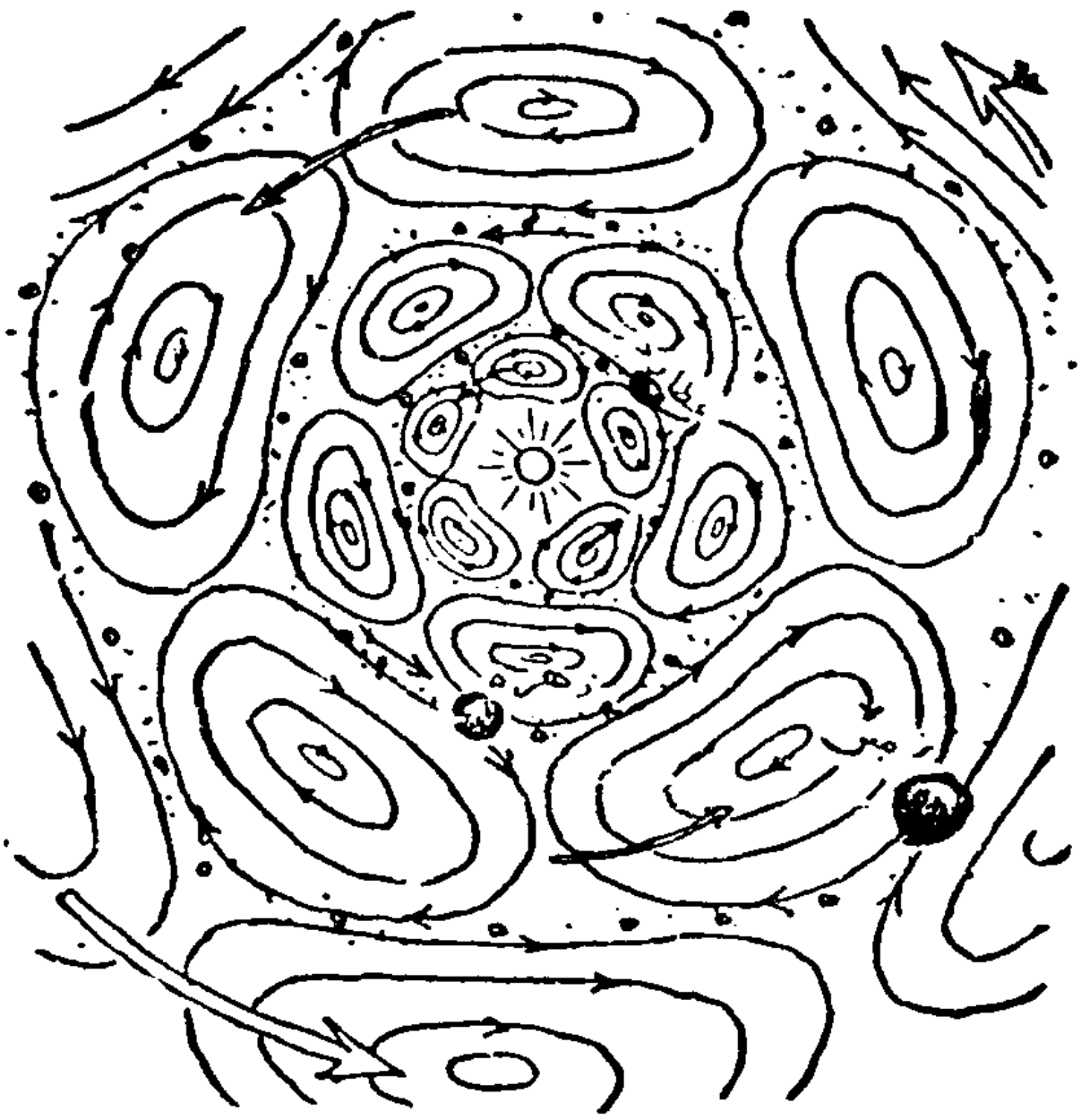
منظور از توضیحاتی که دادیم وممکن است تاحدی به‌نظر خواننده دشوار بیاید ولی اصولا روش ساده‌ای را توضیح می کنند این‌است که **طرح متصورات آمد وشد بدون تصادم** را درگروههای مجزای ذراتی که دریك فاصلهٔ متوسط ازخورشید حرکت می‌کنند ودر نتیجه دارای یك دورهٔ دوران هستند بیان کرده باشیم.چون باید انتظار داشته باشیم که در ابر غباری که خورشید نخستین را احاطه می کرده‌است، ذرات به فواصل مختلف ودر نتیجه باسرعت‌های مختلف به‌دورخورشیددرحرکت‌بوده‌باشند، تجسم وضع حقیقی آن زمان‌دشوار می‌شود. به‌جای یك« گردن‌بندباقلایی» بایستی چندین « گردن‌بند» به‌دور گردن‌خورشیدقرارداشته‌باشند که باسرعت‌های مختلف درحرکت باشند.

وایتسکر درنتیجهٔ تجزیه وتحلیل دقیق مسئله توانست نشان دهد که به‌خاطرپایدار واستوار بودن دستگاه لازم بوده است که هر « گردن بند» از پنج دستهٔ حلقه های متداخل‌تشکیل شده باشد به‌طوری‌که تصویر کامل حرکت ذرات به دور خورشید به صورت شکل ۱۲ درآید . بااین ترتیب حرکت در روی هرحلقهٔ انفرادی‌امن وبی‌خطر بوده اما چون حلقه‌ها به‌سرعت‌های‌مختلف دوران می کرده‌اند بایستی در نقاطی که با یکدیگر تماس پیدا می کرده‌اند «حوادثی» روی دهد . ظاهراً اکثریت تصادفاتی که دراین نواحی مرزی بین

@karnil
کارنیل

ذرات‌حلقه‌ای با ذرات حلقه دیگر روی می‌داده موجب تجمع آنها به دور یکدیگر وتشکیل جرمهای بزرگتر وبزرگتری در فواصل معین ازخورشید می‌شده است . به‌این ترتیب حلقه‌ها به‌تدریج در داخل خود رقیقتر شده ودر نواحی مرزی مجتمع گردیده وسرانجام سیارات را به‌وجودآورده‌اند .

شکل ۱۲ که چگونگی تشکیل سیارات را نشان می‌دهد قانون قدیمی مربوط به‌شعاعهای مدارات‌سیارات راهم توجیه‌می‌کند. درحقیقت اگراز جنبهٔ هندسی مطالعهٔ ساده‌ای‌درشکل بکنیم می‌بینیم‌که **شعاعهای خطوط مرزی که حلقه های مجاور را ازهم جدا می‌کنند یك تصاعد هندسی به قدر نسبت ۲ تشکیل می‌دهند یعنی هر شعاع دو برابر شعاع پیش از آنست** ضمناً متوجه می‌شویم که چرا نباید انتظار داشت که‌این قاعده خیلی قاطع‌باشد. درحقیقت این‌قاعده نتیجهٔ قانون مسلمی‌که حاکم‌برحرکت ذرات درابر غباراصلی باشد نیست بلکه بیان‌یك‌نوع‌تمایلی‌است که در روش نامنظم‌آمد و شد ذرات وجود داشته است .



شکل ۱۲ــ خط سیر ذرات غباردرلفاف اصلی‌خورشید

صدق‌کردن همین قانون در مورد ماههای هر سیاره دلیلی است که‌روش تشکیل و پیدایش ماهها نیز تقریباً بر همین اصول بوده است . وقتی‌که‌ابر غبار اصلی‌که‌گرداگرد خورشید بوده در هم شکست و به‌صورت‌گروه‌های

@karnil
کارنیل

مجزایی درآمدکه ازآنها سیارات ساخته شدند ، همان طرز عمل درهر گروه نیز ادامه‌یافت یعنی قسمت اعظم ماده درمرکز متمرکز شد و سیاره‌را به‌وجود آورد و بقیه درحول آن سیاره شروع به دوران‌کرد و به تدریج تعدادی ماه تشکیل داد.

باهمهٔ بحثی‌که دربارهٔ تصادم ذرات غبار ورشد و نموآنها به‌عمل‌آوردیم فراموش‌کردیم‌که‌بگوییم بر قسمت‌گازی لفاف اصلی خورشیدکه چنانکه به‌یاد داریم نزدیك به نود درصدآن‌را شامل بود چه‌گذشته‌است. جواب این سؤال بالنسبه‌آسان است .

در حینی‌که ذرات غبار به یکدیگر برخورد می‌کردند وقطعات مادی بزرگتری به وجود می‌آوردندگازهاکه یارایی همکاری با آنها را نداشتند به تدریج در فضای بین ستارگان پراکنده می‌شدند . حساب بالنسبه‌ساده‌ای نشان می‌دهدکه مدت لازم برای پراکندگی ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ سال بوده‌است یعنی تقریباً همان مدتی‌که برای تشکیل سیارات ضرورت داشته است. به‌این ترتیب‌درزمانی‌که سیارات به وجود آمدند وتشکیل شدند قسمت اعظم‌ئیدروژن وهلیومی‌که در لفاف اصلی خورشید وجود داشت از منظومه شمسی خارج گردیده و فقط مختصری از آن در این منظومه ماندکه از روشنایی‌های منطقةالبروجی به وجودش پی پرده می‌شود .

یك نتیجه مهم‌که برتئوری **وایتسکر** مترتب است‌این‌است‌که **تشکیل سیارات یك‌واقعه استثنایی نبوده بلکه همین جریان باید عملا درساختمان همهٔ ستاره‌ها صورت پذیرفته باشد** . این حکم منافات‌کاملی بانتایج‌داستان تشکیل سیارات بر اثر تصادم خورشید با یك جرم آسمانی داردکه جز امری استثنایی نمی‌توانسته است باشد . در حقیقت حساب شده است که تصادم بین ستارگان واقعه‌ای‌است‌بسیار بعید و کمیاب ودرمیان ۴۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ستاره‌ای‌که دستگاه نجومی‌کهکشان ما را تشکیل می‌دهد در عمر چندمیلیارد ساله‌کهکشان جز چند تصادم وقوع نیافته است.

اگر هم‌چنانکه امروز به‌نظر می‌رسد **هرستارهٔ ثابت، دستگاه‌سیارانی** مخصوص خود داشته باشد ، تنها درکهکشان ما باید میلیونها سیاره‌وجودداشته باشدکه‌اوضاع طبیعی هریك تقریباً شبیه به زمین است وعجیب است اگرحیات حتی‌به‌عالی‌ترین صورت خود دراین دنیاهای **قابل سکونت** بسط نیافته‌باشد.

در حقیقت ، ساده‌ترین شکل‌های حیات مانند انواع مختلف ویروس ،

@karnil
کارنیل

فقط مولکولهای بغرنجی نیستند که قسمت اعظمشان اتمهای کربن‌وئیدروژن واکسیژن وازت است . چون این عناصر بایدبه‌حد وفور درهرسیارهٔ تازه به‌وجود آمده موجود باشند، باید قبول کنیم که پس از تشکیل پوستهٔ سخت زمین ونزول بخارهای آب موجود درجو برآن وتشکیل مخزن‌های بسیار وسیع آب بعد ازمدتی ، براثر یك‌پیش‌آمد اتفاقی تعدادی اتم که ضرورت داشته‌به‌نحوی که لازم بوده باهم ترکیب شده ومعدودی‌ملکولهای ازآن نوع که لفته شد به‌وجود آورده‌اند .

برای اطمینان بیشتری بایدگفت که ساختمان موجودات زنده به‌قدری پیچیده است که احتمال اتفاقی بودن تشکیل آنها به‌کلی ضعیف می‌شود.درست مثل این‌که شکلی راکه روی مقواکشیده شده باشد باقیچی قطعه قطعه کنیم وقطعات را درهم وبرهم درجعبه‌ای بریزیم و جعبه را تکان دهیم به احتمال اینکه قطعات به وضعی مناسب پهلوی هم قرار گیرند وهمان شکل را تجدید کنند. اما ازطرف دیگر نباید ازیاد بردکه تعدادبیشماری اتم دایماً بایکدیگر در اصطکاك وتصادم‌اند وزمانی بسیار دراز لازم بوده‌است تانتیجهٔ لازم‌حاصل شود . اینکه حیات تقریباً درفاصلهٔ‌کوتاهی بعد از تشکیل پوستهٔ سخت‌زمین درعرصهٔ‌کرهٔ خاکی ظاهرشد (هرچند قبول آن دشوار باشد) نشانهٔ آن است که فقط پس از چند میلیون سال بر حسب اتفاق یك مولکول مرکب جاندار به‌وجود آمده است .

پیدایش ساده‌ترین صورت حیات درعرصهٔ‌کرهٔ نوزاد زمین کافی بوده است که به تدریج موجب تکثیر وتکامل موجودات زنده شود تاجایی‌که به جانداران کاملتری منجر ومنتهی گردد. هنوز نمی‌توان گفت که تکامل‌حیات درسیارات «قابل سکونت» دیگر همان راهی را پیموده است که درزمین ما طی‌کرده است . درصورت امکان مطالعه دربارهٔ زندگی درکرات دیگر به کار درك حقیقت سیرتکاملی‌کمك خواهدکرد .

اما اگردرآینده‌ای‌که خیلی دورنیست بتوانیم باکشتی فضانورد اتمی خاصی سفری پرحادثه وپرسروصدا به‌کرات زهره ومریخ کرده وازنزدیك درمظاهر حیات در این دوکره، که مناسبترین سیارات منظومهٔ شمسی برای زندگی هستند، بپردازیم ظاهراً حصول این منظور در سیارات منظومه‌های دیگری که صدها هزار سال نوری از ما فاصله دارند هیچگاه میسر نخواهد شد .

@karnil

کارنیل

فصل سوم

زمین دختری میزاید

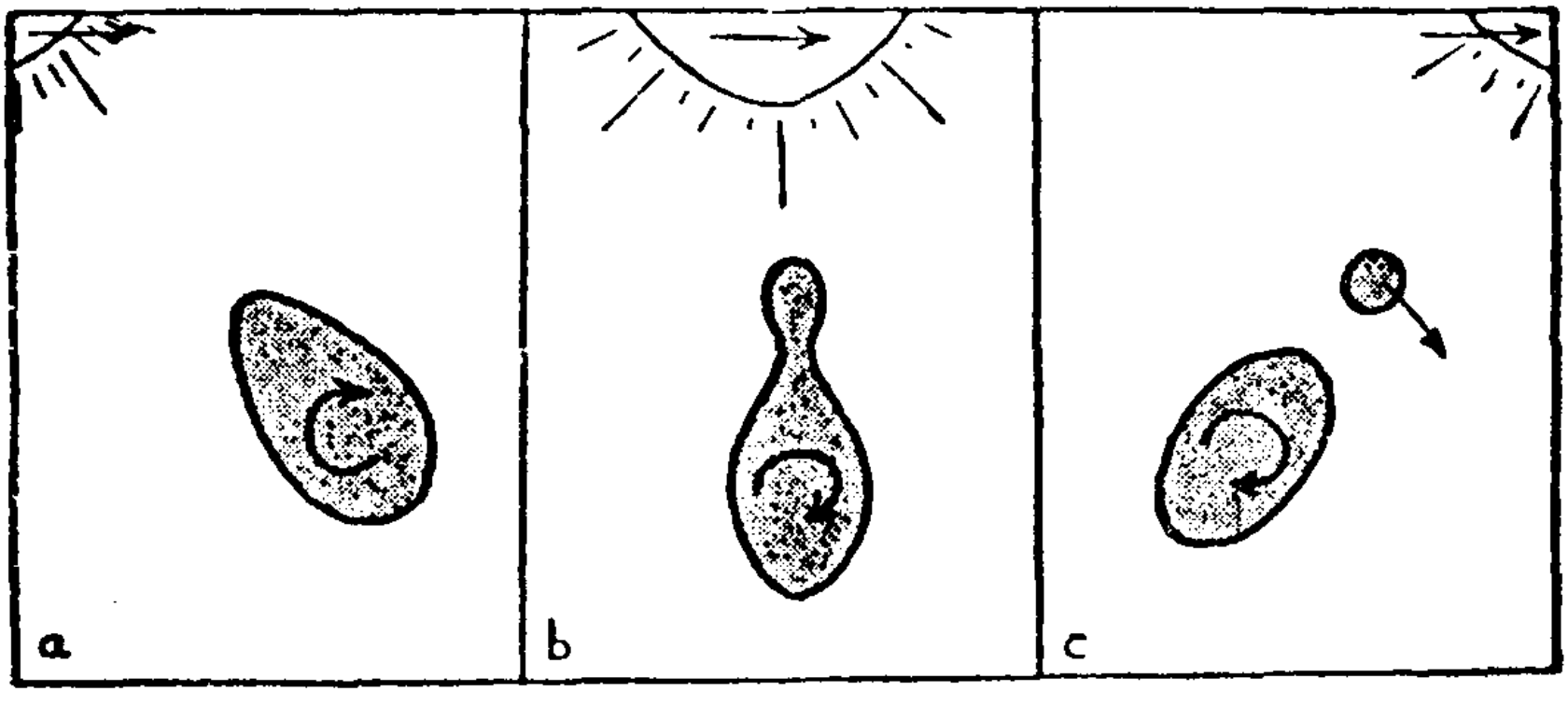
ماه ما چیز دیگری است

چنان که‌درفصل دوم ملاحظه گردیده‌تولد ماههای سیارات به‌روشی‌مشابه تشکیل خود سیارات صورت گرفته است . بدین معنـی هنگامی که سیارات حالت گازی داشتند و مـدارشان طویل بود رشتهٔ گازی شکل نازکی تحت اثر نیروی جزرومد خورشید ازسیارات والد مربوطه جدا شد و متراکم گردید. چنین منشأیی‌دلیل‌خوبی‌بر کوچك بودن جرم‌ماهها درمقایسه‌باجرم والدینشان می‌باشد. اماچنان که قبلااشاره گردید ماه ما بین سایرماه ها وضعی استثنایی دارد،زیرا جرمش فقط ۸۱ بارازجرم زمین کوچکتراست(در کلیهٔ مواردیگر نسبت اجرام اقمار به سیارات مربوطه چندین صدهزارم است) . چون خیلی بعید به نظرمی‌رسد که یك چنین جرم بزرگی بتواند از رشتهٔ گـازی شکلی به‌وجود آید ، ازاین نظر باید برای بیان چگونگی تولد ملکهٔ شب به فکر راه حل دیگری بود .

راجع به حادثهٔ غیرعادی‌که محتملا سبب تولد ماه گردیده ستاره‌شناس انگلیسی به نام جورج ه. داروین(G. H. Darwin) ، پسر داروین‌بزرگ، تحلیل آموزنده‌ای کرده است . این دانشمند همان‌گونه‌که پدر مشهورش به تکامل عالم جانداران توجه داشته ، تکامل عالم سیارات را مورد نظر قرار

@karnil

داده است. بنا به‌نظریهٔ داروین جدا شدن ماه اززمین یعنی ازوالدش‌هنگامی اتفاق افتاده‌که زمین مراحل بعدی تکامل خودرا طی می‌کـرده است .یعنی وقتی صورت‌گرفته که زمین سرد شده وبه حالت مایع درآمده است و شاید پوستهٔ جامدنازکی نیزدرسطحش به‌وجودآمده‌بوده است. به‌طوری‌که دیده‌ایم رشتهٔ‌گازی فقط هنگامی‌تشکیل می‌گرددکه جرم مورد تأثیرنیروی جزر ومد حالت‌گازی داشته وتـراکم مواد درناحیهٔ مرکزیش زیادباشد. درموردزمین که حالت مایع داشته ، وزن مخصوصش درتمام جرم یکسان بوده‌است زیرا مایعات تقریبا قابلیت فشرده شدن ندارند.[1] وگسیختگی حـاصل درآن ، که تحت اثر نیروی جزر ومد خورشید صـورت گـرفته بایستی به‌روش دیگری انجام پذیرفته باشد . جینز پس ازمطالعهٔ‌کافی درحالات تعادل مایعات دوار چنین‌نشان‌داده‌که دراین موردبجای‌آنکه رشتهٔ نازك‌مخروطی شکلی دربخش مقابل جرم تغییرپذیربه‌وجود آید، برآمدگی بزرگی تشکیل می‌گردد.



شکل۱۳ـ وقتی جرم‌مایع تحت‌تأثیرنیروی‌جزرومدقوی‌قرارمی‌گیرد برجستگی بزرگی تولید می‌کـند و سپس بدو بخش دارای ابعاد همانند قسمت می‌شود.

وقتی‌که‌نیروی جاذبه از حدی تجاوز می‌کند برآمدگی ، حاصل ، از

۱ـ وقتی جرمی به‌حالت مایع باشد وزن مخصوص آن باید تدریجاً از سطح به‌طرف مرکز زیادترشود. زیرا مواد سنگین‌تری‌که درمخلوط عناصرمشکلهٔ سیاره موجودند به‌طرف مرکزمتوجه می‌شوند. اماچون افزایش وزن‌مخصوص ناحیهٔ مرکز از دو برابـر بیشتر نمی‌شود ، تأثیری در نتیجه‌ای که از آن می‌گیریم ندارد.

@karnil
کارنیل

جرم اصلی جدا می‌شود و قمر مایعی به‌وجود می‌آوردکه بخش قابل توجهی از مادهٔ اولیه را در بردارد . (شکل۱۳) این روش درست همان است‌که ما برای تولد ماه بدان نیازمندیم اما وقتی مسئله را بیشتر مـورد مطالعه قرار می‌دهیم ملاحظه می‌کنیم‌که هنوز اشکالات بزرگی برسر راه‌ما وجـود دارد. هنگامی‌که زمین نوزاد ما نخستین گردش خود را درنزدیکی خورشید انجام می‌داد ، مدارش هنوز بسیار طویل بود ودر موقع عـبور ازنزدیکی خورشید فاصلهٔ‌کمی باآن داشت‌وبه احتمال قوی‌هنوزبه‌حالت‌گازی بود. ازطرف دیگر وقتی زمین به‌حالت مایع درآمد ، مدارش تقریبا دایره‌ای و نیروهای جزر ومد اندکی بیش‌از مقدار کنونی بود چـنانکه می‌دانیم اکنون که خورشید روی قشر مایع زمین اثر می‌کند جزر ومـدی به‌وجود می‌آورد که فقط به ارتفاع بیست سانتیمتر می‌رسد (یعنی ربع‌کل ارتفاع مشهود وبقیه به‌علت اثر نیروی جاذبهٔ ماه است) درحالـی که برای گسیخته شدن زمین جزر ومدی به بلندی هزارها کیلومترلازم بود . اکنون باید دید چنـین مد عظیمی چگونه توانسته است درمراحل اولیهٔ تکان زمین به وجود آید ؟

تئوری تشدید

منشأ موج عظیم حاصل به‌نظر داروین ، برپایهٔ لغت سحرآمیز **تشدید** استواراست. برای‌کسی‌که‌کودکی را روی‌تاب نشانده وبه حرکت درآورده باشد پدیدهٔ تشدید امری عادی است . اگر فاصلهٔ بین تکان دادن‌های متوالی با دورهٔ تناوب‌تاب مطابقت نکند دراین صورت‌گاهی مساعد حرکت تاب و زمانی مانع آن می‌شود وتاب تقریباً ساکن باقی‌میماند، اما اگر تکان دادن با دورهٔ نوسان آزاد تاب مطابقت کامـل نماید ، دامنهٔ نوسان به‌سرعت‌زیاد خواهد شد به‌طوری‌که اگر تکان‌مختصری به تاب داده شود اثر بسیاری در آن می‌کند .

علت آن‌که هنگام عبور ستون سربازان از روی پـل‌ها افسران بدانها فرمان قدم ازاد می‌دهند همان خطر پـدیدهٔ تشدید است زیـرا اگر آهنگ «چپ،راست» قدم سربازان بادورهٔ ارتعاش پل مطابقت کند پل خورد خواهد شد به‌همین طریق درموقع‌انتخاب ماشینهای‌بخار برای‌کشتی‌ها ، این‌موضوع حائز اهمیت فراوان می‌باشدکه مطمئن گردند بین دورهٔ تناوب ماشین‌بخار و ارتعاش آزاد بدنهٔ کشتی تشدیدی وجود نداشته باشد . اما چون دراینجا سر وکارمان باارتعاش‌بدنهٔ مایع زمین است شاید مثالی که می‌توانیم‌بیاوریم

@karnil
کارنیل

این باشدکه مستخدمی بایك فنجان قهوه بخواهد به‌عجله حرکت کند . اگر دورهٔ تناوب ارتعاش مایع درون فنجان بادورهٔ تناوب قدمهای مستخدم‌تطبیق نماید بران مشتری مایهٔ تأسف خـواهد بود . تکانهای متفاوتی‌که به قـهوه منتقل می‌شوند و تحت اثر تشدید قویتر می‌گردند معمولاً سبب می‌شوند قهوه از لبهٔ فنجان به درون نعلبـکی سرازیر گـردد . اینـها از جمله مشاهداتی بودند که مؤلف، در رستورانهایی کـه غذای فـوری آماده مـی‌کنند به عمل آورده است .

اگر از مثال قهوه به‌زمین بازگردیم بایدنتیجه بگیریم‌که چنانچه‌دورهٔ تناوب نیروهای جزرومد خورشید با ارتعاش آزاد پیکر زمیـن تطبیق کرده باشد ممکن است جزرومدهای بزرگی درسطح‌زمین بلند شده باشند.ازطریق محاسبه می‌توان به این نتیجه رسیدکه دورهٔ تناوب ارتعاش آزاد کرهٔ مایعی به ابعاد زمین درست قریب دوساعت است . وقتی مادهٔ مشکله ماه جزء زمین بود ، جرم کلی زمین ۱ر۲۵ درصد بیشتر وشعاعش ۰ر۴ درصـد بیشتر از اکنون بود . از طرف دیگر دورهٔ تناوب جزر ومد که دوبار در روز انجام می‌گیرد درحال حاضر معادل ۱۲ ساعت است علیهذا موضوع تشدید حاصل در جرم زمین امروزه خارج از بحث ماست . چنانکه داروین متذکرگردید وقتی‌ماه هنوز جزءِ زمین بود حرکت وضعی‌این مجموعه بایستی خیلی‌سریعتر بوده باشد .

اگر بخواهیم قانون حفظ‌گشتاور راکه در فصل دوم مـوردبحث قرار گرفته ، به‌طریق ساده‌ای برای تخمین این افزایش سرعت حرکت وضعی ، به‌کاربندیم اشکالی نخواهد داشت . ماه درحال حاضردرفاصله‌ای معادل ۶۰ برابر شعاع زمین به‌دورآن‌می‌گردد وهر ۲۸روز یك حـرکت انتقالی کامل انجام می‌دهد . وقتـی مادهٔ مشکلهٔ ماه جـزئی از زمین بود ، محـققاً فاصلهٔ متوسطش از زمین به‌نصف شعاع زمین می‌رسید . محاسبهٔ دقیق‌ترکه بادرنظر گرفتن زیاد بودن وزن مخصوص مرکز زمین صورت گرفته ، فاصله فوق را ۰ر۵۵ شعاع زمـین نشان می‌دهد . بنا براین درآن زمان فاصلهٔ مادهٔ مشکلهٔ ماه ازمحور گردش $\frac{۰ر۵۵}{۶۰}=$ ۱۱۰ مرتبه‌کوتاهتراز فاصلهٔ کنونی ماه تا زمین بوده وسرعت خطی آن نیز بنا به‌قانون حفظ گشتاور بایستی ۱۱۰ مـرتبه بیشتر بوده باشد به طوری‌که یك‌گردش کامل این ماده به دور محور خود

@karnil
کارنیل

^{۲}(۱۱۰) یعنی ۱۲۱۰۰ برابرسریعترازحرکت کنونی ماه بوده‌است. نتیجه‌ای که برای مدت گردش ماه به‌دست می‌آید $\frac{۲۸}{۱۲۱۰۰}$ روز یعنی ۳٫۵ دقیقه است. این مدت چهارصد برابر سرعت گردش کنونی زمین است. چون زمین وماه درآن زمان جرم واحدی تشکیل می‌داده اند لذا جرم کلی قاعدتاً با سرعت متوسطی در گردش بوده است. این سرعت متوسط که زمین وماه به تناسب جرمشان داشته‌اند می‌توانند با فرمول ساده زیرمحاسبه گردد. شش برابرسرعت کنونی گردش زمین = $(\frac{۴۰۰}{۸۱}+۱)$ سرعت کنونی گردش زمین = $\frac{۱}{۸۱}$ سرعت گردش ماه + سرعت کنونی گردش زمین = سرعت متوسط گردش.

بنابراین جرم زمین وماه ۶مرتبه سریعتر ازسرعت حالیه گردش‌زمین بوده یعنی که در مدت چهار ساعت یك حرکت وضعی انجام می‌داده است. **جزر ومدهایی که در حرکت وضعی دوبار تولید می‌شوند دوره تناوب دو ساعته داشته‌اند و این کاملا بادورهٔ تناوب ارتعاش آزاد نمام جرم مطابقت می‌کرده است**

این انطباق در دورهٔ تناوب که به وسیله **جورج داروین** کشف گردیده بایستی سبب افزایش تشدید اتفاقی امواج جزرومدپیکر مایع‌زمین جوان ما شده باشد. فقط چنین تصادف نادری به‌ما فرصت داده که از زیبایی شبهای مهتابی لذت ببریم. بدیهی است افزایش دامنهٔ جزرومدهاکه تحت اثرتشدید صورت گرفته بایستی مدتهاطول کشیده باشد وچنان‌که از تئوری تشدیدتخمین زده می‌شود قبل ازآن‌که جزر و مد بتواند به‌حد ایجاد گسیختگی برسد، اقلا دومیلیون بار بالا وپایین رفته است. چون درآن موقع جزر و مد هردو ساعت یکبار به‌دنبال هم‌به‌وجود می‌آمد، نتیجه می‌گیریم که‌قریب ۵۰سال‌طول کشیده تازمین توانسته، کودك ثمین خودرا بزاید.

اکنون می‌توانیم شرح کامل واقعهٔ تولد ماه را تکرارکنیم: زمین که درنتیجهٔ عمل جزر ومد ستارهٔ متعرضی از خورشید جدا شد، نتوانست بعللی به‌روش معمولی صاحب قمر شود. گرچه بیشتر سیارات دیگر به‌مدتی‌طولانی از داشتن خانواده‌های بزرگی بهره‌مند بودند ولی زمین بدون فرزند باقی ماند. پیکر گازی زمین که تنها مانده بود به سرعت سرد ومنقبض شد و تشکیل قطعات درشت مواد مایع درداخلش آغاز گردید. پیدایش این قطعات

@karnil
کارنیل

مایع علامت شروع‌حالت‌مذاب زمین بوده است. وقتی که‌تمام زمین‌مایع شدو پوستهٔ جامد نازکی‌که مقدمهٔ مراحل بعدی آن بود درسطحش تشکیل گردید، هنوز اولادی نداشت . در این موقع معجزه‌ای به‌وقوع پیوست وآن این بود که شعاع‌زمین درحین انقباض ، به‌حدی رسیدکه درطی‌آن دورهٔ تناوب جزر ومد خورشید بادورهٔ تناوب ارتعاش آزادپیکر سیاره‌ای که به‌سن بلوغ‌رسیده بود منطبق گردید .

این امر نطفهٔ مولود جدیدی را درپیکرزمین به‌وجودآورد وموجهای جزرومد رفته رفته در هر گردشی بزرگتر شدند ودرطی ۵۰۰سالی‌که (مسلماً درمقایسه بادورهٔ زندگی سیارات ناچیزاست) برجستگی مدی حاصل درطرف روز زمین بسیار بزرگ وناپایدار شد وقطعه مایع عظیمی از سطح زمین جدا گردید واز آن پس زمین صاحب ماه شد . ماه زمین بزرگترین و بهترین ماهی بود که سایر سیارات خواهر او دارا بودند .

اگر ماه از برجستگی بزرگ سطح زمین تشکیل شده ، نتیجه جالب توجهی راجع به‌مواد مشکلهٔ آن می‌تواند گـرفته شود . چنان‌که قبلا اشاره گردید ، زمین ما از چند لایه مرکب می‌باشد که مواد سنگینتر در نواحـی مرکزی ومواد سبکتر درسطح آن‌قراردارند «ژئو فیزیك جدید سه لایهٔ‌کلی در زمین تشخیص می‌دهد . پوستهٔ خارجی زمین از یك‌لایه سنگ خارا ساخته شده است (باوزن مخصوص متوسط ۲٫۷ برابر آب) که تاعمق ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر ادامه دارد . این لایهٔ خارایی روی لایهٔ مواد آتشفشانی سنگین‌تری قراردارد که به‌آن بازالت گویند وعمق آن به‌چندین هزارکیلومتر می‌رسد وتقریباً تانصف راه مرکز زمین ممتـد می‌باشد . پایین تر ازآن هسته مذابی پیدا می‌کنیم‌که غالباً ازآهن وفلزات‌سنگین ساخته‌شده است . وجوداین هستهٔ فلزی‌که وزن مخصوصش قریب ۱۰ است (احتمال دارد حتی بیشترهم باشد) ازاینجا معلوم می‌شودکه وقتی وزن مخصوص کلی زمین‌را ازجرم‌کل وحجم کل معلوم آن تخمین می‌زنند قریب ۵٫۵ به دست مـی‌آید . این عدد بیش از دوبرابر وزن مخصوص سنگهایی است‌که درسطح زمین یافته می‌شود البته جدا شدن موادسنگین وسبك ، تحت اثر جاذبه صورت‌گرفته وبایستی‌هنگامی انجام شده باشدکه زمین هنوز حالت مایع داشته ومواد مختـلف می‌توانستند بین سطح ومرکز زمین جریان یابند بدین‌طریق وقتی برجستگی بزرگ از زمین جداگشت محتملا مقدار بسیار زیادی سنگ خارای مذاب وبازالت‌ازآن

@karnil
کارنیل

برداشته است واگر هم ازفلزات سنگین مرکزی دربرداشته به مقدار بسیار کمتر بوده است . درنتیجه باید انتظار داشته باشیم که وزن مخصوص متوسط ماه خیلی‌کمتر از وزن‌مخصوص زمین‌یعنی فقط اندکی از وزن مخصوص‌سنگ خارا وبازالت بیشترباشد . تحقیقاتی که وزن مخصوص (متوسط) ماه را ۳ر۳ نشان داده‌اند این نتیجهٔ منتظره را به عالیترین وجهی تأییدنموده‌است.

علیهذا بخلاف زمین **ساختمان تمام پیکر ماه ما باید سنگی‌باشد.**

ماه چگونه فرار کرده است؟

اگر ماه قطعهٔ بسیار بزرگ ماده ای بیش نیست که از پیکر زمین مادر جدا شده پس چگونه موفق‌گشته که از محل منشأ خود این قدر دور گردد وهنوزهم[1] در حال عقب نشینی باشد ؟ بدیهی است وقتی ماه از زمین جدا شد ، بایستی «تقریباً مماس ، باسطح زمین به دور آن به‌گردش‌درآمده باشد وفاصلهٔ نسبتاً زیاد کنونی را تحت اثر نیروهایی به دست آورده باشد که آن را به‌آهستگی عقب‌تر می‌بردند و مجبورش می‌ساختند که در مدار مارپیچی بازی حرکت کند . این نیروها بی‌شك بایستی نتیجهٔ جاذبهٔمتقابلهٔ این دوجرم بوده باشند ولی چگونه می‌توان تصورکرد که نیروی جاذبه سبب دورشدن چیزی‌گردد ؟ معهذا چنان‌که داروین نشان داده نیروی جاذبه زمین باعث شده که قمرش تحت اثرعمل‌جزرومد درهم‌تری دایماً دورتربرود (وهنوز هم‌سبب دورشدنش می‌گردد) . به منظور درك جریان امر نخست‌باید اثری راکه ماه روی قشرمایع زمین دارد یعنی جزرومد اقیانوسهارامشروحاً مطالعه‌کنیم.چنان‌که‌دیده‌ایم پدیدهٔ جزرومد نتیجهٔ این است‌که نیروهای‌جاذبه ماه در سطح قدامی زمین (یعنی سطحی‌که روبروی ماه قراردارد) بیشتر از سطح خلفی آن است . به علت این اختلاف جاذبه ، دوموج مدی دردوطرف مقابل زمین بلند می‌شوند ودرحین حرکتشان از گردش‌ماه متابعت می‌کنند . اما حرکت وضعی زمین سریعتر ازحرکت انتقالی ماه به دورآن است . بنابراین،این‌دوموج باید دور سطح زمین بگردند ودرطی بیست‌وچهار ساعت یك‌گردش‌کامل انجام دهند ودرنتیجه پدیدهٔ معروف‌جزرومد متناوب راتولید نمایند. دراین‌حرکت ، امواج جزر ومد بامقاومتی‌که شکل قاره‌ها و سایر عوارض سطح زمین به‌وجودمی‌آورند، روبه‌رو می‌گردند.به عبارت بهتر اثر امواج جزرومد درقشر مایع زمین مانند ترمزی گردش بخش جامد زمین

۱ــ فاصلهٔ کنونی ماه ۳۸۴ر۰۰۰ کیلومتر یا ۶۰ برابر شعاع زمین‌است.

@karnil
کارنیل

را به تأخیرمی‌اندازد .

گرچه اصطکاکی که تحت اثر حرکت دایم امواج جزرومد به دور زمین حاصل می‌شود خیلی ناچیـز است معهـذا سرعت گردش زمین را به‌دور محورش به مقدار بسیارکم تقلیل می‌دهد به‌طوری‌که روزها رفته‌رفته‌طولانی‌تر می‌شوند. مطالعهٔ مشروح کیفیت جزرومد که بعداً بدان مراجعه خواهیم کرد مارا به‌این نتیجه می‌رساند که **به‌علت‌تأثیرجزر ومد ، طول‌مدت روز بایستی اکنون به نسبت یك دقیقه در هر ۱۲۰٫۰۰۰ سال افزایش یافته باشد.**

به نظر می‌رسد که این تغییر به ظاهر ناچیز که در طـول مدت روز حاصل گردیده ، حتی بادقیقـترین آلات نجومی نتوانسته باشد درك گردد . ولی خوشبختانه چنین نیست بلکه ازوقتی انسان توانست حوادث تاریخی را ثبت‌کند الی اکنون ، تجمع تدریجی این‌گونه اختلافات جزئی مقدار کل آن را به چند ساعت رسانیده است[1] وقتی اطلاعات ستاره‌شنان مصری و بابلی وچینی قدیم‌راکه دربارهٔ‌خسوف وکسوف ثبت‌گردیده بااطلاعاتی‌که بعداً توسط ستاره شنان کنونی دربارهٔ ثابت بودن طول مدت روز محاسبه‌گردیده،مقایسه می‌کنیم اختلاف‌منتظره مشهود می‌شود واثرجزرومد اقیانوسها درتأخیرگردش زمین مدلل می‌گردد .

وقتی همین‌نسبت تغییرطول روز را برای زمان بیشتری یعنی‌دومیلیارد سال‌پیش (که اززمان جداشدن ماه‌گذشته است) درنظربگیریم ملاحظه‌می‌کنیم که طول روزبایستی از مقدار اولیه‌اش که ۴ ساعت بوده به ۲۴ ساعت‌کنونی تغییر یافته باشد.

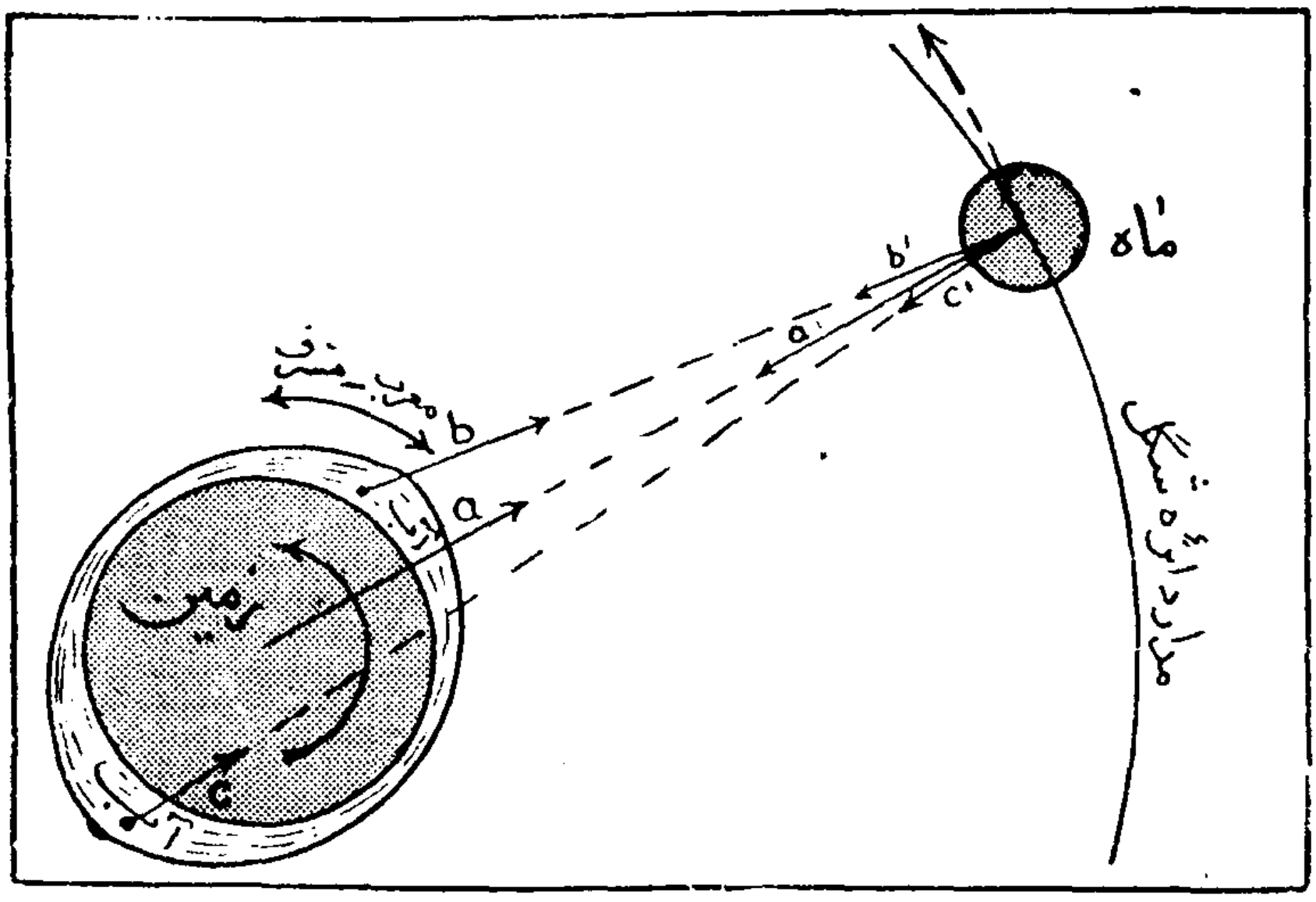
افزایش مدت روز که تحت اثـر جذرو مد ماه صورت گـرفته محققاً

۱ـ از نسبت بـالا نتیجه گـرفته می‌شود کـه در ۴۰۰۰ سال پیش روز به مقـدار $\frac{۱}{۳۰}$ ثانیه کوتاهتر بوده به‌طوری‌که حد مـتوسط افزایش مدت روز از آن‌وقت‌تاکنون $\frac{۱}{۶۰}$ ثانیه است . چون ۴۰۰۰ سال ۴۶۰٫۰۰۰روز در بردارد، لذا نتیجهٔ کل این افزایش تدریجـی بایستی $\frac{۱۱۴۶۰۰۰}{۶۰}$ یعـنی ۲۴٫۰۰۰ ثانیه یاتقریباً هفت ساعت شده باشد. البته ایـن مقدارخیلی زیاد نیست ولی جای خوشبختی است که در چنین‌گذشتهٔ دوری نیز مشاهدات نجومی وجـود داشته است .

@karnil

نمی‌تواند در حرکت ماه‌بی‌اثر بوده باشد. چنان‌که قبلا اشاره‌کردیم برطبق یکی ازقوانین اصلی‌مکانیك گشتاورکلی یك دستگاه مکانیکی (که در اینجا دستگاه زمین وماه است) باید همیشه لایتغیر باقی‌ماند. بنابراین اگرگردش زمین‌به‌علت تأثیر ماه‌رو به‌کندی‌گذارد سرعت‌زاویه‌ای‌خود ماه باید افزایش حاصل‌کند .

این شتاب گردش ماه بایستی آن را مجبور ساخته باشد که تدریجاً از زمین دور گردد و به فاصلهٔ نسبتاً زیاد کنونی انتقال یابد (شکل ۱۴)



شکل ۱۴ــ نمایش نیروهایی که حرکت زمین را کند می‌سازند و ماه را دورتر می‌برند.

چون‌گردش زمین به دور محورش خیلی سریعتر از حرکت انتقالی ماه به‌دور زمین است (۲۴ ساعت درمقابل ۲۸ روز است) لذا اصطکاك امواج جزر ومد با ته اقیانوسها ، رئوس امواج مد را به طرف مشرق می‌کشد . چون رأس مد روبه‌روی‌ماه از رأس مد خلفی نزدیکتراست، لذا نیروی (C) که زمین را جهت مخالف گردشش می‌کشد از نیروی (C) که بر رأس مد خلفی اثر می‌کند بیشتر است و نتیجهٔ مشترك این دو نیرو سبب کند شدن حرکت زمین می‌گردد .

ازطرف دیگرچون نیروی ḝ ازنیروی e بیشتراست ،رئوس دومدحاصل

@karnil
کارنیل

نیروهای جاذبه‌ای به خود ماه نیز اثر می‌دهند. نتیجهٔاثر مشترك این‌دونیرو ماه را درطول مدارش خواهد کشید و به‌گردشش به دور زمین شتابی خواهد داد . گردش سریعتر به‌علاوه سبب افزایش نیروهای گریز از مرکز می‌شود وماه به‌کندی اززمین دور می‌گردد ودرطول مدار مارپیچی حرکت می‌کند.

در این تصویر به علت کمی جا ابعاد امواج جزر ومـد و همچنین ابعاد زمین و ماه خیلی بزرگتر نشان داده شده است .

محاسبهٔ دقیق عقب نشینی ماه چنین‌معلوم می‌داردکه اگراصطکاك جزر و مد درگذشته نیز مانند حال بوده است قریب چهار میلیارد سال وقت لازم بوده تا ماه به وضع کنونی برسد به نظر می‌رسدکه زمانی طولانی باشد زیرا آنچه از مباحث فصول قبلی بر می‌آیدآن است‌که عمر زمین به زحمت از دو میلیارد سال تجاوز می‌کند . اختلاف مذکور ظاهراً به این بستگی داردکه میزان اصطکاك جزر و مد معادل مقدار امروزی آن فرض شده است . چنان که گفته‌ایم مطالعات زمین شناسی این طور معلوم ساخته‌اندکه سطح زمین در طی دوره‌های بزرگ معرفةالارضی با وضع کنونی‌آن اختلاف بسیار داشته بدین معنی‌که قسمت اعظم وسعت قاره‌های کنونی از دریاهای وسیع‌کم عمق پوشیده بوده‌است[1]. ازآنجاکه جزر ومدهای قشر مایع زمین هنگامی‌که عمق آبها کم باشد به مانع بیشتری بر می‌خورند ، باید نتیجه بگیریم‌که در طی دوره‌های پیشروی آب ، اصطکاك جزر و مد ماه بسیار زیاد بوده و گردش زمین به تناسب آن تأخیر بیشتری حاصل می‌کرده است . این امر بایستی قاعدتاً عقب‌نشینی ماه را نیز تسریع کرده و آن را در عرض مدتی‌که از دو میلیاردسال متجاوز نبوده به فاصلهٔکنونی رسانیده باشد.

در وهلهٔ اول به نظر عجیب می‌آیدکه تغییرات بسیار جـزئی وضـع خشکی‌ها و آبهای سطح زمین بتواند چنین اثر مهمی در حرکت ماه داشته باشد ولی حقیقتی‌مسلم است.

مطالعات بعدی‌که دربارهٔ اثر جزر و مد در حرکت ماه به عمل آمده همچنین نشان داده‌که ماه پس از آن‌که به‌فاصله‌ای چندبرابر فاصلهٔکنونی عقب‌نشینی‌کند مجدداً به زمین نزدیك می‌شود و به مجاورتش می‌رسدوخاتمتاً از هم پاشیده می‌شود ولی بحث دربارهٔ این مسئله را برای آخرین فصل‌کتاب

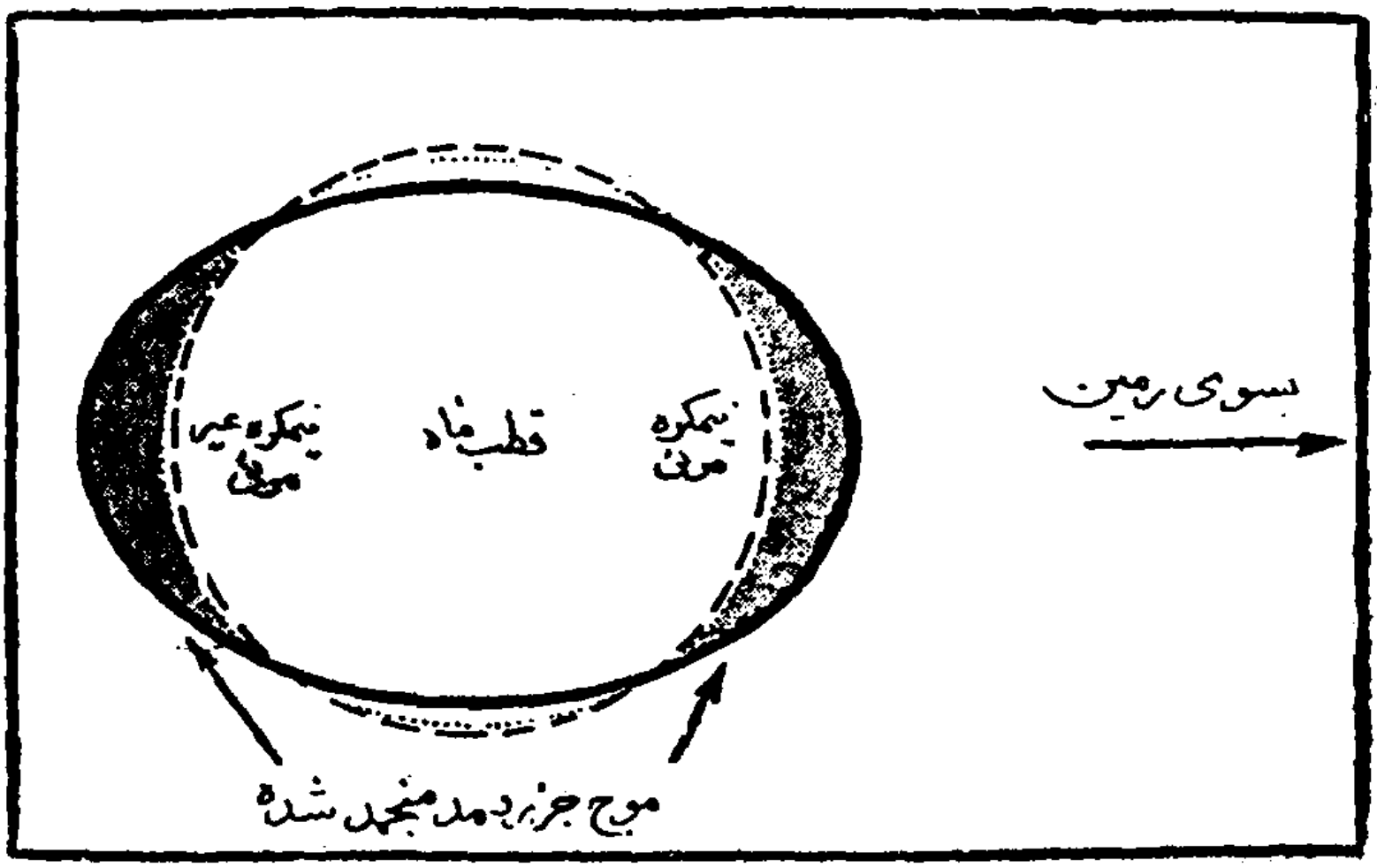
۱ــ راجع به‌مرحلهٔ پیشروی آب درطی تکامل زمین اطلاعات بیشتری درفصل هفتم داده شده است.

@karnil

که آن‌را آیندهٔ منظومهٔ سیارات می‌نامیم اختصاص‌می‌دهیم.

جزر و مد در ماه

بلافاصله پس از جداشدن ماه از زمین ، یعنی هنگامی‌که قسمت اعظم هردو به حالت مایع بوده، جزر و مدهای‌بزرگی بایستی تحت اثر نیروی کشش زمین در سطح ماه بوجود آمده باشد و اصطکاك حاصل از این جزر و مد ها بایستی به طور دایم گردش ماه را به‌دور محورش‌کندکرده و خاتمهٔ به‌قدری بطی ساخته باشد که ماه در طی مدارش همیشه فقط یك قسمت سطح خودرا به طرف زمین نگه دارد . این حادثه‌گاهی سبب ایجاد افکار عجیب و غریب در باره «سطح دیگر» اسرارآمیزآن می‌شود . این پدیده چنان‌که دانسته شد دربارهٔ بسیاری از اقمار دیگر نیز صادق است مانند آن‌که حرکت انتقالی عطارد به دور خورشید به نحوی است‌که نیمکره‌ای ازآن همیشه روز و نیمکرهٔ دیگر همیشه شب است.



شکل۱۵ــ شکل ماه (که با مقیاس بسیاربزرگی رسم شده) ازقطبش دیده می‌شود . خط چین‌هامربوط به استوای دایره شکل‌آن‌است . نقطه‌چین‌ها مربوط به‌تطویلی است‌که امواج جزر ومد بایستی تولید کرده باشند. خط‌کامل تطویل‌کنونی مشهود را نشان می‌دهد ومربوط به زمانی است که فاصلهٔ ماه و زمین ثلث فاصلهٔ کنونی بوده است .

ازآنجاکه نیروی جزر و مد با جـرم جسم مورد تعرض متناسب است لذا جزر ومدهایی‌که تحت اثر نیروی جاذبهٔ زمین در ماه ، که هنوز به‌حالت مایع بوده، به‌وجود آمده بایستی ۸۱ برابر بلندتر از جزر و مد آبهای

@karnil
کارنیل

اقیانوسها باشد و چنانچه فاصلهٔ ماه تا زمین ، هنگامی که حالت مایع داشته، به اندازهٔ فاصلهٔ کنونی بوده، ارتفاع جزر ومد بایستی به قریب ۵۰متر رسیده باشد . مطالعهٔ مشروح شکل ماه نشان می‌دهد که این کره در جهت زمین طویل‌تر است ، اما این طویل‌شدن قریب سی مرتبه **بزرگتر از آن است که نیرو های جزر ومد توانسته‌اند در فاصلهٔ کنونی ایجاد نمایند .** چون نیروهای جزر و مد با مکعب فاصله تناسب مستقیم دارند[1] **لذا باید چنین نتیجه بگیریم که این تطویل مشهود ، مربوط به زمانی است که فاصلهٔ ماه تا ما یك سوم فاصلهٔ کنونی بوده است** (شکل ۱۵). ظاهراً پیکر ماه دراین مرحله از تکامل ، سخت‌تر از آن گشته که تحت تغییر شکل بیشتری واقع گردد و چون به علت افزایش فاصلهٔ ماه نیرو های مولد جزر ومد کاهش فراوان حاصل کرده‌اند. موج مدی «منجمد» گشت و ازآن پس لایتغیر باقی ماند . وجود این «مد منجمد شده» حاکی از این است که پیکر ماه خیلی سخت‌تر از پیکر زمینی است که قشر جامد آن هنوز هم دستخوش تغییرشکل دایم می‌باشد . (به فصل ۵ و ۷ مراجعه شود.)

بنابراین به نظر مسلم می‌رسد که : **قشر ماه ضخیم‌تر از قشر زمین است و ماه محتملا تا مرکزش جامد است.** نتیجهٔ مذکور از اینجا به سهولت درك می‌گردد که چون جرم ماه کوچکتر است ، سرد شدن آن بایستی سریعتر صورت گرفته باشد .

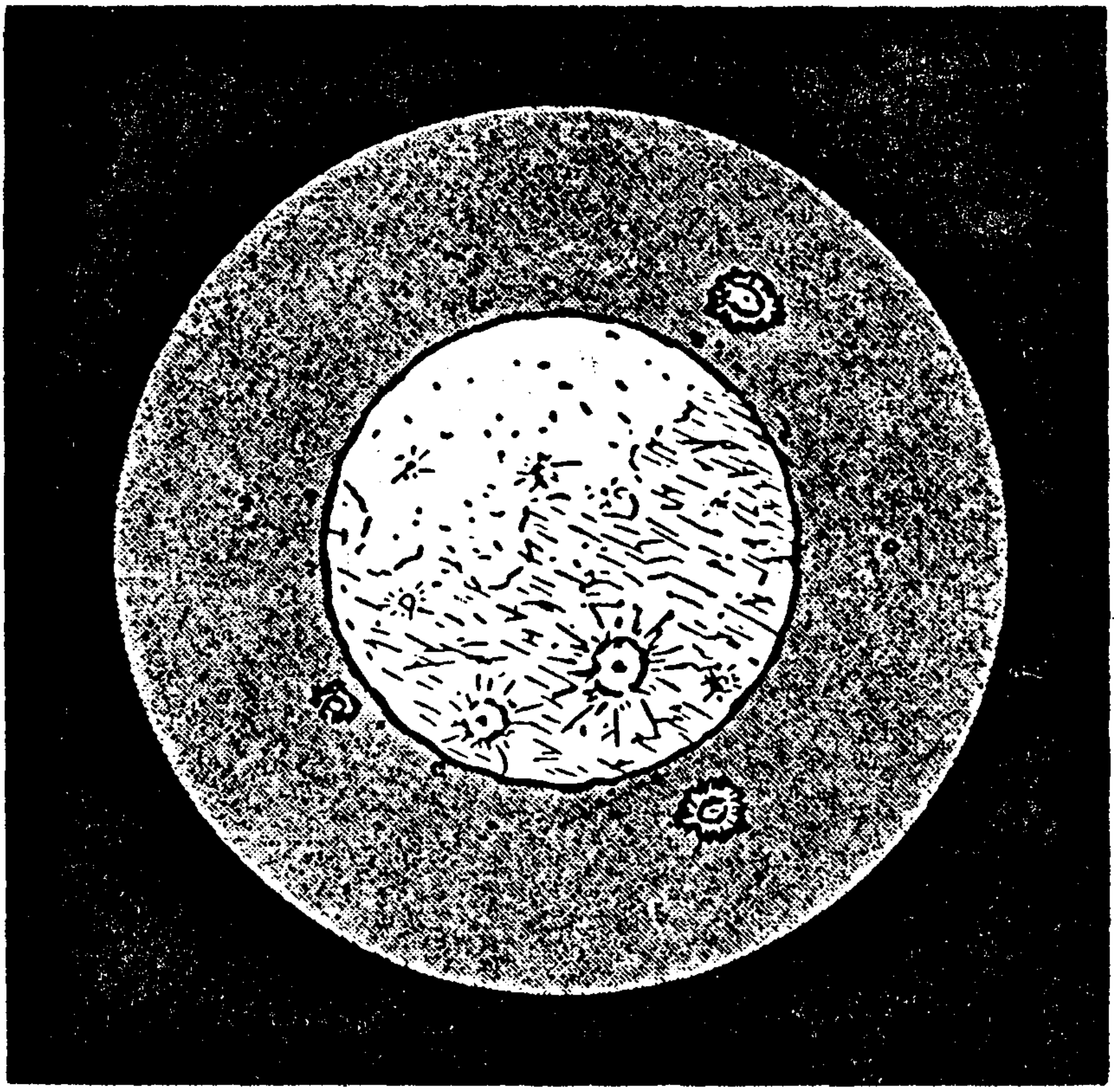
بر کسی پوشیده نیست که در سطح ماه آب وجود ندارد اما اگر نصف سطح آن از اقیانوسها پوشیده‌شده بود، جغرافیای آن منظره خاصی داشت و آن، قارهٔ تقریباً دایره‌شکلی بود که از انجماد موج جزر و مد حاصل گشته ودرست در وسط قرص قمر قرار داشت . قارهٔ دیگری نیز با همین ابعاد در نقطهٔ متقاطر آن موجود بود . (شکل ۱۶) در این صورت عمق اقیانوسها کم‌می‌شد و حداکثر آن در حاشیهٔ قرص مرئی ماه به ۷۵۰ مترمی‌رسید، در حالی که ارتفاع قاره‌ها به‌تدریج که از ساحل دریا دور می‌شدند زیادتر می گشت و در ناحیهٔ وسط از سطح دریا ۷۵۰متر بلندتر بود.

چون قدرت انعکاس آب کمتر از سنگهای معمولی است، دراین‌صورت

۱ــ برطبق قانون نیوتن نیروی جاذبه به نسبت عکس مربع فاصله تغییر می کند درصورتی که نیروی‌جزر و مد که معرف اختلاف نیروی جاذبه در دو طرف مخالف جرم است با مکعب فاصله متناسب‌است،

@karnil

سطح روشن قاره را در وسط ماه و محصوردرحلقهٔ بسیار تاریك‌آب می‌دیدیم. دانش‌آموزان که برای به‌خاطرسپردن تمام دریاها و خلیج‌ها و شبه جزیره‌ها و تنگه‌های سطح ذو حادثهٔ زمین، این همه به مغز خود فشار واردمی‌آورند حتما چنین جغرافیایی را خیلی دوست می‌داشتند.



شکل ۱۶ـ اگر در سطح ماه‌آب موجود بود ، چیزی شبیه آنچه در بالاترسیم شده درقرص ماه دیده میشد (به نقشه مراجعه شود) دایرهٔ روشن وسط ، یکی از دو قارهٔ ماه را نشان می‌دهد .

روی ماه

روی مرئی ماه اختلاف زیادی باسطح سیارهٔ مادارد، درصورتی که‌سطح زمین با وجود رشته‌کوههای متعدد ، چین خورده است به نظر می‌رسد که

@karnil
کارنیل

روی قمرش ازجوشهای متعدد پوشیده می‌باشد . در حقیقت مشخص‌ترین علائم روی سنگی ماه دهانه‌های آن است که شباهت بسیاری به دهانه‌های آتشفشانی سطح زمین دارند ولی بسیار بزرگتر ازآن می‌باشند. قطر بزرگترین دهانهٔ آتشفشانی زمین از ۱۰ تا ۱۲ کیلومتر تجاوز نمی‌کند ولی دهانه‌های ماه غالباً ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتر قطر دارند وگاهی قطرشان از ۱۵۰ کیلومتر متجاوز می‌گردد . دهانه‌های ماه معمولا حلقوی و محیطشان از حلقه‌ای از کوهها تشکیل‌یافته که ارتفاعشان به اندازهٔ هفت کیلومتر ازدشت اطراف بیشتر است[1]. کف درون حلقه که از سطح دشت اطراف بالاتر یا پایین‌تر قرار دارد نسبتاً مسطح است. بعضی دهانه‌ها عمیق‌اند و برخی دیگر تا نزدیك حاشیه‌پر شده‌اند. غالباً در وسط دهانه‌تعدادی قله دیده می‌شوند که ارتفاع آنها به‌اندازهٔ کوههای اطراف حلقه است وگاهی سوراخ‌یادهانه در راسشان نشان می‌دهند. در بعضی نواحی ماه ، تراکم دهانه‌ها به‌قدری زیاد است که دهانه‌های‌جدید بخشی‌ازدهانه‌های قدیم‌را می‌پوشانند ودرآن‌ها نفوذکرده ووضع ساختمانیشان را تا حدی خراب می‌کنند : منظرهٔ کلی ماه ، وضع درهم و برهم سنگهایی را نشان می‌دهند که جالبتر از اوضاع مشابهشان درزمین است.

دربارهٔ منشاء دهانه‌های ماه تحقیقات نظری‌فراوان به عمل آمده است. یکی‌ازفرضیه‌های تشکیل دهانه‌های ماه این‌است که‌این دهانه‌ها نتیجهٔ برخورد شهابهای ثاقب سنگینی به سطح ماه ، البته در هنگامی است که هنوز قشر آن نرم بوده است . نظریه‌ای که دربارهٔ این تشکیلات خاص ابراز شده واحتمال بیشتر دارد این است که دهانه‌ها تحت‌اثر گازهایی‌به‌وجودآمده‌اندکه ازپیکر سنگی ماه درحین انجماد خارج گشته‌اند . اگر قبول کنیم که مادهٔ مذاب‌زمین (در نتیجهٔ مذاب ماه)، بخش‌بزرگی ازگازها و بخارات اتمسفر کنونی وآب اقیانوسها را در بر داشته‌اند معقول به‌نظر می‌رسد. این گازها و بخارات در حین انجماد دایماً از سطح لزج ماه خارج شدند و حبابهای بزرگی ایجاد کردندکه پاره‌گشته و دیواره‌های حلقوی از مادهٔ مشکلهٔ قشر ماه درپشت‌سر خود باقی گذاشتند.

« زمین مانند آب حبابهایی دارد و این حبابها ازآن جمله‌اند».این بیانی بودکه **بانکو** (Banquo) در ذکر علت ناپـدید شدن ناگهانی زن

۱ــ بلندی‌کوههای ماه را معمولا از طول سایه‌ای‌که تولید می‌کنـد تخمین می‌زنند.

@karnil
کارنیل

جادوگر به **ماکبس** (Macbethe) کرده‌است. بیان قهرمان داستان شکسپیر دربارهٔ پدیدهٔ عجیبی که مشاهده گردید، خواه غلط، خواه صحیح باشد به‌هرحال آنچه مسلم است آن است که آن اندازه که به منشأ دهانهٔ ماه مربوط است جوردرمی‌آید. خوانندهٔ محترم می‌تواند جریانی را که در زمان خیلی گذشته در سطح ماه اتفاق افتاده در هنگام تهیهٔ کاچی مشاهده کند و متوجه حبابها و دهانه‌هایی گردد که در سطح آن ایجاد می‌شود.

اکنون که خوانندهٔ عزیز پس از رفع خستگی فکری و احساس نشاط از مطبخ مراجعت کرده آمادهٔ آن است که راجع به سایر اوضاع سطح ماه اطلاعاتی به دست آورد . خارج از دهانهٔ ماه ، جالب‌ترین مشخصات سطح ماه چیزی است که «ماریا» (Maria) یا دریاهای ماه نامیده می‌شوند. این نام را کسانی که نخستین بار به‌رؤیت آن موفق شده‌اند و آنهارا آبهای وسیع سطح ماه گمان کرده‌اند براین تشکیلات گذاشته‌اند . این ماریاها در واقع دشتهای وسیع سنگی می‌باشند که وسعت زیادی از سطح ماه را فرا گرفته‌اند. بر طبق نظریه‌ای که مورد قبول همه‌است منشأ آنها موادی است که از فوران عظیم گدازهٔ آتشفشانی حاصل شده است . این مواد درنواحی پست سطح اولیهٔ ماده گسترده شده‌اند وهزارها دهانهٔ قبلی را مدفون ساخته وسطح سنگی وسیع صافی به‌وجود آورده‌اند. این که تعداد کمی دهانهٔ جدید در این دشتهای پهن سنگی پیدا می‌شود دلیل آن است که این فوران عظیم گدازه هنگامی صورت گرفته که ایجاد «دهانه‌های حبابی» پایان پذیرفته بوده است. بخش ماریا وقتی با بخشی که محل دهانه‌ها است مقایسه می‌شود تاریکتر به‌نظر می‌رسد. احتمال دارد این اختلاف به‌علت کمتر بودن خاصیت انعکاس گدازه‌ها یا نتیجهٔ آن باشد که سطح سنگی صاف این دشتها کمتر از سطح سنگی نامنظم قشر اولیهٔ ماه، نور را پخش می‌سازد .

دهانه‌ها و ماریاها ازجالبترین مناظر ماه می‌باشند ولی چندخط مستقیم دارای شیب نسبتاً زیاد نیز دیده می‌شود که بی‌شباهت به رشته کوههای زمین نیست. ندرت این گونه تشکیلات در سطح ماه نشانهٔ آن است که انقباض مواد مشکلهٔ ماه نقش مهمی در تاریخ آن بازی نکرده است، درصورتی که به احتمال قوی ایجاد کوههای سیاره‌ما تحت اثر انقباض زمین صورت گرفته است. (به فصل ۶ مراجعه شود) شکافهای مستقیم متعددی نیز در سطح ماه وجود دارد که قریب چند مترعرض دارند ولی عمق آنها نامعلوم است. دربعضی موارد شکافها

@karnil
کارنیل

صدها کیلومتر به طور مستقیم از کوهها و دره‌ها گذر می‌کنند و احتمال دارد نشانهٔ وجود شکافهای عمیقی در قشر قمر باشند. در بالاخره «شعاعهای» کم رنگ سطح ماه نیز از پدیده‌های خاص آن است که از دهانه‌ها منشعب گشته وصدها کیلومتر طول دارند. منشاء این شعاعها که هنگام بدر بخوبی آشکارند هنوز مجهول است.

موضوع شایان توجه این است که سطح زمین تحت اثر عمل تخریبی آب وهوا دستخوش تغییر دایم است و خشکی آن تدریجاً تسطیح می‌شود ولی سطح ماه از دسترس این عوامل مخرب به‌دور است (تصویر۴) وتقریباً بدون تغییر باقی‌می‌ماند وبدین‌طریق تاریخچهٔ کامل تشکیل خودرا به‌ما می‌نمایاند. شکی نیست که در حین انجماد سیاره‌ها گازهایی از قشر آن خارج شده‌اند و دهانه‌های متعددی باهمان مشخصات دهانه‌های ماه بوجود آورده‌اند ولی کلیهٔ آثار آنها تحت اثر آب وهوا از بین رفته‌است ورشته کوههای کنونی خیلی‌دیرتر از آن تشکیل شده‌اند.[1]

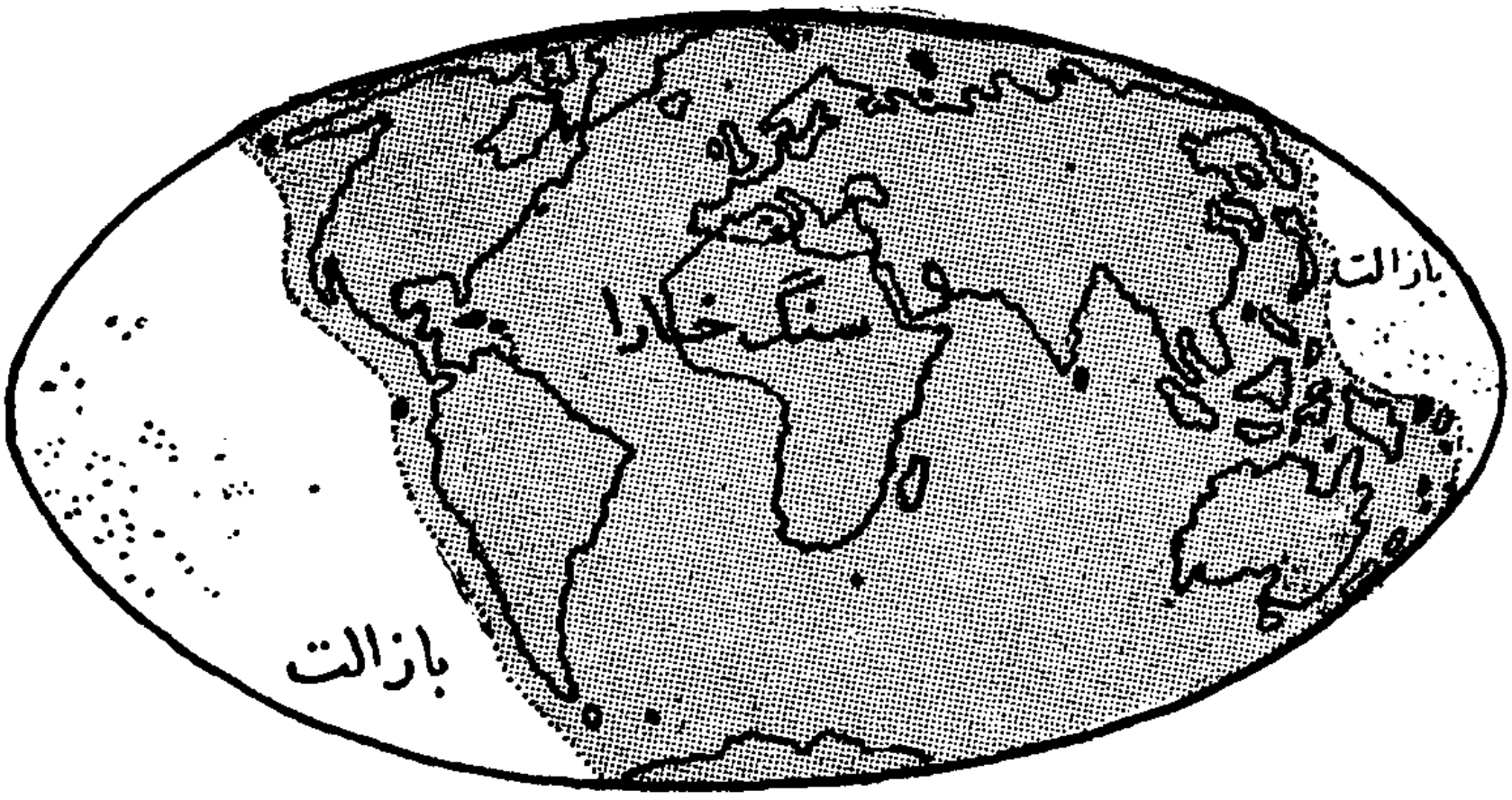
نشانهٔ گسیختگی

اگر ماه هنگامی از زمین جدا شد که این سیاره هنوز حالت مذاب کامل داشت، محل گسیختگی بایستی توسط مواد مایع‌پرمی‌گشت وهیچ‌اثری درروی پیکر سیاره باقی نمی‌گذاشت. درست مانند آن که‌وقتی سطلی آب‌از چاهی می‌کشند اثری باقی‌نمی‌گذارد. اما اگر در هنگام جدا شدن‌ماه، زمین از قشر جامدی پوشیده بود، ماه نوزاد، بایستی بخش عظیمی از این قشر سنگی را همراه برده وبه جای آن نشانهٔ آشکاری باقی می‌گذاشت. یك‌نظر اجمالی به نقشهٔ زمین چنین نشانه‌ای را در حوضهٔ عمیق اقیانوس کبیر، که اکنون قریب ثلث سطح کل زمین را می‌پوشاند، آشکار می‌سازد. البته معقول نیست نتیجهٔ فوق را فقط روی این اصل بگیریم که سطح اقیانوس کبیر وسیع است وتقریباً شکل دایره داردبلکه زمین شناسان موفق به‌کشف‌دیگری شدند که مؤید این نظر می‌باشد که حوضهٔ اقیانوس آرام حفره‌ای است که هنگام جدا شدن ماه از سطح زمین در قشر آن به جا مانده‌است.

چنان که قبلا اشاره کردیم پوستهٔ خارجی زمین لایه‌ای به‌ضخامت ۵۰

۱ــ یکی از تشکیلات مخصوص سطح زمین که شبیه دهانه‌های ماه است«دهانهٔ مشهور سنك سماوی» اریزونا است که چنانکه ازاسمش برمی‌آید نتیجهٔ تصادم سنك سماوی نسبتاً بزرگی تصور می‌شود که اخیراً به زمین‌افتاده است.

@karnil



شکل ۱۷ــ نقشهٔ بــالا وسعت لایهٔ سنگ خارا را در زمین نشان می دهد

(بخش سایه‌دار)

تا ۱۰۰ کیلومتر از سنگ خارا است که‌روی لایه‌ضخیم‌تری از بازالت‌سنگین‌تر قرار دارد . این موضوع دربارهٔ تمام قاره‌ها و همچنین در بخشهایی‌اززمین که در زیرآبهای اقیانوس اطلس وهند و اقیــانوس شمالی قرار دارند صادق می‌باشد . (شکل۱۷) لایهٔ سنگ خارا در نقاط اخیر خیلی نازکتر است.اما وسعت عظیم اقیانوس پهناور آرام یکی از استثناهای جالب است**به طوری که حتی یك قطعه‌سنگ خارا در هیچ یك‌از جزایر بیشماری که دراین اقیانوس پراکنده‌اند هرگزیــافت‌نشده** . شکی‌نیست **که ته اقیانوس کبیر منحصراً از بازالت ساخته شده است. مثل‌این‌که یك‌دست کیهانی تمام لایهٔخارایی را از همهٔ نقاط این‌منطقهٔ وسیع برداشته‌است** . از این گــذشته حوضهٔ اقیانــوس کبیر به خلاف‌سایراقیانوسها درحلقه‌ای ازرشته‌کوهها محصور است(کوردیلر ــ کامچاتکا جزایر ژاپن ــ زلاند جدید) که فعالیت‌های آتشفشانــی فراوان دارد وبه نام «حلقهٔ آتش» شناخته شده است . این موضوع نشان می‌دهد کــه حاشیهٔ تقریباً دایره شکل اقیانوس کبیررابطهٔ دقیقی بــا ساختمان تمام قشر زمین دارد ومانند سایر اقیانوس‌ها فقط به خطوط ساحلی مربوط نمی‌باشد . بنابراین احتمال زیاد داردکه‌وسعتی که اکنون به وسیلهٔ اقیانوس‌کبیراشغال شده همان محلی است‌که‌برجستگی‌عظیم مادهٔ مشکلهٔ ماه‌ازآنجا اززمین گسیخته شده است .

همهٔ این مطالب مؤید آن است که‌هنگام جدا شدن ماه از زمین‌سیارهٔ ما پوستهٔ نازك جامدی از سنك خارا داشته‌است. چون احتمال داردشکافهایی نیز در بخشی از زمین که نقطهٔ متقاطر این ناحیه را می پوشانده ، ایجـاد

@karnil
کارنیل

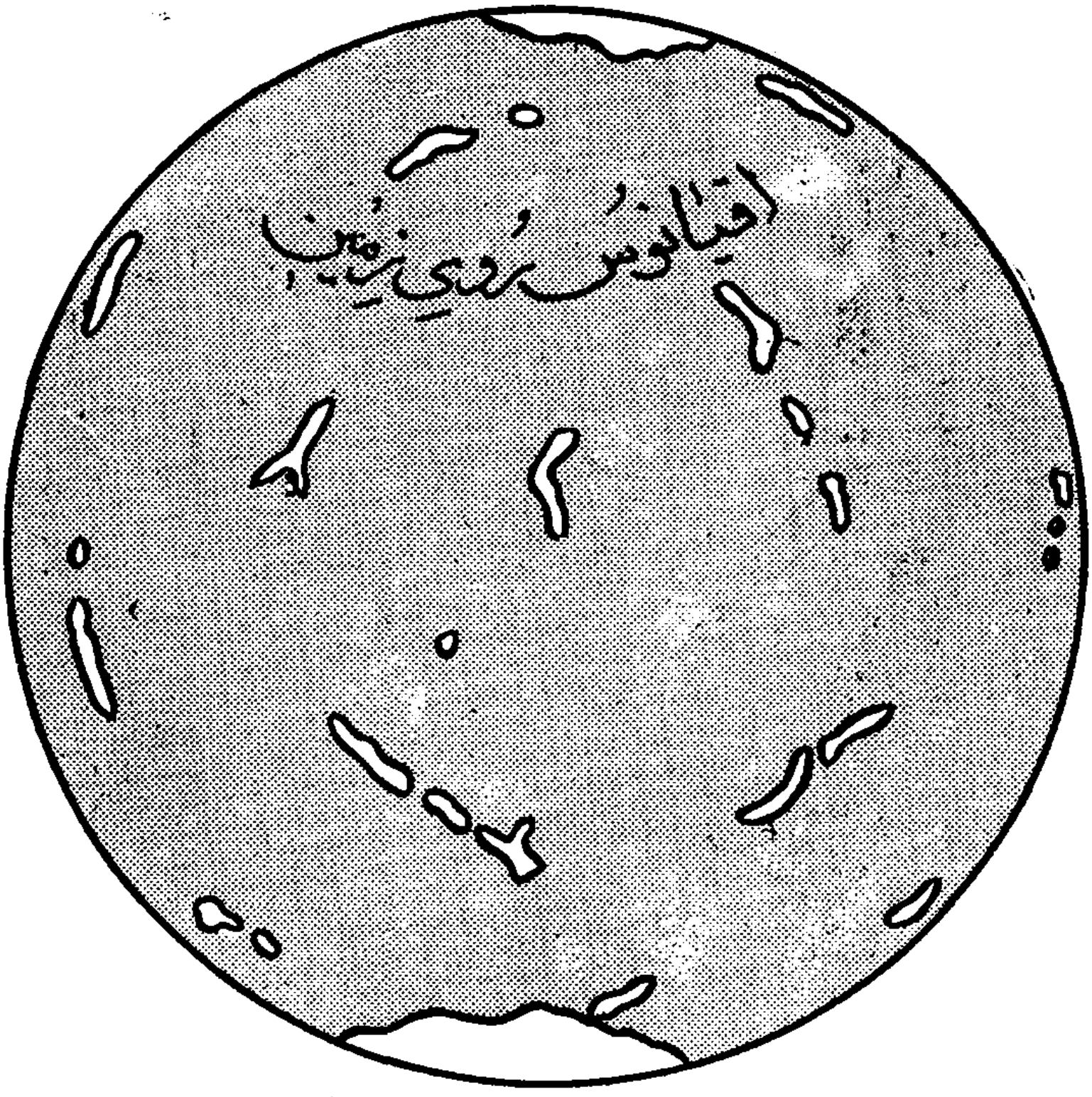
شده باشد،ممکن‌است‌قطعات‌آن ازیکدیگر جدا گشته وحوضه‌های اقیانوس‌های کوچك را تشکیل داده باشند . در حقیقت چنانکه‌بعداً خواهیم دید(فصل۷) به طوری که **آلفردوگنر** Alfred wagner برای نخستین بـار اشاره کرده است ، وضع‌خطوط ساحلی اقیانوس اطلس وهنداین فکر را قویاًتأیید می‌کند که زمانی قارهٔ اروپا وآسیا ودوقارهٔ امریکا وقارهٔ استرالیا ، قاره‌ای منفرد تشکیل می‌داده‌اند. وجود سنك خارا در ته اقیانوس‌هایی که از وسیع شدن شکاف بین قاره‌ها حاصل شده‌است با این فرضیه به‌سهولت بیان می شود که بخش تحتانی‌تر سنك خارا در آن موقع تا اندازه‌ای لزج بـوده (مانند خمیرنان) وبه درون لایهٔ نازکتری که ته شکاف‌ها را می‌پوشانیده کشیده شده است . مؤید نتیجهٔ فوق مثلا اینست که آتشفشان‌های دوره‌های گذشتهٔ‌معرفة‌ـ الارضی هنوز مقادیر فراوان سنك‌خارا خارج می‌ساخته‌اند در حالـی که از آتشفشان‌های کنونی فقط بازالت مذاب خارج می‌گردد . این موضوع نشان می‌دهد که لایهٔ تحتانی سنك‌خارا هنوز کاملا منجمدنشده بوده است .

تصور این موضوع که محتملا **همهٔ اوضاع جغرافیایـی زمیـن به‌علت وقوع تولد ماه است** بسیار شگفت‌انگیز است . درحقیقت اگر سیارهٔ ماااساساً بدون وقوع امری غیرعادی یا حادثه‌ای ناگهانی سرد می‌گردید محققاًاکنون ازلایه‌های منظم متحدالمرکز موادی‌ساخته شده بود که به‌تناسب وزن‌مخصوص نسبی خود دور یا نزدیك مرکز زمین قـرار داشتند . در این صورت سطح زمین کاملا صاف می‌شد وهمهٔ آن از اقیانوس وسیع دارای عمق ثابت‌پوشیده می‌گردید . وقتی پیکر زمین بعداً سرد می‌شد رشته کوه‌هـای طویلی بسیار شبیه جزایر ژاپن سر از اقیانوس بدرمی‌کردند.چنین سطح فرضی زمین‌منظرهٔ غیر مأنوسی داشت که‌همه‌جای آن را اقیانـوس فرا گرفته بود فقط در نقاط مختلف آن تعداد زیادی «ژاپن» به انواع واقسام گوناگون موجودمی‌گردید (شکل ۱۸) .برای‌به وجودآمدن نوع زمینی که فعلا موجود است‌یعنی‌زمینی که درآن سنك خارا به صورت قاره های عظیم بسیار وسیع صاف بین مـواد سنگین‌تر متعلق‌به اعماق بیشتر جای‌گرفته است، وقوع یك‌گسیختگی‌الزامی بود وجدا شدن ماه بهترین توجیهی است که دربارهٔ وقوع‌آن شده‌است .

در فصل آینده به این موضوع مهم که‌سطح زمین چگونه وضع فعلی را به خود گرفته مجدداً صحبت خواهیم کرد ولی در اینجا فقط به طرح ایـن سؤال اکتفا می‌کنیم که آیا آثاری از این گسیختگی درسطح ماه نیز پیدا

@karnil
کارنیل

می‌گردد؟ مسلماً جواب دادن به این سؤال اقلا تا موقعی غیرممکن است که زمین‌شناس حادثه جویی چکش ومته‌اش را بردارد و با ناوفشفشه‌ای یا گلولهٔ توپ هیولایی برقابت داستان معروف ژول‌ورن (Jules Verne) به‌سوی ماه حرکت کند . به‌علاوه اطلاعات‌مستقیم ما از ماه فقط بشناختن اوضاع سطحی از آن محدود است که مرئی می‌باشد. ممکن است تصور شود که‌ماریای ماه (که چنانکه قبول کردیم نتیجهٔ انفجار شدید مواد درونی دردوره‌های گذشته بوده)درهمان موقعی‌تشکیل گردیده‌که حوضهٔاقیانوس‌کبیر زمین به‌وجودآمده



شکل ۱۸ــ اگرزمین ماه را نمی‌زائید سطحش چیزی شبیه این به‌نظرمی‌آمد.

است و بخش روشن‌تر ماه قطعاتی از قشر اولیهٔ زمین می‌باشد که ماه همراه خود برده است . گرچه چنین فرضیه‌ای جالب به نظر می‌رسد ولی خیلی‌هم معقول نیست زیرا قشر خارایی‌که زمانی سطح اقیانوس کبیر را پوشانیده‌بود

@karnil

پنج مرتبه از سطح کلی ماه بزرگتر است ولی در عین حال غیر ممکن هم به نظر نمی‌آمد که بعضی از قطعات قشر اولیه که با ماه برده شده اند روی هم قرار گرفته باشند و لایه‌های ضخیم و نازك سنك خارا تشکیل داده باشند و مواد مذاب داخلی ماه که بعداً خارج گشته اند روی لایه‌های نازك را پوشانیده باشند . اما همهٔ این مطالب تا مدت مدیدی در دایرهٔ تخیل صرف محدود خواهند ماند.

@karnil
کارنیل

فصل چهارم

خانوادهٔ سیارات

سیاره شناسی مقایسه‌ای

پیش از آنکه به‌موضوع اصلی این کتاب یعنی سیارهٔ خودمان‌بپردازیم بهتر آن‌است نظری به‌سایر اعضای خانوادهٔ منظومهٔ شمسی بیفکنیم و مشخصات ظاهری آنها را با زمین مقایسه کنیم . ایـن عمل «سیاره شناسی مقایسه‌ای » نامیده می‌شود . به همان گونه‌که تشریح مقایسه‌ای به‌زیست‌شناسی کمك‌می‌کند که بدن انسان را با مقایسه به بدن پشه وفیل بهتر بشناسند، این عمل‌به ما کمك خواهد کرد که اختصاصات سیارهٔ خودمان را بهتردرك کنیم.

چنانکه می‌دانیم بعضی سیارات نظیر عطارد در مقایسه بازمین، به‌قدری کوچکند که نیروی جاذبهٔ آنها کمتر از حدی است که بتواند هوای‌جوآنها را نگهدارد. از این روهمهٔ جواینگونه سیارات بلافاصله پس از تشکیلشان‌در فضای بین سیارات منتشر گردیده است.

از آن گذشته ، عطارد به قدری به خورشید نزدیك است که گرمـای سطحش بایدغیرقابل تحمل باشد تا به‌حدی‌که در سطحی از عطاردکه‌رو به‌روی خورشید است سرب ذوب می‌گردد.

در مورد مشتری که دورتر قرار دارد ، خورشید نمی توانـد حتی در گرمترین بعد از ظهرهای تابستان حرارت سطحش را از ۹۰ ـ درجه‌بالاتر برد . در استوای این سیارهٔ عظیم ، در همه وقت سال می‌توان گلولهٔ بـرف انداخت (به‌شرط‌آنکه‌شخص نیروی کافی برای انداختن آن داشته باشدزیرا

@karnil
کارنیل

گلولهٔ برف به علت جاذبهٔ قوی مشتری بسیار سنگین خواهد بـود) مهمتر آنکه شخص در حین بازی در برف در ماسکی از گاز محصور خواهـد بود زیرا جرم مشتری به آن اندازه نیروی جاذبه به‌ذرات گاز می دهد که‌برای نگهداری یك جو متراکم وسمی کافی می‌باشد .

ملکول‌های فراری

برای درك اینکه چگونه سیارات جو خود را از دست می‌دهند بایـد به خاطر آوریم که فرق‌حالت گازی ومایع وجامد دراین‌است که مولکول‌های گازآزادند و لاینقطع به‌جلوو عقب درمسیری شبیه خط منکسر به‌سرعت‌حرکت می‌کنند وبا یکدیگر تصادم می‌نمایند در حالی کـه مولکولهای مایعـات و جامدات با نیروی قوی جاذبهٔ ذرات ، بـه‌یکدیگر بستگی دارند . بنابراین اگر گازی از همه طرف در دیوار غیر قابل نفوذی‌محصور نباشد مولکول‌هایش به همه طرف پراکنده خواهند شد وگاز به وضع نـامحدودی در فضای‌اطراف منتشر خواهدگردید .

البته در مورد جو خودمان کـه پوششی شیشه‌ای در اطراف آن وجود ندارد جاذبهٔ زمین مانع انتشار نامحدود آن می‌گردد. مولکول‌های هواکـه در خلاف جهت نیروی جاذبه یعنی‌به‌طرف بالا حرکت می‌کنند باید به زودی سرعت عمودی خود را از دست بدهند درست به همان طریقی که‌گلوله‌های معمولی وقتی رها می‌شوند در هوا از سرعت می‌افتند . بدیهی است که اگر نوعی «توپ‌بسیار نیرومند»[1] به‌کار می‌بردیم که می‌توانست گلوله‌ای‌را باچنان سرعت اولیه‌ای رها کند که از قلمرو جاذبهٔ زمین دور سازد ، این گلوله‌به فضای بین سیارات فرار می‌کرد و هرگز روی زمین مراجعت نمی‌نمود . از روی مقدار نیروی جاذبهٔ معلوم در سطح زمین ، می‌توانیم به سهولت حساب کنیم‌که این «سرعت فرار» ۲ر۱۱ کیلومتر در ثانیه یعنی چندین برابرسرعت گلوله‌های توپ‌های دارای بزرگترین کالیبر توپخانهٔ جدید است . سرعت فرار در یك‌سیارهٔ مفروض به جرم ماده‌ای که پرتاب می‌شود بستگی ندارد . این سرعت برای گلوله توپهای بزرك کـه یك تن یابیشتر وزن دارند و هـم چنین برای کوچکترین مولکول‌های هوا یکی است . علت این امرآن‌است که انرژی سینتیك‌مادهٔ پرتاب شده ونیروی جاذبه‌ای که روی آن اثر می‌کند هردو به جرمش بستگی دارند .

بدین ترتیب برای تعیین اینکه مولکول‌های جو می‌تواننـد از زمیـن

@karnil
کارنیل

فرار کنند یا نه باید سرعت حرکتشان را بدانیم . علم فیزیك نشان می‌دهد که سرعت مولکول‌ها با حرارت گاز افزایش حاصل می‌کند وهرچه عنصری سنگین‌تر باشد سرعت مولکولش کمتر است . مثـلا در درجهٔ انجماد آب ، سرعت مولکولی ئیدروژن وهلیـوم وبخار آب و ازت و اکسیژن وانیدریدـ کربنیك به ترتیب ۱ر۸ و۳ر. و ۶ر۰ و ۵ر۰ و۴۵ر۰ و ۴ر۰ کیلومتر در ثانیه است. درصد درجه این سرعت۱۷ درصد افزایش می‌یابد ودر ۵۰۰درجه تا ۶۸ درصد زیاد می‌شود.اگراین‌اعداد با۲ر۱۱ کیلومتردرثانیه که‌برای‌فرار مولکول‌های جو زمین لازم است مقایسه گردند خوانندهٔ محترم به این عقیده متمایل خواهد شد که هیچیك از این گازها هرگز نخواهند توانست ازجوما فرار کنند .

نتیجهٔ فوق کاملا صحیح نیست زیرا سرعت‌های مولکولی که در بالا اشاره‌شدندمنحصراً سرعت‌متوسط اند. منظورآن‌است که‌گر چه‌بیشترمولکول‌ها با این سرعت درحرکتند معهذا همیشه تعداد کمی‌مولکول نیز وجود دارنـد که سریعتر یا کندتر حرکت می‌کنند . تعداد نسبی مولکول‌هایی که حرکت سریع یا بطیٔ دارند از روی قانون توزیع **جمزکلرك ماکس ول** (James Clerk-maxwell) به دست می‌آید . وقتی قانون توزیع ماکس‌ول را برای به دست آوردن نسبت مولکول‌هایی‌که دارای سرعت لازم برای‌فرار از زمین می‌باشند به‌کار می‌بریم کسر اعشاری بی‌نهایت کوچك خنده‌آوری به دست می‌آیدکه پس ازاعشار دویست صفردارد. اما چون همیشه‌مولکول‌هایی وجود دارند که می‌توانند فرار کنند و به این عمل مبادرت می‌ورزنـد ، جای‌آنها را مولکول‌های دیگری می‌گیرندکه قبلا حرکت کندتری‌داشته‌اند. تعداد نسبی اینگونه مولکول‌های «فراری» در صدقسمت برای مولکول‌هـای ئیدروژن که سرعت متوسط بیشتری دارند بسیار زیاد می‌باشد ، درصورتی که برای مولکولهای انیدرید کربنیك که سرعت متوسط کمتری دارند ، کمتر است .

بدین ترتیب ملاحظه می‌کنیم که جوسیارات تحت اثر فرارمولکول‌ها تدریجاً تصفیه‌می‌شود. بدین‌معنی که مقدار زیادی گازهای سنگین‌تـر پس از فرار کامل گازهای سبکتر باقی می‌مانند .

راجع‌به «جوهای از دست رفته» مسئله این نیست‌که سیاره‌ای می‌تواند

@karnil
کارنیل

جوش را از دست بدهد یا نه (هر سیاره‌ای اگر فرصت کافی داشته باشدمی‌تواند جوش را از دست بدهد) بلکه موضوع اینجا است که سیاره‌ای توانسته باشد در طی دورهٔ وجودش جوش را ازدست‌بدهد .

جو سیارات وماه‌ها

چنانکه محاسبه نشان می‌دهد ، احتمال دارد زمین بیشتر ئیدروژن و هلیوم جوش را در طی دومیلیارد سالی که از تولدش می‌گذرد ازدست داده باشد،ولی مولکول‌های سنگین‌تر یعنی ازت و اکسیژن وبخار آب و انیدرید کربنیك به مقدار زیاد باقی مانده‌اند . این امر نشان می‌دهد چرا ئیدروژن عملا در جوما وجود ندارد وفقط به‌صورت ترکیب در آب وبعضی موادمرکب دیگر باقی مانده است . باوجود اینکه قراین نجومی وفورگاز بی اثر هلیوم را ، که هیچگونه ترکیب شیمیایی نمی‌دهد ، در خورشید که‌منشأ زمین است مدلل می‌دارد ، امرفوق نیز مبین‌ندرت این گاز درسیارهٔمااست .

برای رعایت ادب ، اکنون به‌مطالعهٔ زهره می پردازیم ، این سیاره پس از زمین کوچکترین سیاره است وسرعت فرارش ۱۰٫۷ کیلومتردرثانیه می‌باشد،یعنی فقط اندکی از سرعت زمین کمتر است . بنابراین باید انتظار داشته باشیم که زهره دارای جوی‌باشد که‌کمی از جو زمین رقیق‌تر است و حاوی مقدار زیادی آب است چون زهره از ما به خورشید نزدیکتراست ومقدار بالنسبه زیادتری ازانرژی تشعشع خورشید بدان می‌رسد لذا بیشتراین آب باید به‌صورت ابرهایی موجود باشدکه روی خداوند عشق را مخفی‌ساخته وبرای همیشه‌آن‌را از دیدهٔما به‌دور نگهداشته است . این نقاب ابری که‌تحت اثر نورخورشیدروشن‌است،سطح‌زهره‌را بسیار شفاف‌می کندو آن‌رادرخشنده‌ترین سیارات جلوه گر می‌سازد . (تصویر۵ الف)

در مورد مریخ نیز که سیارهٔ کوچکتر بعدی است وسرعت فراری‌معادل ۵ کیلومتر در ثانیه دارد باید انتظار داشته باشیم جوخیلی رقیقتری ازجو ما داشته باشد ونتایجی که از مشاهدهٔ مستقیم حاصل شده باآنچه انتظار می‌رفت توافق دارد (تصویر۶ ــ دوعکس ازمریخ را نشان می‌دهد که‌نیمی ازسیاره با اشعهٔ روی بنفش ونیم دیگر با اشعهٔ زیر قرمز عکس برداری شده است.)

چون اشعهٔ فوق بنفش به مقدار فراوان در فضا پخش می گردد لذا در آن نیمه جزییات سطح ستاره ابداً نشان داده نمی‌شود وتصویر حاصل‌درواقع عکسی ازجو مریخ می‌باشد. بامقایسهٔ این نصف تصویر با نصف دیگر که با

@karnil
کارنیل

اشعهٔ زیر قرمز گرفته شده و تحت اثر جو ، قرار نگرفته می‌توانیم حدجو این سیاره را مشاهده کنیم . یکی دیگر ازدلایل وجود جو در مریخ ابرهایی است که گاهی به صورت لکه‌های کوچك سفید در سطح سیاره (تصویر۵ب) می‌تواند دیده شود . این ابرها خیلی رقیقتر از ابرهای زمین‌اند و از اینجا باید چنین نتیجه بگیریم که آب در سطح رب‌النوع جنگ کمیاب‌تر است . اگر چه علامات مشخص،وجود آب را در سطح مریخ معلوم می‌دارند ،معهذا اقیانوسهای بزرگی شبیه اقیانوسهای ما ، در آن موجود نمی‌باشند و احتمال دارد در آنجا آب به صورت مردابها ودریاچه‌های کم عمق وجود داشته‌باشد .

حالا به سراغ کوچکترین سیارات یعنی‌عطارد می‌رویم «جرم‌این‌سیاره ۲۴ مرتبه از جرم زمین کوچکتر است‌وسرعت فرارش ۳ر۵ کیلومتردرثانیه می‌باشد. هیچ مولکول گازی نمی‌تواند بیش از دو قرن روی چنین سیارهٔ کوچکی باقی بماند . تمام جو عطارد بایستی همراه‌آب موجود درآن‌به‌محض خروج از قسمتهای داخلی در حین سرد شدن این سیاره ، از دست رفته باشد .

چنین وضعیتی با شدت بیشتری درماه (که‌سرعت فرارش ۲ر۴ کیلومتر در ثانیه است) وهمچنین در تمام ماهها وخرده سیارات دیگر حکمفرماست. تذکر این نکته خالی از تفریح نیست که نیروی جاذبهٔ خرده سیاره**استروئید** به قدری کم است که اگر سنگی درآن با تیر کمانی به‌بالا پرتاب شودهمچنان به مسیر خود ادامه می‌دهد وهرگز برنمی‌گردد !

وقتی به سیارات بزرگتری نظیر مشتری وزحل واورانوس ونپتون[1] که سرعت فرارشان به ترتیب۶۱ و۳۷ و۲۱ و۲۲ کیلومتر در ثانیه است‌می‌رویم اوضاع و احوال آنها را کاملا متفاوت می‌بینیم . جو این سیارات بزرگ‌نه فقط اکسیژن و ازت وبخار آب و انیدریدکربنیك در بردارد بلکه بیشتر ئیدروژن وهلیومی را که در آغاز موجود بوده‌است نیز حاوی می‌باشد.

چون ئیدروژن خیلی بیشتر از اکسیژن در خورشید وجود دارد و در این سیارات بزرگ‌هم جریان امرچنین است **لذا همهٔ اکسیژن به صورت**

۱ ـ در پلوتو نیز که اندکی از عطارد بزرگتر است باید انتظار داشته باشیم که کلیهٔ جوش از بین رفته باشد . به‌علاوه حرارت‌سطحش به‌علت‌دوری از خورشید باید در حدود صفر مطلق (۲۷۳ر۱ ـ سانتی‌گراد ، ۴۵۹ر۶ ـ فارنهایت) باشد .

@karnil
کارنیل

ترکیب در آب وجود دارد و به‌هیچوجه در جوی‌که‌کلا از ازت و ئیدروژن و هلیوم تشکیل شده موجودنمی‌باشد . ضمناً چون ئیدروژن فراوان است باید انتظار داشته باشیم که باکربن وازت‌ترکیب گشته گاز سمی مرداب یعنی متان وترکیب فرار امونیاك بوجودآورده وبه حد اشباع در جو سمی موجود باشد . وقتی‌نورمنعکس شده خورشیدرا که از این سیارات‌بزرگ‌می‌رسدتجزیه می‌کنیم خطوط جذبی و اضحی نشان‌می‌دهد که دال بروجود این گازها است . از طرف دیگر تجزیهٔ نـور این‌سیارات بامنظارالطیف‌هیچ قراینی که دلیل بروجود اکسیژن وانیدریدکربنیك‌باشد نشان نمی‌دهدوچنان‌که می‌دانیم بدون این دوگاز زندگی کاملا غیر ممکن است! بخارآب نیز که باید قاعدة در این سیارات موجود باشد وجودندارد . علت این امر خیلی واضح است زیرا درجهٔ حرات سطح‌این‌سیارات‌به قدری پایین است (به‌سبب فاصلهٔ زیادی که از خورشید دارند) که آب به‌صورت برف‌ویخ رسوب می‌کند.

تصاویر ۷ و۸ عکس مشتری وزحل را نشان می‌دهند . علاماتی که در قرص آنها دیده می‌شود مربوط‌به جوآنها است وتاکنون چشم انسان‌نتوانسته است است تااعماق قشر جامد این سیارات‌نفوذکند .

شرایط زندگی در سیارات

وقتی دربارهٔ امکان وجود حیات در سایر سیارات بحث مـی کنیم بـه موضوع حساسی برمی‌خوریم‌زیرا حقیقتاً نمی‌دانیم حیات چیست یاچه‌موجودات زنده‌ای غیر ازآنچه در روی زمین وجود دارند ممکن است موجود باشند بیشك غیر ممکن است هیچ نوع جانداری بتوانـد در حرارت ذوب سنگهـا (۱۰۰۰درجه) وصفر مطلق (۱ر۲۷۳ـ) که در آن همهٔ مواد حالت جامد به خود می‌گیرند موجود باشد . این دو درجه‌ای که اختیار کردیم دوحدنهایی حرارت است . اما اگر موجودات زندهٔ معمولی روی زمین را مأخذ قـرار دهیم می‌توانیم حدود فوق را به‌حرارتی تقلیل دهیم که آب یعنی عنصر اصلی مشکلهٔ مادهٔ آلی به حالت مایع وجود دارد . البته بعضی بـاکتریهـا در آب جوش هم بدون کوچکترین آسیبی تا مدتی‌زنده می مانند . خرسهای قطبی و اسکیموها نیز درنواحی یخبندان دایم ، زندگی‌می‌کنند. امادرمورداول‌مرگ باکتریها فقط به زمان بستگی دارد ودر مورد دوم با موجوداتی عالی‌سروکار داریم که با پوشش انبوه بدن واکسیداسیون فراوان داخلی بدن خود راگرم

@karnil
کارنیل

نگه‌می‌دارند . از آنچه راجع به تکامل حیات از ساده‌ترین صورت آن می‌دانیم ، این نتیجه حاصل می‌شود که اگر آب اقیانوسها حالت جوش یا یخ‌می‌داشت بدون شك حیات به وجود نمی‌آمد وتکامل نمی‌یافت.

البته می‌توانیم انواع سلولهای زندهٔ دیگری تصور کنیم که در آنها سیلیسیوم جای کربن را بگیرد . سیلیسیوم سبب می‌شود که اینگونه سلولها بتوانند حرارت خیلی زیادتری را تحمل کنند . به همین طریق می توانیم موجوداتی به تصور آوریم که در آنها الکل نقش آب را بازی کند در این صورت درحرارت یخ‌بندان‌نیز منجمد وسخت نمی گردند. اما اگروجودچنین موجودات زنده‌ای امکان داشته باشد تازه فهم این مسئله مشکل می‌شود که چرا چنین جانوران وگیاهان «الکلی» در نواحی قطبی ما پیدا نمی‌شوند و چرا در آبهای جوش آبفشانها اساساً « موجودات زنده سیلیسیوم دار » یافت نمی‌گردند ؟ بنابراین به احتمال قوی شرایطی که‌در آن حیات امکان‌پذیر است از نظر اوضاع کلی در تمام عالم نباید باشرایطی که در روی زمین موجود است اختلاف داشته باشد. با قبول چنین فرضی اکنون به‌تحقیق‌شرایط حیات درسیارات مختلف منظومهٔ شمسی می‌پردازیم .

باز دیدمان را ازخارجی ترین سیارات بزرك منظومهٔ شمسی آغازمی‌کنیم . باید قبول کنیم که امکان وجوددر این اجرام بزرك خیلی کم‌است زیرا چنان‌که می‌دانیم این سیارات خیلی‌دور از خورشید قرار دارندوبرودت کامل در آنها حکمفرماست و حیات نمی‌تواند در آنها وجود داشته باشد به علت این که جو سمی آنها انیدریدکربنیك ورطوبت دربرندارد .

بین سیارات کوچك که نزدیکتر قرار دارند عطارد نه‌فقط فاقد آب‌و هوا است بلکه آنقدربه خورشید نزدیك است‌که حرارت رویی از آن‌که روز است به قدری زیاد است که سرب را ذوب می‌کند . یادآوری این‌نکته بی‌مناسبت نیست‌که فقط یك نیمکرهٔ عطارد روز است زیرا اثر جزر ومدخورشید در زمان قدیم حرکت آن را چنان کند ساخته است که همیشه یك روی آن متوجه جرم عظیم مرکزی یعنی خورشید است . شب همیشگی نیمکرهٔ دیگر عطارد حرارتی دارد که از حد یخ زدن آب‌کمتر است گرچه در آنجا آبی وجود ندارد تا یخ ببندد . نه ، حیات نمی تواند در عطارد وجود داشته باشد .

بنابراین دوسیارهٔ زهره ومریخ یعنی همسایهٔ داخلی وخارجی زمین‌در

@karnil
کارنیل

منظومهٔ شمسی باقی می‌مانندکه هردو سیاره جوی شبیه جوما دارند و قراینی نیزدال بروجود مقدارکافی آب درآنها موجود است .

اما راجع به گرمای سطح این دو سیاره. زهره قاعدتاً باید تا حدی گرمتر و مریخ تا اندازه‌ای سردتر از زمین باشد . قشرضخیم ابردایمی که سطح زهره را تاریك می‌سازد، تخمین زدن حرارت زمین زیرآن‌را مشکلتر می‌سازد ولی دلیلی وجود ندارد که حرارت و رطوبت سطح زهره را مثلا از حرارت ورطوبت ناحیهٔ کلمبیای واشنگتن درایام وزش بادهای گرم اقیانوس بدتر بدانیم . درنیمکرهٔ تاریك زهره ، به‌علت پایین بودن جریانهای هوایی، هوا باید کاملا صاف و شبها سردترباشد . این آسمان صاف باید فرصتی به‌ما بدهد تا به مشاهدهٔ ساختمان سطح سیاره توفیق یابیم ولی بدبختانه زهره‌مانند زنان محجوب حجابش را فقط درتاریکی برمی‌دارد. اشکال رؤیت سطح‌زهره به دست آوردن اطلاعات دقیقی از چگونگی گردش این سیاره را نیزمشکل می‌سازد. معهذا چنان‌که ازمطالعات اخیرنتیجه شدیك‌روززهره معادل چند هفته زمین است؛ اما چون مدت حرکت انتقالی زهره به دور خورشید ۳۲ هفتهٔ است ، می‌توان گفت که درآنجا روزوشب به‌دنبال‌هم حاصل می‌شود. گرچه‌آنچه اززهره می‌دانیم‌رویهمرفته دلگرم‌کننده نیست باوجود براین‌می‌توان چنین استنباط کردکه **اقلا ممکن است نوعی صورخیالی در زهره موجود باشد** .

این‌که آیا حقیقتاً جانداری درزهره وجود داردیانه خودموضوع کاملا جداگانه‌ای است که‌درنظراول بلاجواب می‌ماند. زیراکسی تاکنون سطح‌این سیاره را ندیده است. ممکن است ازتجزیهٔ منظارالطیفی جو موفق گردند از وجود موجودات زنده‌درآن اطلاعاتی کسب کنند. وجود بعضی اقسام گیاهان‌در سطح سیاره باوفور اکسیژن درجوملازمه دارد زیراکاراصلی گیاهان این‌است که انیدریدکربنیك‌هوا را تجزیه‌کنند، کربنش را برای نموخود مصرف‌نمایند و اکسیژنش را آزاد سازند . چنان‌که بعداً خواهیم دید احتمال دارد تمام اکسیژن سطح زمین براثر همین عمل گیاهان بوجودآمده باشد.

اگرحادثه‌ای ناگهانی سبب شود مزارع سرسبز وجنگلهای سطح‌زمین ازبین بروند اکسیژن جو به زودی تمام خواهد شد . زیرادراکسیداسیون‌های مختلف به‌مصرف می‌رسد . با وجود آن‌که دانشمندان می‌توانند مقدارکم اکسیژن یعنی یك هزارم اکسیژنی راکه در جو ما وجود دارد تشخیص بدهند

@karnil
کارنیل

معهذا تجزیهٔ منظارالطیفی جو زهره اکسیژن‌آزادی را نشان نمی‌دهد . ازاین موضوع چنین نتیجه می‌گیریم **که درسطح زهره اشجار زیادی وجود ندارد** بدون گیاه نیززندگی جانوران‌مشکل است، زیرا جانوران‌نمی‌توانند باخوردن یکدیگرروزگاربگذرانندوبعلاوه اکسیژنی برای تنفس‌آنها وجود ندارد .

بنابراین باوجودآن‌که شرایط نسبتاً مساعدی‌درسطح‌زهره‌وجود داشته، کاملامحقق است‌که حیات نتوانسته است به‌عللی درسطح‌آن ظاهر گردد . این فقدان ممکن است به علت وجود ابرضخیمی در نیمکرهٔ روزآن باشدکه مانع رسیدن اشعه لازم خورشید برای رشدگیاهان است .

روی لم‌یزرع مریخ

همسایهٔ خارجی ما مریخ تنها سیاره‌ای است که سطحش را نسبتاً واضح می‌توان دید . بنابراین دربارهٔ این سیاره اطلاعات بیشتری از مجموع سایر سیارات موجود می‌باشد. وقتی مریخ بیش ازهمه به‌زمین نزدیك می‌شودفاصلهٔ آن ۵۵،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتراست . جوآن روشن و شفاف است وگاهی نیز ابرهایی دارد (تصویر۶ ـ ث) تجزیهٔ منظارالطیفی جوش وجود اکسیژن و انیدریدکربنیك ورطوبت راآشکارمی‌سازد. علیهذا دلیل وجودگیاهان‌فراوان وامکان زندگی حیوانی دراین سیاره موجوداست .

اما چون سرعت فرارش نسبتاً کم است، جومریخ خیلی رقیق‌تر است و فشارجو درآن $\frac{۱}{۲}$ فشارجوزمین‌است. اگرانسان بتواند روزی به‌مریخ‌دسترسی پیداکندبه‌جوی‌می‌رسدکه‌خلبانان‌هواپیماهادرارتفاعات‌زیادمعمولا بدان‌می‌رسند. آنچه‌ظاهراً معلوم‌است‌آن‌است‌که‌مریخ‌مقداری‌ازآب‌سطح‌خود را از روزتشکیل تاکنون‌ازدست داده‌ولی‌همهٔ‌آب‌این‌سیاره‌ازبین نرفته بلکه احتمال داردکه‌آب وهوای‌آن خیلی خشك باشد .

وقتی باتلسکوپ به‌مریخ می‌نگرند بیشترسطحش صاف به نظرمی‌رسد و ورشته‌کوههای قابل توجهی نظیرآنچه درزمین دیده می‌شود درآن مرئی‌نمی‌باشد[۱] معهذا علامات دایمی مخصوصی درسطح‌آن دیده می‌شود که نشانهٔ وجود منظرهٔ مشخصی ازخشکی است. پنج‌هشتم سطح‌مریخ به‌رنگ قرمزنارنجی‌است وسیاره راقرمزجلوه‌گرمی‌سازد. قدما روی این اصل‌آنرا با **رب‌النوع‌جنگ**

۱ــ وجود چنین‌کوههایی را در سطح مریخ می توان به سهولت ازروی سایهٔ آنها درهنگام غروب سیاره تشخیص داد.

@karnil
کارنیل

مرتبط می‌ساختند. رنگ این نواحی لایتغیراست ومحققاً نواحی سنگلاخ یـا شنی بدون گیاه می‌باشند. سه‌پنجم دیگرسیاره رانواحی‌آبی مایل به سبزیا سبز تشکیل می‌دهدکه سابقاً آبهای وسیعی نظیراقیانوسها و دریاهای ما تصورمی‌شدند و روی ایـن اصل این نواحی را هنوزبه نامهای **مرسیرنوم** (Mare Sirenum) و **سینوس مارگاریتیفر** (Sinus Margaritifer) می‌خوانند. ولی این نواحی تاریك ، محل‌آبهای سطح مریخ نیست زیرا اگردر آنجا آب وجود داشت ـ رنگشان یکنواخت بود ومهمترآن‌که دربعضی‌شرایط مساعد، اشعه خورشید رابه خوبی منعکس می‌ساختند. رنگ متمایل به آبی و سبزازطرف دیگرنشانهٔ وجودگیاهان است وازآنجا که رنگ این نواحی در عرض سال تغییرمی‌کند خود یکی ازبزرگترنن دلایل صحت این مدعا است .

درواقع رنگ سبزاین نواحی‌درفصل بهارنیمکره‌ای که‌درآن جادارندآشکارتر می‌شود درصورتی‌که وقتی فصل زمستان فرامی‌رسد رنگشان به‌قهوه‌ای مایل به زردی تغییرمی‌کند. بسیارمشکل‌است تصوراینکه‌غیرازگیاهان چیزهای‌دیگری بتوانند چنین آثاری به‌ظهور رسانند. چون‌وجود اکسیژن درمـریخ با وجود گیاهان ملازمه دارد، نتیجه می‌گیریم‌که **نواحی تاریك، دشتهای پوشیده از علف وبوتهٔ درخت می‌باشند** .

با وجود اینکه ظاهراً درسطح مریخ‌آبی تشخیص داده نمـی‌شود معهذا قراین بسیاری موجود است‌که وجود برف ویخ را به صورت دو کلاهك سفید درخشان درقطبین این ستاره نشان می‌دهد (نقشه ۵ ب) تغییرات فصلی مریخ در کلاهك‌های قطبی‌آن البته مشهودتر می‌باشد که درفصل زمستان تانصفهٔ راه بین قطب واستوا توسعه می‌یابند. (اگربا موقعیت جغرافیایی زمین مقایسه شود به‌اصطلاح‌تاعرض‌جغرافیایی قفقازیه برف می‌بارد) . اشعهٔ‌آفتاب مجدداً دربهار آنهارا به‌قطبین عقب می‌نشاند. کلاهك قطب جنوب گاهی درگرمترین روزهای تابستان نیمکرهٔ جنوبی کاملا ناپدید می‌شود درنیمکرهٔ شمالی مریخ که سردتر ازنیمکرهٔ‌جنوبی‌آن است (کاملا به‌عکس وضع زمین[1]) هرگزبرف ناپدیدنمی‌

---

۱ ـ به علت بیضی بودن شکل مدار زمین ، زمین در زمستان نیمکرهٔ شمالی به‌خورشید نزدیکترودرتابستان نیمکرهٔ شمالی ازآن دورترمی‌شود این‌امرسبب می‌گردد زمستان نیمکرهٔ شمالی‌معتدل و تابستان‌آن خنك‌ترباشد. درصورتیکه نیمکرهٔ جنوبی زمستان سردتر و تابستان گرمتری دارد . سرد بودن زمستان

بقیهٔ پاورقی درصفحه بعد

@karnil
کارنیل

شود بلکه فقط به‌صورت لکهٔ کوچکی نزدیك قطب جنوب باقی می‌ماند. ناپدید شدن کلاهك‌های قطبی مریخ به‌علت این نیست که آب وهوای این سیاره گرمتر است (چنانکه می‌دانیم مریخ سردتر از زمین است) بلکه به‌علت آن است که آب در آنجا نسبتاً کم می‌باشد، قلت آن سبب می‌شود که لایه‌های ضخیم یخ تشکیل نگردد اگر برف درقطبین زمین نیز لایــه‌های نازك یخ تشکیل می‌داد تحت اثر اشعهٔ آفتاب سریعتر ازیخهای قطبی مریخ ذوب می گشت .

مطالعهٔ توسعه وذوب کلاهك‌های قطبی مریخ روش مفیدی به‌دست‌می‌دهد که به‌وسیلهٔ آن می‌توان ارتفاع نسبی خشکی‌های مریخ راتخمین زد. وقتی‌حد یخ درفصل بهار به سمت قطب عقب نشینی می کند چند لکهٔ سفید برای مدتی در ناحیه‌ای که یخش ذوب گشته باقی می‌ماند که محققاً معرف نواحی مرتفع سطح مریخ است . بعلاوه درهمین نواحی است که باشروع زمستان برف‌شروع به‌باریدن می کند[1] چون« نخستین برف » همیشه در بخش‌قرمز رنگ سیاره ظاهر می‌شود لذا نه‌فقط باید نتیجه بگیریم که این بخش‌ها از نواحی نسبتاً مرتفع می‌باشند بلکه به‌این نتیجه نیز باید برسیم که گیاهان در نواحی دارای ارتفاع کمتر متمرکز شده‌اند معهذا اختلاف ارتفاع نواحی بلند و پست سطح مریخ چندان زیادنیست وحتی کمتر ازوقتی می‌شود که فرض کنیم آب اقیانوسهای زمین به‌فضای بین سیارات نفوذ کند و کف اقیانوسها درمعرض هوا قرار گیرد واز گیاهان پرشود .

درفصل سوم دیدیم که منشاء قاره‌های مرتفع و حوضچه‌های اقیانوسهای زمین‌را بایستی‌دروضع تولد ماه جستجو کرد. چون چنین حادثه‌ای درمــریخ اتفاق نیفتاده و این سیاره به روش معمــولی صاحب دو ماه به نامهای **فوبس** (Phobos) و **دایموس** (Deimos) (رب‌النوع ترس و وحشت) گردیده یعنی هنگامی این اقمارازآن جدا شده‌اندکه مریخ هنوزحالت گازی داشته‌لذا دلیلی ندارد انتظارداشته باشیم سطحش مانندسطح زمین ذوحادثه باشد . اگر درسطح مریخ آب بیشتری وجود می‌داشت تمام سطح آن را اقیانوس فرامی‌ـ گرفت و به‌نظرماکرهٔ صافی به رنگ یکنواخت درمی‌آمدکه گاهی انعکاس نور

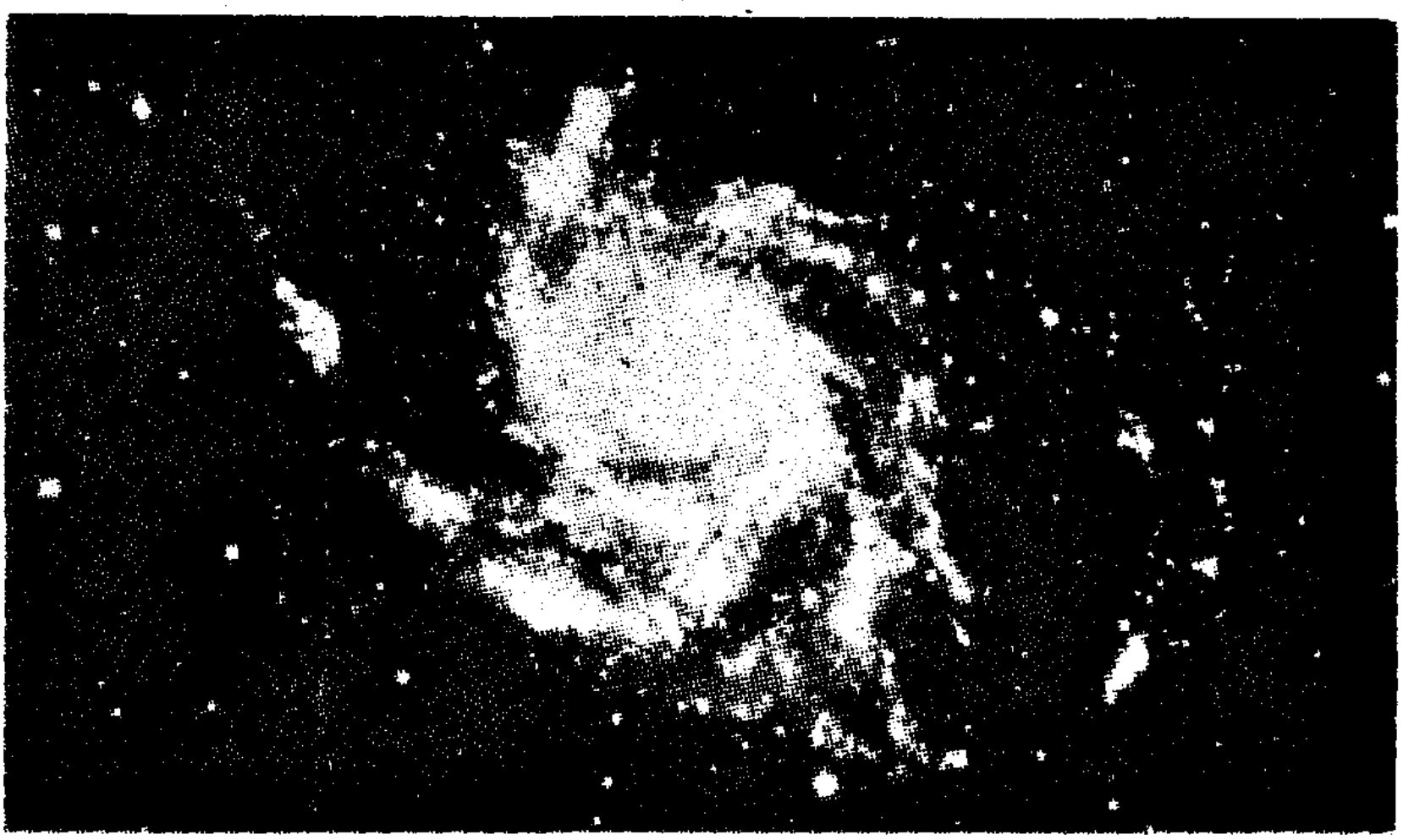
بقیهٔ پاورقی صفحهٔ قبل

نیمکرهٔ جنوبی کلاهك قطبی قطب جنوب را از کلاهــك نظیرش درقطب شمال بزرگترساخته است .

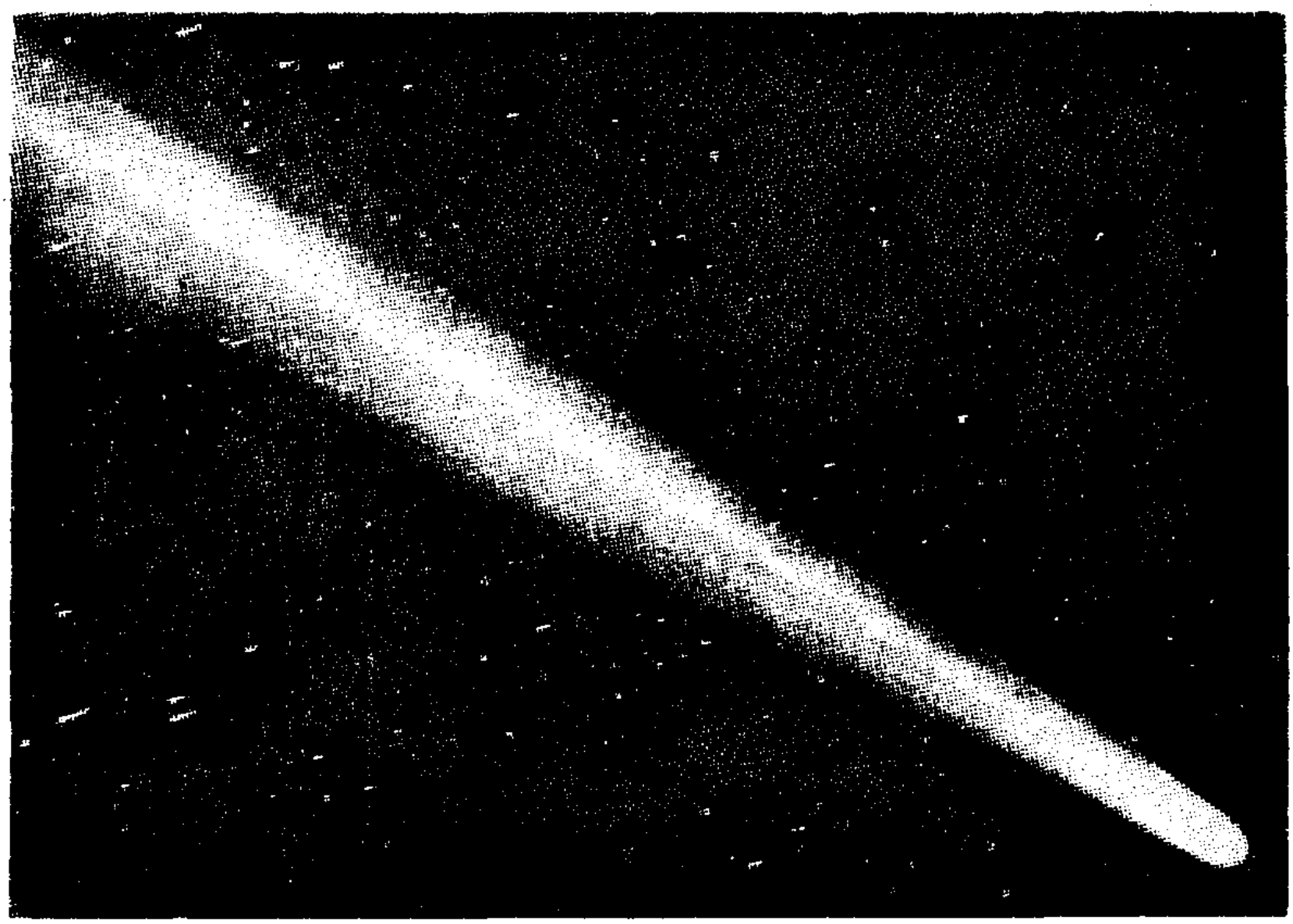
۱ــ در هیچ جای سطح مریخ یخهای دایمی نظیر یخچالهای طبیعی مناطق کوهستانی زمین یافت‌نمی‌شود، این خود دلیل دیگری است براینکه در مریخ کوههای مرتفع موجودنمی‌باشد.

@karnil

کارنیل



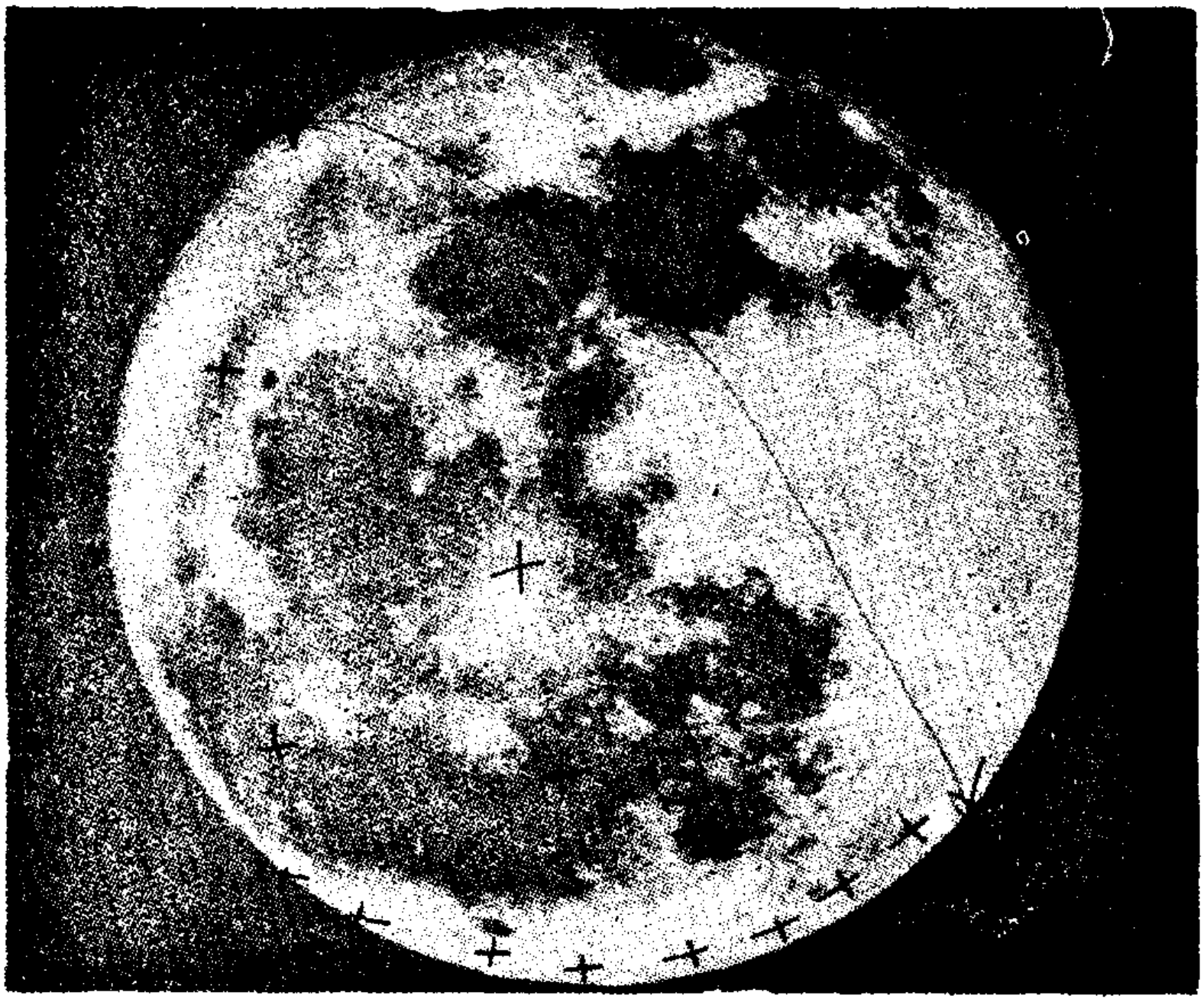
تصویر ۱ ـ سحابی مارپیچ دب‌اکبر که شامل چندین ملیارد ستارهٔ مجزا است . خورشید ما فقط یکی از ستارگان بیحساب را تشکیل میدهد.



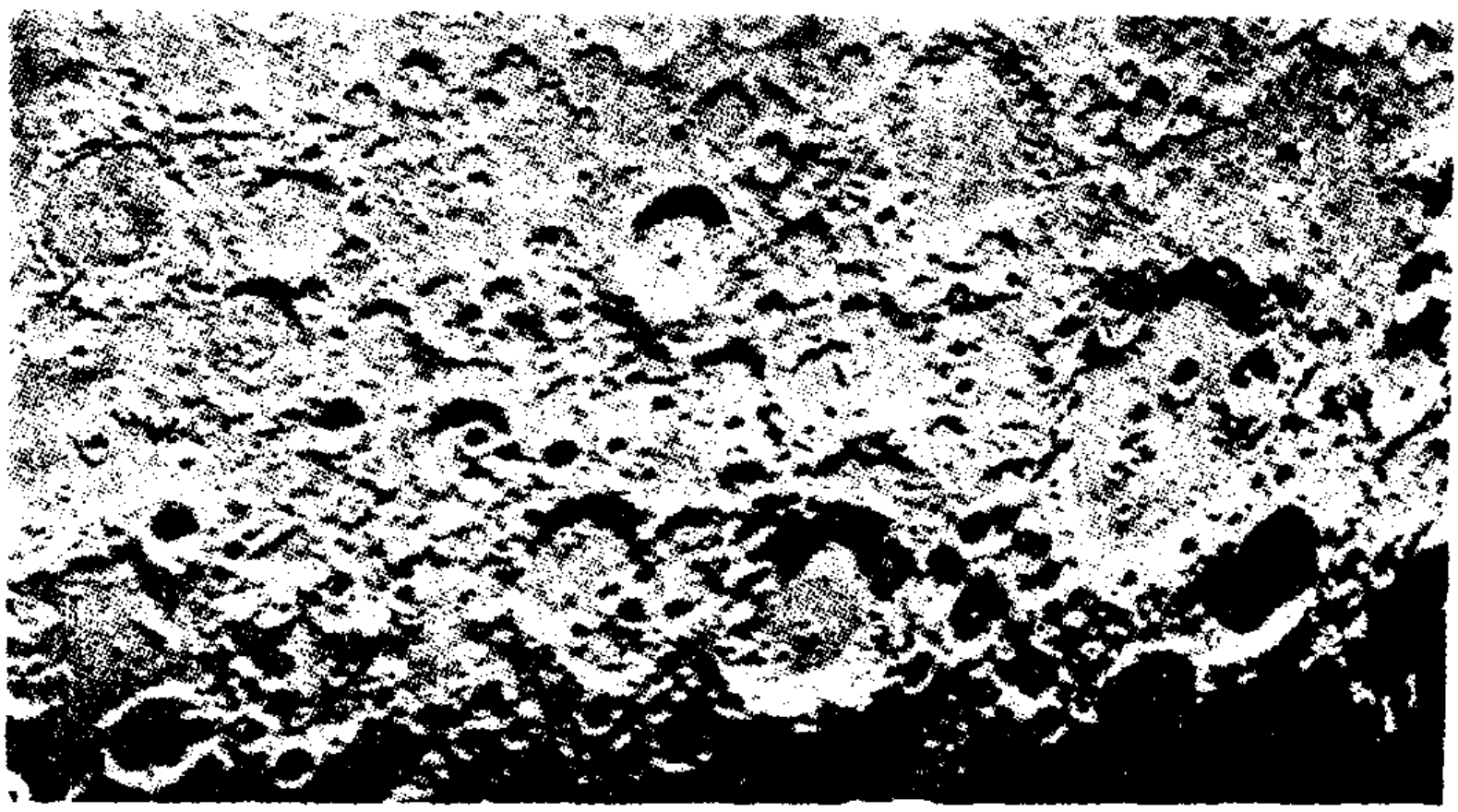
تصویر ۲ ـ ستارهٔ دنباله‌داری که درماه مه ۱۹۱۰عکس برداری‌شده‌است.

@karnil

کارنیل



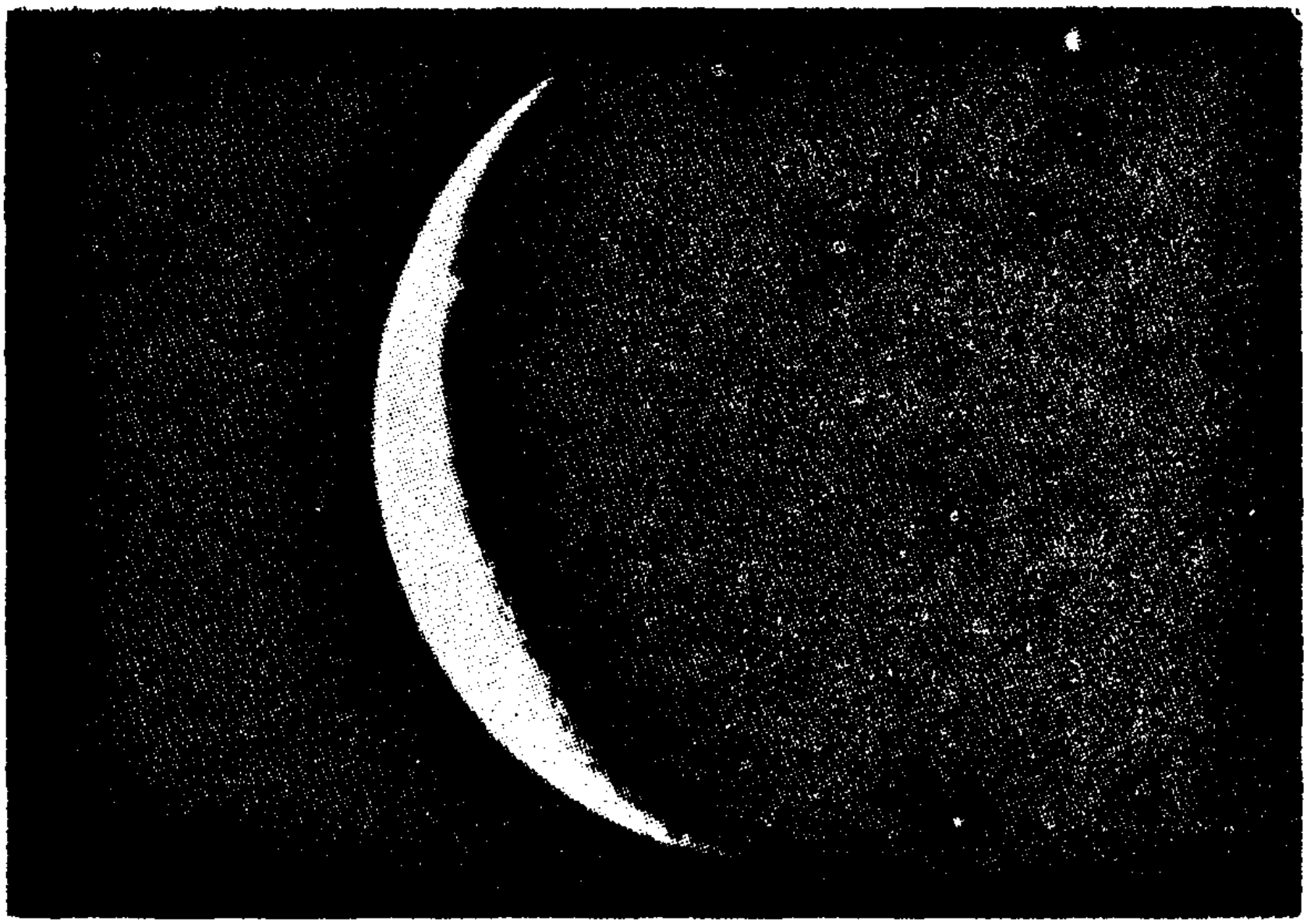
تصویر۳ ـ تصویر کامل ماه با ماریاها وخانه‌ها و شعاع‌های روشن.



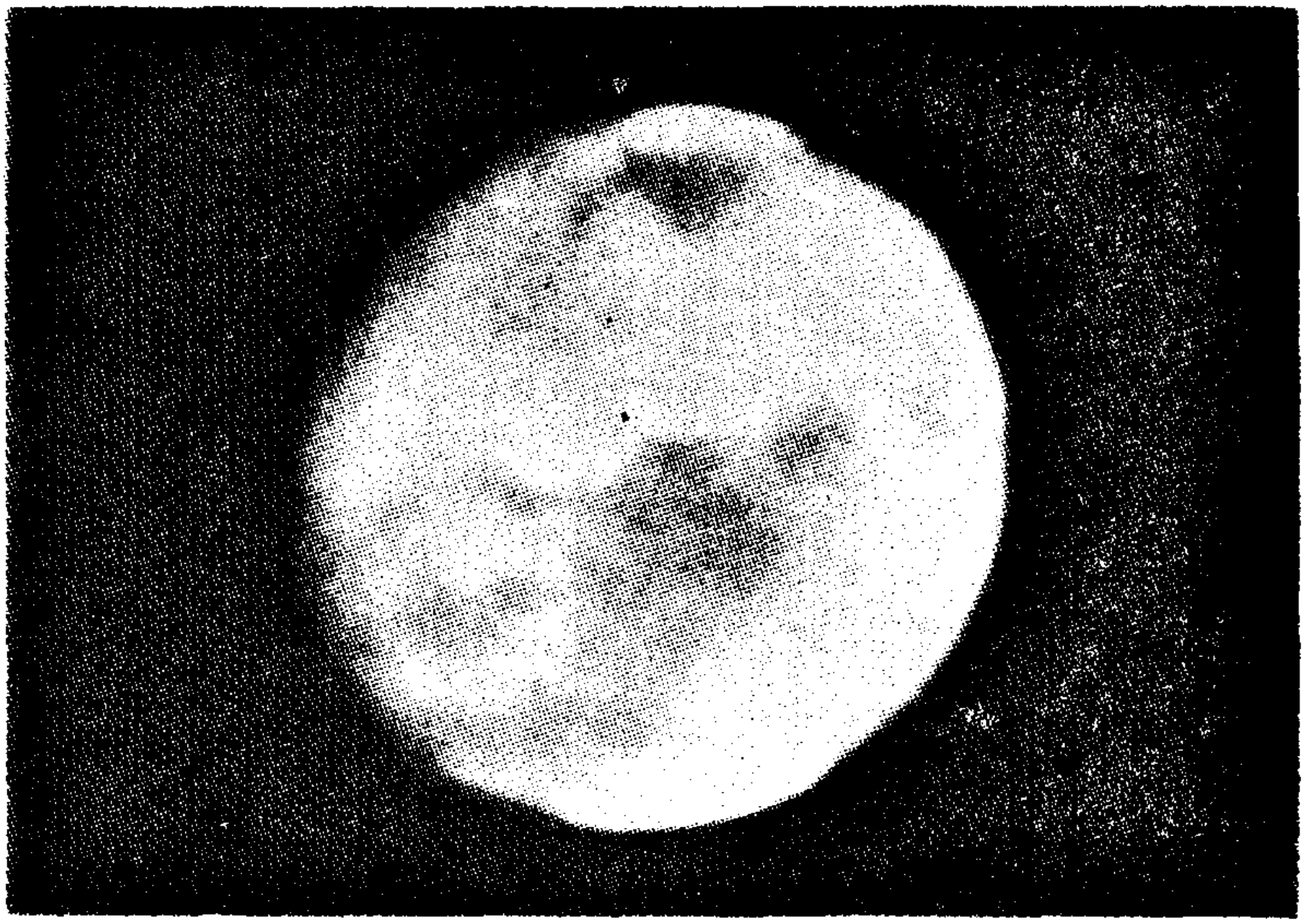
تصویر ۴ ـ عکس بخشی ازسطح ماه که ساختمان مشروح دهانه‌های آن‌را نشان می‌دهد.

@karnil

کارنیل



تصویر ۵ الف ـ یکی ازتصاویر زهره . درخشانی‌بودن سیاره بعلت‌قدرت زیاد انعکاس ابر ضخیمی است‌که جو روز آن را می‌پوشاند.

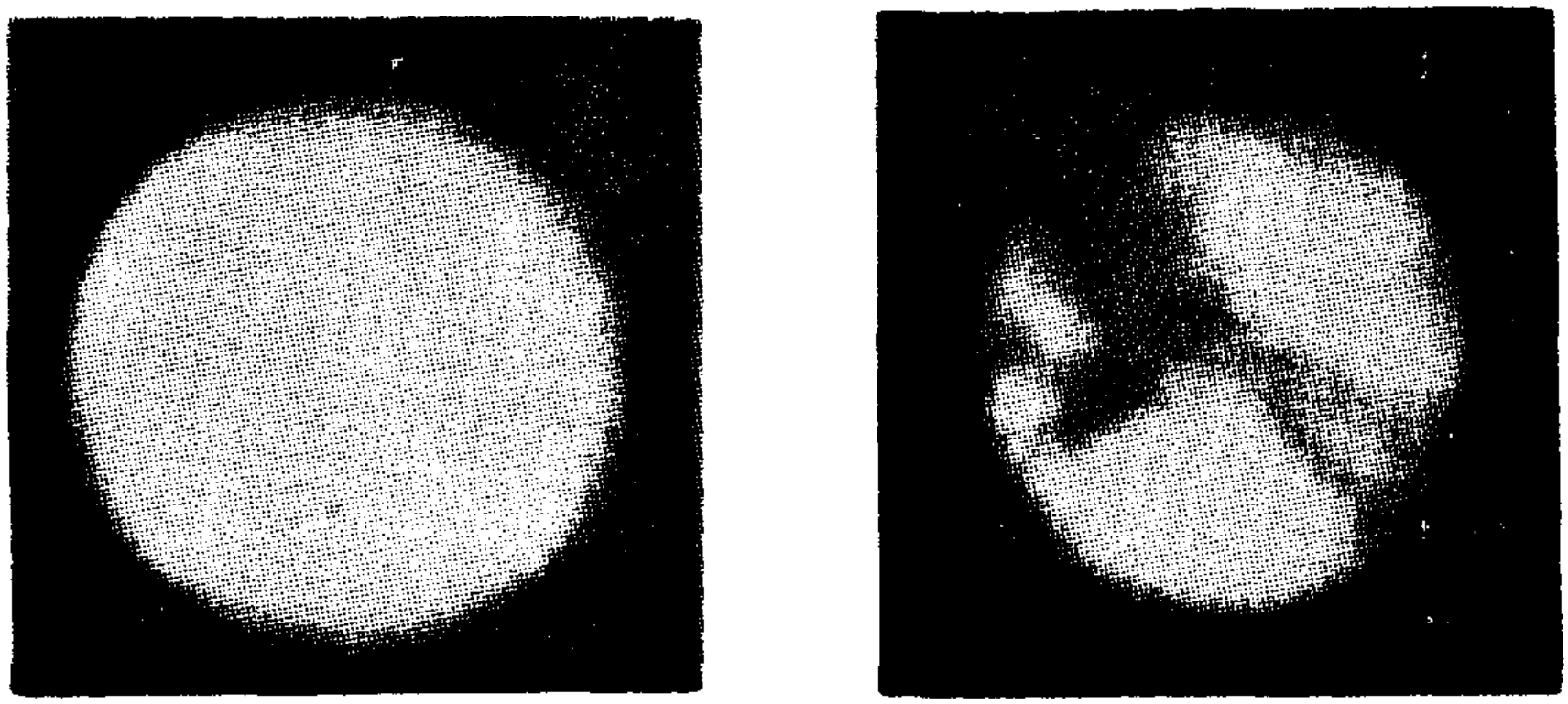


تصویر ۵ ب ـ عکس مریخ درهنگامی‌که بحداکثر بزمین نزدیك‌شده‌است (۲۸ سپتامبر ۱۹۵۹) لکهٔسفید فوقانی ، عرقچین یخی قطبی است. نواحی روشن‌تر سطح آن ، بیابانها و نواحی تیره‌تر ، محتملا ازاضی پست پوشیده ازگیاهان است.

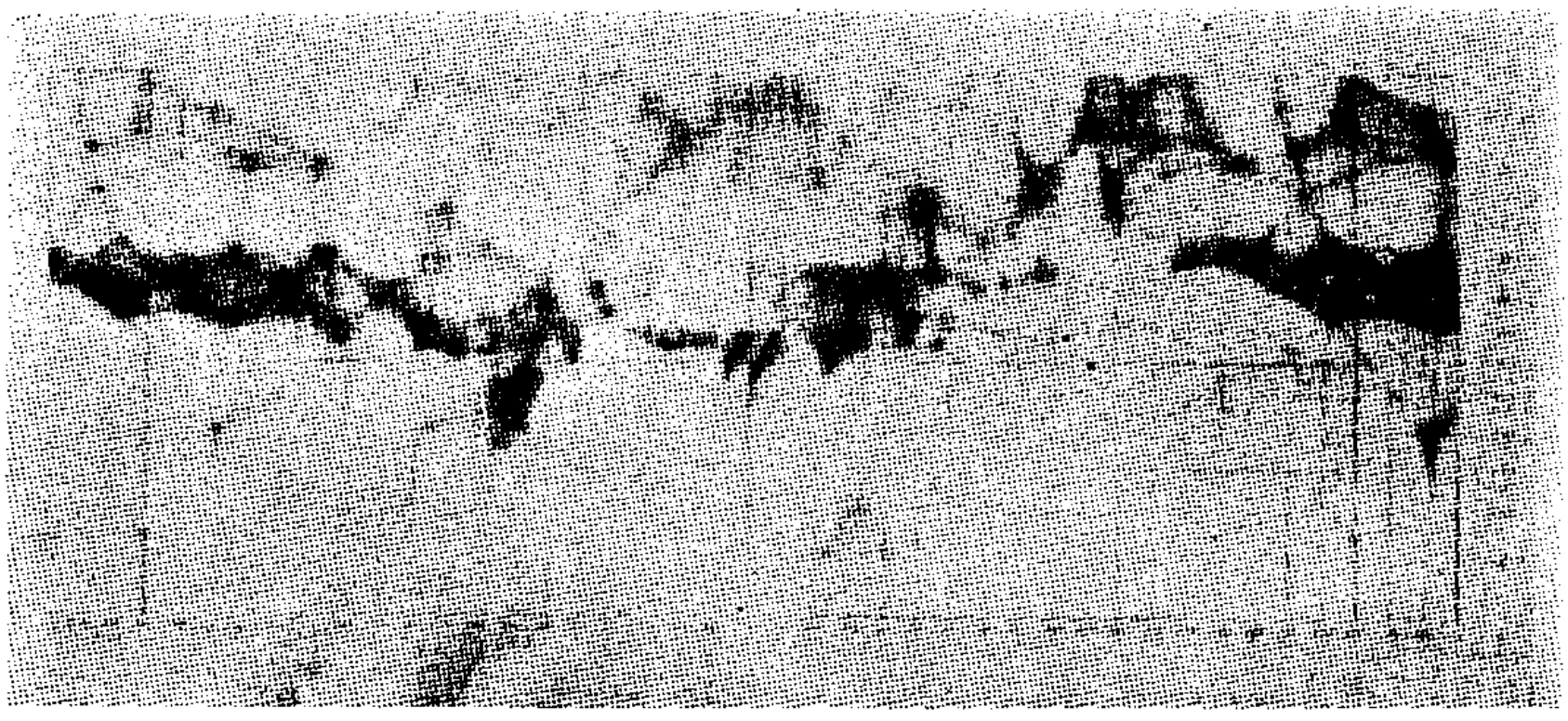
@karnil

کارنیل

تصویر ۶ الف ـ دو منظره از مریخ که در آنها نیمی ازسیاره با اشعهٔ فوق بنفش و نیم دیگر با اشعهٔ زیرقرمز عکس‌برداری شده است .



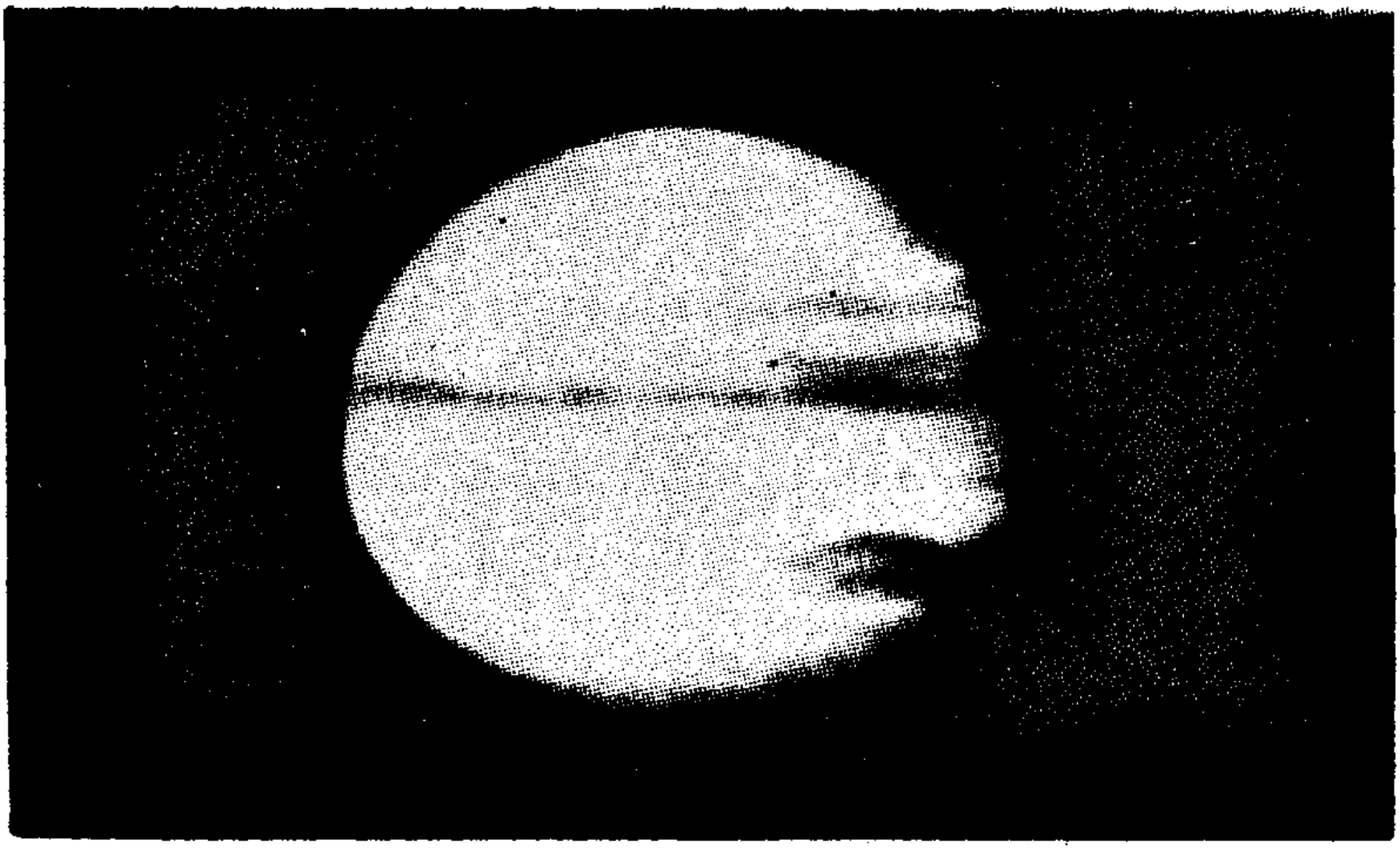
تصویر ۶ ب ـ ابری ازجو مریخ که بصورت لکهٔ سفیدی‌درعکس سمت‌چپ دیده میشود.



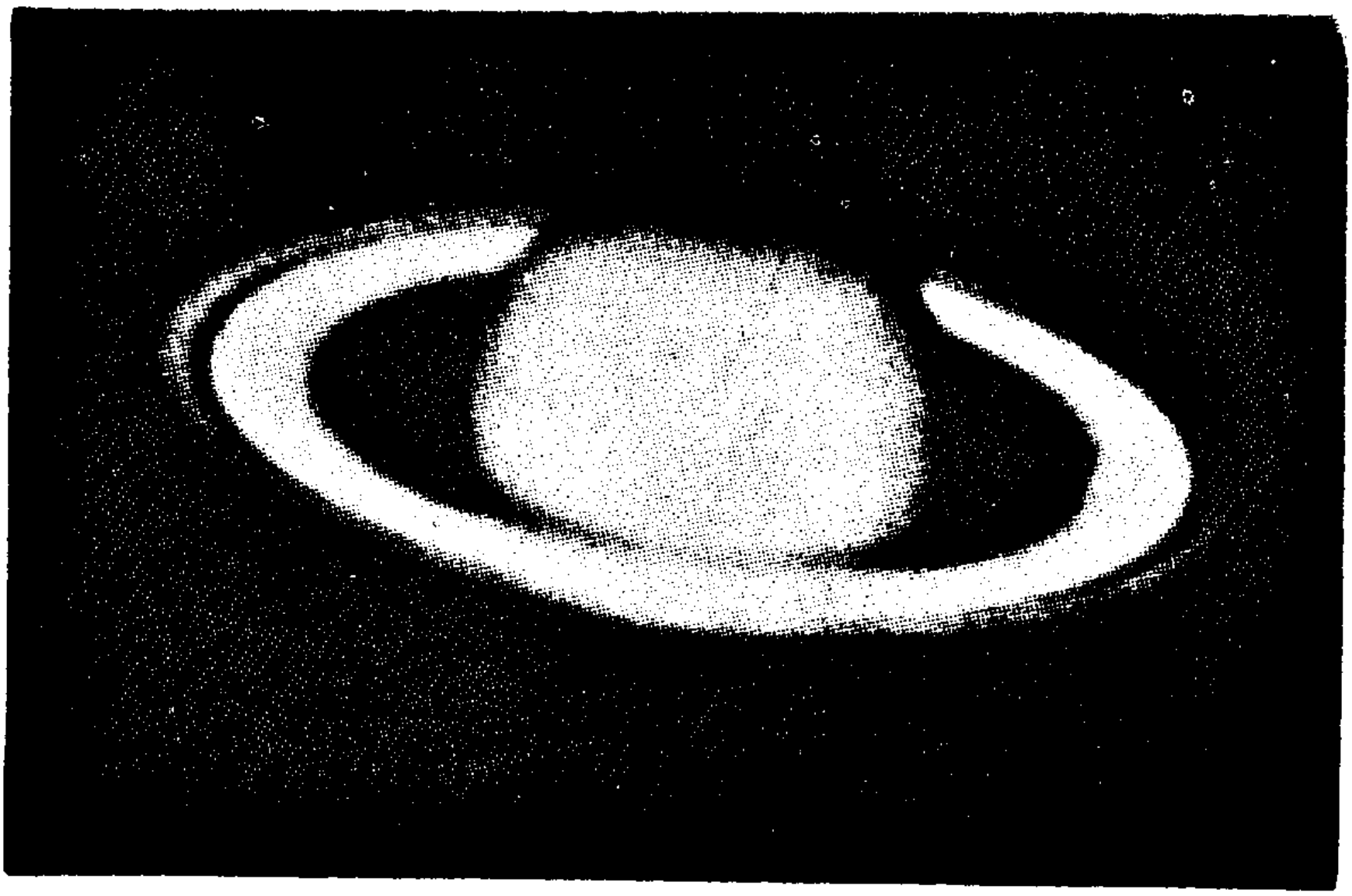
تصویر ۶ ث ـ این نقشه‌ای‌است که ازکانالهای‌مریخ توسط د.ج. ترامپلر از مطالعهٔ بصری سال ۱۹۲۴ رسم گردیده است.

@karnil

کارنیل



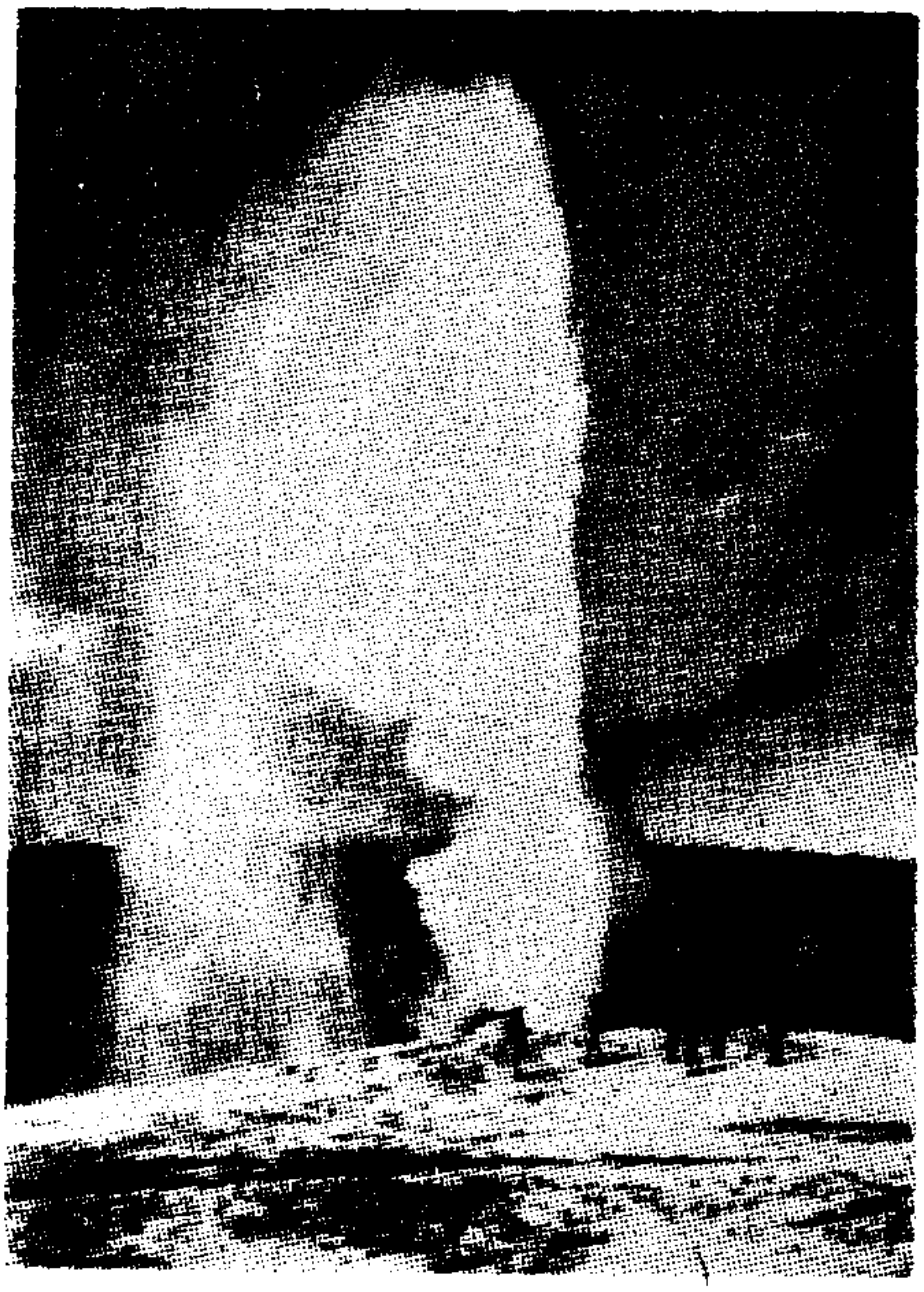
تصویر ۷ ـ عکس مشتری باخطوط افقی آن که بستگی بوضع جو آن دارد. سطح خود سیاره هیچوقت دیده نشده است.



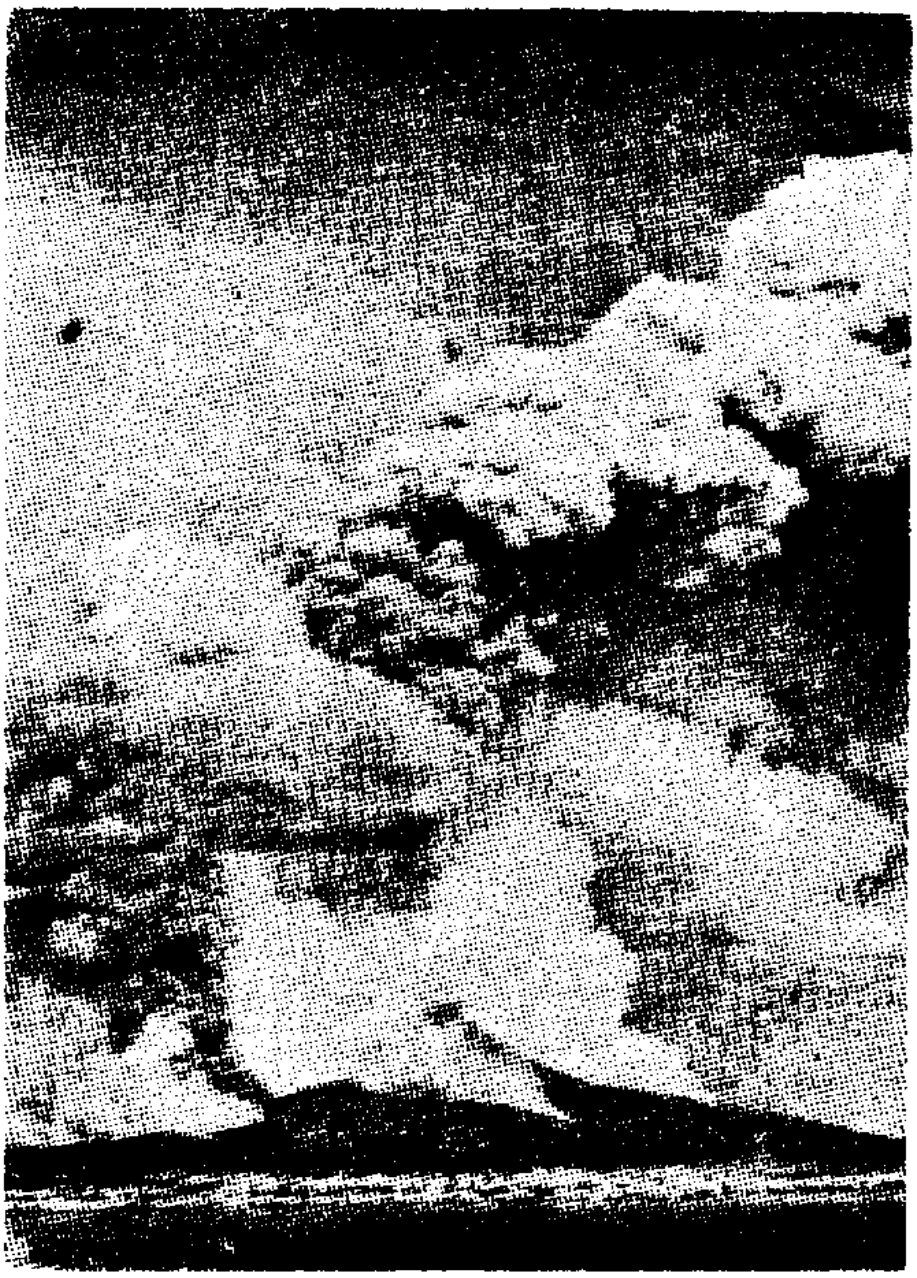
تصویر ۸ ـ عکس زحل با خطوط افقی نظیر خطوطی که در مشتری دیده شده است حلقهٔ زحل را تعداد زیادی از سنگهای سماوی کوچك تشکیل می‌دهد که بدور سیاره در گردش می‌باشند و شاید خرده‌هائی از یك قمر قبلی باشد.

@karnil

کارنیل



تصویر ۹ ـ یك چشمه آب گرم در باغ ملی سنگ‌زرد . سایش ادواری آب گرم مربوط باین‌است که آب از سطح زمین بـداخل شکافهای پوسته نشد می‌کند وپس‌از آنکه به عمق بیش از دو کیلومتر رسید براثر تماس باصخره‌های‌داغ داخل‌زمین به‌جوش می‌آید.

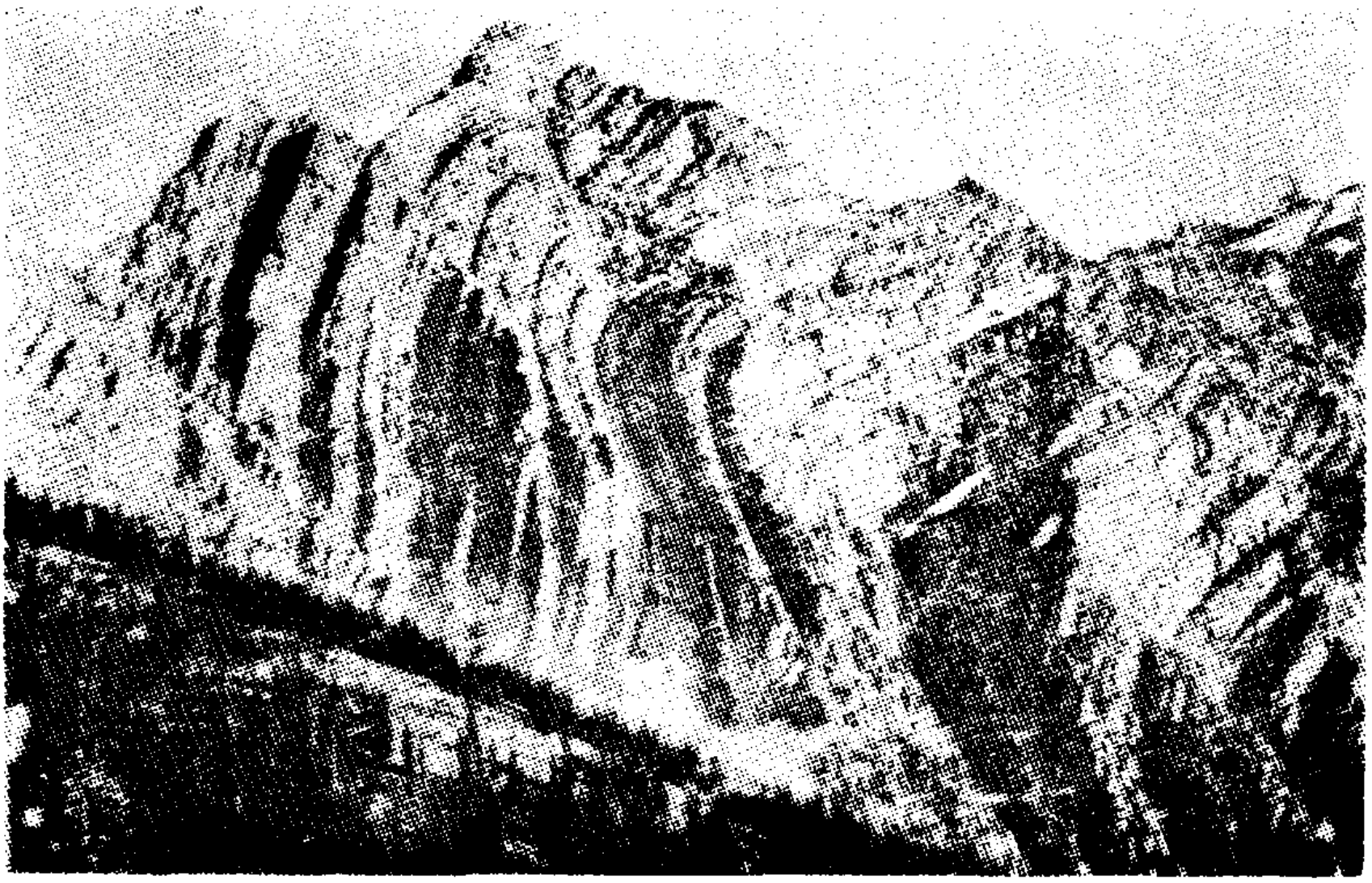


تصویر ۱۰ ـ سایش کوه آتشفشان وزو ، آوریل۱۸۷۲ ـ موادمذاب از عمق ۵۰ کیلومتری و از طریق شکافهای پوسته سخت بسطح زمین رانده میشود . حرارت گدازه که از کاسهٔ سر آتشفشان بیرون‌می‌آید حدود ۱۲۰۰ سانتیگراد است.

@karnil

کارنیل

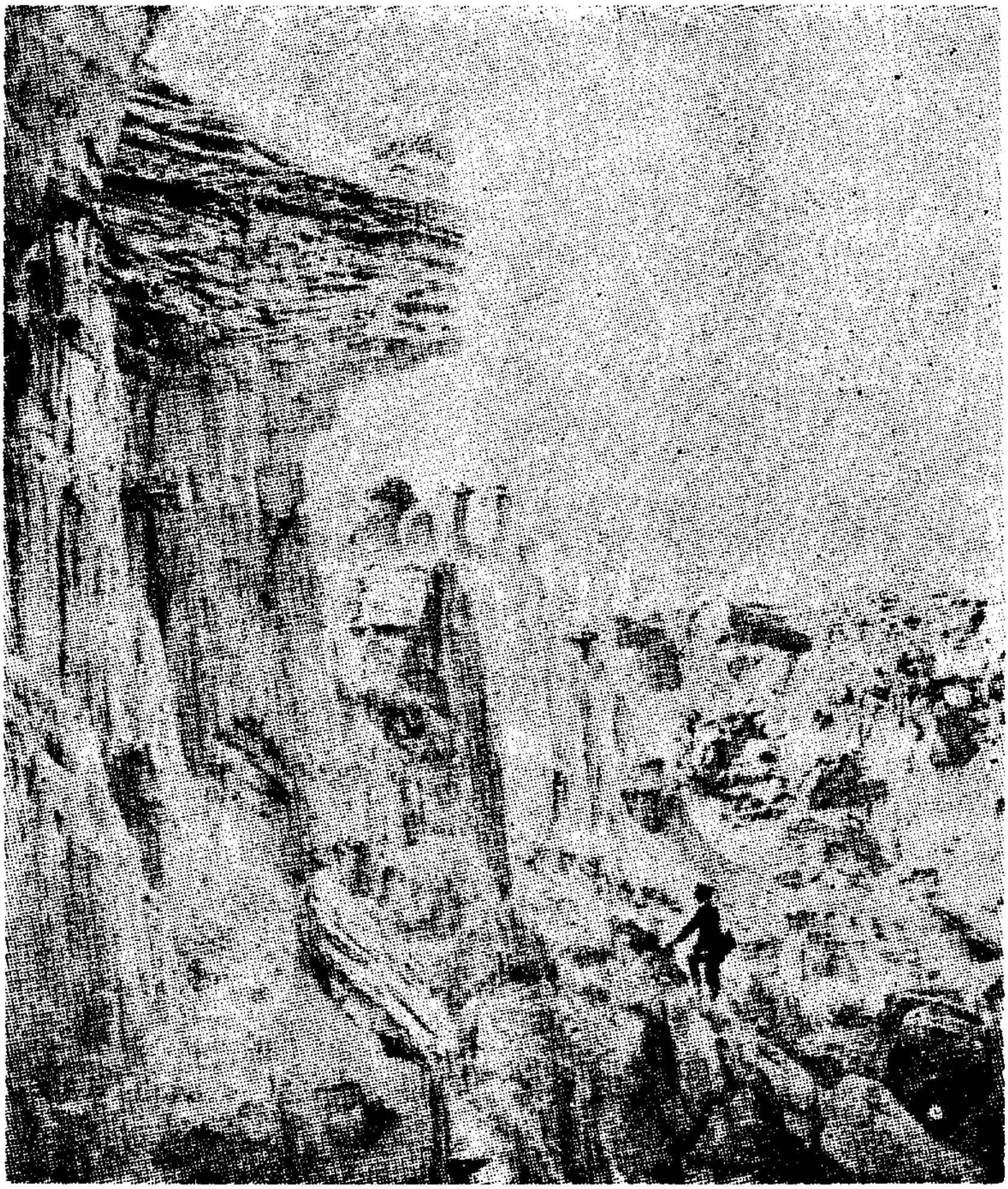
تصویر ۱۱ الف ـ شکاف‌های عمیقی که بر اثر زمین لرزه‌های شدید در سطح زمین پدا شده است .



تصویر ۱۱ ب ـ تمایل خطوط طبقات سنگهای‌رسوبی بخوبی نشان‌می‌دهند که‌کوهها بر اثر فشار قشر زمین حاصل شده‌اند.

@karnil

کارنیل



تصویر ۱۲ ـ آب باران در داکوتای جنوبی این تصویرهای گوناگون را ساخته است . علت آنکه ستونهای عمودی سر پا ایستاده‌اند این است که ماده آنها زیر وزن تخته سنگهای بالائی کمی بیشتر فشرده شده است.

@karnil
کارنیل

خورشید سطحش‌را درخشان می‌ساخت

حرارت سطح مریخ ، که به‌نظر مساعدترین محل برای وجود حیات در خارج از زمین است ، تاحدی جالب توجه است . اندازه‌گیریهایی‌که با **بولومتر**(Bolometre) شده نشان می‌دهد که حرارت متوسط آن در طـول استوا فقط ده درجه یااندکی‌بیشتر ازآن‌است . بولومتر دستگاه بسیار جالبی است که مقدار حرارت حاصل از تشعشع اجسام را در فواصل بسیار دورثبت می‌کند . حرارت سطح مریخ بلافاصله پس از طلوع آفتاب یا پیش از غروب آن حتی در نواحی استوایی نیز بایستی از نقطهٔ انجماد آب پایین‌تر بوده‌و شبهای آن خیلی سرد باشد . [1] نواحی قطبی مریخ سرد ترند .

احتمال دارد حرارت در کـلاهك های قطبی در حدود ۷۰° ـ باشد چنین آب و هوایی را گرچه نمی‌توان مساعد گفت ولی در عین حال مانع رشد گیاهان یاحتی حیوانات نمی‌شود .

گر چه وجود گیاه در مریخ مسلم است معهذا اثبات وجود جانوران یا نبودن آن‌طبیعتاً خیلی‌مشکلتر می‌باشد. قریب بیست وپنج سال پیش،ادعای واهی ستاره شناس آمریکایی **لوول پرسیوال** (Lowell Percivall)در جهان دانش و در افکار عمومی آشوبی بپا ساخت .لوول مدعی بود که‌نه‌فقط نشانه‌هایی از وجود جانوران‌را درمریخ کشف کرده، بلکه‌وی «ساکنین‌مریخ» را نیز دارای فرهنگی عالی خوانده است .

ادعای لوول مبنی بروجود «کانالهای مریخ» بوده است . کانالهای مریخ شبکه‌ای مرکب از خطوط هندسی مشخص‌سطح مریخ راگویندکه‌کاملا راست و نازك و دقیق به‌نظر می‌رسند . این شبکه نخستین بار توسط ستاره شناس ایتالیایی**جیووانی شیاپارلی**(Giovanni Shiaparelli) در سال ۱۸۷۷ دیده شده و از آن پس توسطعدهٔ دیگر نیز مشاهده‌و توصیف گردیده است . (تصویر ۶ـث). اگر واقعاًچنین کانالهایی موجود بودند، نظم‌هندسی کامل آنها فقط می‌توانست نتیجهٔ به‌کار رفتن هوش موجودات زنده باشد لوول،تئوری ساده‌ای را باکمال بیباکی عنوان کرد که برطبق آن ساکنین مریخ که‌باکم‌آبی‌مواجه بوده‌اند ، برای تنازع‌مأیوسانه بقا، سیستم مخصوصی

۱ـ گاهی لکه های کوچك سفید در نزدیکی سطحی از مریخ که در آنجا آفتاب طلوع می‌کند دیده‌می‌شودکه وقتی خورشید بالا می‌آید ازبین‌می‌رود . شکی نیست که این لکه‌های سفید خیلی شبیه شبنم یخ زده است که درشبهای سرد زمستان روی زمین تشکیل می‌گردد .

@karnil
کارنیل

برای آبیاری وسعت‌های عظیم زمینشان به‌کار بردند ، بدین معنی که باحفر این کانالها در سیارهٔ مشرف به‌زوال خود، توانسته‌اند باکم آبی مقابله‌نمایند. بنابه‌نظر لوول کانالهای سطحی مریخ نشانهٔ نواحی دارای پارك‌ها وباغهایی است که در طول این مجاری مصنوعی احداث شده‌اند و از صحاری لم‌یزرع قرمز رنگ عبور می‌کنند . لوول چنین تصور کرد که در آغاز بهار یکی از نیمکره‌ها ،هنگامی‌که برفهای یك کلاهك قطبی ذوب می شود ، آب‌حاصل را مصنوعاًو به‌کمك تلمبه‌ها در این کانالها وارد می‌سازند و برای نواحی خشك استوایی آب اندوخته می‌کنند. لوول حتی از روی‌تغییررنگ تدریجی آب کانالهاکوشش کرد که سرعت جریان آب آنها را نیز تخمین بزند .

اگر واقعاً چنین کانالهایی موجود بوده‌اند ، تصورات مذکور بسیار جالب و پرارزش می‌شد ولی بدبختانه وقتی باتلسکوپهای قوی به‌مشاهدهٔدقیق پرداختند و باپیشرفت فن عکاسی، معلوم شد که چنین نیست بلکه‌این‌شبکه‌ها و کانالهاکه عده زیادی وجود آن را تأییدکرده‌اند به نظر خطای سادهٔ باصره است ، بدین معنی که چشم انسان عـادت دارد هروقت به‌چیزی کـه نزدیك حد رؤیت است‌نگاه‌کند، جزئیات‌آنهارا به وسیلهٔ خطوط نازك خیالی به‌هم مربوط سازد و از مجموعهٔ آنها اشکال هندسی به‌وجود آورد . دراین که‌تعداد بیشماری لکه‌های سیاه در سطح مریخ وجود دارد شکی نیست ولی خطوط راست یاکانالهایی آنها را از هم جدا نمی سازد و هنوز نمی‌دانیم آیا جانوری در مریخ وجود دارد یانه .

@karnil

کارنیل

فصل پنجم

سفری به‌سوی مرکز زمین

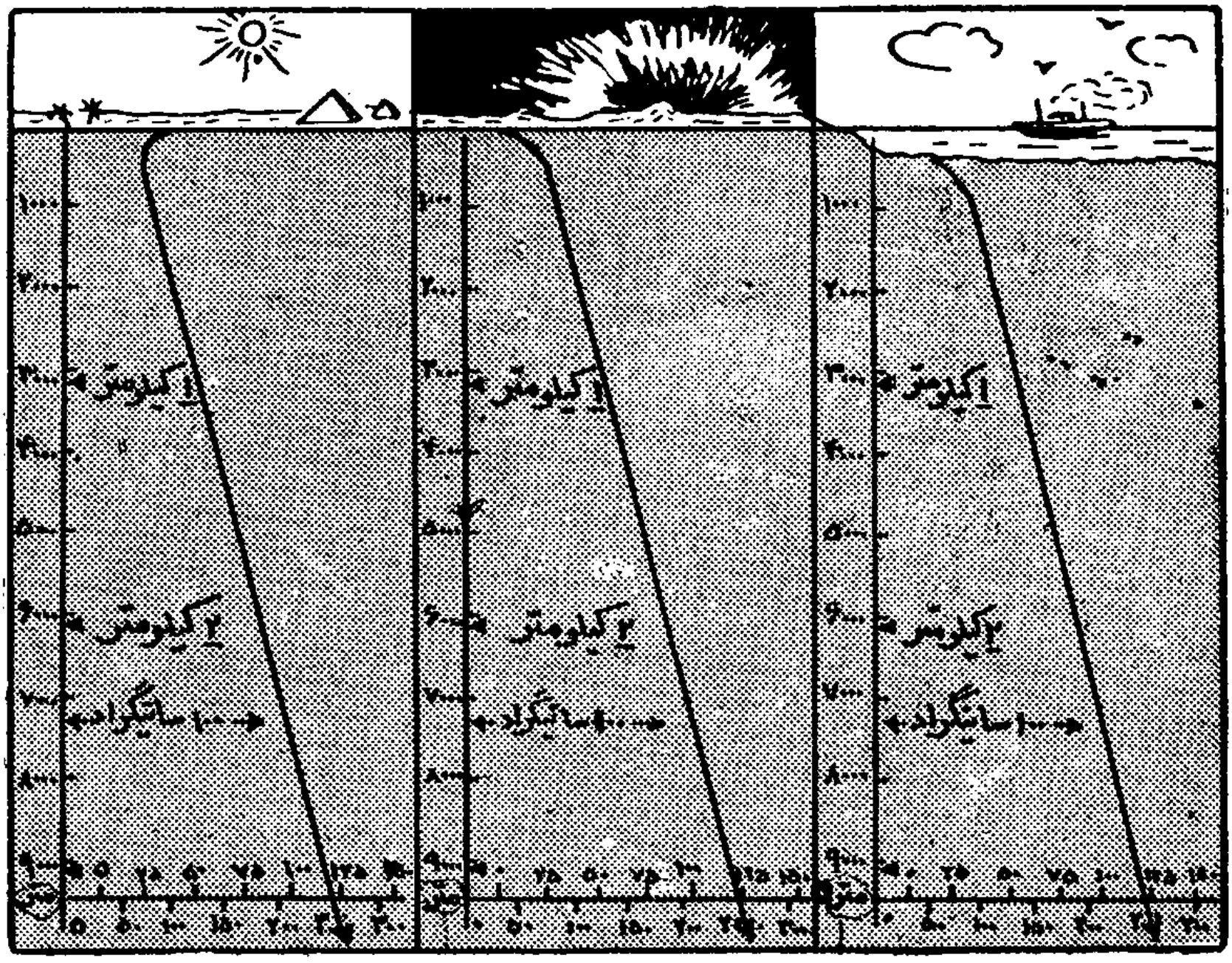
هرچه عمیق‌تر گرمتر

اکنون به‌زمین باز می‌گردیم وبدون توجه به زیبایی‌های مناظر سطح آن سفری به‌داخل ، یعنی به‌سوی مرکز زمین آغاز می‌کنیم . گرچه اکنون وسایل ارتباطی راحت و کافی، تمام نقاط سطح زمین را باهم مربوط‌می‌سازد و **پروفسور پیکار**(Prof. Piccard) نیز توفیق حاصل‌کرده تا ارتفاعات بسیار زیاد یعنی تا آنجاکه هوابی‌نهایت رقیق است صعودکند، معهذا وسایل مسافرت به اعماق زمین ناقص است . عمیق‌ترین معادن و چاههای امروزی به‌سه‌کیلومتر بالغ نمی‌گردند . این مقدار از یك دوهزارم‌کل فاصله ما تا مرکز زمین‌کمتر است . بیش از این‌عمق ، مطالعهٔ مستقیم درون زمین‌کاملا غیر ممکن است .

اما اگرچه‌یك سلسله‌حفریات تاعمق نسبتاً کم‌صورت گرفته معهذا نتیجه‌بسیار مهم ازآنها حاصل‌شده است وآن این‌است‌که **هرچه پایین‌ترمی‌رویم حرارت سنگها به‌طور ثابت افزایش می‌یابد.** هرچه عمق معدن بیشتر باشد حرارت همیشه‌زیادترمی‌شود ودرعمیق‌ترین‌معدن‌طلای‌دنیا، یعنی‌معدن**رو بین سوندیپ** ، جنوب‌افریقا،مثلا، دیوارهٔ‌چاه‌به‌قدری گرم‌است که‌قریب نیم‌میلیون دلارمخارج نصب دستگاه تهویه در آن شده تا معدنچیان در آنجا زنده‌زنده‌کباب نشوند.

@karnil

جالبترین اطلاعاتی که از وضع انتشار حرارت در اعماق زمین به‌دست آمده از چاههای مختلفی است که درهزارهـا نقطهٔ زمین حفر شده است . اندازه‌گیری حرارت این چاهها نشان می‌دهد که **افزایش حرارت به تناسب‌ازدیاد عمق ، پدیده‌ای عمومی است** و عملاهیچگونه ارتباطی به‌وضع جغرافیایی‌محل ندارد . درجهٔ حرارت اعماق کم غالباً یکنواخت نیست زیرا تحت‌اثر آب‌و هوای سطح زمین قرارمی‌گیرد ، به‌طوری‌که سنگهایی که تا قریب سی‌متری زمین زیر دشت‌های مستور از یخ نواحی قطبی قرار دارند طبیعتاً سردتر از سنگهای زیر صحرای افریقامی‌باشند . اندازه‌گیری حرارت چاههایی که‌در کف اقیانوس‌ها حفرشده‌اند (البته چاه‌هایی‌که خیلی از ساحل‌دور نباشند) نیز چنین نشان می‌دهند که حرارت سنگ‌هایی که در اعماق این آب‌ها قرار



افزایش درجه حرارت‌در اعماق زیاد به‌شرایط سطح زمین ارتباطی ندارد. در عمق قریب ۲۴۰۰ متر حرارت به درجه جوش آب می‌رسد .

دارند کمتر از حرارت سنگهایی است که در همان اعماق قاره‌ها موجودمی‌باشند . همهٔ این اختلافات ، محدود به‌یك لایهٔ نسبتاً نازك قسمت خارجی قشر

@karnil
کارنیل

زمین است و در اعماق زیاد ، سطح نقاطی‌که حرارت برابردارند موازی سطح‌کرهٔ زمین است. شکل ۱۹ که نموداری ازتغییرات حرارت نقاط مختلف لایهٔ خارجی پوستهٔ زمین است نشان می‌دهدکه **افزایش حرارت دراینجا وضع دقاٹ دارد وتقریباً بازای هرکیلومترعمق سی درجه است**

چون حرارت متوسط سطح زمین ۲۰ درجه است لذا **در عمق ۲۵۰۰ متری حرارت سنگها بدرجهٔ حرارت جوش آب می‌رسد**. اگرآبهای سطح زمین ازشکافهای‌آن به داخل قشر نفوذکنند و به چنین عمقی برسند به جوش می‌آیند و به صورت آبفشانهای‌گرم زیباکه نمونهٔ‌آن درباغ ملی **یلوستون** ملاحظه می‌شود بافشاربخارآب بیرون می‌جهند .

اگر افزایش حرارت باهمین نسبت به عمقی معادل ۱۲ کیلومتر بیشتر ازاعماقی برسدکه به‌آنها دسترسی‌حاصل شده (وظاهراً دلیلی وجود نداردکه چنین نباشد)[1] **درعمق ۵۰کیلومتری سطح زمین ،گرمای درونی باید به حد حرارت سنگهای مذاب برسد** (یعنی حرارت بین ۱۲۰۰ درجه و ۱۸۰۰درجه) بدون شك‌گدازه‌های آتشفشانی‌که از کوههای متعدد آتشفشانی سطح زمین خارج می‌گردند ازچنین عمقی منشأمی‌گیرند. درواقع اندازه‌گیری‌حرارت داخل دهانهٔ‌آتشفشان همیشه قریب ۱۲۰۰ درجه را نشان می‌دهدکه مربوط‌به عمق ۵۰کیلومتراست .آتشفشانهایی‌که خیلی پیش از پیدایش علم ژئو فیزیك صورت‌گرفته و قدیمی‌ها را به ایراد این فرضیه وادار کرده که همه جا زیر پاهایشان « جهنم » وجود دارد ، خود بهترین دلیل نازك بودن پوستهٔ جامد زمین است‌که‌کلیهٔ اوضاع حیاتی ما درآن مستقرمی‌باشد .

جامداتی‌که جریان‌می‌یابند ومایعاتی‌که شکاف برمی‌دارند .

درنظر اول چنین به‌نظرمی‌آیدکه قراین مذکورجای شکی باقی نمی‌گذارند **که درعمق ۵۰ کیلومتری ، سنگهای مشکلهٔ پیکر زمین بایستی در یك حالت کاملا مذاب موجود بوده و کلیه اختصاصات مایعات معمولی را دربر داشته باشند** ولی تعجب خواهیدکردکه یك سلسله مطالعات دیگر ثابت کرده‌اندکه مواد مشکلهٔ زمین واقع درعمق ۳۰۰۰کیلومتری (یعنی در نصفهٔ راه بین سطح ومرکز) تمام خواص جامدات قابل ارتجاع را دارند .

۱ــ در فصل ششم خواهیم دید کــه در اعماق خیلی بیشتر از ایــن می‌توان استثناهایی از قاعدهٔ‌کلی انتظارداشت .

@karnil
کارنیل

درحقیقت چنانکه بعداً درهمین فصل خواهیم دید، تغییرشکلی که تحت اثر جزر ومد ماه درپیکرزمین حاصل می‌شود وهمچنین وضع انتشار امواج زلزله دراعماق سیارهٔ ما **مجبورمان می‌سازد که مواد مشکلهٔ زمین را مانند فنری فولادی قابل ارتجاع بدانیم .**

آیا حقیقتاً این تناقضی است که جوابی برآن متصور نیست یاآن که می‌توان این دونتیجهٔ به ظاهر مخالف را به نحوی توجیه‌کرد ؟ آیا ماده‌ای می‌تواند درعین حال هم قابل ارتجاع و هم مایع باشد ؟ بدیهی است هرگز نمی‌توان تصورکردکه ازمایعی فنرساعت ساخته شود یامیله‌ای آهنی از درون شیشه‌ای بیرون بریزد . ولی گرچه ممکن است عجیب به‌نظر برسد ، مواد بسیاری وجود دارندکه این‌دوخاصیت ظاهراً متناقض را درخود جمع کرده‌اند یعنی این‌که در عین‌حال هم جامدند و هم مایع . به عنوان مثال قطعه‌ای لاك معمولی را درنظرمی گیریم وباچکش ضربه‌ای روی‌آن وارد می‌آوریم . بدیهی است لاك مانند سفال یا شیشه خورد خواهد شد . اما اگرقطعه‌ای لاك را در شیشه‌های گشادی قراردهیم وبه مدت دوسال آن را به حال خود باقی‌گذاریم خواهیم دیدکه لاك درتمام شیشه پخش شده وچون مایعی‌آن را پرکرده است . به همین طریق اگرسکه‌ای را روی سطح قیری‌که جامد است قرار دهیم پس ازمدت مدیدی درآن فرومی‌رود درحالی‌که اگرقطعه‌ای‌چوب پنبه درون قیر باشد مانند وقتی‌که درون‌آب قراردارد ازآن بالا می‌آید . مثال مشهوردیگر لاك مخصوص‌کفاشی است‌که ظاهراً سختی بسیاردارد به‌طوری‌که می‌تواند با آن دیاپازون ساخته شود . اگر موسیقیدانی که چنین دیاپازونی را به‌کار می‌بردآن را روی طاقچه اطاقش فراموش‌کند ، پس‌از مدت مدیدی باکمال تعجب مشاهده خواهدکرد که دیاپازون مانند آن‌که ازعسل ساخته شده باشد روی طاقچه پهن شده است .[1]

اگرفقط ازنظر فیزیکی به موادی نظیر قیرنگاه کنیم باید آنها را

۱ــ شیشهٔ معمولی پنجره نیزگرچه از آنچه در بالاگفته شده‌کمتر قدرت سیلان دارد معهذا به این دسته از جامدات متعلق است . ابزارهای شیشه‌ای قدیمی‌که ازفراعنهٔ مصر به‌جا مانده‌اند گرچه هزارها سال از تاریخ ساختن آنها می‌گذرد شکلشان را چندان تغییر نداده‌اند . اما درجه سیلان شیشه ، چنان‌که بعداً خواهیم دید ، باید به ساختمان غیرمتبلورش بستگی داشته باشد.

@karnil
کارنیل

حقیقتاً مایع بدانیم و ظاهر جامدشان به علت آن است که خاصیت چسبندگی (Viscosity) فراوان دارند . محققاً اگر این مواد را دفعتاً تحت اثر نیرویی قوی قرار دهیم چون باید شکلشان را به سرعت تغییر دهند ، ترك برمی‌دارند . اما تحت اثر نیروهای ضعیف که به مدت نسبتاً طولانی بدانها اثر کند مانند مایعات جریان می‌یابند .

فرق مواد به ظاهر جامدی که چسبندگی فراوان دارند با جامدات حقیقی که هیچگاه جریان نمی‌یابد در ساختمان مولکولی داخلشان است . بدین معنی که در جامدات حقیقی مولکولها به وضع مرتبی مجاور هم قرار دارند و به‌اصطلاح تشکیل «شبکهٔ بلوری» می‌دهند[1] درصورتی که مولکولهای مایعات معمولی و مایعاتی کـه دارای چسبندگی فراوان می‌باشند وضعی کاملا غیرمنظم دارند . اگرهرگونه جابه‌جایی‌بخواهد در مولکولهای مواد متبلور ایجاد شود ، نیروهایی بـه وجود می‌آید کـه آنها را بـه وضع اولیهٔ شبکه مانندشان بازمی گرداند در صورتی که مولکولهای مایعات روی هم می‌لغزند و فقط نیروی حاصل از اصطکاك آنهـا ممکن است حرکت مولکولها را مانع شود. اگر نیروی اصطکاك مولکولها بـه اندازهٔ کافی زیاد باشد ، گروههای مولکولها فقط باکندی بسیار تغییر شکل خواهند یافت وتحت اثرهرعاملی که بخواهد شکلشان را به سرعت تغییردهد ، به سهولت خورد می‌شوند . قابلیت لغزش مولکولها البته به جنس مولکولها ودرجهٔ فشردگی‌آنها تحت اثر فشار خارج بستگی دارد. درفشارمعمولی جو، به محض اینکه حرارت دروضع‌اولیهٔ شبکه بـلوری مولکولها جا به جایی ایجاد می‌کند ، مولکولهای غالب مواد باسهولت بیشتری می‌لغزند . فقط دربعضی مواد نادر مانند قیر ولاك نیروی اصطکاك دارای اهمیت می‌باشد اما درفشاربسیار زیادی که درون زمین وجود دارد[2] فشردگی مولکولهای مشکلهٔ سنگها به قدری است که حتی درحالت

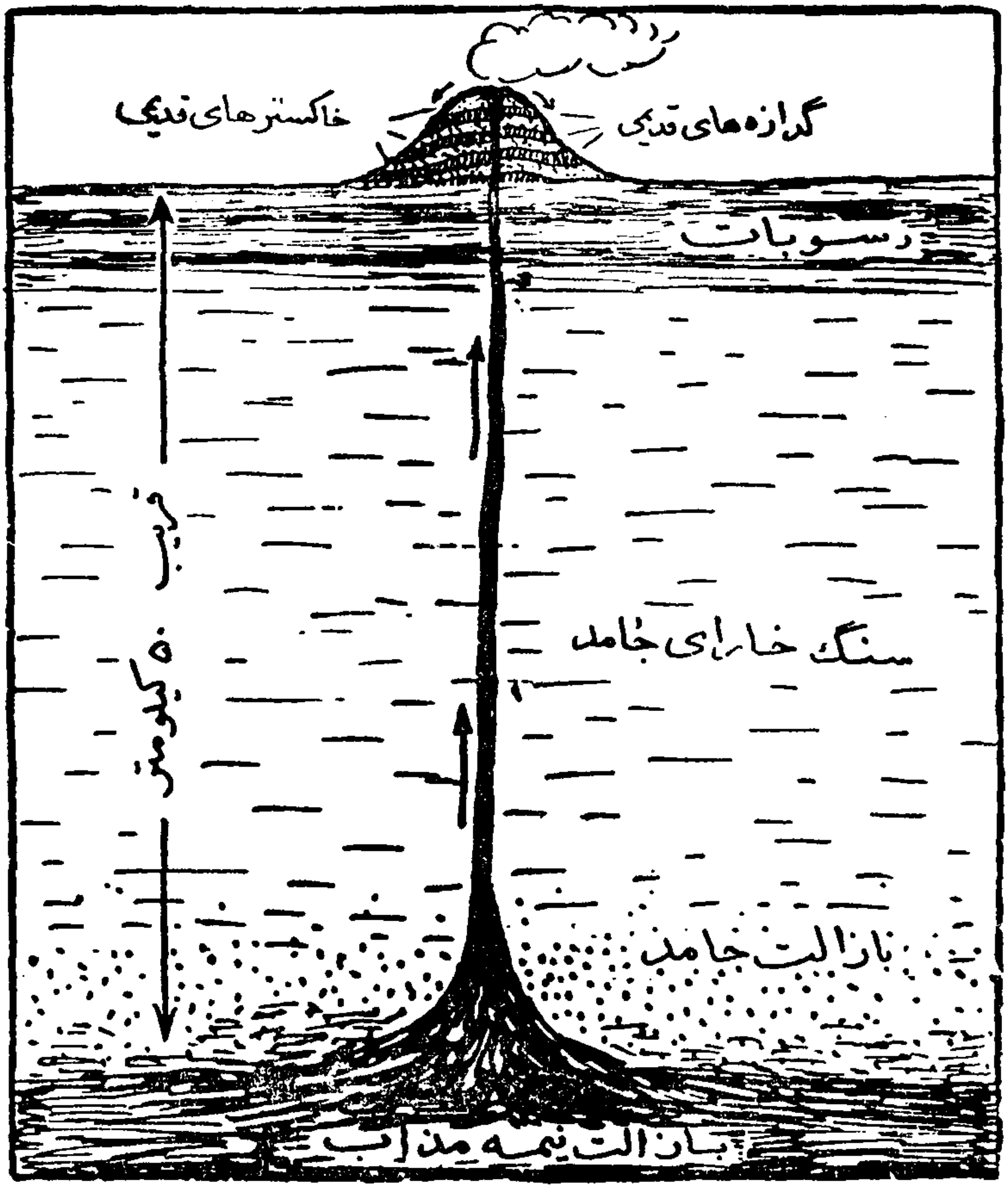
۱ـ گرچه تمام اجسام جـامد ساختمان بلوری دارند معهـذا در بسیاری از آنها بلورهای جدا ازهم بقدری کوچکند وآنچنان به هم پیوسته‌اند که متبلور بودن آنهافقط بامطالعات میکروسکوپی ثابت‌می‌شود. این‌رشته ازجامدات دارای بلورهای بینهایت کوچك ، مثلا شامل تمام فلزات معمولی می‌باشند.

۲ـ درعمق ۵۰ کیلومتری فشاری که به علت وزن سنگهای فوقانی‌حاصل‌می‌شود قریب ۲۰۰۰۰ آتمسفر است .

@karnil

مذاب نیز قدرت سیلان آنها بسیار کم می‌شود .

امر فوق ما را به فهم این موضوع قادر می‌سازد که چرا **نیروهایی‌که سبب تغییر سریع می‌شوند۱ مانند نیروهای موجد امواج زلزله وقتی در**



طرحی از انفجار آتشفشان

۱ــ نیروهای جزر و مدکه درهرشش ساعت تغییرجهت می‌دهند برای‌موادی که چنین چسبندگی زیاد دارند از نیرو هایی‌که تغییرات سریع به‌وجود می‌آورند به شمارمی‌آیند .

@karnil
کارنیل

اعماق زیاد اثر می‌کنند ، سنگها به جای آن‌که چون‌حالت‌مذاب دارندجریان یابند درست مانند موادی‌که قابلیت از انجاع‌کامل دارند واکنش می‌نمایند .

قدرت سیلان مواد در اعماق زیاد وقتی ظاهرمی گردد که شکافی‌تصادفی درقشرجامد زمین به‌وجودآید ومادهٔ نرم‌وگداختهٔ اعماق‌تحت‌فشارخارق‌العاده‌ای که در آنجا وجود دارد به داخل این شکاف فشرده شود وبه‌کندی بـه سوی سطح زمین حرکت نماید . وقتی مادهٔ مذاب رفته رفته به نزدیکی سطح‌زمین می‌رسد، داخل نواحی‌کم فشارمی‌گردد ومولکولهایش ازهم بازمی‌شوند. در این حالت تحرك را از سر می‌گیرد وبه صورت‌گدازهٔ مایع قرمز سوزان از دهانهٔ آتشفشان خارج می‌شود .

البته لازم نیست‌که شکاف پوستهٔ‌جامد زمین ازناحیهٔ مذاب تاسطح‌زمین یکسره ممتد باشد . دربسیاری موارد چنین به‌نظر می‌رسدکه مواد مذاب قبل از رسیدن به سطح زمین به وضعی افقی پخش می‌شوند ودرآنجا توده‌هایی از مواددرونی‌تشکیل می‌دهندکه دراصطلاح زمین شناسی**لاکولیت**(Laccolith) نامیده می‌شوند .

چنین تشکیلاتی غالباً وقتی درسطح زمین دیده می‌شوندکه لایهٔ فوقانی آنها تحت اثرتخریبی‌که بعداً متحمل می‌گردد ازبین برود .

قاره های شناور

درفصل سوم بیان‌گردیدکه قسمت عظیمی از قشر اولیهٔ زمین طی تولد ماه اززمین‌جدا شده وپیکرقمرش را به‌وجودآورده است. قطعات بزرگ قشر اولیهٔ باقیمانده ، بلافاصله پس ازسانحهٔ تولد ماه درسطح بازالت مذاب سنگین شناورگردیدندوقاره‌های عظیم‌کنونی‌رابه‌وجودآوردند درحالی‌که لایهٔ‌خارجی بازالت‌که در قسمت سطحی باقی مانده ، غیراز ناحیه اقیانوس‌کبیرکه از یك لایه نازك خارایی پوشیده شده بوده‌کف حوضه‌های اقیانوس‌ها را تشکیل داده است. قطعات‌مشکله قاره‌ها ازآن پس درست مانندکوههای یخی (Iceberg) که در سطح آب اقیانوسهای کنونی شناورند روی اقیانوسی از بازالت مذاب شناور گردیدند .

قطعات خارایی قاره‌ها وقتی روی سطح بازالت مذاب شناورگردیدند به‌آن اندازه درآن فرو رفتندکه (طبق قانون ارشمیدس) وزن بازالت جا ـ

@karnil
کارنیل

به جا شده مساوی وزن کل قطعات خارای شناور شده باشد . از روی وزن مخصوص نسبی سنگ خارا و سنگهای بازالتی (۲/۶۵ و۲/۸۵ اگر آب واحد فرض شود) به سهولت می‌توان حساب کرد که فقط یك سیزدهم ضخامت لایهٔ خارایی از بازالت مذاب بیرون مانده وبقیه در آن فرورفته است .[۱] پس‌ازآن‌که لایهٔ خارجی‌بازالت منجمد شد وقاره‌ها ، دربین پوستهٔ جامدجدید محکم جاگرفتند ، اختلاف سطح آنها قاعدتاً بایستی تاوقتی بدون تغییرمانده باشد که حوضه‌های اقیانوس‌های جدید خالی بوده‌اند . هنگامی که حرارت قشرزمین ازنقطهٔ جوش آب پایین‌تر آمد بارانهایی‌که ازآسمان نازل گردیدند رفته رفته حوضه‌ها را پر کردند تا به میزان‌کنونی رسانیدند. وزن آبهایی‌که حوضه‌ها را پرساخته‌اند به‌کف‌آنها فشار واردآورده است وچون پوستهٔ جامد نسبتاً نازك زمین قادر به تحمل چنین وزنی نبوده تغییرات غیرقابل اجتنابی درآن پدید آمده است بدین معنی‌که ته اقیانوس‌ها به‌کندی فرو نشست ، در حالی‌که قاره‌هافشرده شده وبالا آمده‌اند. گرچه حوضه‌های اقیانوس‌ها اکنون تالبه ازآب‌پرمی‌باشد معهذا محاسبهٔ بلندی‌قاره‌ها ازسطح‌بازالت ته‌اقیانوس‌ها، دشوارنیست وباید قریب یك نهم ضخامت‌کل‌آنها باشد[۲] چون حد متوسط‌بلندی سطح قاره‌ها از ته اقیانوس‌ها در حدود ۵ کیلومتر است (۰/۷۵ + ۴/۲۵ کیلومتر) باید چنین نتیجه بگیریم که **ضخامت تودهٔ خارایی قریب ۴۵ کیلومتر است**. این‌که گدازه‌های‌آتشفشانی‌کنونی‌که ظاهراً ازعمق ۵۰ کیلومتری بیرون می‌آیند کلا از مواد بازالتی مرکب می‌باشند ، باضخامت فوق مطابقت‌کامل دارد . در صورتی‌که گدازه‌های آتشفشانهای‌قدیمی ، در موقعی خارج می‌شدندکه قشر زمین نازکتر از قشرکنونی بوده وازتوده‌و های مذاب

۱ــ از روی قانون ارشمیدس به این نتیجه می‌رسیم که قسمتی از جسم شناورکه ازآب بیرون است باید مساوی اختلاف وزن مخصوص تقسیم بروزن مخصوص مایع باشد . اگر اعداد فوق را در آن به کار بریم نسبت چنین می‌شود .

$$\frac{۲/۸۵ - ۲/۶۵}{۲/۶۵} \quad \frac{۱}{۱۳}$$

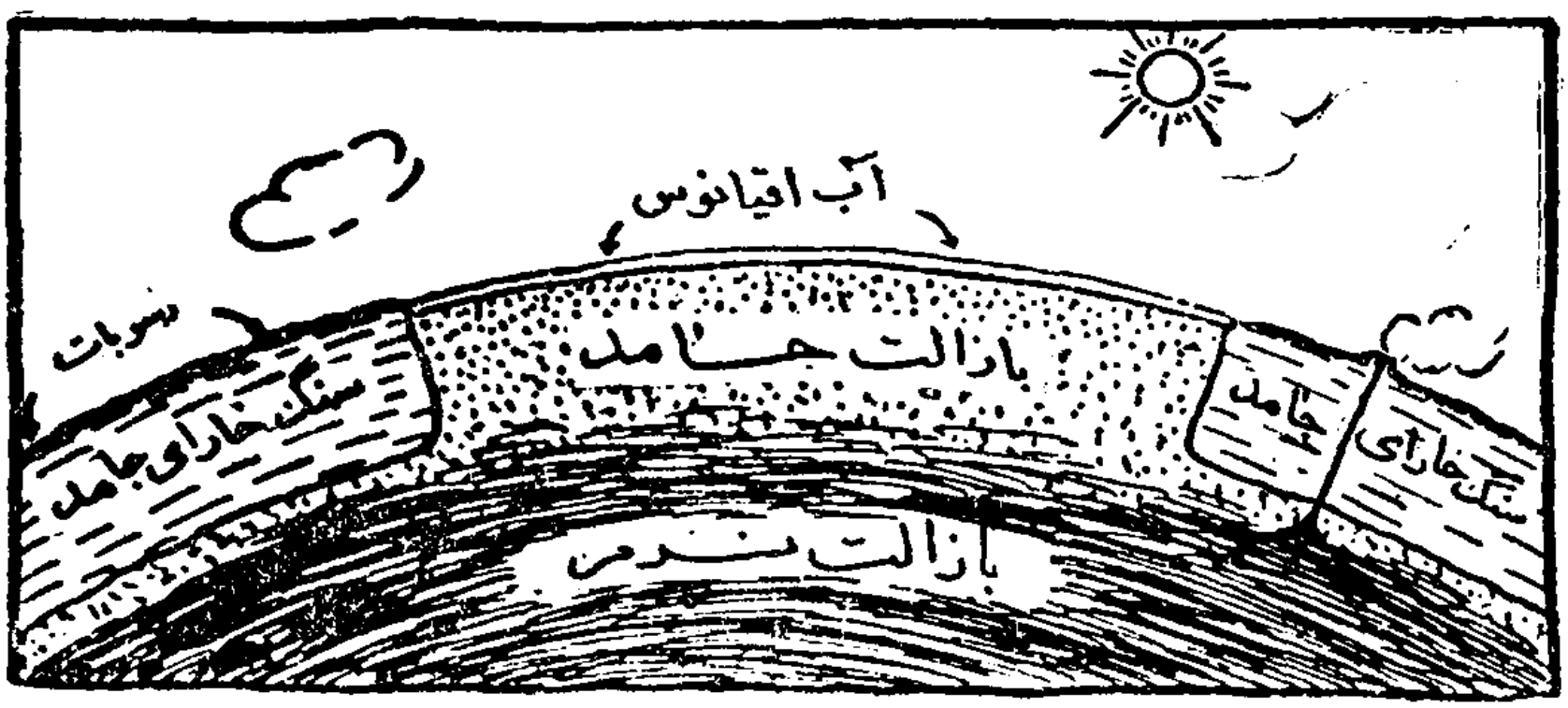
۲ــ عمق متوسط اقیانوس‌هااز ۴/۲۵ کیلومترکمتر است درصورتی‌که بلندی متوسط ارتفاعات زمین ازسطح دریا فقط از ۰/۷۵ کیلومتر کمتر است .

@karnil
کارنیل

خارایی تشکیل شده بوده‌اند . درمرحلهٔ کنونی سرد شدن تدریجی سیارهٔ ما ، پیشرفت انجماد مواد مذاب زیرقاره‌ها ، ازخط حد فاصل بین لایهٔ سنگ‌خارا و بازالت بسیار ناچیزبوده است .

قشرجامد را باید مرکب از قطعات مجزا از هم دو قسم سنگ کاملا مختلف بدانیم که به یکدیگر کاملا جوش خورده ند وروی لایه‌های تحتا نی خود یعنی بازالت نرم شناور می‌باشند .

این تعدیل که درتکامل سطح سیارهٔ ما نقش مهمی ایفا کرده است بـه (Isostasy)موسوم است. وقتی‌موادسطح زمین به‌طور یکنواخت منتشر می‌ـ گردند وضع پوستهٔ جامد زمین متناسب با آن تعدیل می‌شود . چنان‌که بعداً خواهیم دید این‌تعدیل ایزوستازیکی، درطی دوره‌های یخبندان یعنی هنگامی که لایه‌های ضخیم یخ بیشتر امریکای شمالی واروپا را پوشانده بوده اهمیتی بسزا داشته است. بدین‌معنی که وزن لایه‌های یخ سبب گردیده که نواحی‌شمالی این قاره‌ها درلایه بازالتی نرم تحتانی فرو روند. درحال حاضر کـه یخها از



شکل ۲۱ : ساختمان قشر جامد زمین

بین رفته‌اند قسمتهای فرورفتهٔ قاره‌ها هنوزهم به طور تدریج بالا می‌آیند تا به وضعی برسندکه قبل از دوران یخ بندان داشته‌اند و از اینجا می‌توانیم نتیجه بگیریم که دریاها مثلاً درطول ساحل شبیه جزیرهٔ اسکاندیناو عقب‌نشینی می‌ـ کنند . درفصل ششم همچنین خواهیم دید قشر زمین زیر بار سنگین کوههای بزرگ فرومی‌نشیند وبرجستگیهای بزرگی از سنگ خارا تشکیل می‌دهدکه در بازالت مذاب فرومی‌روند . پدیدهٔ تعدیل ایزوستازیکی ، باردیگر ما را

@karnil
کارنیل

به یاد این موضوع می‌اندازد که فقط لایهٔ نازکی از سنگهای جامد ما را از نواحی داخلی جدا می‌سازد ، این نواحی هنوزبه همان حالی وجود دارند که درموقع تولد زمین بوده‌اند. از این نظرزمین نه ازنظرسال بلکه ازنظر « حرارت جوانی » خیلی جوانتر از ماه است . درحقیقت چنان‌که دیده‌ایم چون ماه خیلی‌کوچکتر از زمین بوده اکنون بایستی به درجهٔ بیشتری منجمد شده باشد به طوری‌که قشر جامدش می‌تواند به سهولت دو برجستگی بزرگ « مد منجمد شده » را که در دو پهلوی مقابلش ایجاد شده تحمل نماید .

جزر و مد در سنگها

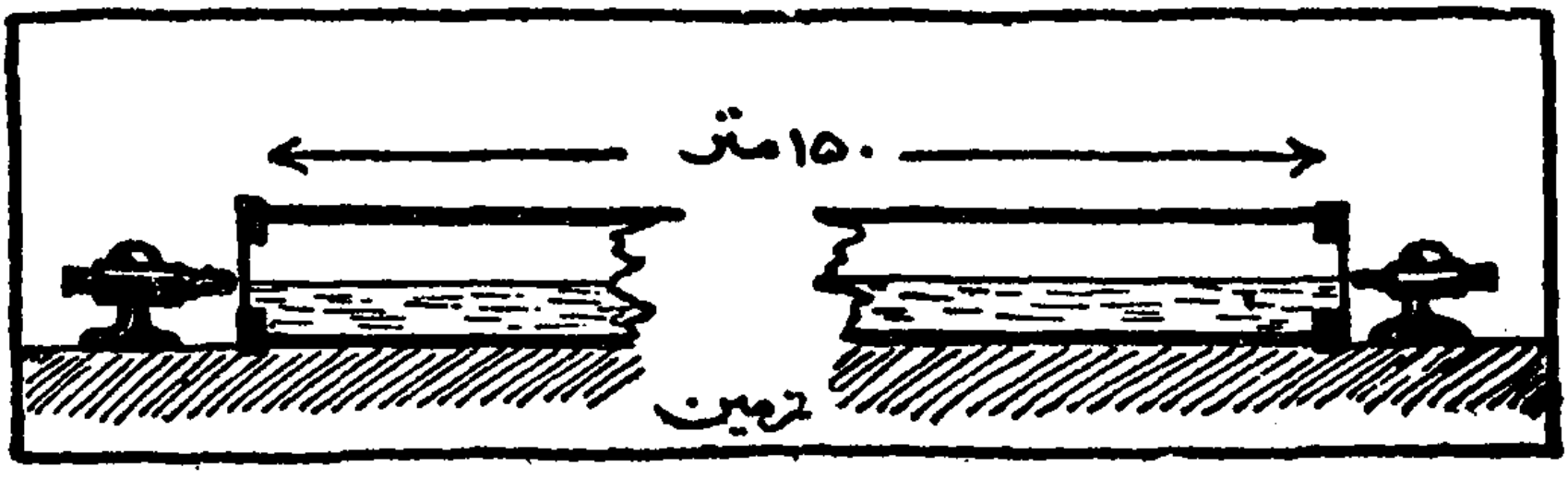
غالباً ما ازپدیدهٔ جزرومد وبالاخص از اهمیت نیروهای جزر و مد در تاریخ‌کرهٔ ماه صحبت‌کرده‌ایم. این نکته را نیز یادآورمی‌شویم‌که عمل جزر ومدخورشیدکه روی زمین مایع اولیه براثرتشدید، افزایش یافته وسبب‌تشکیل ماه‌گردیده همواره باعث بالا آمدن وپایین رفتن متناوب آب اقیانوس‌ها می‌شود وگردش زمین را کند می‌سازد .

اما اثرنیروهای جزرومد تنها عاملی نیست‌که به طورمتناوب مزاحمت قشرمایع سیارهٔ ما را تولید می‌کند بلکه پیکرسنگین زمین‌نیز به‌طورمتناوب، تحت اثرنیروی جاذبهٔ متغیری روی دو پهلوی مقابلش بالا و پایین می‌رود. قبلا دیده‌ایم که مادهٔ داخلی زمین فقط در مقابل نیروهای دایم دارای جهت ثابت اگربه مدت مدید اثرکنند ، نرمی نشان می‌دهد '**چون نیروهای جزر و مد جهاتشان را درهرشش ساعت یکبارعوض می‌کنند باید نتیجه بگیریم که واکنش پیکر زمین نسبت به این نیروها باید مانند واکنش یك کره قابل ارتجاع باشد.** به همین طریق اگر یك کرهٔ لاکی از ارتفاعی روی کف اتاق رها شود می‌جهد، ولی اگرروی‌کف اتاق برای مدت نسبتاً طویل باقی‌گذاشته شود تحت اثروزنش جریان می‌یابد . از آنجا که پیکر زمین کمترازلفاف مایعش قابلیت تغییردارد لذا « جزر و مد درسنگها » بایدکمتر از جزرومد اقیانوس‌ها باشد وبالا وپایین رفتن سطح‌آب‌که درساحل محسوس است بایستی تفاوت بین ارتفاع دو جزر ومد حاصل درسنگها و درآبهاباشد. اگرچه مانمی‌توانیم‌میزان دونوع جزرومد را به سهولت اندازه بگیریم ولی تعیین ارتفاع‌هریك به طورمجزا بسیارمشکل است. درحقیقت چون تغییرشکل زمین تحت اثرجزرومد نتیجه‌ای ازبالا وپایین رفتن متناوب تمام سطحی‌است

@karnil
کارنیل

که ناظررا احاطه می‌کند لذا جزرومد درسنگها به چشم ناظری‌که در روی زمین ایستاده است نمی‌رسد به همان‌گونه که جزرومد اقیانوس در قایقی که وسط اقیانوس‌آزاد است احساس نمی‌گردد. یکی از این راههای تخمین جزر ومد پیکرزمین محاسبهٔ جزرومداقیانوس‌ها به‌قانون نیوتون ومقایسهٔ آن باباالا آمدن نسبی اقیانوس‌ها وسطح خشکی است .

اگرزمین به صورت کرهٔ منظم وصافی بود محاسبهٔ جزرومد اقیانوس‌ها بـه روش فوق خیلی ساده می‌شد ولی بدبختانـه چون بایـد عوارض سواحل اقیانوس‌ها و اعماق متغیرحوضهٔ اقیانوسها را به‌حساب آوریم دشوارمی‌گردد.



شکل ۲۲ : دستگاه مایکل سن برای مطالعه جزرومد در شرایط آزمایشگاه

فیزیکدان آمریکایی‌به نام**آلبرت‌مایکل‌سن**(Albert Michelson) این اشکال رابه طرزماهرانه‌ای حل‌کرده است. وی به مطالعهٔ «جزرومدهای خیلی‌کوچك» که تحت اثرجاذبهٔ خورشید و ماه در آبهای کم وسعت حاصل می‌شوند پرداخته است . دستگاه مایکل‌سن شامل لوله‌ای‌آهنی به طول ۱۵۰ متر است‌که بادقت تمام به وضعی افقی قراردارد و تا نصف مملو ازآب است (شکل ۲۲). سطح‌آب لوله تحت اثرنیروهای جزر ومد ماه وخورشید درست به روش آب اقیانوس‌ها بالا وپایین می‌رود یعنی اینکه انحنای آن به طور متناوب درجهت معینی ازفضا تغییرمی‌کند .

چون «اقیانوس مایـکل‌سن » وسعت خیلی‌کمی نسبت به اقیانوس کبیر دارد مثلا (۱۵۰متر درمقابل ۱۰۰۰۰کیلومتر) لذا انحنای سطحی حاصل ، فقط‌آب دوسرلوله را به مقداربسیارکم به‌طورعمودی جا به جا می‌کند . این جا به جایی درحقیقت به‌قدری‌کم است‌که باچشم عادی دیده نمی‌شود ومایکل-

@karnil
کارنیل

سن بابکار بردن میکروسکوپی توانست ایـن تغییرات کوچك سطح آب را مشاهده کند . حداکثر این تغییرات در حدود ۰/۰۰۰۴ سانتیمتر بود. این «جزرومدهای خیلی کوچك» گرچه ارتفاع بسیار کمی داشتند معهذا مایکل ـ سن موفق گردید تمام پدیده‌های عادی را که با مقیاس بزرگی در اقیانوس صورت می‌گیرد نظیرجزر و مدهای دامنه‌داری که در دورهٔ محاق ماه‌حاصل می‌شود عیناً مشاهده‌کند .[1]

مایکل سن ارتفاع جزرومد «اقیانوس کوچك» خود را با ارتفاعی کـه از راه محاسبه فرضی در این حالت ساده به دست‌آورده مقایسه‌کرده و متوجه گردیده کـه اعداد حاصل فقط ۶۹ در صد اثر منتظره را نشان می‌دهند ر **۳۱ د. صد باقیمانده محققاً به علت جا به جا شدن قشر جامد زمین ، کا که‌لوله مایکل سن روی آن قرارداشته‌است ، تحت‌اثرجزرومد خنثی‌شده‌است.** بنا براین مایکل سن بدین نتیجه رسیدکه **جزرومد مشهود اقیانوس‌ها باید فقط معرف ۶۵ در صد حد اکثر ارتفاع آب باشد** . وچون ارتفاع جزرومد اقیانوس آزاد درحدود ۷۵ سانتیمتراست[2] لذا حداکثر بالا آمدن باید قریب ۱۱۰ سانتیمتر باشد. ۳۵ سانتیمتری که ازکل جزر و مدآب باقی می‌ماند ، محققاً به علت این است که بالا آمدن و پایین رفتن پوستهٔ جامد زمین‌آن را خنثی می‌کند و فقط اختلافی به‌طول ۷۵ سانتیمترکه ظاهر است در ساحل دریا باقی می‌گذارد .

بدین طریق گرچه ممکن است به نظر عجیب بیاید ، زمین زیر پای ما باتمام شهرها وتپه‌ها وکوههای‌سطح خود به‌طورمتناوب‌بالا وپایین‌می‌رود. بالا آمدنش هنگامی است که ماه در بالای آسمان است و پایین رفتن مجددش وقتی است که ماه پایین افق می‌رود. دومین صعودآب هنگامی صورت می‌گیرد که ماه مسلماً زیرپای مامی‌رسد ومی‌توان گفت که تمام‌کرهٔ زمین را زیرپای

۱ـ علت این جزر و مد های دامنه‌دار این‌است کـه دردورهٔ محـاق، مـاه و خورشید دریك طرف از زمین قرارگرفته‌اند ونیروی جاذبهٔ آنها به یکدیگر افزوده می‌شود .

۲ـ مقدار فـوق در جزیـرهٔ دور افتاده ای از اقیانوس‌کبیر انـدازه گیری شد، و خیلی‌کوچکتر ازآن بودکه بتواند روی حرکت‌آب اقیانوس اثرقابلی بنماید .

@karnil
کارنیل

مامی‌کشد . این صعود ونزول پوستهٔ زمین چنان به نرمی صورت می‌گیرد که حتی با حساس‌ترین آلات فیزیکی تشخیص داده نمی‌شود .

اینکه جزرومد درسنگها تقریباً چهار دفعه‌کوچکتر از جزرومدآبها است خود نشانهٔ سختی نسبی‌کرهٔ ماست و اگرتئوری قابلیت ارتجاع در این‌مورد به‌کاربسته شود از روی این‌اطلاعات می‌توان سختی تمام پیکرزمین را محاسبه‌کرد . **لردکلوین** (Kelvin) نخستین‌کسی بودکه باعملی ساختن نظرفوق به این نتیجه رسیدکه **سختی پیکر زمین به قدری زیاد است مثل آنکه از فولاد خالص ساخته شده باشد** . چنانکه درفوق اشاره‌گردید نتیجه فوق مغایرت با این موضوع نداردکه‌کرهٔ ما در مقابل نیروهای ضعیف ولی دایمی ، درست مانند جسم نرمی واکنش می‌کند .

زلزله چه محسناتی دارد

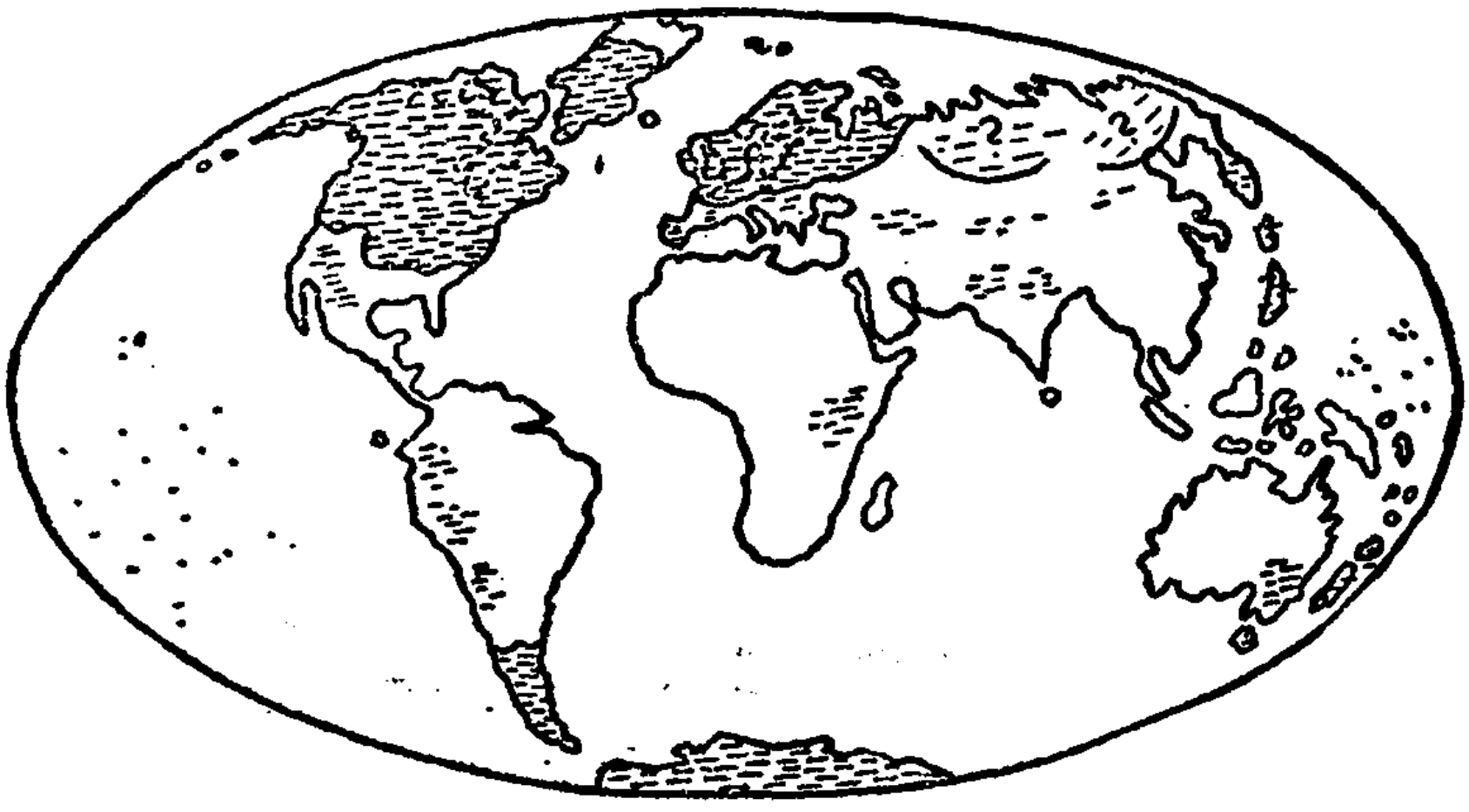
وقتی به خاطرمی‌آوریم‌که پوستهٔ سنگی بسیارنازکی ، شبیه پوستی که روی سیب را می‌پوشانـد ، سطح زمین ازرا مواد نیمه مذاب گداخته درونی سیاره‌مان جدا می‌کند ، این نکته باعث تعجب ما می‌گردد که چرا ساکنین سطح‌آن این همه بیاد «جهنم مادی» می‌باشندکه زیرسرزمین امن پرازاشجار و دریاهای‌آبی‌گسترده شده است .

علاوه برانفجار موحش‌آتشفشان که هزارها تن‌گدازه و مقادیر زیادی خاکسترآتشفانی به خارج می‌ریزد وممکن است شهرهایی را کاملا سوزانده و از بین ببرد (سرنوشت شوم پومپئی را بخاطر بیاورید) حوادث مختلف زیر زمینی نیز غالباً به صورت ارتعاشات شدید پوسته زمین در همه جای سطح کره احساس می‌شود . از مطالعه تاریخ یاد می‌گیریم که شهرهای لیسبون (Lisbon) و مسینا(Messina) براثر زلزلهٔ شدید ازهم پاشیده وفیلمهای هولیوود(Hollywood) فاجعه سان‌فرانسیسکو(San Francisco) را درنظرما مجسم می‌کنند . در طی چند سال‌گذشته روزنامه‌ها خبرزمین لرزهٔ عظیمی را در شیلی (Chili) و ترکیه و رومانی منتشرساختند و نام ژاپن تقریباً با زلزله دایمی مترادف است . وقتی به‌خاطر می‌آوریم کـه همه این فاجعه‌های عظیم ونظایرآنها درمدتی صورت‌گرفته‌که در مقایسه با دورهٔ عمر زمین لحظه‌ای بیش محسوب نمی‌شود ، به این نتیجه می‌رسیم‌که قشرزمین در واقع به خلاف‌آنچه دروهله اول به‌نظرمی‌رسید « زمین امن‌جامد » نمی‌تواند

@karnil
کارنیل

باشد (تصویر ۹ـ الف) .

نخستین علت این «پدیده‌های کوه‌زایی» چنانکه در زمین شناسی بدین اسم نامیده می‌شوند ، مربوط به سرد شدن و انقباض تدریجی کرهٔ ما است . چنانکه بعداً با تفصیل بیشتری خواهیم دید انقباض زمین سبب پیدایش چین‌ـ خوردگیهای متعدد در سطح سنگی آن می‌گردد و این چین خوردگیها را معمولا کوه می‌نامیم . گاهگاهی چین خوردگی به مقیاس بزرگتری حادث می‌شود و سلسله جبال طویلی از سطح اولیهٔ قاره‌ها برپا می‌سازد . آخرین سانحه عظیمی کـه از این قبیل اتفاق افتاده قریب بیست تا چهل میلیون سال پیش بوده که منجر به‌تشکیل هیمالیا وآلپ وروشوز و سلسله جبال آندگردیده است .



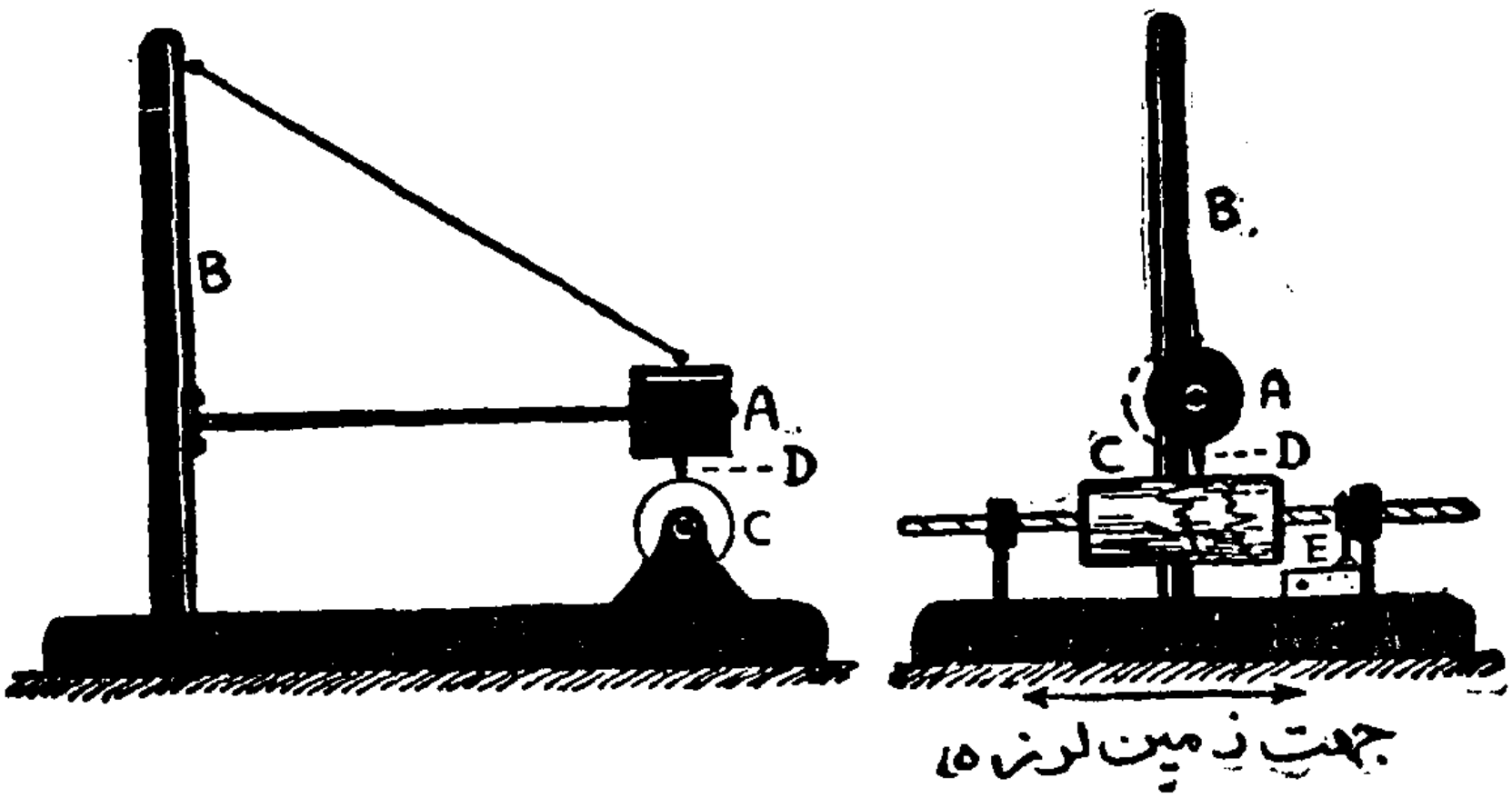
شکل ۲۳ : مراکز عمدهٔ زلزله‌های کنونی

البته بیست تاچهل میلیون سال درمقابل تاریخ زمین مدت زیادی نیست وبه‌علاوه نمی‌توانیم‌تعیین کنیم که دورهٔ انقلابی کوه‌زای اخیر کاملا پایان یافته باشد. به‌عکس یك مقایسه حوادث چهل میلیون سال اخیر بادوره‌های انقلابی مشابه آنها که در زمانهای قدیمتر اتفاق افتاده چنین نشان می‌دهدکـه دورهٔ کوه‌زای اخیرهنوز به حداکثرشدت خود نرسیده استوعصرحاضرممکن است مرحلهٔ استراحتی باشد کـه بین دو انفجار متوالی فعالیت کوه زایی قرار دارد .

@karnil
کارنیل

اما اکنون نیزدربخشهای کم مقاومت قشرزمین جا به جایی وفشردگی همچنان اتفاق می‌افتد ومقادیرزیادی گدازه آتشفشانی هنوز ازشکافهای اتفاقی لفاف سنگی زمین بیرون می‌ریزد . تمام این جریانات الزاماً با حوادث نسبتاً شدیدی همراه است که موازنه فشارقشرزمین رابه هم می‌زنند وبه‌صورت امواج زلزله درتمام پیکرزمین منتشرمی گردند. درشکل ۲۳ مراکز فعالیت زلزله‌های مهم روی زمین نشان داده شده است . از این نقشه به سهولت استنباط می‌شودکه بیشترفعالیت‌های زلزله در طول همان « حلقه‌آتش » دور اقیانوس کبیریعنی همان‌جایی صورت می گیردکه ازنظر داشتن آتشفشانی‌های فعال معروف می‌باشد . اگربه‌خاطرآوریم که این همان ناحیه پیکرسیارهٔ ما است که محل جوش‌خوردگی دومادهٔ کاملا متفاوت (بازالت وسنگ خارا) می‌باشد، فهم این‌مسئله دشوارنیست که چرا قشرزمین درطول این خط مقاومت کم دارد .

گرچه نمی‌توان زلزله را سانحهٔ خوش‌آیندی دانست، زیرا هروقت که اتفاق افتدبا مرگ هزاران آدمی‌و میلیونها ریال خسارت همراه است معهذا



شکل ۲۴ : شکل یك زلزله سنج ساده . A وزنهٔ بسیار سنگینی است که ازستون عمودی B آویزان است ، C استوانهٔ دواری است که با دستگاه ساعت مانند D حرکت دورانی می‌کنـد . E قلم‌ثبات است سهم جهتی را نشان می‌دهد که دستگاه فوق می‌تواند زلزله حادث در آن جهت را ثبت نماند .

@karnil
کارنیل

برای دانشجویان زمین شناسی بسیار مفید است چـون بهترین روشی‌را در اختیارآنها می‌گذاردکـه بـا آن می‌توانند از اوضاع اعماق زمین اطلاعاتی به دست آورنـد . وقتی زلزله حادث می‌شود معمولا از عمق زمین سرچشمه می‌گیرد یعنی منشأ آن درون پوستهٔ جامد زمین است‌که ۵۰ کیلومتر ازسطح زمین فاصله دارد.

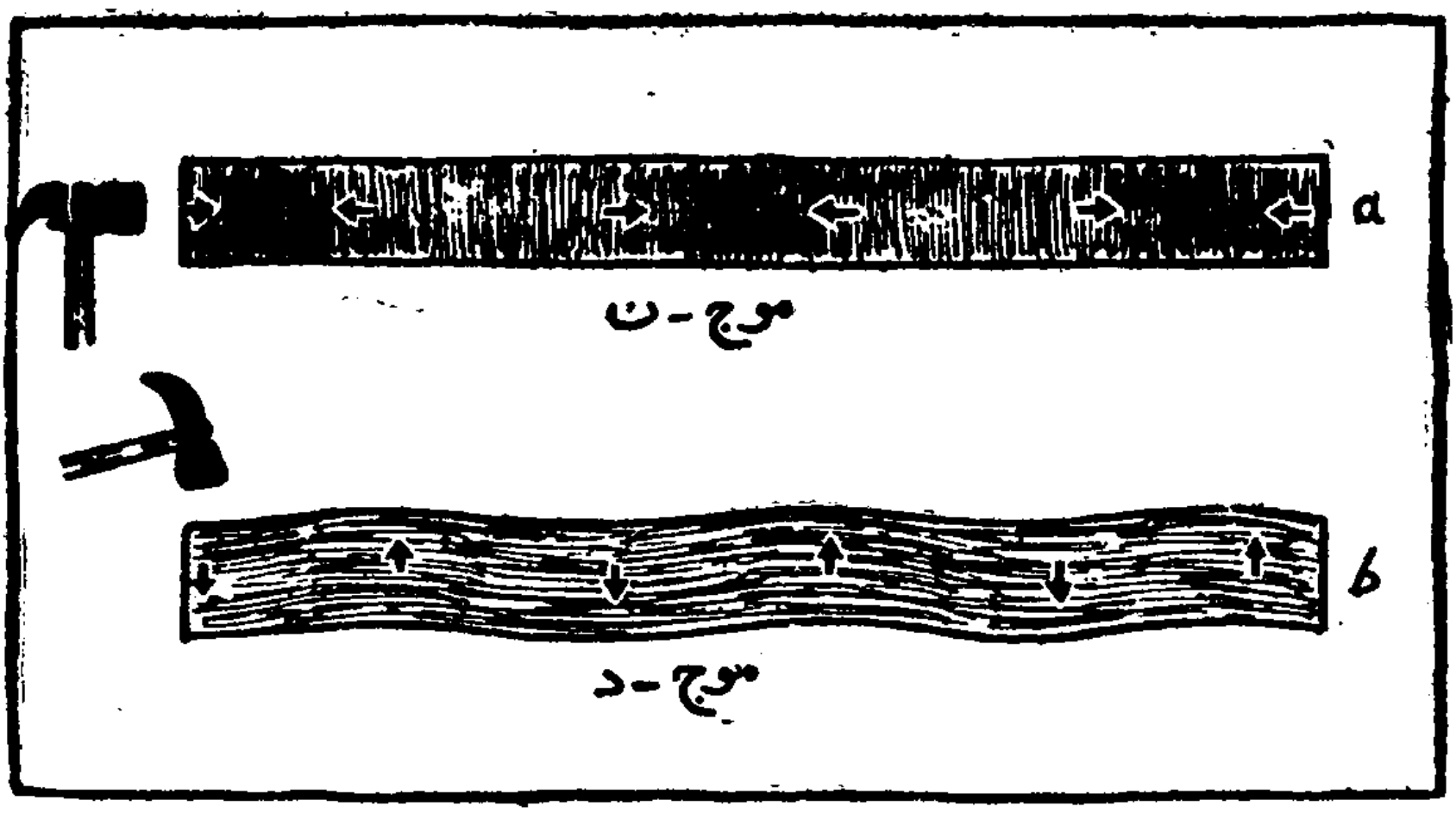
زلزله سنج روی اصل قانون مانـدگی (Inertia) اجسام بنا شده است . بنابرقانون مانـدگی اجسام ، هرجسم ساکنی حالت سکون خود را همواره حفظ می‌کند . زلزله سنج دارای انواع مختلف است . یکی از اقسام آن درشکل ۲۴ نمایش داده شده است . این زلزله سنج شامل وزنهٔ سنگین A است‌که با اصطکاك‌بسیارکمی به دور ستون عمودی B می‌تواند بگردد . اگر زمینی‌که این دستگاه روی‌آن مستقر است تحت اثـر امواج زلزله در جهتی عمود برسطح شکل فوق تکان‌بخورد، وزنـه A به علت خاصیت ماندگی خود ساکن باقی می‌ماند وجا به جا شدن پایـهٔ دستگاه نسبت به وزنه روی استوانهٔ دوار ثبت می‌شود . اگر دو زلزله سنج را عمود بـرهم قرار دهیم اطلاعات کاملی ازجا به‌جا شدن‌افقی زمین تحت اثر زلزله دردسترس ما قرارمی‌دهند. انواع زلزله‌سنجهای‌دیگر نیزیافت می‌شوندکه حرکات عمودی زمین وتغییرات ناگهانی انحنای آن‌را دریك جهت ثابت فضا ثبت می‌نمایند .

انتشار امواج درجامدات به دوطریق متفاوت صورت می‌گیردکه باید آنها را ازیکدیگرتشخیص‌بدهیم. این دونوع موج را معمولا به « امواج ـن» (امواج طولی) و « امواج ـ د » (امواج عرضی) نمایش‌می‌دهند . اختلاف این دونوع موج ازمثال شکـل ۲۵ به‌سهولت استنباط می‌گردد . اگر به یك انتهای میله‌آهنی‌باچکش‌ضربه‌ای وارد سازیم(شکل ۲۵ـالف) ماده مشکله میله تحت اثر نیروی برخورد چکش فشرده خواهد شد واین فشردگی به‌صورت موج فشاری درسرتاسر میلهٔ آهنی منتشر می‌گردد . بخش‌های مختلف میله ، به طور متناوب به طرفی‌که موج از آنجا منتشرشده (که باسهم های کوچك در شکل نمایش داده شده) یا در جهت مخالف حرکت‌خواهندکرد . این نوع حرکت را **موج طولی** نیز می‌نامیم .

نوع دیگر از حرکت موج وقتی حاصل می‌شودکه باچکش به‌یك‌انتهای میلهٔ‌آهنی ازبالا ضربه‌ای وارد سازیم (شکل ۲۵ ـ ب) تغییرشکلی‌که در این

@karnil

مورد تحت اثر ضربه چکش در میله حاصل شود فشردگی ماده مشکله میله نیست بلکه تغییر مکان بعضی بخش‌های آن نسبت به بخش‌های دیگر است . این‌گونه تغییرشکلها نیز که تغییرمکان نام دارند درطول میله منتشرمی‌شوند ولی حرکت بخش‌های مجزا در این حالت عمود بـر جهت انتشاراست. این امواج را **امواج عرضی** می‌نامیم .



شکل ۲۵ : موج طولی و عرضی در میلهٔ آهنی . در میلهٔ فوقانـی بخش‌های تیره مناطق فشردگی و بخش‌های روشن مناطق انبساط است . جابه‌جایی بامقیاس‌خیلی بزرگتررسم شده‌است.

ازشرح فوق به‌خوبی واضح می‌گرددکه‌گرچه موج طولی می‌تواند در مایعات و گازها مانند جامدات[1] منتشر گرددولی امواج عرضی فقط دراجسام جامد می‌تواند انتشار یابد .

سرعت‌انتشار امواج به‌مقاومتی‌بستگی‌داردکه‌ماده معینی درمقابل‌تغییرشکلی که موج درآن‌حاصل می‌کند نشان می‌دهد وچون هرماده‌ای درمقابل فشردگی به نوعی ودر مقابل تغییر مکان امواج عرضی به‌نوع دیگر مقاومت می‌کند، لذا دونوع موج‌مختلف باسرعت‌های‌متفاوت‌منتشرخواهند شد. **معمولا درغالب جامداتی‌که می‌شناسیم سرعت امواج طولی‌بیشترازسرعت امواج‌عرضی‌است.**

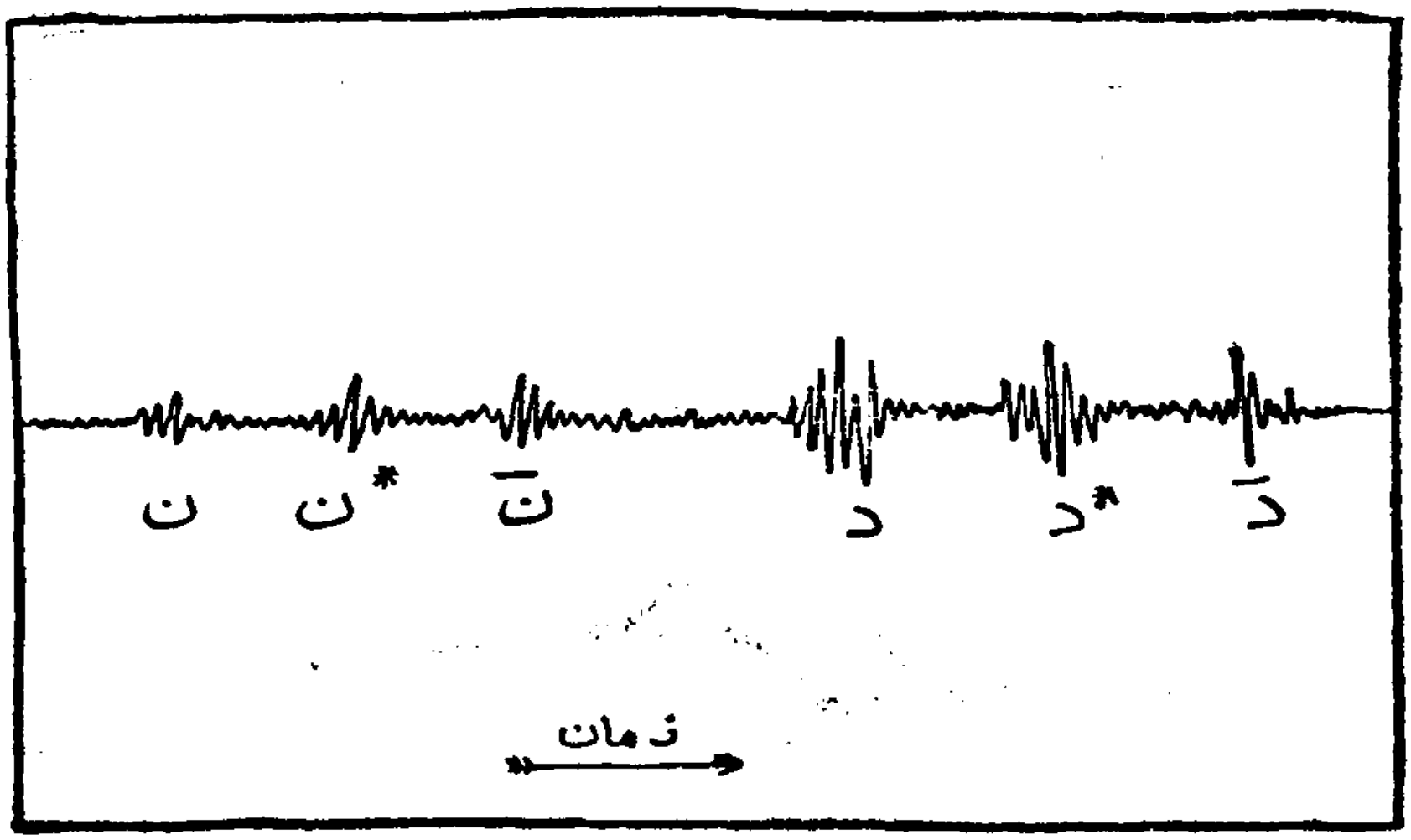
۱ــ معمولا امواج صوتی ازبهترین مثال اینگونه امواج طولی است .

@karnil

به طوری که اگرضربه ای به‌یك انتهای میله ای در جهت غیر مشخص وارد آوریم انتهای دیگر میله در جهت طول شروع به ارتعاش می‌کند وفقط پس‌از مدتی کمترازیك ثانیه ارتعاشات عرضی به ارتعاشات طولی ملحق می‌شوند .

همین جریان عیناً هنگامی صورت می‌گیردکه زلزله‌ای از منشأ خود درپیکرقابل ارتجاع‌زمین‌منتشرمی‌گردد: **اولین‌ارتعاشی‌که می‌رسد«امواج‌ـن»** است که‌لحظه‌ای پس‌ازآن‌تکانهای مربوط به(امواج ـ د) **که‌معمولا کندتراست به دنبال آن می‌رسد** . تذکر این نکته دراینجا لازم می‌گرددکه انتخاب دو حرف «ن» و «د» برای دونوع امواج زلزله ، درحقیقت از زودتر ویا دیرتر رسیدن‌آنها سرچشمه می‌گیرد واولین موج «نخستین» و موج بعدی «دومین» نامیده می‌شود .

درشکل ۲۶ یك منحنی معمولی زلزله که در دستگاه زلزله سنج ثبت



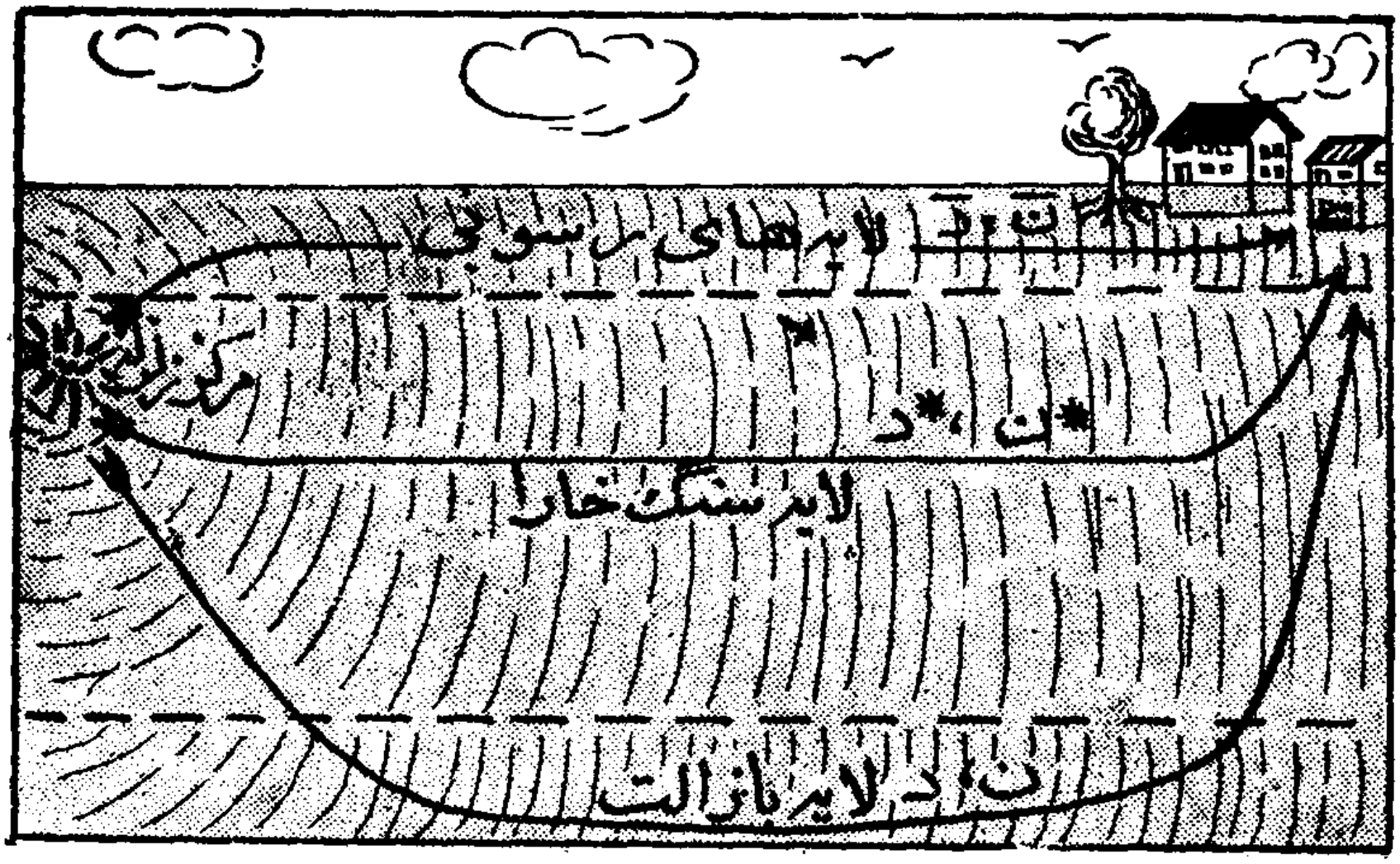
شکل ۲۶ : ۶ حرکت موجی متوالی که ازیك زلزله دور در عرض چند دقیقه رسیده است

گردیده نمایش داده شده‌است. دراین شکل دو دسته تکانهای مجزا درکمال وضوح‌دیده می‌شود، ضمناً در این منحنی دیده می‌شودکه هردسته‌ای دارای سه گروه منحنی جزء است که به ترتیب امواج «ن» و «ن‌ـ ستاره» و «ن‌ـخط» و امواج «د» و « دـ ستاره » و «د ـ خط» نامیده می‌شوند . چون فقط امکان انتشار دونوع موج موجود است لذا باید انتظار داشته باشیم که **این** گروههای جزء "متفاوت"، **معرف همان نوع امواجی باشند که در همان مسیر ولی با**

@karnil
کارنیل

طولهای مختلف انتشار یافته‌اند .

برای روشن ساختن موضوع فرض می کنیم که‌جاده‌راست ولی‌ناهمواری دودهکده را به‌هم مربوط می‌سازد. ضمناً فرض می کنیم که جادهٔ همواری نیز از مجاورت دو دهکده عبورمی کند به‌طوری که شخصی که می‌خواهد از دهی به ده دیگر برسد، باید مسافتی اضافی از جادهٔ رابط طی نماید . باخره جادهٔ پهن اسفالتیی‌نیز بین دودهکده وجوددارد ولی‌مسافت دودهکده‌ازاین راه‌دورتراست. حال‌فکر کنید که سه راننده که اطلاعات رانندگی یکسان دارند بخواهند باسه ماشین از یك سیستم با شرایط مساوی از این سه جادهٔ به قصد دهکدهٔ دوم حرکت کنند وهرچه زودتر به‌آن برسند، رانندهٔ ماشین اول که به‌فکر کوتاه ـ ترین‌راه است جادهٔ اول را درپیش می گیرد وباکمال مهارت ازدست‌اندازهای



شکل ۲۷ : سه راه متفاوت که امواج زلزله می‌توانند از آنها به ایستگاه زلزله سنج برسند.

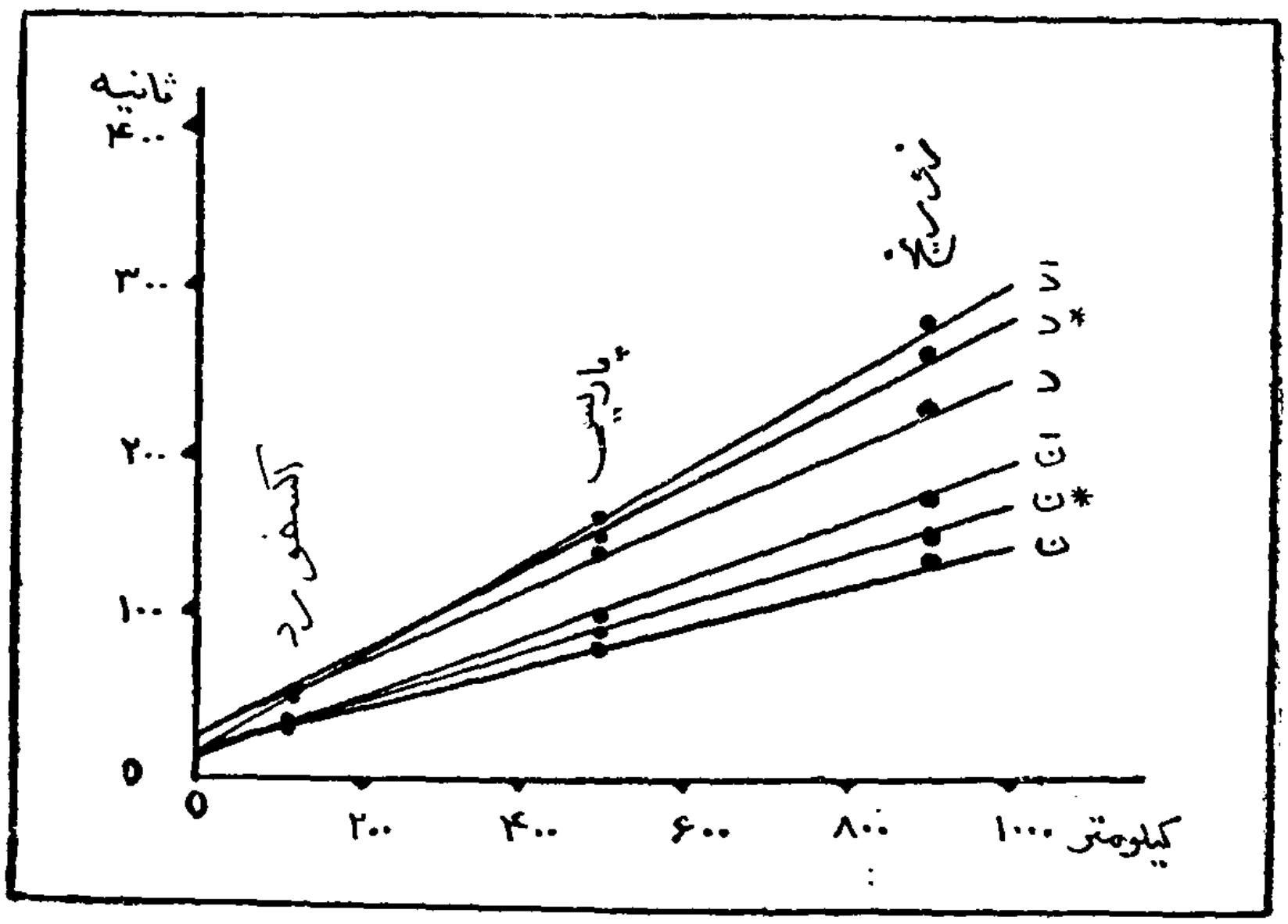
آن باسرعتی کمتر از سی کیلومتر عبور می‌نماید ورانندهٔ دوم جادهٔ همواررا انتخاب می کند ووقتی را کـه برای عبور از جاده های رابط باید تلف کند با افزودن سرعت جبران می‌نماید و زودتر از رانندهٔ اول خود را به مقصد می‌رساند ولی وقتی بدانجا می‌رسد ملاحظه می کند که رانندهٔ سوم زودتر ازاو رسیده وبرای رفع خستگی درمغازهٔ دهکده به نوشیدن کوکاکولا مشغول‌است. رانندهٔ سوم جادهٔ طویل اسفالتی را انتخاب کرده ومسافت زیادی که بایستی طی می کرده با افزایش سرعت جبران نموده و زودتر از دو رانندهٔ دیگر به دهکده رسیده است .

اگر امواج زلزله را به جای ماشینها قراردهیم وسه لایهٔ متفاوت زمین را سه جاده فرض کنیم (شکل ۲۷) مفهوم منحنی زلزله سنج که در شکل ۲۶

@karnil

نمایش داده شده واضحتر می‌گردد .

جاده ناهموار همان لایهٔ نازك رسوبی است که تحت اثر تخریب به‌وجود آمده وسطح غالب قاره‌ها را می‌پوشانـد . جاده هموارهمان لایـه سنگ خارا است که ۵۰ کیلومترضخامت دارد وقشر اولیه زمین را تشکیل می‌دهد و جاده اسفالته همان تحتانی‌ترین لایه زمین‌است که‌ازبازالت سنگین مرکب می‌باشد . در واقع اندازه گیری قابلیت ارتجاع سنگها نشان می‌دهد کـه سرعت امواج در سنگهای رسوبی کمتر ازهمه و در بازالت به حداکثر است . غیراز ایـن هم نبایستی انتظـارمی‌رفت زیـرا سختی سنگها قانوناً بـا وزن مخصوصشان نسبت مستقیم دارد . برای‌آنکه تشبیه ما کامل باشد فقط لازم است‌سه کامیون فرض کنیم که از دهکده اول باحرکت کندتر خود معرف « امواج ـ د» بوده و به‌ترتیب با سه ماشین قبلی از سه جادهٔ مختلف راه دهـکده دوم را در پیش گیرند .



شکل ۲۸ : زمان رسیدن زلزله‌ای‌که ازهرفورد انگلستان منشأ گرفته در نقاط دور دست مختلف

بامطالعهٔ تاریخ رسیدن امواج مختلف زلزله درعده‌ای از ایستگاههای ثبات که درفواصل مختلف محل بروز زلزله قراردارند نه‌فقط می‌توانیم‌سرعت

@karnil
کارنیل

امواج جدا ازهم را حساب کنیم بلکه می‌توانیم «طول جادهٔ رابط» یعنی عمق لایه‌های مختلفی را که زیرسطح زمین قراردارنـد محاسبه نماییم . در شکل ۲۸ به عنوان مثال ، نمودارزمانهای رسیدن یك موج کوچك زلزله را نشان می‌دهیم که درنقطه‌ای مجاور هرفوردانگلستان شروع شده وتاسویس پیش رفته است . از این نمودارنتیجه می‌گیریم که سرعت امواج «ن» درسه لایه مذکور درفوق به‌ترتیب ۵/۶ و ۶/۷ و ۷/۸ کیلومتردر ثـانیه‌است ، درصورتی که این سرعت برای امواج«د» ۳/۴ و ۳/۶ و ۴/۳ کیلومتر است. متوجه‌این نکته نیزمی‌شویم که خطوط مستقیمی که گروههای جزء مختلف را نشان می‌دهند در فاصلهٔ تقریباً ۱۰۰ کیلومتری منشأ به قسمی تقاطع می‌کنند که اگر مسافت کوتاهتر باشد امواج « ن ـ خط » و « د ـ خط » (یعنی آنهاکه از لایه‌های

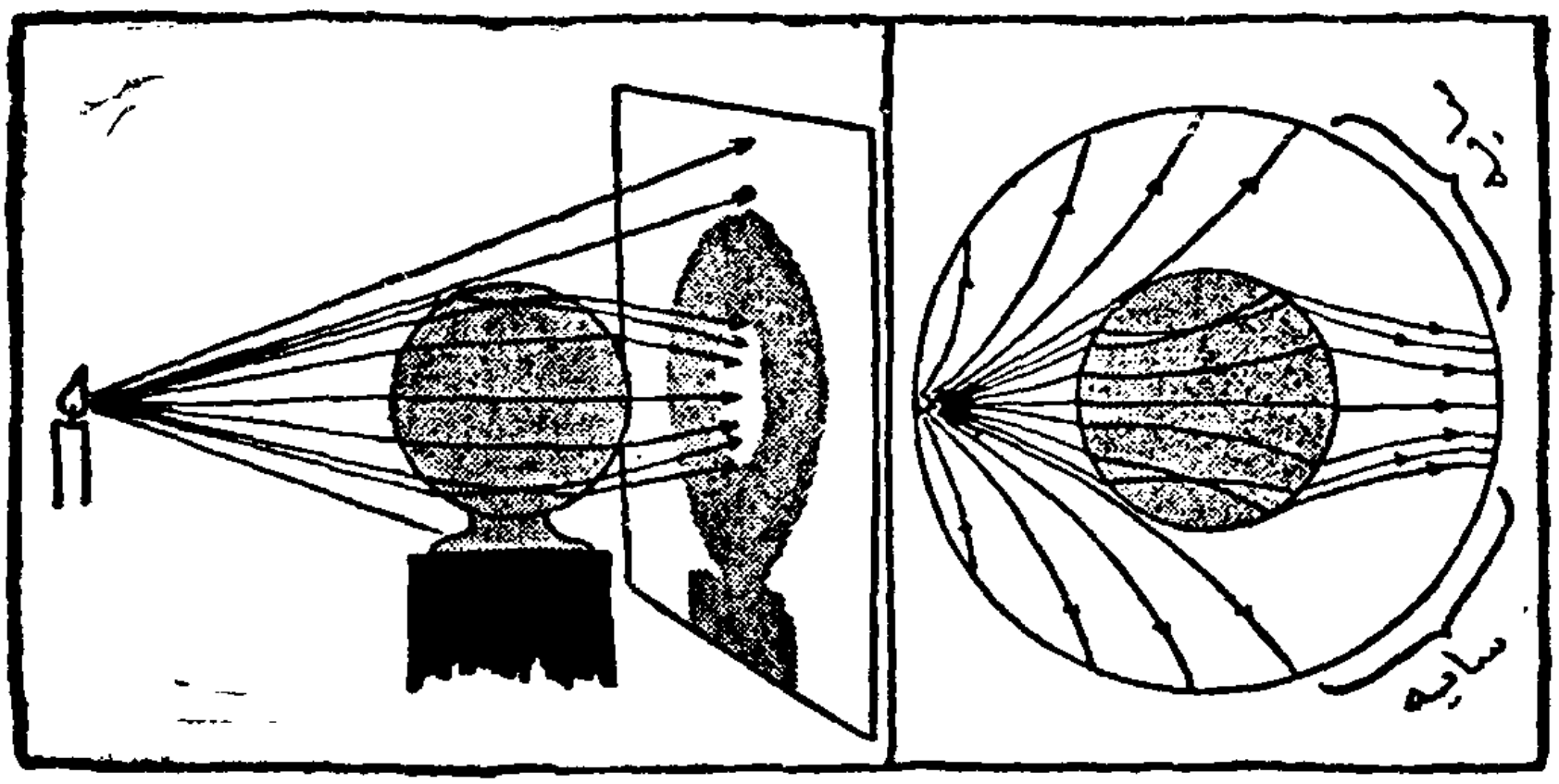
شکل ۲۹ : منطقه سایه زلزله‌ای که از پرو سرچشمه‌گرفته است. حدود منطقهٔ کمربندی منظم‌تر از واقع رسم شده است .

@karnil
کارنیل

رسوبی‌عبورمی‌کنند) زودتر ازهمه می‌رسند . علت این امر ازهمان تشبیهی‌که به عمل آورده‌ایم به خوبی فهمیده می‌شود . درواقع اگردودهکده خیلی به‌هم نزدیك باشند انتخاب جادهٔ خوب طویل فقط به خاطر چند کیلومتر ، کاری احمقانه خواهد بود . مطالعات بیشتری‌که دربارهٔ زلزله به عمل آمده نشان می‌دهدکه پایین‌تر ازحد فاصل سنگ خارا وبازالت نیزوضع انفصالی موجود می‌باشد . این انفصالی بودن وضع مواد درونی زمین ، در مثال بـالا معرف همان جاده‌های متعدد وسیع است‌که خیلی دورتر ازخط مستقیم بین دودهکده آنها را به هم مربوط می‌سازد .

در اعماق زیاد

دربخش پیش بیان‌کردیم‌کـه چگونه امواج زلزلـه در مسافات نسبتاً کوتاه درون لایه‌های سنگی مختلف پـوستهٔ خارجی سیارهٔ ما منتشرمی‌شوند.



شکل۳۰ : منشاء منطقه سایه زلزله به علت وجود هستهٔ آهنی زمین نشان داده شده‌است.

در مورد تکانهای بسیار شدیدی که در تمام نقاط دنیا دستگاههای حساس را متأثرمی‌سازند ، امواج زلزله‌طبیعتاً از تمام پیکرزمین عبورمی‌کنند .مطالعهٔ انتشار اینگونه امواج درنقاط مختلف‌کره به ما اجازه می‌دهد به چشم هوش‌تا مرکز سیارهٔزمین‌نفوذکنیم. جالبترین چیزی‌که ازمطالعهٔ اینگونه‌زلزله‌ها، که به مسافات‌دورمنتشرمی‌شوند، استنباط‌می‌گردد وجود منطقه‌ای است‌که آن را

@karnil
کارنیل

«منطقهٔ سایه» می‌نامند . این منطقه کمربند پهنی درسطح زمین است که درآن عملا تکانی ثبت نمی‌گردد . اگرمثلا مرکز زلزله در پرو (Peru) (شکل ۲۹) باشد ، آثارآن درتمام نقاط نیمکرهٔ غربی و همهٔ نقاطی که در اطراف قطب مقابل ناحیهٔ وقوع زلزله قراردارند (یعنی هندوستان ـ هند و چین ـ جزایرشرقی) ثبت می‌شود ولی زلزله سنج‌های‌ایستگاههای واقع درکمربندی که ازسیبری شمالی وبیشتراروپا وشرق افریقا وقسمت جنوبی هندواسترالیای جنوبی وقسمت غربی‌اقیانوس‌کبیر می‌گذرند وضعی نشان می‌دهند مثل آنکه هیچ اتفـاقی نیفتاده است .

این اثرحیرت‌انگیز به‌سبب انکسارمخصوصی است که امواج زلزله در حین عبور از اعماق زیاد زمین حاصل می‌کند . وقوع این امر را می‌توان به کمك یك شمع ویك ظرف شیشه‌ای کروی نشان داد . اگرظرف شیشه‌ای رااز دهانه روی شیئی قراردهیم و آن‌را جلوی دیواری و در مقابل کانـون نوری بگذاریم (شکل ۳۰) سایه‌ای حلقوی مشاهده خواهیم‌کردکه لکهٔ روشنی در وسطش قراردارد . به سهولت می‌توان دریافت کـه کرهٔ شیشه‌ای مانند یك عدسی ناقصی تمام نـورهایی را کـه روی آن می‌افتند درلکه مرکزی جمع می‌کند و ناحیه اطراف را در تاریکی قرار می‌دهد . اگرقبول‌کنیم‌که بخش مرکزی‌کرهٔ زمین ازهستهٔ‌کروی شکلی ساخته شده‌که مادهٔ مشکلهٔ‌آن ، بیشتر ازلایهٔ اطراف ،امواج زلزله را منکسر می‌کند ، پدیدهٔ سایـه در مورد زلزله درست مانند مثال فوق می‌تـوانـد بیـان‌گردد . وقتی امواج زلزله از چنین هسته‌ای عبور می‌کنند درست به همان روشی‌کـه نور درکره شیشه‌ای منکسر می‌گردد ، انکسارحاصل می‌کنند و در نقطه‌ای ازسطح زمین کـه نقطه مقابل وقوع زلزله است متمرکزمی‌گردنـد . ازروی وسعت « سایه »ای‌کـه حاصل می‌شود ، ابعاد هسته منکسرکننده را می‌توانیم حساب‌کنیم. این هسته تاقریب نصف شعاع زمین (یاصحیح‌تر تا ۰٫۶ آن) امتداد دارد . قـدرت انکسار زیاد هسته نشان می‌دهدکه **بایستی از موادی ساخته شده باشد که از مواد اطراف‌بسیارسنگین‌تراست.** اینکه وزن مخصوص زمین (که از روی جرم‌کل وحجم‌کل‌آن تخمین زده شده) خیلی بیشترازوزن‌مخصوص سنگهای سطحی‌اش می‌باشد ،بانتیجه فوق مطابقت‌کامل دارد . بامطالعهٔ چگونگی انتشار امواج زلزله در هستهٔ زمین ، اطلاعات بسیار مهمی می‌تـوانیم ازخواص شیمیایی و

@karnil
کارنیل

فیزیکی آن به دست آوریم . مهمتر ازهمه وزن مخصوص هسته است که ازروی سرعت انتشار امواج زلزله تخمین زده شده و بین ۱۰ تـا ۱۲ برابر وزن مخصوص آب به دست آمده است . مقدار حاصل این فرض راقویاً تأیید می‌کند که **بخش مرکزی سیاره ما که معادل یك هشتم حجم کلی آن است از آهن تقریباً خالص تشکیل یافته است** . دراینجا خواننده کتاب ممکن است بیاد سنگهای سماوی بیفتد که ازفضای بین‌ستارگان بروی زمین نازل می‌شوند. این سنگها که به احتمال قوی ازقطعات سیارهٔ متلاشی‌شده‌ای می‌باشند می‌توانند به دودستهٔ متفاوت تقسیم گردند : سنگهای سماوی معمولی که از نظرساختمان شبیه سنگهای آتشفشانی سطح زمین می‌باشند[1]. شکی به‌نظر نمی‌رسد که اختلاف بین‌این دوقسم‌سنگ سماوی به‌علت آن‌است که‌ازاعماق متفاوت سیاره بدطالعشان منشأ گرفته‌اند .

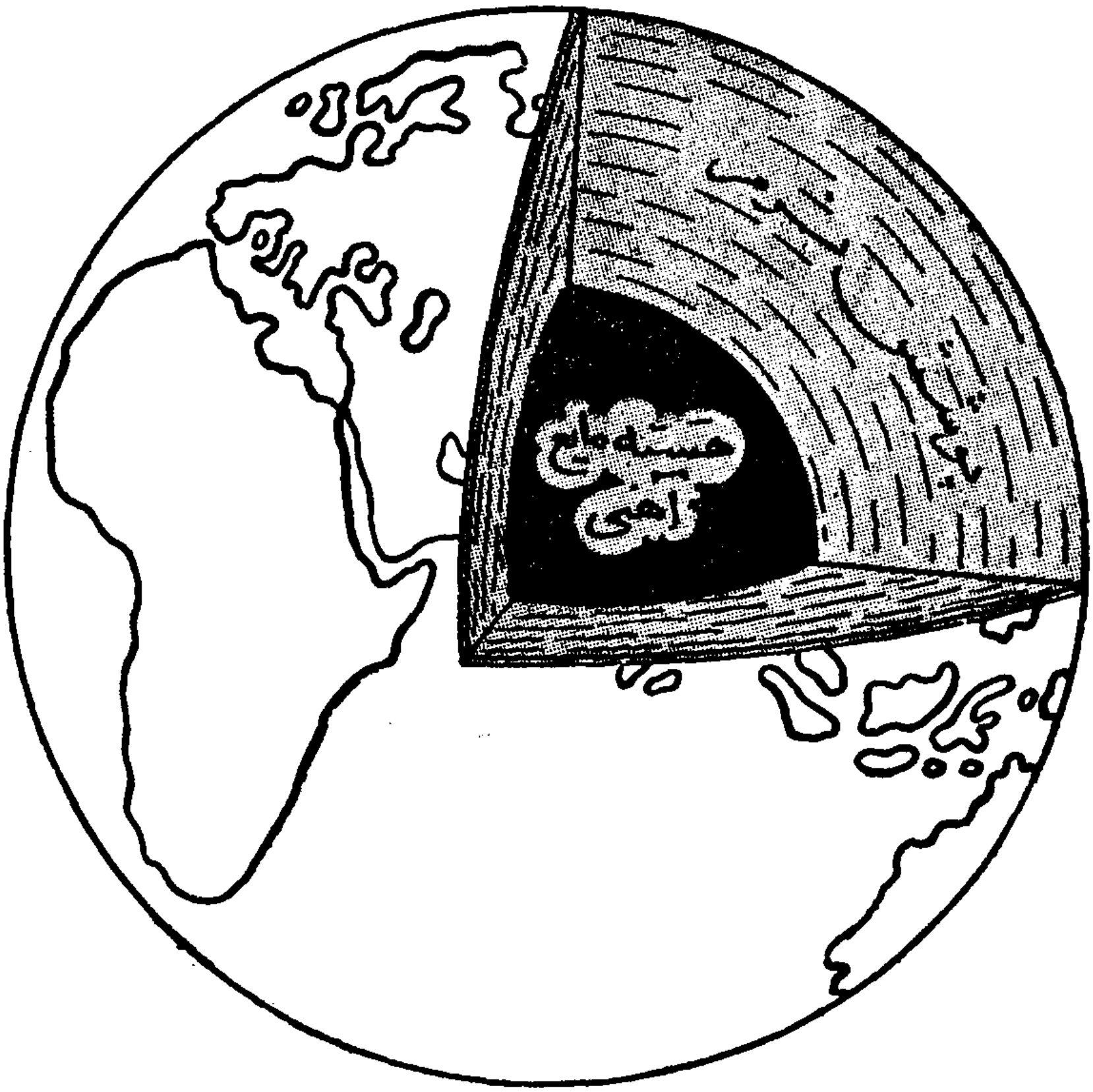
دومین نکته مهم مربوط بـه هسته آهنی سیاره مـا ، از مشاهدهٔ وضع انتشار امواج درآن آشکارمی گردد . به‌نظرمی‌رسد که به خلاف سایربخش‌های زمین ، هسته قادر نیست اساساً امواج عرضی را انتقال دهـد بلکه فقط امواج طولی ازآن‌عبورمی‌کنند. این موضوع نشان می‌دهد که آهن مشکلهٔ هسته به حالت مایع وجوددارد . هسته آهنی به صورت مادهٔ نرم قابل ارتجاع شبیه سنگهای اطراف خود نیست بلکه به حالت مایع حقیقی یعنی شبیه آهن‌مذابی است که ازمدخل کوره‌های مرتفع درکارخانه‌های فولاد سازی‌خارج می گردد. اگرشرحی که قبلا درباره اینکه مواد مذاب تحت اثرفشار زیاد نرم می‌شوند بیان داشتیم به‌خاطرآوریـم، به این نتیجه می‌رسیم کـه اتمهای آهن‌محتملاً لغزنده‌تر ازمولکولهای مواد شیمیایی دیگرمی‌باشند که درترکیب سنگها وارد می‌شوند وحتی وقتی‌تحت‌فشار بسیار زیاد قرارمی گیرند قسمت‌اعظم‌تحرکشان را حفظ می کننـد .

به‌طورخلاصه **پیکر سیاره ما شامل لایه‌های‌متحدالمرکز ازمواد مختلف است که به تناسب وزن مخصوصشان مرتب شده‌اند** بدین‌معنی که ابتدا یك

۱ـ تا کنون هیچگونه سنگ سماوی که از نظر ساختمان مانند سنگهای رسوبی باشد یعنی درنتیجه تخریب به‌وجودآمده باشد پیدا نشده‌است. قاعدتاً بایستی چنین انتظاری هم می‌رفت زیرا لایه‌های رسوبی ، بخش ناچیزی از جرم کل سیاره را تشکیل می‌دهند .

@karnil

لایهٔ نازك جامد سنگ خارا وبازالت نرم نیمه مذاب سنگین درزیر لایهٔ اولی قراردارد ویك هستهٔ آهنی نرم مذاب نیزدرمرکزموجود می‌باشد (شکل۳۱).



شکل ۳۱ : نمایش زمین پس از برداشتن یك قسمت از قشر جامد خارجی وپوشش نرم آن برای نشان دادن هستهٔ آهنی .

یك گلف باز ممکن است ساختمان کرهٔ ما را با ساختمان توپ مخصوص بازی گلف مقایسه کند . توپ گلف یك لفاف نازك و سخت داردکه در زیر آن لایهٔ ضخیمی از نوارهای لاستیکی و بالاخره یك هستهٔ مرکزی مرکب ازعسل موجود می‌باشد[1]. جدا شدن‌مواد سنگین‌وسبك ازیکدیگردرپیکرزمین هنگامی

۱ـ لایه‌های رسوبی وخاك روی زمین‌را می‌توان به پوشش کثیف سطح‌خارجی توپ گلف تشبیه کرد .

@karnil
کارنیل

صورت گرفته که زمین خیلی جوان یعنی کاملا مایع یاحتی گازی بوده ومواد سنگین بالاخص آهن توانسته‌اند به سهولت به طرف مرکز نفوذ کنند . این وضع تاوقتی همچنان باقی خواهد ماند که سیاره ما تحت اثر یك تصادم مستقیم یاغیرمستقیم بایك جرم سماوی دیگر، ازهم پاشیده گردد .

راز عقربه قطب‌نما

بین کلیهٔ خواصی که به ساختمان داخلی کرهٔ ما بستگی دارند ، وجود میدان مغناطیسی زمین یکی ازپدیده‌های مشهور ودرعین‌حال بسیارمرموزاست. در چند قرن پیش چینی‌ها به این موضوع پی‌برده بودند کـه اگرسوزنی آهنی را به وضع مخصوصی قرار دهند می‌توانند جهت قطب زمین را تعیین کنند . این اکتشاف را **مارکوپولو** ازبین کشفیات نادرمشرق زمین به اروپا آورده است . مطالعهٔ وضع میدان مغناطیسی در سطح زمین وتغییرات متناوب آن با زمان بسیاری ازمؤسسات کشتی‌رانی وبنگاههای علمی را به‌خوبی مشغول داشته است . شرح ریاضی آن که به وسیلهٔ ریاضی‌دان آلمانی **کارل فردریك گوس**(Karl (Friedrich Gauss آغازشده، چندین کتاب حجیم‌را پر می‌کند .

لیکن هنوز نمی‌دانیم کـه چه عاملی سبب به وجود آمدن این میدان مغناطیسی است . علاوه براین برطبق اطلاعاتی که از اوضاع و احوال درون زمین داریم چنین کیفیتی اساساً نمی‌بایستی وجود داشته باشد. درواقع گرچه موادی نظیرآهن ونیکل خاصیت مغناطیسی دارند ولی وقتی این مواد بالاتر ازدرجهٔ کوری (Curie) گرم می‌شوند خاصیت مغناطیسی خودرا به‌کلی از دست می‌دهند . چون حرارت داخلی زمین از درجهٔ حرارت کوری بیشتر است ، نمی‌توان انتظارداشت که پدیدهٔ مذکورنتیجهٔ وجود مغناطیس دایمی در داخل‌زمین باشد. فرضیهٔ دیگری که‌خیلی به‌نظر طبیعی‌ترمی‌آید آن‌است که منشأ مغناطیس زمین، هستهٔ آهنی آن می‌باشد . این فرض نیز نمی‌تواند قابل قبول باشد زیرا قراینی که از وضع انتشار زلزله به دست‌آمده چنین به‌نظرمی‌رساند که این آهن کاملا مذاب است . البته صحیح است کـه فشاربسیارزیاد، سنگهای مذاب را بـه مواد نرم تبدیل می‌کند ولی خواص مغناطیسی آهن‌و سایرمواد دراین‌حالت می‌تواند تفاوت بسیارحاصل کند به طوری که‌درحرارت خیلی بیشتر هم می‌توانـد مغناطیسی باقی بمانـد . اخیراً ماشین فشاری در

@karnil
کارنیل

کارنجی انستیتو شن واشنگتن (Carnegie Institution of Washington) باطرزی ماهرانه ساخته شده که می‌توان با آن خواص مواد را تا فشاری بالغ بر ۲۳۰۰۰۰ آتمسفر (یعنی معادل فشاری که درعمق ۴۸ کیلومتری سطح‌زمین موجود است) مطالعه کرد. مطالعهٔ وضع مغناطیسی مواد دراین فشارها تاحدی نظرفوق را تـأیید می‌کند . گرچـه مواد مغناطیسی حتی در اعماق زیاد هم خواص مغناطیسی داشته باشند بازهم مسئلهٔ علت مغناطیسی‌بودن‌هم‌چنان لاینحل باقی می‌ماند .

فرضیه‌های دیگری که برای بیان علت مغناطیسی بودن زمین اظهارشده این است که زمین را دارای « مغناطیس دایمی» نمی‌دانند که روزی تحت اثر نیروی مجهولی به وجود آمده باشد بلکه آنرا نتیجهٔ مغناطیس القایی تصور می‌کنند کـه تحت بعضی جریانهای الکتریکی کـه درپیکرزمین عبورمی‌کنند تولید می‌شود. اما به‌محض اینکه منشأ این‌جریانهای الکتریکی رابخواهیم، با اشکالات فراوان مواجه خواهیم شد و آنچه دراین باره کوشیده اند حتی نظریه‌های خیلی جدید[1] هیچیك تاکنون نتیجهٔ رضایت بخشی نداده است .

بنابراین باید اقرارکنیم که ما هنوز نمی‌دانیم چرا **عقربه مغناطیسی** به‌طرف شمال منحرف می‌شود ودریانوردان باید ازاین موضوع خیلی‌خوشحال باشند که درصورتی که‌تمام مطالعات تئوریکی‌نشان می‌دهد که‌خاصیت مغناطیسی نبایستی وجود داشته باشد معهذا قطب نمای آنها هنوز به‌کار خود ادامه می‌دهد .

۱ــ جدیدترین فرضی که برای بیان خاصیت مغناطیسی زمین تحت اثر جریانهای جا به‌جایی (Convexion) بیـان شده توسط الاسر(Elasser) است. برطبق نظریهٔوی جریانهای جابه جایی دراعماق زیـاد ، قشرزمین را به طور غیر یـکنواخت گرم می‌کنند و در نتیجه در طول استوا جریان ترموالکتریك‌به‌وجود می‌آورند اما به‌نظرمی‌رسد جریانهای جا به جایی‌زمین خیلی کندتر از آن باشندکه بتوانند اثر منتظره را ایجاد کنند .

@karnil

کارنیل

لیکن شکی نیست که اگر « راز عقربهٔ مغناطیسی » درآینده حل گردد حل آن باحدوث تغییرات عظیم دراستنباطاتی که ماازقوانین فیزیك وساختمان زمین داریم همراه نخواهد بود و همهٔ اشکال مسئله در بغرنج بودن پدیده‌ای است که تحت شرایط غیرعادی درنقاط دوردست زیر پای ما وجود دارد .

@karnil

کارنیل

فصل ششم

برخاستن و نشستن کوهها

سرد شدن زمین

بنابرآنچه دربارهٔ تولد زمین درفصول پیش بیان داشته‌ایم، زمین‌جوان درآغاز حالتی گازی داشته وسپس کاملا مایع گردیده به قسمتی که مواد مشکله آن توانسته‌اند تحت اثر جریانهای جا به جایی به سهولت ازمحلی به‌محل دیگرتغییرمکان دهند . در این دوره از تاریخ زمین بودکه عناصر سنگین‌تر بالاخص آهن به سوی مرکزکره متوجه شدند درحالی‌که مواد سبك‌تر نظیر بازالت وسنگ خارا به سطح‌آمدند و بدین طریق پوسته‌های متحدالمرکزی تشکیل دادندکه ازمشخصات ساختمان فعلی زمین است . درطی دوره‌ای‌که جریانهای جابه جایی صورت می‌گرفت زمین هنوز بـه سرعت سرد می‌شد ، جریانهایی ازموادگرم ازداخل به سطح می‌آمدند وپس‌از اینکه براثرتشعشع حرارت به‌فضای‌اطراف سرد می‌گشتند، مجدداً به سوی‌مرکز روان می‌شدند. سرد شدن سریع سیاره کودك ما تدریجاً چسبندگی آن مواد را زیادکرد و جریانهای جابه جایی رفته رفته کند شدند . وقتی کندی جریان خاتمتاً بـه حدی رسیدکه حرارتی‌که از مرکز بـه سطح می‌آمد نمی‌توانست، حرارت از دست رفته به وسیلهٔ تشعشع را جبران‌کند، دراین حالت تشکیل پوستهٔ جامدی در سطح زمین آغازگردید . چنانکه گفتیم پوستهٔ جامد به احتمال

@karnil
کارنیل

قوی در طی چند هزار سال پس از جدا شدن زمین از خورشید تشکیل گردید . تولد ماه پوستهٔ زمین را به قطعاتی چند قسمت کرد و بعضی از این قطعات برای به وجود آوردن پیکر ماه ما از زمین جدا شدند . امـا این حادثه کوچك فقط تأخیر کوتاهی در نمو پوستهٔ زمین به وجود آورد و بلافاصله پس از جدا شدن ماه ، سطح بازالت مذاب که مجاور خارج بود مجدداً منجمد شد و قطعات سنگ خارای قشر قدیمی را در بر گرفت . افزایش چسبندگی مواد زمین و تشکیل قشر جامد ، بایستی سرد شدن زمین را بسیار به تأخیر انداخته باشد . گرمای داخلی در این موقع بایستی خیلی بطی‌تر به سطح زمین هدایت شده باشد . در چنین شرایطی سطح سیاره‌ما فقط از حرارتی که تحت اثر تشعشع خورشید درهنگام روز به آن می‌رسیده متمتع می‌شده و ایـن هنگامی بوده که حوضه‌های اقیانوس‌ها نیز از آب مملو بوده است .

گرچه زمین بـه کندی سرد می گشت معهذا این سرد شدن تا اعماق بسیارزیاد سطح زمین صورت می گرفت وچنانکه دیدیم پوستهٔ جامد به‌ضخامت قابل توجهی معادل ۴۰ تا ۵۰ کیلومتر می‌رسد .

یکی ازعوامل مهم سرد شدن زمین مقدار گرمایی است که از طریق قشر سنگی آن‌ازدست می‌رود. می‌توان آن‌رااز روی اختلاف گرمای اعماق قشر زمین که به ازای‌هر کیلومتر ۳۰درجه است وهمچنین ازمیزان قابلیت هدایت گرمای سنگهای مشکلهٔ آن به سهولت تخمین زد . مقدار حرارتی که از هر سانتیمتر مربع سطح زمین خارج می گردد بسیارکم است . یعنی سی میلیون مرتبه کمتر از حرارتی است که از خورشید به همان سطح می‌رسد . اگر شیشه‌ای را از آب یخ پر کنیم وآن‌را درسطح زمین قراردهیم و اطراف آن‌را چنان با عایق بپوشانیم که فقط حرارت حاصل از زیر را جمع کند مدت سی سال طول می کشد تا آب به درجهٔ جوش گرم گردد . اگر تمام حرارتی که از قشر زمین خارج می گردد نتیجهٔ سرد شدن قسمتهای داخلی آن باشد (و چنانکه در بخش بعدی خواهیم دید بیشتر این حرارت تحت اثر خاصیت رادیو آکتیواست) **قریب صد میلیون سال طول می‌کشد تا زمین یك درجه سرد گردد .**

بنابراین این مقدار کل درجه سرد شدن پیکرزمین از روزی که قشر

@karnil
کارنیل

جامدش تشکیل شد یعنی از دو میلیارد سال پیش تاکنون نمی‌تواند بیش‌از ۲۰ درجه بوده باشد. البته خوانندهٔ عزیز خواهد دریافت کـه چون زمین فقط از راه سطحش سرد می‌شود، کاهش حرارت پیکرش به‌طور غیریکنواخت انجام می‌گیرد بدین معنی درعین حال که حرارت لایهٔ سطحی نازك بایستی از درجـهٔ حرارت ذوب سنگها به درجه کنونیش رسیده باشد حرارت اعماق زیاد درطی این دو میلیارد سال تقریباً بدون تغییر باقی مانده است .

خاصیت رادیوآکتیوی درقشرزمین

هم اکنون اشاره‌کردیم‌که مقدارقابل ملاحظه‌ای حرارت‌که از قشرزمین خارج می‌گردد بـه علت سرد شدن تدریجی داخل آن نیست بلکه بـه سبب وجود مقادیرکم‌موادرادیوآکتیوی‌است‌که براثرتجزیهٔ بطیٔ خودمقداری گرما ازدست می‌دهند. سنگهای مشکله پوستهٔ زمین همیشه‌مقداری اورانیوم وتوریوم دربر دارند . درفصل اول دیدیم که چگونه مطالعه موادی‌که از تجزیه عناصر رادیوآکتیو حاصل می‌شود ما را قادر می‌سازدکه سن سنگها را تخمین‌بزنیم. به استثنای تعدادکمی معادن نظیرمعدن اکسیداورانیوم بوهم(Bohem)که توسط مادام‌کوری برای استخراج رادیوم به‌کار رفته ، تراکم مواد رادیو ـ آکتیو درسنگها بسیارکم است. مثلایك تن سنگ خارای معمولی فقط ۹ گرم اورانیوم و ۲۰ گرم توریوم دارد . درحالی که در سنگهای بازالتی‌کمتر از این مقدار موجود است (۳/۵ تا ۷/۷ گرم درهرتن‌بازالت). علاوه براین که تراکم این مواد بینهایت کم است درهمه آنها انرژی زیر اتمی باسرعت بسیار کمی آزاد می‌شود[1].

مثلا انرژی آزاد شده از یك تن اورانیوم خالص درسی سال به زحمت کافی خواهد بودکه یك فنجان قهوه را گرم‌کند .

لیکن علیرغم قلت تراکم مواد رادیوآکتیو ومقدار انرژی‌کمی‌که‌آزاد

۱ـ مقدار کل انرژی زیر اتمی که درون اتم اورانیوم اندوخته شده است بسیار زیاد است وازاین‌نظریك‌تن اورانیوم معادل یك‌میلیون تن زغال سنگ است اما اشکال در اینجا است که این انرژی به قدری‌کند خارج می‌شود کـه چندین میلیارد سال طول می‌کشد تانصف انرژی اندوخته شده خـارج گردد .

@karnil
کارنیل

می‌کنند ، این مواد نقش مهمی در حفظ موازنه حرارت کلی زمین بازی می‌کنند و به طوری که محاسبه شده بیشتر حرارتی که از سطح زمین خارج می‌گردد فقط به علت وجود این مواد درقسمت خارجی قشر زمین است. اگر قبول می‌کردیم‌که مقدار درصد اورانیوم و توریوم در اعماق زیاد زمین به اندازهٔ سنگهای سطحی است ، دراین صورت مقدارکل انرژی آزاد شده تحت اثرخاصیت‌رادیوآکتیوی خیلی بیشتر ازمقدارگرمایی می‌شدکه از قشر زمین خارج می‌گردد . نتیجه فوق ما را به قبول این فرض وادار می‌سازد که **«مواد رادیوآکتیو» به عللی فقط دربخش‌نسبتاً نازك لایه خارجی محدودند وبخش داخلی زمین عاری از کمترین اثر این مواد است** .

این‌که تراکم اورانیوم و توریوم در لایه بازالتی‌که زیر خارا قرار دارد ، از لایه اخیرکمتر است ، (اعدادی راکه در صفحه پیش ذکرکردیم مقایسه‌کنید) نتیجه‌ای است‌که با بیان فوق مطابقت‌کامل دارد. بعلاوه تجزیه سنگهای سماوی نشان می‌دهدکه خاصیت رادیوآکتیوی سنگهای سماوی‌آهنی، که بایستی از درون سیارهٔ خرد شده‌ای از منظومه شمسی منشأ گرفته باشند، از سنگهای سماوی معمولی کمتر است.

دلیلی‌که بیشتر می‌تواند دربارهٔ علت تراکم عناصر رادیوآکتیو در خارجی‌ترین لایه پوسته زمین مورد قبول واقع شود این است‌که مواد رادیو-آکتیو از وقتی به سوی پوسته خارجی جریان پیدا کردندکه زمین حالت کاملا مذاب داشته و علت جریان آنها به سطح زمین ، گرم بودن‌آنها تحت اثر تجزیه رادیوآکتیوی بوده است .

بهر حال دانش‌کنونی باید نسبت به طبیعت خیلی حق‌شناس باشد که عناصر رادیوآکتیو را در قشر خارجی زمین متراکم کرده است . اگر این مواد به طور یکنواخت در تمام پیکر سیارهٔ ما پخش بودند تراکم آنها در سنگهای سطحی هزار مرتبه کمتر از حال می‌شد و پدیدهٔ رادیو آکتیو ممکن بود تاکنون‌کشف نشده باقی ماند.

گرمای مرکز زمین چقدر است ؟

مسئله چگونگی انتشار حرارت در پیکر زمین ، از چند کیلو متری سطح آن به‌بعد ، یعنی‌بعد ازحدودی که مستقیماً می‌تواند اندازه‌گیری شود اشکالات‌فراوان دربردارد، زیرا از طرفی اطلاعات موثقی‌ازچگونگی انتشار

@karnil
کارنیل

مواد رادیو آکتیو در اعماق زیادتر نداریم و از طرف دیگر نمی‌دانیم قابلیت هدایت گرمای سنگها در فشار و حرارت زیاد چقدر است . چنانکه خاطرنشان ساخته‌ایم بیشتر حرارتی که ازقشر زمین خارج می‌شود مربوط به رادیو-آکتیو بودن سنگهای قشر خارجی زمین است . به طوری که حرارتی که از اعماق بیشتر خارج می‌شود ، یعنی ازمحلهایی که تراکم مواد رادیوآکتیو در آنجا صفر است ، باید بی‌نهایت کمتر از این باشد . علاوه براین هرچه عمق زیادتر شود سرعت تغییر درجه حرارت باید کمتر گردد .

با قبول این‌مسئله که انتشار مواد رادیوآکتیو در قشر خارجی بیشتر است و همچنین باقبول اینکه قابلیت هدایت گرما در سنگهای نواحی داخلی تقریباً به همان درجه قابلیت هدایت سنگهای خارجی‌است ، می‌توان چگونگی انتشارحرارت را در اعماق زمین ، یعنی دربخشهایی که در دسترس اندازه-گیری مستقیم نیست ، محاسبه کرد ، افزایش حرارت به تناسب ازدیاد عمق، که در دوازده کیلومتر اول خیلی زیاداست، در اعماق بیشتر تقلیل پیدا می-کند به طوری که درداخل زمین افزایش حرارت درهر کیلومترفقط سه درجه است (یعنی ده بارکندتر از قشر خارجی) **اگر این موضوع را در تمام طول‌راه‌مرکززمین در نظر بگیریم ، حرارت مرکزی زمین را چندین هزار درجه یعنی در حدود همان درجه حرارت سطح خورشید خواهیم یافت**

باید درنظر داشت که هر محاسبه‌ای که به روش فوق صورت گیرد لازم نیست حتماً صحیح باشد ومؤلفین مختلف مقادیرمتفاوت‌تری برای حرارت مرکزی زمین به‌دست‌آورده‌اند .

از وقتی زمین سردگردید ، تنزل حرارت درعمق ۳۰ کیلومتری فقط ۸۰۰ درجه بود ، در صورتی که حرارت سطح زمین بیش‌از ۱۰۰۰ درجه تقلیل یافته است. مواد موجود درعمق ۴۰۰ کیلومتری تقریباً به‌همان حرارت اولیه باقی مانده‌اند که پوسته زمین در آغاز تشکیل داشته است . همه این مطالب نشانه آنندکه درطی دو میلیارد سال اخیر حرارت قسمت عمدهٔ زمین عملا بی تغییر باقی مانده و سرد شدن کرهٔ زمین فقط به بخش خارجی پیکر آن محدود بوده است .

چین خوردگیهای سطح‌زمین

گرچه سرد شدن زمین به زحمت به تمام پیکرسیارهٔ ما رسیده ،معهذا

@karnil
کارنیل

نقش مهمی‌در به‌وجود آوردن وضع سطح زمین بازی‌کرده واکنون نیزهمچنان به عمل خود ادامه می‌دهد. درحقیقت چون قشرخارجی زمین به محض‌تشکیل شدن زمین ، سخت‌گردیده است و لایه‌های نرم تحتانی بعداً به‌تدریج سرد شده و انقباض حاصل‌کرده‌اند ، وسعت قشرخارجی خیلی بیشتر ازآن بوده‌که بتواند بابخش درونی منقبض شده متناسب گردد . روی این اصل قشرخارجی بایستی به همان روشی‌که پوست سیب پس از پخته شدن چین و چروك برمی‌دارد ، چین‌خوردگی حاصل‌کرده باشد . ذکر این نکته لازم به‌نظر نمی‌رسد که چین خوردگیهای متنوع سیارهٔ ما که در نتیجه سرد شدن تدریجی آن حاصل شده‌اند مسلماً همان رشته کوههای بزرگی می‌باشندکه سطح زمین را اینقدر زیبا ساخته‌اند . (نقشه ۹ـ ب).

دیدیم‌که حرارت سطح زمین‌بایستی قریب ۱۲۰۰ درجه اززمان تشکیل پوسته خارجیش‌تاکنون تنزل‌کرده باشد درصورتی‌که حرارت عمق ۴۰۰ کیلو‌متری تقریباً بدون تغییر باقی مانده است. بنابراین می‌توانیم بگوییم‌که «حد متوسط سرد شدن» قشرخارجی سیاره‌که ۴۰۰ کیلومترضخامت داردکلا قریب ۶۰۰درجه‌بوده است . ازروی میزان انبساط سنگها تحت اثرحرارت این‌طور دانسته می‌شودکه چنین‌کاهش حرارتی بایستی قریب ۶ درصد حجم لایه سرد شده را کم کرده باشد . چون بیشتر مواد زیر قشر جامد هنوز حالت نیمه جامد دارند، سرد شدن تدریجی زمین بایستی بخشی ازاین مواد را به‌صورت جامد درآورده و در نتیجه ضخامت کلی لایه جامد به نسبت حجمش دایماً کاهش حاصل کند .

اگر ضخامت لایه سرد شده را ۴۰۰ کیلومتر قبول‌کنیم به این نتیجه می‌رسیم‌که این ضخامت بایستی ۲۴ کیلومتر (یعنی ۶ درصد ۴۰۰ کیلومتر) نقصان یافته باشد و **محیط کرهٔ ما در حال حاضر ۱۵۰ کیلو متر کوتاهتر از وقتی است کـــه قشر جامد آن بـــه تازگی تشکیل شده بـــوده است** . سطح‌کلی زمین بایستی ۴،۰۰۰،۰۰۰ کیلومترمربع‌کاهش حاصل‌کرده باشد وچون ضخامت متوسط پوسته جامد زمین را در تمام دورهٔ تاریخ آن می‌توان ۲۵ کیلومترفرض‌کرد[1]، نتیجه می‌گیریم‌که قریب ۱۰۰ میلیون‌کیلومتر مکعب

۱ـ ۲۵ کیلومترضخامت دراینجا معدل ضخامت فعلی یعنی تقریباً ۵۰ کیلومتر و ضخامت صفر روز شروع تشکیل قشر جامد است .

@karnil
کارنیل

از سنگهای جامد بایستی به صورت سلسله جبال و فلات های متعدد از سطح زمین برخاسته باشد . حتی با درنظر گرفتن این مسئله که بیشتر این مواددر بخش نرم تحتانی فرو رفته‌اند می‌توانیم مطمئن گردیم که مقدار سنگهایی که از سطح زمین بلند شده‌اند نه فقط برای به‌وجودآوردن کوههای موجودزمین کاملا کفایت می کرده‌اند بلکه برای کوههای دوره‌های قدیم معرفةالارضی که بکلی از بین رفته‌اند نیز کافی بوده‌اند . در واقع حجم سنگهایی که از سطح زمین برخاسته‌اند تقریباً مساوی حجم کل قاره‌هایی است (به اضافه تمام کوهها و فلاتها و سرزمین‌های پست) که از سطح دریا بالا آمده‌اند[1].

ازآنچه گفته شدنبایدچنین نتیجه گرفته شود که تنها عامل تشکیل کوهها انقباض پیکر زمین به سبب سرد شدن آن باشد بلکه در بعضی موارد ممکن است چین خوردگیهای سطح زمین به علت حرکات محلی قشر زمین باشدکه به علت زیاد شدن وزن مواد رسوبی حاصل شده‌اند . تشکیل اینگونه کوههای ثانوی بایستی محلی بوده باشد و دراین مورد شکی نمی‌توان داشت که سلسله جبال بزرگی که در سرتاسر سطح زمین قرار داردکلا ازسرد شدن قشرزمین حاصل شده است.

جزئیاتی دربارهٔ پیدایش کوهها

برای مطالعه مشروح پیدایش کوهها وبالاخص برای درك وضع خشکی و دریا در طی دورهٔ انقلابی که منجر به تکان خوردن وخرد شدن قشرزمین شده است باید اول به خاطر بیاوریدکه سطح کرهٔ ما از دو نوع سنگ کاملا متفاوت ساخته شده است . سنگهای خارایی که قاره‌ها را تشکیل می‌دهند و سنگهای بازالتی که کف اقیانوسها را می‌سازند .

مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهدکه بازالت خیلی محکمتر ازسنگ

---

۱ ـ از روی وسعت وحد متوسط ارتفاع قاره‌ها (آسیا ۹۶/۰ کیلومتر × ۴۴،۰۰۰،۰۰۰ ـ اروپا ۱۰،۰۰۰،۰۰۰ × ۰/۳۴ کیلو متر ـ آفریقا ۳۰،۰۰۰،۰۰۰ × ۰/۷۵ کیلومتر ـ آمریکای شمالی ۲۴،۰۰۰،۰۰۰ × ۰/۷۲ کیلومتر ـ آمریکای جنوبی ۱۸،۰۰۰،۰۰۰ × ۰/۵۹ کیلو متر ـ استرالیا ۹،۰۰۰،۰۰۰ × ۰/۳۴ کیلو متر و قارهٔ قطب جنوب ۱۴،۰۰۰،۰۰۰ × ۲/۲) معلوم‌می‌شودکه حجم کل بخشی‌از قاره‌هاکه‌ازسطح دریا بالاتر است قریب ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر می‌باشد .

@karnil
کارنیل

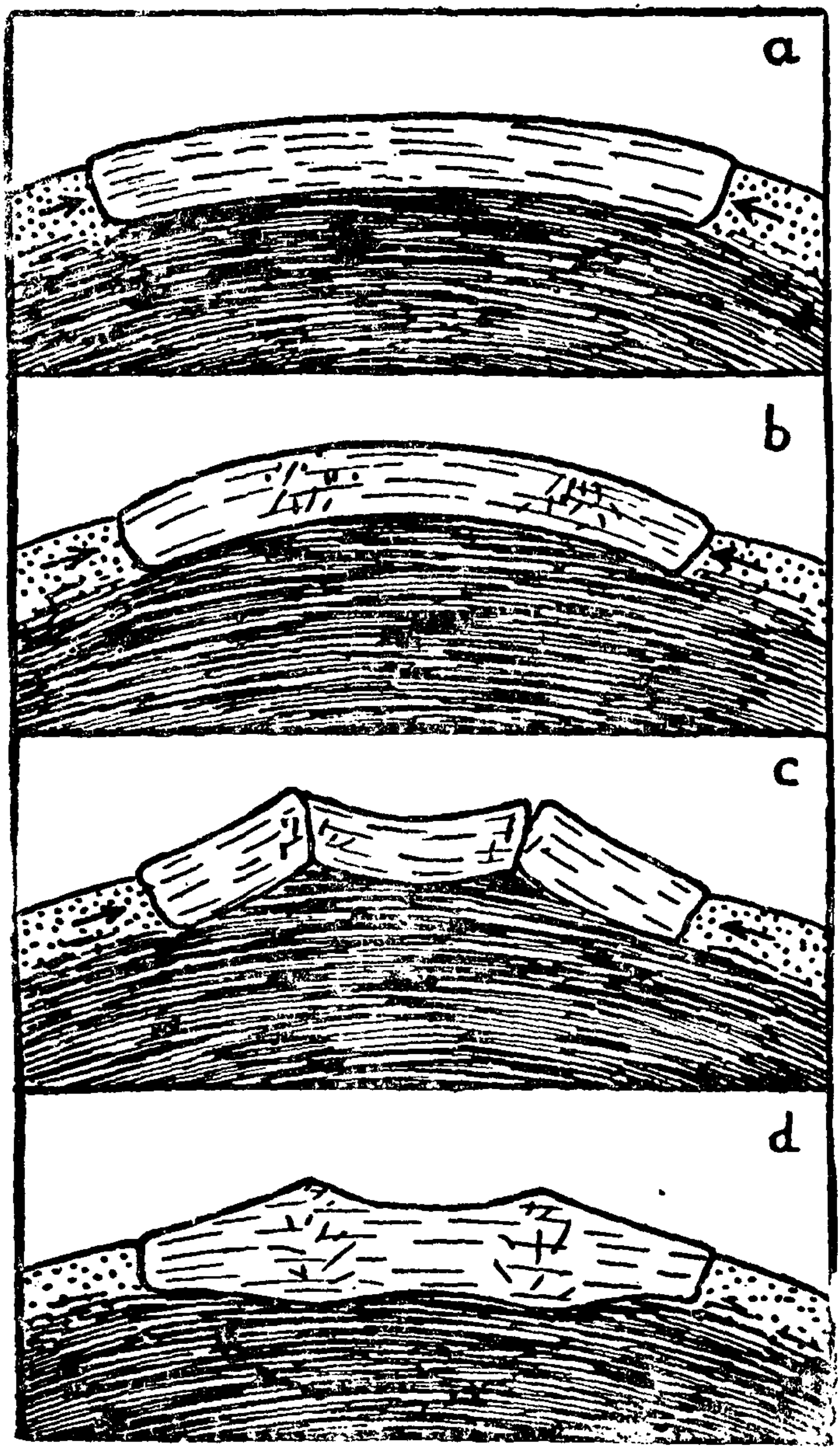
خارا است و از اینجا نتیجه می‌شود که در طی وقوع چین خوردگی زمین ، قاره‌ها بایستی بیشتر خرد شده باشند . این موضوع با قراینی که ازمشاهدات مختلف به دست‌آمده مطابقت کامل دارد. برطبق مشاهدات مذکورفعالیت‌هایی کـه به حدوث چین خوردگیها منجر شده‌اند بیشتر محدود به سطح قـاره‌ها می‌باشند. به‌علاوه کم‌مقاومت‌ترین نواحی‌قشرزمین‌محققاً درمحل جوش‌خوردگی نـواحی خارایی و بازالتی است کـه خود بهترین دلیـل وجود آتشفشانهای مشخص و فعالیت‌های کوه زایی در طول خط ساحلی قـاره ها است مخصوصاً حلقه کوهها وآتشفشانهای فعالی که حوضهٔ اقیانوس کبیر رامحدود می‌سازند («حلقهٔ آتش»دلیل‌واضحی است برکمی مقاومت‌نسبی) نشانه‌هایی است که از تولد ماه باقی مانده است .

در شکل ۳۲ طرح منظرهٔ‌تغییراتی را نشان داده‌ایم که قاره‌ای خارایی وقتی از همه طرف تحت اثر فشار لایه های بازالتی م حکم کف اقیانوسها قرار می‌گیرد متحمل می‌شود . نخستین اثر فشار محققاً خم شدن مختصر لایهٔ خارایی است که نتیجه آن بالا آمدن سطح اقیانوس‌های اطراف است . « شکل ۳۲ـ B » بدیهی است ناحیه وسطای قاره که به‌طرف بالا خم می‌شود تعادل‌ایزوستازیکی نخواهد داشت وسنگهای‌مشکله قاره سنگینی‌این بر آمدگی را کاملا تحمل خواهندکرد.

به تدریج که سرد شدن بخش قشری و فشرده شدن آن ادامه می‌یابد قاره بیش ازپیش خم می‌شود وفشار داخلی آن افزایش حاصل می‌کند تا آنکه منجربه شکسته شدن سنگ خارا می‌گردد . چون سنگهای قشر جامد بیش از این نمی‌تـوانند در مقابـل افزایش فشار مقاومت نماینـد ، شکسته وخرد می‌گردند و « رأس گنبد » فرو می‌نشیند « شکل ۲۳ـ C » البته فرونشستن گنبدی‌که درقاره حاصل شده است با کندی بسیار صورت می‌گیرد زیرا این فرونشینی باید با بیرون آمدن مادهٔ نرم تحتانی همراه باشد و چنان که قبلا دیده‌ایم تمام حرکات لایه نرم چسبندهٔ کرهٔ ما بینهایت‌کند است به‌طوری که میلیونها سال ممکن است طول بکشد تـا بخش‌مرکزی قـاره‌که تحت اثر انقباض قبلـی بالا به سطح اولیه بازگشت‌کند . وقتی بالاخره به حالت اخیر می‌رسد ، سطح زمین از یك رشته سنگهای چین خورده و خرد شده مرتفع اضافی پوشیده خواهد شد .

@karnil

کارنیل



شکل ۳۲ : تشکیل چین خوردگیهای مواد کوهها بر اثر فشرده‌شدن قطعات قاره ها

@karnil
کارنیل

چنانکه قبلا دیده‌ایم مقدارکل کاهش محیط زمین که تحت اثرسردشدن آن صورت گرفته بایستی قریب ۱۵۰ کیلومتر بوده باشد . این مقدار معادل ۰/۵ در صد طول استواست . اگر قطعه‌ای سنگ خارا تحت اثر فشردگی به یك پنجم برسد ترك می‌خورد و به صورت قطعات مجزا از هم درمی‌آید .

بنابراین واضح است‌که قطعات عظیم سنگ خارای مشکله قاره‌هادر طی دو میلیارد سالی که قشر زمین تدریجاً انتباض حاصل کرده حد اقل بایستی ۵ بار خرد شده باشد به طوری‌که دست‌کم ۵ دورهٔ بزرگ فعالیت کوه‌زایی بایستی موجود بوده باشد.

اگر به خاطر آوریم‌که فشردگی قشر زمین به سبب استحکام زیادی که بـازالت دارد باید به نواحی قاره‌ها محدود باشد وبه‌علاوه لایهٔ خارایی دربعضی‌نقاط محققاً استحکام کمتری داشته است[1]،دراین‌صورت‌تعداد دوره‌های فعالیت‌های شدید کوه‌زایی را باید به دو برابر افزایش دهیم .

چنانکه در فصل هفتم خواهیم دید ، اکتشافات زمین‌شناسی تاریخی ، بانتایج فوق یعنی متناوب بودن دوره‌های تشکیل کوهها و وضع کلی تشکیل گنبدها در قاره‌ها و فرونشستن آنها مطابقت‌کامل دارد .

کوههای وارونه

وقتی به رشته کوههایی می‌نـگریم که هزارها متر از دشتهای اطراف مرتفع‌تراند بیشتر به این فکر می‌افتیم کـه اینها صرفاً تـودهٔ سنگی عظیمی هستندکه مانند تپه‌های مصنوعی روی زمین ریخته شده‌اند .

نظریهٔ سطحی بودن‌کوهها در زمین شناسی یك قرن پیش از نظریه‌های عمومی بوده ولی‌اخیراً به‌این‌موضوع پی برده‌اندکه **قسمت عمدهٔ هر کوهی زیر سطح زمین قرار دارد .**

کشف این « ریشه‌های‌کوه » که در اعماق زمین فرو رفته‌اند از مطالعهٔ عمل جاذبهٔ کوهها روی پاندولهایی نتیجه شده کـه در دو طرف مقابل آنها آویخته بوده‌اند . انتظار می‌رودکه طبق قانون جاذبهٔ عمومی جرم بزرگ‌کوه پاندول را به تناسب ابعاد خود از خط قائـم منحرف‌کند . البته در اینجا منظور ازکلمهٔ «خط قائم » امتداد شاقول نیست بلکه امتداد مفروضی می‌تواند باشدکه با آن به مشاهدهٔ ستارگان می‌پردازند . دانشمندانی که نخستین بار

۱ــ مثلا درطول شکافهای التیام یافتهٔ قاره‌ها ودرطول ساحل اقیانوسها .

@karnil
کارنیل

به اندازه‌گیری انحراف پاندول دست زده‌اند با تعجب مشاهده کرده‌اند که انحراف حاصل براثر نزدیکی کوه خیلی کمتر از آن بوده کـه با ابعاد کوه تناسب داشته باشد[1] .

مثلا در مورد کوه اورست (Everest) انحرافی که مشاهده گردیده سه مرتبه کمتر از مقداری بوده که به تناسب جرم عظیمش بایستی به‌دست‌آمده باشد درحالی که کوههای پیرنه (Pyrènèes) به جای آنکه پاندول را جذب کنند آن‌را دفع می‌نمایند . نبودن نیروی جاذبهٔ منتظره چنین به‌نظرمی‌رساند که درون کوه یا زیر آن مقداری ماده را فاقد باشد و این موضوع ما را به قبول این فرض می‌کشاند که درون کوهها خالی است یعنی چیزی شبیه پوست تخم مرغ شکسته‌ای است که روی میزی قرار دارد (شکل ۳۳ ـ A) .

برای‌خوانندهٔ عزیز که مطالب مشروحه را تا اینجا به دقت دنبال کرده است به‌خوبی واضح است که فرضیهٔ پوست تخم مرغ بااطلاعاتی‌که‌ما ازخواص قشر زمین داریم مطابقت ندارد و اگر چنین به نظر می‌رسدکه زیرکوه فاقد مقداری ماده است صحیح نیست بلکه حقیقت امر آن است‌که قشر زمین تحت اثر وزن موادی‌که روی آن ریخته شده‌اند تغییر شکل حاصل‌کرده است .

«برطبق نظریه‌های کنونی کوههای زمین وضعی شبیه‌کوههای یخی دارنه که تحت اثر فشار یخ در نواحی قطبی‌به‌وجود می‌آیند، هرکسی که نواحی قطبی را بازدیدکرده باشد به خوبی می‌داند که وقتی قطعات یخ بر اثر فشار شکسته می‌شوند وبرروی‌هم قرارمی‌گیرند، بیشتر حجم یخ معمولا در آب فرو می‌رود تا بقیه خارج از آب قرارگیرد (شکل ۳۳ ـب). بنابراین درحالی که‌یك خرس‌قطبی فقط تپه‌ای یخی برروی‌آب می‌بیند، یك فك (Phoque) کـه در زیر آب شنا می‌کند برجستگی بزرگی از آن را در زیـر آب ملاحظه می‌کند. به‌همین طریق **به هر کوهی که از سطح زمین بلند می‌شود یك کوه منفی از جنس سنگ خارا درون لایه بازالتی نرم تحتانی مربوط می‌گردد** .

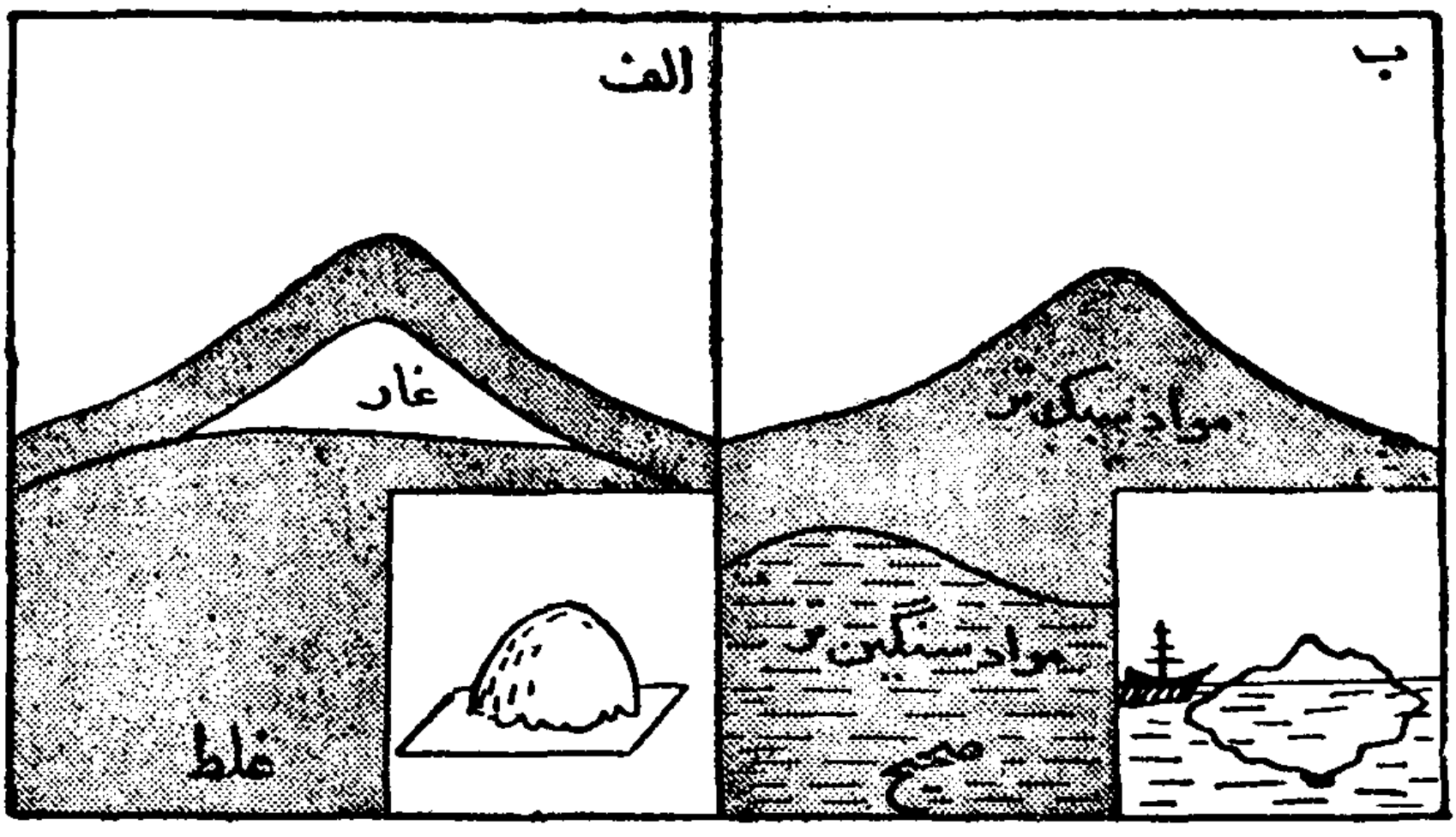
بر طبق قانون ارشمیدس جرم جسم شناور باید مساوی جـرم مادهٔ

۱ـ انحراف منتظره به سهولت از روی قانون نیوتن وجرم ظاهری‌کوه، که از روی حجم و وزن مخصوص سنگهایش به‌دست می‌آیـد، می‌توانـد محاسبه گردد.

@karnil

جابه جا شده درزیرآن باشد . از اینجا نتیجه می‌شود که **وقتی‌کوهی درحال تعادل ایزوستازیك است دلیل این نمی‌شود کـــه در آن ناحیه‌مواد بیشتری موجود باشد.**

بنابراین به‌جای‌اینکه سؤال کنیم چرا کوهها چنانکه جرم ظاهریشان نشان می‌دهد ، روی شاقول اثر نمی‌کنند ؟ بهتر آن است بپرسیم اساساً چرا باید انحراف حاصل گردد. برای پاسخ به این سؤال باید به خاطرآوریم که گرچه قشرجامد زمین به آن اندازه محکم نیست که وزن تمام‌کوه را تحمل کند ولی درعین حال به اندازهٔ کافی قابلیت ارتجاع داردکه مانع شود، کوه به خلاف وقتی‌که روی مادهٔ کاملا نرمی قرار می‌گیرد ، به مقدار زیاد فرو



شکل ۳۳ : ساختمان « پوست تخم مرغی » و «کوه یخی» کوهها .

رود . از این‌رو کوه معمولا اندکی بالاتر از وضع تعادل ایزوستازیکی‌خود قرار می‌گیرد . روی این اصل وقتی پاندولی پهلوی آن قرار داده می‌شود بایستی انحراف‌کمی ازخط قائم نشان دهد . این موضوع را نیز بایدبه‌خاطر داشت‌که پوستهٔ زمین درزیر وزن‌کوهها و تپه‌های‌کوچکتر « نظیرکوههایی که مانند اهرم مصر و آسمان خراشهای نیویورك به‌دست انسان‌ساخته شده » اساساً خم نمی‌شود و انحراف شاقـول در این مورد فقط مربوط بـه جرمی است‌که بالای سطح زمین قرار دارد .

@karnil
کارنیل

قابلیت ارتجاع پوستهٔ زمین همچنین مانع می‌شود که کوه منفی چیزی شبیه تصویر کوه روی زمین در آینه باشد. اگر کوه نوردی خیالی بخواهد به طرف بازالت نرم واقع در زیر کوههای پیرنه حرکت کند تلاش او برای‌یافتن وارونه‌کوههای **یونگفراو** (Jungfrau) یا **ماترهورن** (Maiterhorn) بی‌نتیجه خواهدبود. احتمال دارد تنها چیزی‌کـه بتواند پیدا کند برجستگی وسیع صافی از سنگ خارا باشد کـه چند کیلومتر در لایهٔ بازالت فرو رفته است .

باران ، دشمن‌کوه

بیش ازیک‌بار به این نکته اشاره‌کرده‌ایم‌که بخشی ازقاره‌هاکه بالاتر از سطح دریا قرار دارند ، مخصوصاً کوههای بزرگی‌که ازخرد شدن پوستهٔ زمین برخاسته‌اند ، تحت عمل تخریبی دایم آبی‌که درفصول بارانی به روی آنهامی‌ریزد قرار دارند و مقادیر زیادی موادتخریبی همراه آب‌به دریاهای اطـراف آنها حمل می‌گردد. همچنین بیان داشته‌ایم که مقدارکل نمکی‌که از تخریب سنگهای قاره‌ها به اقیانوسها برده شد به‌تنهایی ۲۰،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر مکعب است . **اگر می‌توانستیم این نمکها را از دریا استخراج کنیم و روی زمین به طور یکنواخت پهن نماییم** لایه‌ای از نمك به‌ضخامت ۱۳۵ متربه‌وجودمی‌آمد، ولی‌نمك بخش‌کمی از سنگهای خارایی را تشکیل می‌دهد (قریب ۵ درصد) به طوری که برای حمل مقدار نمکی‌که اکنون به صورت محلول درآب اقیانوسها وجود دارد ، آب باران بایستی سنگ خارا را به ضخامت۲ کیلومترخراب‌کرده باشد .گرچه نمك به حالت محلول‌باقی می‌ماند ولی بقیهٔ مواد تخریبی نظیر ماسه و شن مجاورخط ساحلی اقیانوسها یا در تـه آبهای روی قـاره‌ها رسوب می‌کنند و لایه‌های روزافزون سنگهای رسوبی را تشکیل می‌دهند .

وقتی درخاطر خود مجسم‌کنیم‌که روش تخریب طی‌چه دوره‌های‌طولانی همچنان ادامه داشته است ، این موضوع‌که آب باران می‌تواند هزارها متراز سطح قاره‌هـا را بشویـد و مرتفع‌ترین جبال را هموار سازد آنقدرهـا عجیب نخواهد بود . اندازه‌گیری مستقیم مقدارگلی‌که رودخانه‌ها به دریا می‌ریزند نشان می‌دهدکه سطح ممالك متحدهٔ آمریکابه‌تنهایی قریب ۸۰۰،۰۰۰،۰۰۰ تن از مواد سنگی خود را سالیانـه از دست می‌دهد . تخریبی‌کـه تحت اثر

@karnil
کارنیل

باران‌صورت می‌گیرد، ارتفاع‌قاره‌ها را به طور متوسط ۰/۰۲ میلیمترسالیانه کم می‌کند[1]. از زمانی‌که کریستف‌کلمب پا به ساحل امریکا نهاده ، قریب ده سانتیمتر از ضخامت لایه خارجی زمین به اقیانوس‌ها حمل‌گردیده است .

تمام عوارض سطح زمین ، مانند عوارض سرزمین دو حادثهٔ داکوتای جنوبی و دره‌های عمیقی کـه در دل سنگهای سخت حفر شده‌اند ، تحت اثر عمل تخریبی رودخانه‌ها و نهرهایی است‌که در نظر اول بسیار بی‌اهمیت به نظر می‌آیند . چون سطح زمین از انواع سنگهایی ساخته شده‌که مقاومتشان در مقابل عمل تخریبی آب متفاوت است ، وقتی سرزمینی شسته می‌شود غالباً مناظر عجیب و غریب پیدا می‌کند . یکی از مثالهای جالبی‌که می‌توان‌آورد برج دویل (Devil) است .

این برج را همهٔ مسافرینی کـه از داکوتای جنوبی در طول شاهراه شمارهٔ ۹ ایالات متحده‌امریکا عبور کرده‌اند به خوبی دیده‌انـد . این نقطه زمانی بـه وسیلهٔ کوه آتشفشان عظیمی پوشیده شده بود کـه محل خروج گدازه‌های قسمت‌های درونی زمین بود . بعداً فعالیت‌های‌آتشفشانی متوقف شد و گدازهٔ منجمد شدهٔ دهانهٔ‌آتشفشان، به صورت ستون بازالتی عمودی طویلی درآمد . آب باران کوه‌آتشفشان خاموش را در طی قرنهای متمادی تدریجاً شسته وصدها هزار سال طول‌کشیده تاتوانسته تمام قسمتهای خارجی مخروط آتشفشانی راکه ازخاکستر آتشفشانهای متعدد تشکیل شده بود بشوید . برج باقیمانده جزستون اولیهٔ‌گدازهٔ منجمد شده چیز دیگری نیست وچون بازالت مقاومت بیشتری از سایر مواد نرم مشکلهٔ مخروط دارد ، چندین صد هزار سال دیگر لازم است تا باران بتواند این باقیماندهٔ آتشفشان قدیمی رابه‌کلی محو نماید .

چون عمل‌تخریب درکوهها به علت وجود شیبهای تند ، خیلی سریع‌تر از تخریبی است که در زمین‌های هموار صورت می‌گیرد ، باید انتظار داشته باشیم که **مهمترین عمل باران از میان بردن تمام عارضه هایی است که از**

۱ـ خوانندهٔ عزیز باید به خاطر آورد که سرعت تخریب در حال حاضر که‌کوههای‌بزرگ‌روی‌زمین وجود دارند، چندین برابر دوره پیشروی دریاها یعنی هنگامی‌که غالب‌کوههاخراب شده بوده‌اند، می‌باشد «فصل۱ـ ص‌ـ ۳».

@karnil
کارنیل

خرد شدن سنگها در سطح زمین حاصل می‌شود و همچنین تبدیل کردن سطح قاره‌ها به دشت‌های وسیع پست است . ولی باید خاطر نشان ساخت که آب باران برای شستن یك کوه، بیش از آنچه در نظر اول گمان می‌رود ، باید فعالیت کند زیرا موضوع تعادل ایزوستازیکی که در بالا بدان اشاره شده به نوعی عمل می‌کند که وقتی مواد مشکلهٔ کوهی تحت اثر جریان آب حمل می‌شوند، سنگهای جدیدی به کندی اززیر به‌بالا می‌آیند، کاراضافی در دسترس آب قرار می‌دهند.

برای ازبین رفتن کامل کوهی از روی زمین لازم است که نه فقط بخش خارجی آن خراب شود بلکه ریشه‌هایش که درعمق پوسته زمین فرورفته‌اند نیز باید ازبین برود .

اگر یك کمپانی معظم راه‌آهن بخواهد خط جدیدی در ناحیهٔ کوهستانی ایجاد کند ،چنانچه به‌جای حفر تونل تصمیم بگیرد تمام کوه را ازمیان بردارد، گرچه عملی خارق‌العاده است معهذا نتیجه‌اش موقت خواهد بود زیرا چند صد هزار سال دیگر کوه جدیدی که فقط ابعادش ازکوه اولیه کوچکتر است در همان نقطه بالا خواهد آمد .

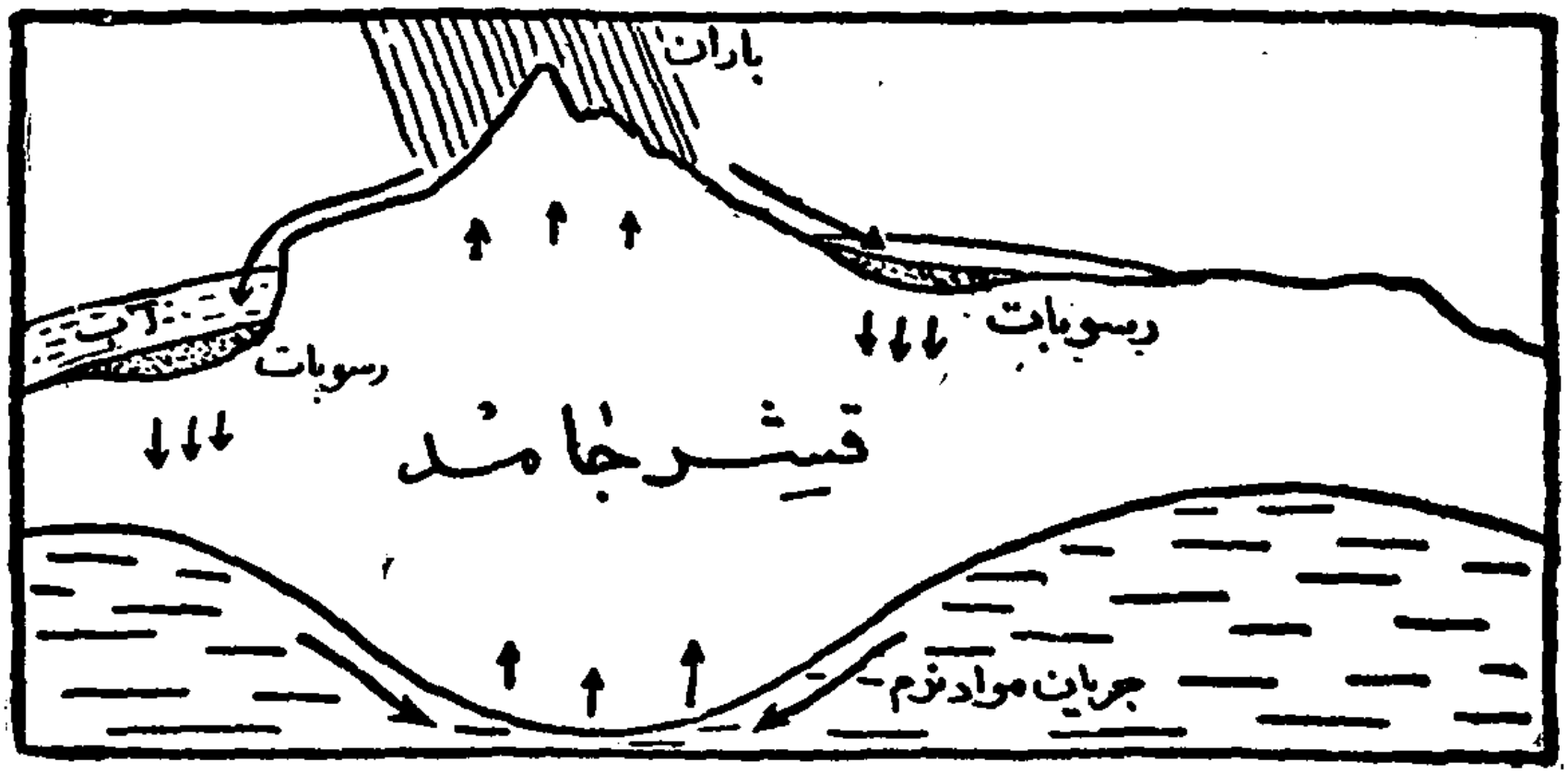
به‌موازات حرکت دایمی نواحی کوهستانی به طرف بالا، نواحی دیگر سطح زمین که مواد تخریبی آب رودخانه‌ها در آنها رسوب می‌کند تدریجاً فرومی‌روند. چون از طرفی بیشتر کوهها درطول مرز قاره‌ها قرار دارند واز طرف دیگر بارانی که روی کوهی می‌ریزد بهر دو طرف دامنه‌اش سرازیر می‌شود، لذا عمق اقیانوس‌هایی که قاره‌ها را محدود می‌کنند و همچنین عمق دریاهای کم عمقی که در قاره‌ها قرار دارند به فرو رفتن تدریجی محکوم می‌باشند . شکل ۳۴ نمایش نمونه‌ای از تعادل ایزوستازیکی قاره‌هاست که کلا تحت اثر باران صورت می‌گیرد . چنانکه گفته‌ایم نظیر این گونه عوامل می‌تواند در پوستهٔ زمین چین خوردگی به‌وجود آورده و وضع زمین را در ناحیه‌ای تغییر داده منجر ببرخاستن کوههای محلی گردد .

ازسرعتی که درتخریب مشاهده می‌گردد این طور تخمین زده می‌شود که **زمان لازم برای آنکه آب باران بتواندکوهی را که دریك دورهٔ انقلابی زمین به‌وجودآمده از بین ببرد چندین بار کمتر از فاصلهٔ زمانی بین دو دورهٔ انقلابی است** .

از این‌رو باید نتیجه بگیریم که **سطح زمین در بیشتر دوره های**

@karnil

کارنیل



شکل۳۴: وقتی کوه تحت اثر باران خراب می‌شود از نو بالا می‌آید.

تاریخی‌اش کم عارضه و صاف بوده و بیشتر وسعت آن‌را دریای کم عمق پوشانیده بوده است واین مزیت مخصوص ماست که در دورهٔ نسبتاً کوتاهی زندگی می‌کنیم که کوههایی کـه تحت اثر آخرین انقلاب زمین برخاسته‌اند هنوز برجای خود محکم ایستاده‌اند و برای ما مناظر زیبا وموقعیتهای عالی به منظور کوه‌نوردی وبازی اسکی به وجود می‌آورند .

@karnil

کارنیل

فصل هفتم

تکامل قاره‌ها

آیا قارهٔ آمریکا از اروپا رانده شده است

قبلا دیده‌ایم که شش قطعهٔ بزرگ خارا کـه شامل شش قارهٔ عظیم است (اروپا ،آسیا ،آفریقا ،آمریکای شمالی وجنوبی ، استرالیا ، قطب جنوب) قطعاتی از پوستهٔ جامد زمین را نشان می‌دهندکه درحین تولد ماه از هم جدا گشته‌اند . شبـاهت وضع خطوط ساحلی ایـن قاره‌ها (در شکل ۳۵ مقایسه کنید) این فکر را درانسان تقویت می‌کندکه شکل عمومی آنها ، در طی دو میلیارد سالی که ازحادثهٔ فراموش نشدنی تولد دختر زمین می‌گذرد تاکنون تغییری اساسی متحمل نشده است . اما بـا وجود اینکه وضع سواحل غربی اروپـا و امریکا کاملا بـا سواحل شرقـی امریکای شمالی و جنوبی تطبیق می‌کند، این‌قاره‌ها اکنون به وسیلهٔ اقیانوس اطلس که عرضی معادل ۶۰۰۰ کیلومتر دارد از یکدیگر فاصله دارند . بـه نظر می‌رسد قـارهٔ استرالیا نیز مسافت زیادی به طرف جنوب غربی دور شده وجا برای آبهای اقیانوس هند بازکرده باشد وقارهٔ قطب جنوب نیز به سوی جنوب حرکت کرده است و اکنون در آنجا زیر لایهٔ ضخیمی از یخ مستور می‌باشد . اگر آنچه گفته شده صحیح باشد و شباهت وضع خطوط ساحلی امری تصادفی نباشد اشکالات

@karnil
کارنیل

مهمی درمقابل ماقد علم می‌کنند . یکی اینکه چه نوع نیروهایی توانسته‌اند قارهٔ عظیمی را به قطعات کوچکتری تقسیم‌کنند ؟ دیگر آن که جدا شدن قطعات قارهٔ عظیم اولیه چه وقتی صورت گرفته است ؟ سوم آن‌که فواصل بین قاره‌ها هنوز هم درحال افزایش است یا نه ؟ و بایستی انتظار داشته باشیم‌که قارهٔ آمریکای شمالی که ازاروپا به فاصلهٔ دوری رانده شده ، آنقدر دورتر برودکه دیر یا زود از ساحل کالیفرنیا باجزایر ژاپن مجاور شود ؟

شکل۳۵: وضع‌نسبی‌قاره‌ها درآغاز یعنی بلافاصله پس‌ازجداشدن‌ماه.

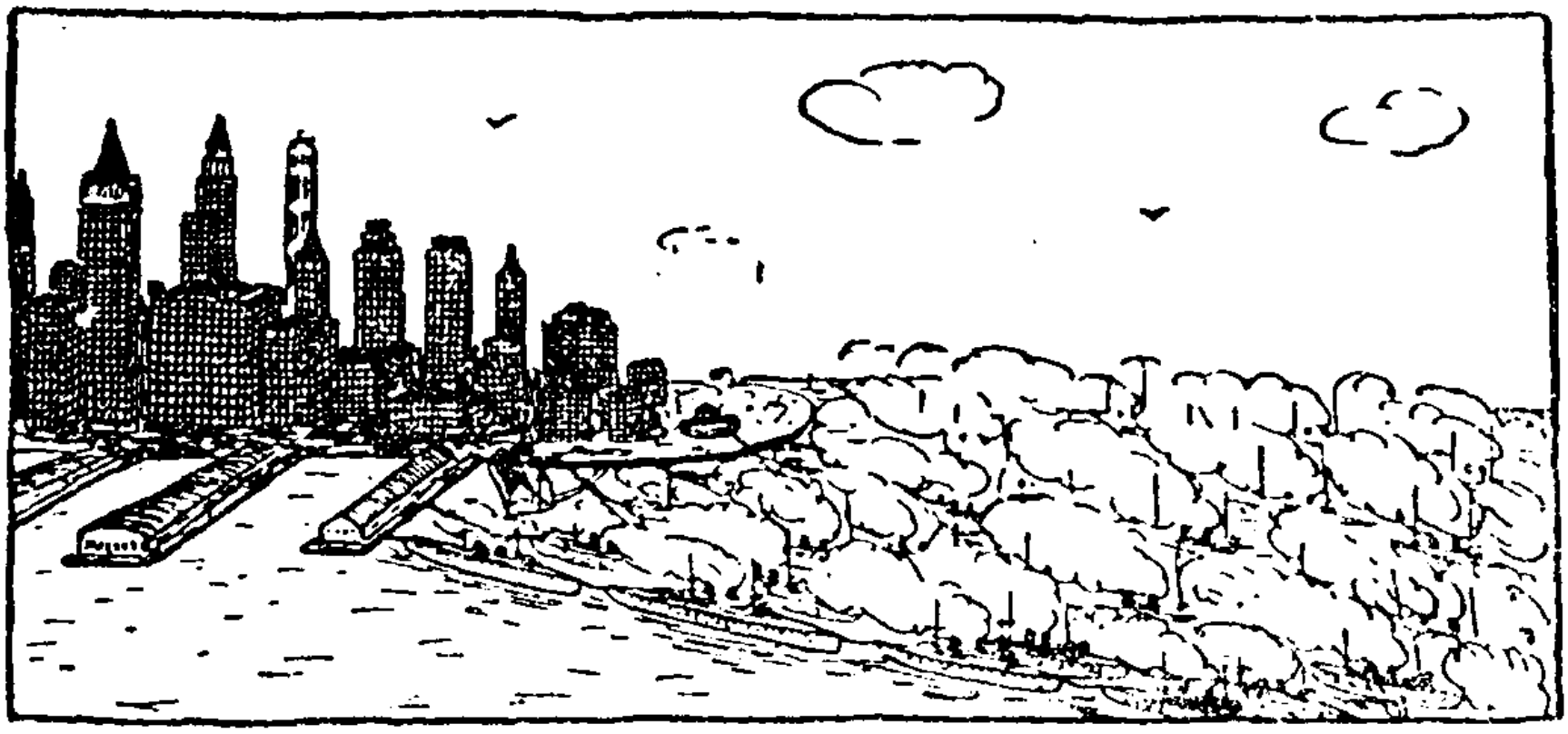
نخستین بار ژئوفیزیکدانی از هنگری به نام **بارون رولاند اوتوس** (Baron Roland Eötvös) به وجود نیروهایی‌که درقاره‌ها اثر کرده‌و وضع نسبی آنها را تغییر می‌دهند پی برده است . این دانشمند نشان داده‌که چنین نیروهایی بایستی نتیجهٔ اجتناب ناپذیر حرکت وضعی زمین بوده‌باشد، وقتی به‌خاطر آوریم‌که قاره‌ها تـوده های نسبتاً سبك سنگ خارا هستند کـه روی لایهٔ بـازالت سنگی شناورنـد باید چنین انتظاری داشته باشیم کـه **تحت اثر نوعی نیروی گریز از مرکز یا بهتر گفته شود « نیروی گریزاز قطب ، قرار گیرند و به سوی استوا به حرکت درآیند** [1] از روی سرعت

۱ــ درنظر اول ممکن است چنین به نظر رسدکه چون سطحی از زمین‌که در معرض گردش دورانی‌است شکل بیضی دارد چنین نیرویی‌که مربوط‌به‌حرکات اجسام شناور است نبایستی اثری داشته باشد اما نباید فراموش‌کردکه مرکز ←

@karnil

گردش زمین می‌توان به سهولت محاسبه کرد کـه در عرضهای متوسط زمین یعنی آنجا که نیروی کشش استوایی قویتر است نیرویی کـه به هر مترمربع قاره وارد می‌شود قریب ۵۰ کیلوگرام است. به این حساب **کلیه نیروهایی که مثلا به جزیرهٔ « مانهاتان » اثر می‌کنند برابر با نیروی ۵ هزار کشتی اقیانوس‌پیمای بزرگ نظیر کشتی ملکه الیزابت می‌شوند که در محل لنگرگاه « باتری پارك » به ساحل این جزیره ببندند و باحداکثر سرعت آنها را به سوی جنوب به حرکت‌درآورند.** « شکل ۳۶»

واضح است کـه وقتی قـاره‌ها هنوز روی اقیانوس بازالت مذاب شناور بودند ، این نیروهای کشش استوایی می‌توانستندآنها را به‌کندی روی سطح



شکل ۳۶ : نیروی‌کشش استوایی در جزیرهٔ مانهاتان برابر است با نیروی کشش پنجهزار کشتی اقیانوس پیمای بزرگ نظیر کشتی ملکه الیزابت که در لنگرگاه باتری پارك ساحل این جزیره بسته شوند و به حداکثر سرعت به سوی جنوب به حرکت درآیند .

بازالت مذاب ، به نوعی حرکت دهند کـه آنها را سرانجام به وضعی مشابه در طول استوا منتشر سازند . حرکتی کـه تحت اثر این نیروها بـه وجود

ثقل جسم شناور باید بالاتر از مرکز ثقل‌آن جابه‌جا شده باشد واین‌اختلاف ارتفاع خود سبب پیدایش اختلاف نیروی‌گریز ازمرکز می‌شود. این‌پدیده تا حدی شبیه‌این‌است که‌وقتی‌کشتی بخاری دررودخانه‌ای شناور است (همان‌طور که نخستین بار توسط **آنتوان فکر** Fokker Anton طراح هواپیما در رودخانهٔ ماآس Maas نزدیك روتردام مشاهده‌شده) باوجودآنکه ملخهایش نمی‌گردند کشتی روی‌آب رودخانه حرکت‌می‌کند .

@karnil
کارنیل

می‌آید بایستی خیلی پیچیده بوده و علت نامنظم شدن شکل قاره‌ها شده باشد. تاکنون دربارهٔ چگونگی قطعه قطعه شدن قاره‌ها ، هیچگونه مطالعهٔ تئوریکی به عمل نیامده ولی آنچه واضح است این است که **نخستین اثر این نیروهای بایستی این بوده باشد که قطعات پیوسته زمین را از یکدیگر جدا کند و شکافی را که بین آنها به وجود آمده عمیق‌تر سازد** . اگر نیروی کشش استوایی به عمل خود همچنان ادامه می‌داد و قادر می‌گشت کارش را به‌پایان رساند ، جغرافیای کرهٔ ما وضع خاصی پیدا می‌کرد . بدین معنی که حفرهٔ عریض اقیانوس کبیر که از جدا شدن ماه از زمین حاصل شده است به‌کلی از بین می‌رفت و قاره‌ها تقریباً کمربندی در استوای زمین تشکیل می‌داده‌اند و فقط دو اقیانوس حلقوی در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی (شکل ۳۷) موجود می‌گردیده‌است. اینکه نقشهٔ کنونی زمین به‌صورتی که هم اکنون بیان گردیده نمی‌باشد ، دلیلی براین است که ، **عواملی مانع شده‌اند تا کشش استوایی کارش را به پایان رساند** . طبیعی است که دور شدن قاره‌ها پیش از آنکه به حد نهایی خود برسد ، تحت اثر انجماد تدریجی سطح اقیانوس بازالتی کند و متوقف گردیده است .

شکل ۳۷: این نقشه جهان‌نمایی است که اگر انجماد اقیانوس بازالتی درجدا شدن قاره‌ها وقفه ایجاد نمی‌کرد ، بایستی دیده می‌شد .

دیدیم که سطح زمین مذاب ، پیش از آنکه از لایهٔ نازك پوستهٔ جامد پوشیده شود ، فقط به مدت چند هزار سال توانسته است به حالت مذاب باقی ماند . آن بخش از سطح بازالت مذاب که پس از جدا شدن ماه ، درمعرض

@karnil
کارنیل

فضای سرد بین ستارگان قرار گرفته ، بایستی خیلی بـه سرعت منجمد شده باشد زیرا مواد مشکلهٔ بخش خارجی سیاره ما براثرسرد شدن قبلی‌چسبنده‌تر شده بود و به علت همین افزایش چسبندگی ، دور شدن قاره‌ها از یکدیگر ، نتـوانسته است از همان اول به سرعت انجـام گیرد . تشکیل قشر بازالتـی **که اکنون ته اقیانوس‌ها را تشکیل می‌دهد به همان روشی‌که پیدایش یخ‌در آبهای نواحی قطبی هنگام زمستان کشتی‌ها را از حـرکت باز می‌دارد ، خود یکی از عوامل توقف جدا شدن قاره‌ها** بوده است . باید توجه داشت‌که بنا به‌آنچه مذکور افتاده ، **دورشدن قاره‌ها بایستی از مراحل اولیه تکامل سیارهٔ مامتوقف شده باشد** . بعیدبه نظرمی‌رسد که پس از سرد شدن‌حوضه‌های اقیانوس‌ها و پرشدن آنها از آب ،تغییر اساسی در وضع نسبی قاره‌ها حاصل شده باشد . اصل « فرضیهٔ جدا شدن قاره‌ها » توسط ژئوفیزیک‌دان آلمانی آلفرد وگنر بیان‌گردیده است . به‌نظروی جدا شدن قاره‌ها در دوره های آخر معرفةالارضی‌نیزادامه داشته،به طوری‌که اروپا وآسیا وآفریقا وآمریکا تا دورهٔ کربونیفر هنوزبه‌یکدیگرچسبیده بوده‌اند .[1]

این فرض‌که براساس شباهت‌جانوران وگیاهان قاره‌ها بناشده وشباهت را دلیل متصل بودن قاره‌ها و امکان مهاجرت جانداران می‌دانند به اشکال می‌تواند در مقابل اطلاعات‌کنونی ما عرض اندام‌کند . در حقیقت به سهولت می‌توان محاسبه‌کردکه نیروی‌کشش‌استوایی‌که‌روی قاره‌های واقع درعرض‌های جغرافیایی متوسط اثر می‌کند ، هزار برابـر کمتر از مقاومتی است کـه لایهٔ بازالتی عمیق اقیانوسها درطول سواحل جنوبی خود دارد . البته درست است‌که در طی دوره‌های اولیهٔ معرفةالارضی ضخامت‌کف اقیانوس‌ها ازضخامت کنونی آنها تاحدی کمتر بوده و در عوض نیروی جـدا شدن قاره‌ها به علت گردش سریع زمین[2] قویتربوده است معهذا مشکل به نظر می‌رسدکه نیروی مذکور توانسته باشد حتی بلافاصله پس‌از انجماد پوستهٔ زمین اثرقابل‌توجهی به ظهور رسانده باشد .

مطالعات فوق این نتیجهٔ ضمنی را نیز دربر دارندکـه در حال حاضر هیچگونه تغییر وضع نسبی نباید در قاره‌ها انتظار رود . چندی پیش موضوع

۱ـ ۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰ سال پیش .

۲ـ به فصل سوم مراجعه شود .

@karnil
کارنیل

دور شدن گرینلند از اروپا جلب نظر کرده و این‌طور محاسبه شده است که فاصلهٔ آندو در طی ۳۳ سال (یعنی از ۱۸۷۳ تا ۱۹۰۷) ۳۲ متر زیادتر شده است . ولی مشاهدات جدیدی که با دقت تمام صورت گرفته (از سال ۱۹۲۷ تا ۱۹۳۶) حتی کمترین افزایش فاصلهٔ بین آندو را ، که ادعا شده بوده ، نشان نداده است . نتیجه آنکه استنباط فوق روی اصل ناقص بودن روش اندازه گیری انجام پذیرفته و چنین جدایی به هیچوجه صورت نمی گیرد .

تجدید « کتاب رسوبات »

گرچه شکل عمومی ووضع نسبی قاره‌ها نتوانسته است از زمان انجماد حوضه‌های اقیانوس‌ها تاکنون تغییر زیاد بکند ولی اوضاع سطح قاره‌ها به علت اثر مشترك نیروهای کوه‌زایی و عمل تخریبی باران در تغییر دایم بوده است . متناوب بودن تشکیل سلسله جبال و تخریب بعدی آنها تحت اثر عمل آبها ، از روی رسوبات مواد تخریبی که توسط رودخانه‌ها به دره‌ها حمل شده‌اند به خوبی هویدا است .

در واقع جنس اینگونه رسوبات تا حد زیادی به صفات و اختصاصات ناحیه‌ای از زمین بستگی دارد که مورد تخریب واقع شده است .

در طی دوره‌های انقلاب ، که اکنون در یکی از آن دوره‌ها زندگی می کنیم ، در همه جای سطح زمین کوههای مرتفع بلند می‌شوند وعمل تخریب باسرعت ادامه می‌یابد . جریانهای سریع آب درحینی که ازشیب تند دامنه‌های کوهستانها سرازیر می‌شوند ، قطعات نسبتاً بزرگ سنگها را باعمل مکانیکی صرف جدا می‌سازند . قسمت عمدهٔ رسوباتی که در طی این دوره‌ها تشکیل می گردد از مواد رسوبی درشت نظیر قلوه سنگ و شن است . ازطرف دیگر در دورهٔ طویلی که بین دورهٔ انقلابی وجود دارد یعنی دوره‌ای که بیشتر کوهها کاملا شسته شده و سطح قاره‌ها پست و بایر می گردد ، عمل تخریبی به ناچار رو به کندی می گذارد . دراین دوره از رودخانه‌های خروشان کوهستانی و آبشارهای پرسروصدا اثری دیده نمی‌شود وآب باران همچنان به‌سطح زمین می‌بارد وبه شکل رودخانه‌های عریض، دشتهای افقی را باکمال آرامش وبه‌کندی طی کرده به سوی دریا واقیانوس‌ها جریان می‌یابد .تجزیهٔ شیمیایی در این دورهٔ طویل از تخریب مکانیکی صرف مؤثرتر می‌باشد .

@karnil
کارنیل

آب در حین جریـان بطیء خود در سطح زمین ، بخشهای قابل حل سنگهای متنوع را همراه خود می‌برد و ماسه و گل رس بـه‌جای می‌گذارد. بیشتر مواد محلول از جنس بی‌کربنات دوکلسیم است کـه تا به دریا حمل می‌گرددودرآنجا تجزیه شده به صورت لایه‌های ضخیم سنگهای آهکی‌رسوب می‌کند .

بنابراین اگر قادر باشیم بعضی نقاط زمین را که درآنجا رسوبات به وضعی مداوم در جریان تاریخ سیاره ، ته نشین شده‌اند ، بازدید کنیم ، یك مقطع عرضی بسیار منظمی از رسوبات بـه نظر ما خواهد آمد . در آنجا لایه‌هایی از مواد تخریبی درشت و ریز به‌طورمتناوب خواهیم یافت که مربوط به دوره‌های انقلابی و آرامش زمین است و قادر خواهیم بود تاریخ سیاره‌ها را فصل به فصل بنگاریم . چنین مجلدکامل « کتاب رسوبات » بدون شك در کف‌اقیانوس‌ها، مجاور سواحل وجود دارند وچون این مناطق دایماً زیرآب قرار داشته‌اند ، لـذا مواد تخریبی سرزمینهای مجاور بـه ترتیب در آنجا ته‌نشین شده‌اند . اما بدبختانه اینگونه صفحات کتاب رسوبات ، که از آب پوشیده می‌باشند درحال حاضر از دسترس زمین شناسان به دور اند و ما فقط باید به‌مطالعهٔ رسوباتی‌قناعت کنیم که دردریاهای‌کم عمق قاره‌ها رسوب کرده‌اند وبعداً بـه صورت کوهها بلند شده‌اند و لایـه‌های فوقانی آنها تحت اثر عمل تخریبی از بین رفته اند .

چون درطی تاریخ زمین سطح قاره‌ها به وضعی نامنظم به صورت کوهها بالا می‌آمدند و مجدداً از بین می‌رفتنـد و محل دریاهایی که درون قاره‌ها وجود داشته‌اند دایمـاً در تغییر بوده است لذا آنچه در رسوبات یك نـاحیه وجود دارد الزاماً ناقص خواهد بـود. در شکل ۳۸ تصویر فرضی رسوبات نقطه‌ای را می‌بینیم که سه بار در زیر آب قرار داشته ولی اکنون به صورت سرزمینی‌خشك ملاحظه می‌شود.فرض می‌کنیم در طی نخستین دورهٔ پیش‌روی آب ، رسوبـاتی را که رودخانه بدانجا آورده است شش لایهٔ پشت سرهم تشکیل داده‌اند کـه ما آنها را با اعداد ۱ تا ۶ نمایش‌می‌دهیم[1]. حال فرض می‌کنیم پس از تشکیل این لایه‌ها ، کـه معرف مداوم بودن ته نشین شدن

۱ــ لایه‌هایی را که در اینجا شمرده‌ایم به هیچیك از دوره‌های زمین‌شناسی رتباط ندارد و فقط به عنوان مثال و روشن شدن موضوع به‌کاررفته است .

@karnil
کارنیل

رسوبات در زمان معینی از تاریخ زمین است ، حرکات پوستهٔ زمین این ناحیه را به نحوی بالاتر از سطح دریا آورده است که رسوبات مذکور تحت اثر عمل تخریبی آب باران قرار گرفته‌اند . در طی دوره‌ای که این ناحیه از آب بیرون بوده است ، بخشی ازلایه‌های ته نشین شده تحت اثر تخریب به دریا حمل شده‌اند و موادی که از تخریب آنها به وجود آمده‌اند ،بامواد تخریبی نواحی دیگر در نقطهٔ دیگر رسوب کرده‌اند .

هنگامی که لایه‌های جدیدی (مثلا لایه‌های شماره ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰) در ته اقیانوس‌ها یعنی آنجا که رسوبات به طور مداوم ته نشین می‌شوند ، رسوب کرده‌اند ، محل مورد بحث بر اثر تخریب ، مواد خود را از دست می‌داده است . یعنی سه لایهٔ فوقانی آن (۶ و ۵ و ۴) به کلی از بین رفته است . بنابراین وقتی مجدداً دریا در این ناحیه پیش‌روی می‌کند لایهٔ ۱۱ مستقیماً روی لایهٔ ۳ رسوب خواهدکرد .

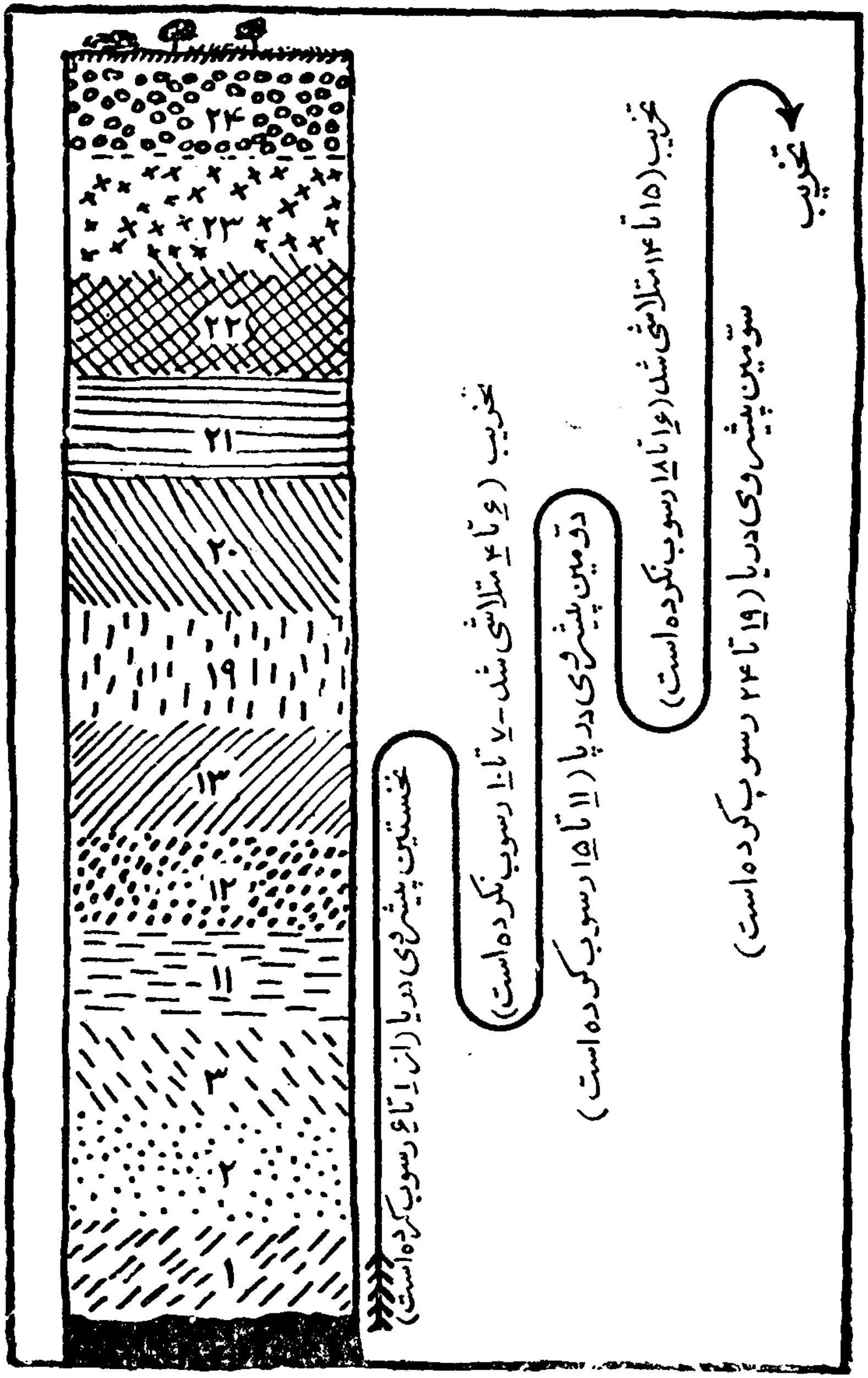
اگر در شکل ۳۸ بیشتر دقت‌کنیم ، خواهیم دید که تنها لایه‌هایی که در این ناحیهٔ فرضی ته نشین شده‌اند و به چشم زمین‌شناسان می‌آیند عبارتند از:لایه‌های شماره ۱ — ۲ — ۳ — ۱۱ — ۱۲ — ۱۳ — ۱۹ — ۲۰ — ۲۱ — ۲۲ — ۲۳ — ۲۴ درحالی‌که بقیهٔ لایه‌ها ، یا اساساً تشکیل نشده‌اند و یااگر ته نشین گشته‌اند تحت اثر باران شسته شده‌اند .

اما اگر چه لایه‌های ته نشین شده در یك ناحیهٔ مفروضی ، مجموعهٔ اتفاقی ورق پاره‌های «کتاب رسوبات » را نشان می‌دهند ، معهذا می‌توانیم ، از مقایسهٔ آنچه‌که بدین‌گونه از نقاط مختلفی که در دوره‌های متفاوت به زیر آب بوده‌اند ، نسخهٔ‌کامل‌کتاب را تجدیدکنیم . البته این‌کاری بسیارمشکل است و موضوع اصلی علم زمین‌شناسی تاریخی می‌باشد .

روش اصلی که برای جمع آوری « ردیف زمین شناسی » از نواحی مختلف‌که هر یك وضعی منقطع دارد ، به‌کار می‌رود « اصل انطباق » است‌که طرح آن در شکل ۳۹ نمایش داده شده است . ممکن است در حین مقایسهٔ رسوبات دوناحیهٔ مختلف‌که هریك دارای ته‌نشین‌های منقطع می‌باشد ، متوجه شویم‌که لایهٔ فوقانی یك ناحیه هم جنس لایهٔ تحتانی ناحیهٔ دیگر باشد . اگر چنین وضعی در محلی مشاهده شود این نتیجهٔ حتمی را دربر دارد که لایهٔ فوقانی اولی همزمان با لایهٔ تحتانی دومی تشکیل شده است. اگر دو لایهٔ

@karnil

کارنیل



شکل ۳۸: این شکل نشان می‌دهدکه چگونه برخاستن زمین به وضع متناوب در ناحیه‌ای ، ترتیب رسوبات را به هم می‌زند .

@karnil
کارنیل

نظیر را مجاور هم قرار بدهیم وضع مداوم را در فاصلهٔ زمانی طولانی‌تر به دست خواهیم آورد .[1]

اما باید به خاطر داشت که چون صفات واختصاصات فیزیکی وشیمیایی رسوبات‌مختلف اختلاف‌زیادی‌بایکدیگر ندارندویك سلسله‌رسوبات‌مشابه همواره به طور متناوب درازمنهٔ مختلف تکرار می‌شود ، اگر لایه‌های رسوبی بقایای فسیل شده گیاهان و جانورانی را که در دوره‌های مختلف می‌زیسته‌اند در بر نداشته‌باشد روش‌انطباق که در بالااشاره شده نتیجهٔ منتظره‌را به‌دست‌نمی‌دهد. در واقع توسعهٔ علم زمین‌شناسی‌تاریخی، باتوسعهٔ دیرین‌شناسی(یعنی علم به‌احوال موجودات‌زندهٔ گذشته) رابطهٔ کاملا دقیق دارد. بعلاوه باشناختن ردیف کامل لایه‌های زمین که تاریخچهٔ تغییرات اوضاع آبها و خشکی‌های زمین را نشان

۱ــ انطباق مشابهی در مطالعهٔ دهکده‌های ماقبل تاریخ بومیهای آمریکای شمالی با موفقیت کامل به عمل آمده است . چون اینگونه دهکده‌ها غالباً در ساحل دریاچه‌ها موجود بوده‌اند ، در ته این دریاچه‌ها کنده‌های پوسیدهٔ فراوانی پیدا می‌شوند که روزی در ساختمان دهکده‌ها به‌کار می‌رفته‌اند . اکنون می‌دانیم که دایره‌های متحدالمرکزی که درمقطع عرضی ساقه مشاهده می‌شود معرف سن درخت است که درحکم اثر انگشت انسان می‌باشد وبستگی به شرایط آب و هوای دورهٔ زندگی درخت دارد . درحقیقت در تابستانهای گرمی که با بارانهای فراوان همراه باشد ، دایره‌های متحدالمرکز ضخیم‌تر می‌کردند ، در حالی که دایره‌های نازکتر مربوط به‌تابستانهای خشك است. بنابراین وقتی دوکنده پیدا می‌شودکه بخشی از دوایر متحدالمرکز آنها با یکدیگر تطبیق می‌کند می‌توان مطمئن بودکه دو درخت در زمان معینی می‌رویده‌اند (که مربوط به زمانی است که درهر دومطابقت دارد). اگرچندین کنده را چنان انتخاب کنیم که دوایر یکی (یعنی دوایری که درست قبل از بریده شدن درختان تشکیل شده‌اند) با دوایر داخلی‌تر درخت دیگر تطبیق کند ممکن است یك « ردیف درخت » مربوط به‌چند قرن تهیه‌کنیم . ازاین ردیف می‌توانیم اطلاعات دقیقی از زمانی که کنده‌های مختلف به منظورهای گوناگون قطع شده‌اند بدست آوریم .

مهمتر آنکه می‌توانیم تغییرات اوضاع آب و هوا را نیز دردورهٔ معین محل مشخصی به دست آوریم که درآنوقت هنوزهواشناسی را نمی‌شناخته‌اند

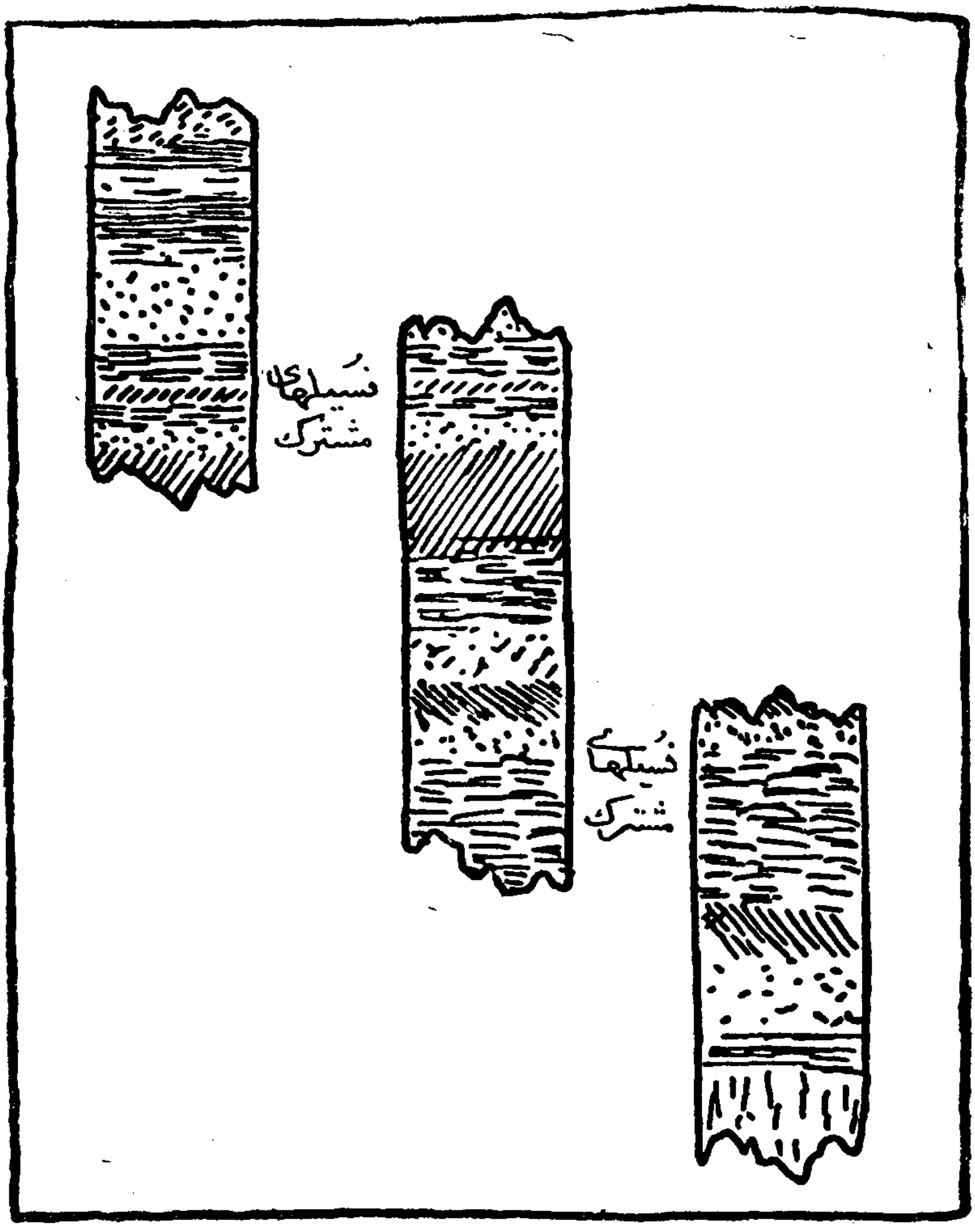
@karnil

کارنیل

می‌دهند اطلاعات کاملی از تکامل‌حیات به دست خواهیم آورد .

بدیهی است جمع‌آوری ورق پاره‌های تاریخ زمین از اینجا و آنجا و صحافی آنها به صورت یك مجلد، هرچه به دوره‌های قدیمتر می‌رسیم مشکل‌تر می‌شود .

بنابراین در حالی که بخشهای اخیر « کتاب رسوبات » بسیار کامل شده است، تاریخچهٔ دوره‌های قبلی آن هنوز کامل نیست . طبقه‌بندی صفحات اولیه ، بالاخص از این نظر دشوار است که در آن ایام اساساً «نبشته‌ای» از



شکل۳۹ : مجاور هم قراردادن ورق پاره‌های «کتاب رسوبات»

@karnil
کارنیل

حیات وجود نداشته یا اگر موجود بوده به صورت موجودات ساده‌ای بوده که اثری درلایه‌های آن زمان‌باقی نگذاشته است .

مجلد کامل«کتاب رسوبات» هنوز نقص بزرگی دارد وآن این‌است که تاریخ وقوع‌حوادث‌آن معلوم نیست، گرچه می‌توان گفت لایه‌ای قبل یابعد از لایهٔ دیگری تشکیل شده ، اطلاعی ازمدت زمانی که‌آنها را ازهم جدامی کند دردست نداریم. به منظور«تعیین زمان» وقوع حوادث زمین‌شناسی، همواره به تحقیقات دقیق ولی غیرمطمئن سرعت ته نشین شدن رسوبات نیازمند بوده‌ایم. خوشبختانه کشف مواد رادیو آکتیو روش ساده‌تر و در عین حال صحیح‌تر در دسترس ماقرار داده تابدان وسیله جدول‌ازمنهٔ معرفة الارضی رامرتب سازیم.

درفصل اول، از اینکه چگونه توانسته‌ایم به‌کمك مطالعه مقـدار نسبی مواد حاصل از تجزیه اورانیوم وتوریم درسنگها ، از زمان انجماد سنگهای اولیهٔ قشرزمین اطلاعاتی به‌دست آوریم تاحدی به تفصیل صحبت کرده‌ایم . با بکاربردن این روش دربارهٔ سنگ‌های آتشفشانی که درقدیم به‌وجودآمده‌اند و اکنون درنقاط مختلف بین لایه‌های رسوبی پیدا می‌شوند ، می‌توانیم آخرین تجدیـد نظررا در «کتاب رسوبات » به عمل‌آوریم وآن این است که تـاریخ نگارش هرصفحه‌ای را درآن تذکردهیم .

فصول و بخش‌های کتاب رسوبات

«کتاب رسوبات» که براثر فعالیت چندین نسل علمـای زمین شناسی نگارش یافته است محققاً مدارك تاریخی فراوانی در بردارد که در میان‌آنها مجلدهای ضخیم تاریخ نوع انسان، کتاب کوچکی بیش‌نیست. چنان‌که دیده‌ایم ضخامت لایه‌ای ازسطح زمین که تحت اثرآب باران شسته شده است به طـور متوسط دوکیلومتر می‌شود چون این مواد تخریبی‌غالباً درسطح نسبتاً کمی‌از طول سواحل رسوب کرده‌اند . لذاضخامت فعلی‌ستون زمین‌شناسی خیلی‌بیشتر است . اگرتمام قطعات جدا ازهم این‌ستون را روی هـم قراردهیم قریب صد کیلومترضخامت پیدا می‌کندکه درهرسال لایه‌ای به ضخامت یك دهم میلیمتر می‌شود .

اگررسوب هرسال را یك «صفحه» از «کتاب رسـوبات» حساب کنیم ضخامت چنین صفحه‌ای تقریباً معادل ضخامت کتاب‌های معمولی می‌شود . بخش تألیف شدهٔ کتاب قریب یك میلیارد صفحه یعنی تعداد سال‌های تاریخ راشامل خواهد بود .

@karnil
کارنیل

تازه این ضخامت فقط مربوط به‌بخش آخر تکامل سطح سیاره‌ما است‌و میلیونها صفحات متفرق وجود داردکه بیشتر آنهاهنوز زیرسطح زمین مخفی شده‌اند. اگر تشبیهی راکه‌به‌کتاب‌های معمولی کرده‌ایم دنبال کنیم، بدیهی‌است باید بخاطر آوریم‌که یك صفحه «کتاب زمین» چیزقابلی از تاریخش را ثبت نمی‌کند و به منظور پیداکردن تغییری‌که در زمین رخ داده است باید اقلا صفحات صدها هزارسال را ورق بزنیم . این موضوع درمورد تاریخ بشریت نیزصادق است . درصورتی‌که تغییرات سالیانه ممکن است به نظر کسی‌که در این دوره زندگی می‌کند قابل‌توجه بسیارباشد معهذا برای‌بروزتغییرات مهم درتکامل بشریت زمان بسیارطولانی لازم می‌گردد .

نخستین صفت مهم«کتاب رسوبات» مانند همهٔ کتاب‌های دیگرآن است که به تعدادی فصول تقسیم می‌شودکه به‌دوره‌های انقلاب و دوره‌های طولانی حد فاصل آنها است‌که آب خشکی‌ها را فراگرفته بوده و دربالا بدانها اشاره شده است . مشکل است بگوییم‌که کتاب ما دارای چندفصل است زیرا قدیمی ترین بخشهای‌کتاب هنوزناقص وپراکنده است . فقط تاریخ سه فصل‌آخرش که درحدود ۵۰۰ میلیون سال طول‌کشیده‌کم وبیش‌کامل وپیوسته است.

چون این فصل آخرمعرف قریب یك چهارم تمام مدت حیات سیارهٔ ما است ، چنین نتیجه می‌گیریم‌که «کتاب» بایدکاملاشامل ۱۲ فصل باشد .

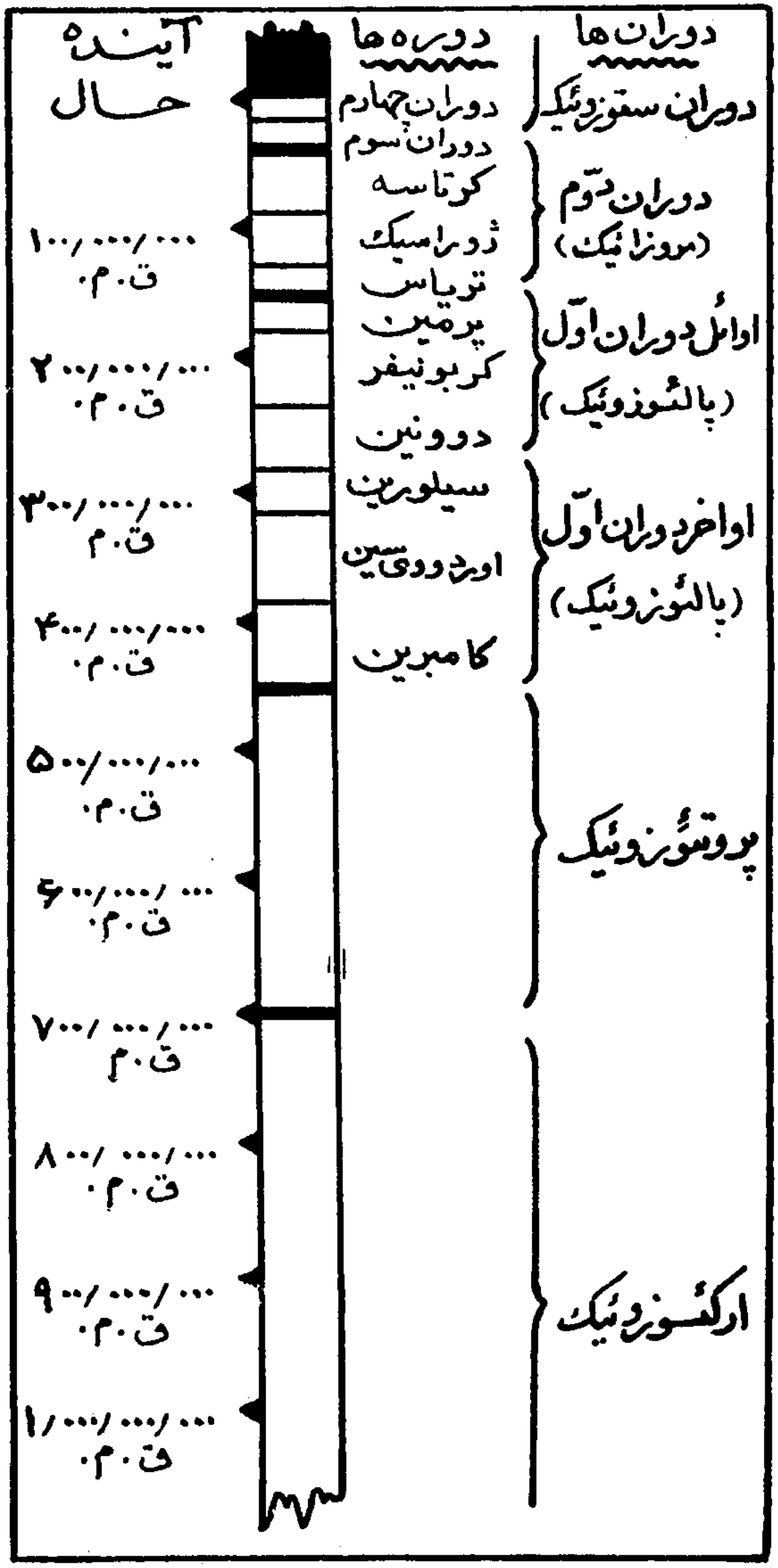
این‌نتیجه، مطابقت‌کامل‌باتعدادداحتمالی‌انقلاباتی داردکه درنتیجهٔ سرد شدن زمین به‌وقوع پیوسته است . معهذا سه‌فصل آخر«کتاب» اهمیت خاصی دارد زیرا چنان‌که قبلا بیان‌گردیده ، این فصول عملا شامل تمام دوره‌هایی می‌باشندکه حیات در روی زمین به وجودآمده است .

سه دوره‌ای‌که دراین سه‌فصل تشریح گردیده ،به نام‌های «اوایل دوران اول» (Early paleozoic) و«اواخردوران‌اول» (Late paleozoic) و «دوران دوم» (Mesozoic) تاریخ زمین نامیده شده‌اند .درخاتمهٔ «کتاب» آغازفصل جدیدی رامی‌بینیم‌که به تازگی شروع شده و به‌نام «دوران سوم و چهارم» (Cenozoic) نامیده شده است .

اصطلاح«به‌تازگی» در زمین شناسی یعنی قریب چهل میلیون سال پیش و به این علت «به تازگی» گفته شده است‌که‌مدت این دوره بامقایسه بامدت هرفصل‌کتاب‌که تقریباً بین‌یکصد تادویست میلیون‌سال طول‌کشیده، خیلی‌کوتاه

@karnil

است . علاوه بر تقسیم طبیعی تاریخ زمین به عده‌ای فصول که هـریك با دورهٔ تشکیل کوهها آغاز می‌شود، زمین‌شناسان هر فصل را به چند بخش تقسیم می کنند. بدین‌طریق فصل «اوایل دوران اول» به کامبرین (Cambrian) و اوردوی‌سین



شکل ۴۰ : تقسیمات زمانهای معرفة‌الارضی

@karnil
کارنیل

(Ordovician) و سیلورین (Silurian) تقسیم شده است وتقسیمات جزء دوران‌دوم‌عبارتنداز‌دوره‌های‌تریاس (Trias)وژوراسیك(Jurassic) و کرتاسه (Cretaceous) . اینگونه تقسیمات جزء کاملا قراردادی است و روی این اصل بناشده است‌که ردیف رسوبات را درنقاط مختلف مطالعه کرده‌اند . مثلا نام کامبرین ، فقط معرف این است که رسوبات این دوره اولین باردر**کمبریج‌شایر** انگلستان (Combridgeshire) کشف و مطالعه شده است . به‌همین طریق ژوراسیك معرف رسوباتی است‌که نخستین بار در کوه‌های **ژورا**(Jura) درفرانسه ملاحظه گردیده است . چون زمینهٔ طبیعی تقسیمات جزئی‌تر ازاین‌برای عمرزمین وجودندارد، می‌توان این‌اصطلاحات رابرای سهولت‌کار به خاطرسپرد .

تقسیمات عمرزمین‌که دربالا بدان اشاره گردیده درشکل صفحهٔ ۱۴۰ نمایش داده شده‌است .دربخش زیربشرح خلاصهٔ حوادث مهمی‌که دردوره‌های مختلف به‌وقوع پیوسته است ، می‌پردازیم .

ورق پاره‌های اولیه

نخستین صفحات «کتاب رسوبات»البته مربوط به‌زمانی است‌که‌اولین قطره‌های‌باران ازآسمان بروی سطح سیارهٔ ما، که به‌کندی درحال سردشدن بوده، ریخته‌است ونخستین شکاف‌های موجود درقشرخارایی، آغازعمل‌تخریبی آنها راسبب گردیده است .

بیشتر رسوبات مربوط به‌این عصر، دراعماق خاك مخفی می‌باشندوفقط درچندنقطهٔ معدود،روی سطح زمین‌آمده‌اند وغالباً ازلایه‌های ضخیم میکاشیست ومرمرساخته شده‌اندکه امتحان دقیق وتجزیهٔ شیمیایی‌نشان می‌دهدکه ازجنس ماسه سنگ و سنگهای‌آهکی می‌باشندکه تحت اثرفشار زیاد و وزن رسوبات فوقانی‌وحرارت فوق‌العادهٔاعماق زیاد،فشرده‌شده ودگرگونی‌حاصل کرده‌اند. ضخامت طبقات رسوبی اولیه‌گاهی به ۳۰ کیلومتربالغ می‌شود واین خود می‌رساندکه تشکیل‌آنهااقلابایستی چندصد میلیون سال طول‌کشیده باشد واین مدت بخش بزرگی ازعمرزمین راتشکیل می‌دهد .

تذکر این‌نکته مهم است‌که رسوبات اولیه به خلاف رسوبات بعدی ، نمك‌کم دربردارند واین‌خود معرف‌آن است‌که‌آبهای دریاهای‌آن زمان‌کاملا شیرین بوده‌اند.ازآنجاکه‌شوری آب‌دریاهاواقیانوس‌ها،ازآغازظهوراقیانوس‌ها،

@karnil
کارنیل

همواره افزایش حاصل کـرده است ، (فصل اول) چنین نتیجه می گیـریم که تشکیل این‌رسوبات تقریباً باایامی که اقیانوس‌ها تازه پرشده بوده‌اندمطابقت دارد و ازاین نظر نخستین رسوبات مواد تخریبی راکه در روی زمین به جا مانده است ، تشکیل داده‌اند .

نخستین دورهٔ طولانی ته‌نشین شدن مواد، محققاً انقلابی به نام‌انقلاب لوران‌سین[1] (Laurentian Revolution) به‌دنبـال داشت که درطی‌آن دوره توده‌های بزرگ خارای مذاب به‌درون این لایه‌ها ریخته شده وآنهارا بلندکرده وچین داده وبه صورت کوه‌های بزرگ درآورده است .[2]

جستجوی این کوه‌ها درنقشهٔ جغرافیایی امروزی البته‌کار بی‌فایده‌ای است زیرا این ارتفاعات درطی‌چند صدمیلیون سال تحت اثرآب باران‌به‌کلی ازبین رفته‌اند . ازآنجا که رسوبات متعلق به دوره‌ای‌که تا این حد قدیمی است، فقط درچند نقطهٔ روی زمین‌پیدا می‌شود(مثلا درکانادای شرقی)،تجسم انتشارجغرافیایی‌این کوه‌های اولیه از روی بقایای‌آنها امری‌کاملا غیرممکن است . مطالعهٔ کیفیت رادیوآکتیوی درلایه‌های خارایی‌که در دورهٔ انقـلاب اولیه انجام‌گرفته نشان می‌دهدکه عمرآنهافقط مختصری ازیك میلیارد سال کمتر است . ازاینجا تاریخ تقریبی‌خاتمهٔ اولین دوره تعیین می‌شود .

پس ازتخریب‌نخستین رشتهٔ‌کوه‌های مذکور، وسعت پهناوری ازخشکی مجدداً به زیرآب فرو رفته ورسوبات ضخیم جدیدی برروی رسوبات اولیـه ته‌نشین‌شده است.سپس‌انقلاب دیگری (به‌نام انقلاب الگومیان Algomian) رخ داده‌که با تشکیل‌کوه‌های جدید همراه بوده است وتوده‌های جدیـد خارا

۱ـ نباید فراموش‌کـرد این انقلاب لازم نیست اولین انقلابی باشد کـه درسطح‌زمین به‌وقوع‌پیوسته‌است. درحقیقت‌احتمال دارد چندین فعالیت‌کوه‌زایی پیش ازآن صورت‌گرفته باشد ولی‌چون هنوزکتاب رسوبات درآن‌زمان‌وجود نداشته است راهی‌برای مطالعهٔ آن در دست نمی‌باشد.

۲ـ چنانکـه در فصل سوم ذکـرکرده‌ایـم ، این موضوع‌که فعالیت‌هـای آتشفشانی‌آن زمان،توده‌های مذاب خارایی(نه بازالتی) بیرون می‌ریخته‌اند، نشان می‌دهدکه قشرجامد زمین خیلی نازکتر ازحالا بوده است به طوری‌که هنوزقسمتی ازقشرخارایی حالت مذاب داشته است .

@karnil
کارنیل

درون‌آنها نفوذ نموده وبه دنبال‌آنها دورهٔ طولانی وآرامی بوده‌که درطی‌آن مـوادی ته‌نشین شده‌اند . سپس یك انقلاب دیگر ویك ته‌نشین شـدن مجدد وقس علیهذا .

شاید خوانندگان‌کتاب ازتکرارلغات «انقلاب» و«ته‌نشین شدن» خسته شده باشند . برای رفع ملال خاطرمی‌توانیم چنین اضافه‌کنیم‌که وقتی ایـن اصطلاحات‌کمی بیشترتکرارشود منظرهٔ جدیدی پیش می‌آید. درواقع با آغاز پنجمین دوره به‌نام‌کارنین (Charnian) ماازدوره‌های تاریك ومبهم ماقبل تاریخ خارج می‌شویم وبه عصری می‌رسیم‌که می‌تواند با دورهٔ تمدن مصرقدیم درتاریخ بشریت مقایسه شود. لایه‌های رسوبی‌که درطی دورهٔ بعـد از انقلاب کارنین‌ته‌نشین شده‌اند دربسیاری‌ازنقاط زمین‌مطالعه‌شده‌اند وتصویرکامل‌تری ازتکامل‌سطح زمین‌به مانشان می‌دهند. بعلاوه رفته‌رفته درآنها فسیل‌جانوران اولیه ،که تدریجاً برتعدادشان افزوده می‌شود، ملاحظه می‌گردد. این‌فسیل‌ها برای ترتیب دادن «توالی صفحات»کتاب تاریخ زمین‌کمك مؤثـر می‌باشند . رسوباتی‌که بعداز انقلاب‌کارنیان ته‌نشین‌شده‌اند سه فصل‌کامل‌کتاب رسوبات رانشان می‌دهند و روی‌آنها لایه‌های نسبتاً نازکی پیدا می‌کنیم‌که شامل آثار آخرین فصل‌کتاب می‌باشند ومسروریم ازاینکه درنگارش‌آن شرکت داریم.

سه فصل‌کامل ازکتاب رسوبات

انقلاب‌کارنیان‌که باب تاریخ‌زمین رامفتوح ساخته این‌نتیجه رابه‌بار آورده‌که قاره‌هابه ارتفاع زیادی ازسطح دریاهابالاآمده‌اند و وسعت‌آنهاخیلی بیشتراز وسعت خشکی‌های امروزی‌گردیده است .

مثلا درامریکای شمالی بالاآمدن قاره‌ها سبب‌گردیدکه اقیانوس‌اطلس واقیانوس‌کبیر به‌آن درجه عقب نشینی‌کنندکه خشکی‌ها تاچندین صدکیلومتر درنقاطی‌که اکنون اقیانوس اشغال‌کرده است توسعه یابند . درمحل حوضچهٔ فعلی خلیج‌مکزیك ودریای کاری‌بین خشکی‌بوده است ـ امریکای شمالی و جنوبی‌که اکنون به‌وسیلهٔ تنگهٔ باریکی‌بهم مربوطند، به‌طوری‌که در اولیـن نقشهٔ‌تاریخ سینماتوگرافیك‌امریکای شمالی‌نشان داده شده، یك‌قارهٔ سرتاسری را تشکیل می‌داده‌اند . درآن طرف اقیانوس اطلس‌قاره‌ها به وضعی وجود داشته‌اندکه ازمحل امروزی خود بیشترمتوجه مغرب بوده‌اند. مخصوصاً قارهٔ

@karnil
کارنیل

طویلی‌به نام اتلانتیدا[1] (Atlantida) از جزایر انگلیس‌تا گرینلند امتداد داشته است .

امابعد ازهمهٔ انقلابات قبلی ، کلیهٔ قاره‌های بالا آمده به‌کندی درمادهٔ مذاب تحتانی فرو رفته‌اند ، آب وباران لاینقطع مواد سنگی کوه‌ها وفلات‌ها راشسته وهمراه برده است. آب دریا به‌درون خشکی‌ها راه یافته و درحالی که نواحی‌پست قاره‌ها را پوشانیده است، دریاهای متعدد در داخل خشکی‌ها به وجـود آورده است .آب اقیانوس‌ها که تـا اعماق قارهٔ «اروپا ـ آسیا» (Eurasie) پیشرفت کرده است ، حوضچهٔ وسیعی‌تشکیل داده که محل فعلی آلمان وجنوب روسیه وجنوب سیبری وقسمت اعظم چین رامی‌پوشانیده است. این دریای عظیم که روی قارهٔ اروپا ـ آسیا قرارداشته در حلقه‌ای ازارتفاعات محصور بوده که درمحل‌فعلی‌اسکاتلند و اسکاندنیاو وهیمالیا وقفقاز وبالکان‌و آلپ قرار داشته‌اند[2] . لیکن به نظرمی‌رسد قارهٔ افریقا درآن زمان کاملا ازآب خارج بوده وبه وسیلهٔ خشکی واقع درحوضچهٔ مدیترانه‌به اروپا ارتباط داشته‌است. قسمت شمالی‌استرالیا ازآب‌های اقیانوس هند پوشیده‌بوده درحالی که قسمت جنوبی آن تا قطب جنوب‌امتدادداشته است .

در این طرف اقیانوس اطلس پیشروی آب‌ها درناحیهٔ استـوایی یعنی محل فعلی مکزیك وتکزاس ،آمریکا راتقریباً به دو قاره (شمالی وجنـوبی) تقسیم کرده است . آب‌های قسمت شمالی اقیانوس‌کبیر بیشتر بخش مرکزی آمریکای شمالی رامانند درهٔ میسی‌سیپی وناحیهٔ **دریاچه‌های بزرك** وبخشی‌از کانادای جنوبی را پوشانیده بوده است . درجنوب استوا ، پیشروی آب‌های اقیانوس‌کبیر دریای‌کم عمق عریضی را درمحل برزیل فعلی تشکیل داده‌است.

گرچه این پیشروی عظیم آب دریا یکی از مهمترین مشخصات اوایـل فصل «دوران اول» کتاب تاریخ زمین‌است و درحدود ۶۰۰،۰۰۰،۰۰۰ سال

۱ـ این‌خشکی باقارهٔ اطلس‌موهوم قدیمی‌ارتباطی ندارد، زیرا قارهٔ اتلانتیدا صدهامیلیون سال پیش‌ازظهورانسان درروی زمین وجود داشته‌است.

۲ـ باید به خاطر آورد که از مدتها پیش‌کلیهٔ این ارتفاعات بر اثر تخریب به‌کلـی از بین رفته‌اند و ارتفاعـات کنونی مناطق فوق مدتهـا بعد تشکیل گردیده‌اند .

@karnil
کارنیل

طول کشیده‌است معهذا نباید تصور کرد که این دوره عاری ازحرکات قشرزمین بوده است . درحقیقت آثاری از فعالیت‌های خفیف کوه‌زایی وجود دارند که نشان می‌دهند، سطح قاره‌ها به‌کندی بالا وپایین رفته‌اند وباعث گشته‌اند شکل و حدود دریاهای درون قاره‌ها دایماً تغییر کنند . ولی تمام این تغییرات کم دامنه‌بوده‌اند وفشارحاصل ازسردشدن زمین، درقشرآن، تدریجاً افزایش یافته است‌تااینکه سرانجام در سال ۲۸۰،۰۰۰،۰۰۰ پیش ازمیلاد منجر به‌وقوع بزرگترین تغییرات شده است .

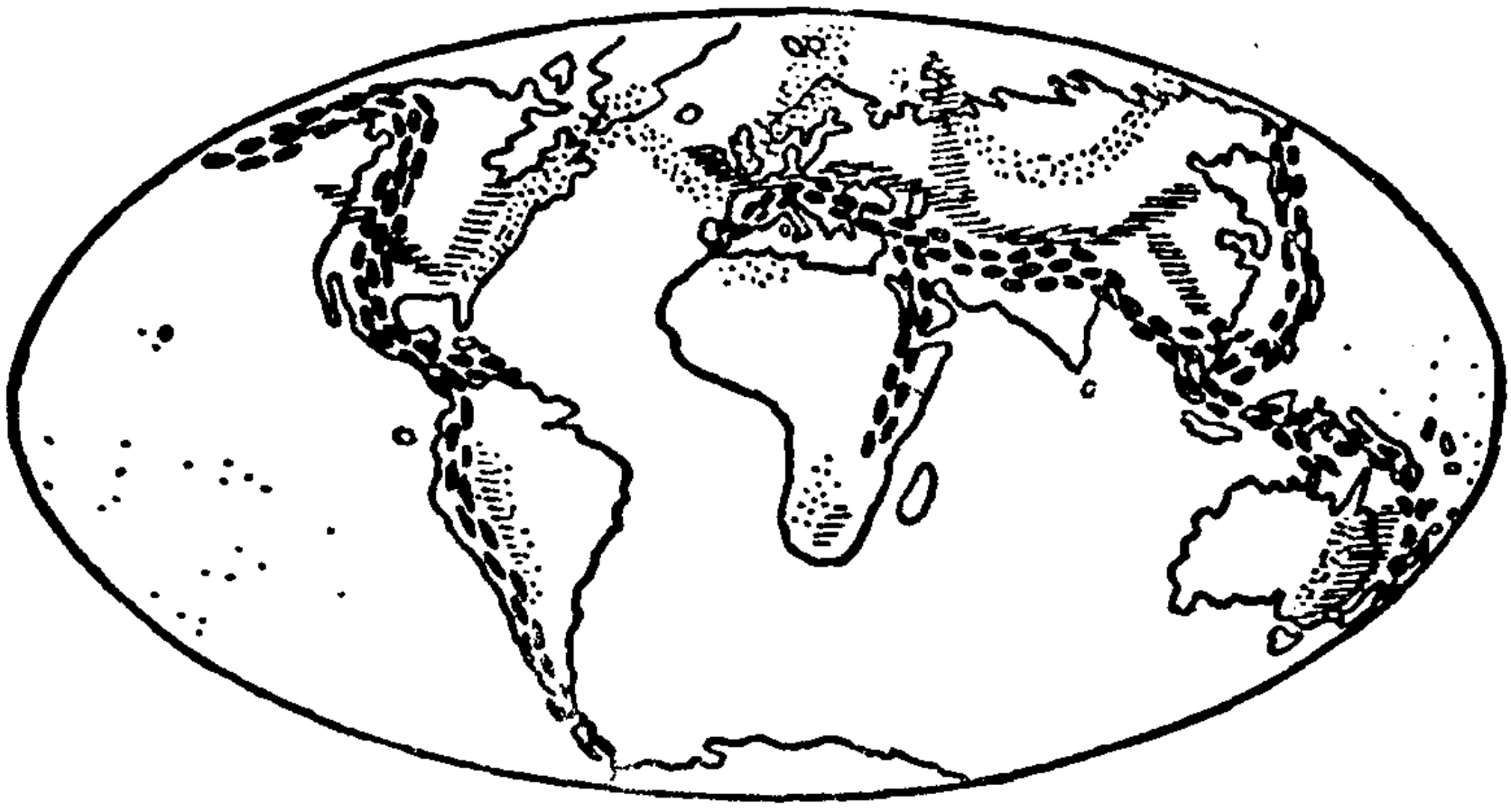
بزرگترین‌حادثهٔ قشرزمین که سبب مفتوح‌شدن فصل«اواخردوران‌اول» کتاب رسوبات شده است، انقلاب کالدونین (Caledonian) نام دارد.این اسم ازکوهی به‌همین نام واقع دراسکاتلند وایرلند شمالی،که درآنجاآثار این انقلاب مشهودتر است ،گرفته شده است . نتیجهٔ این انقلاب این بوده که رشته جبال عظیمی درطول خطی که از اسکاتلند و دریای شمال و شبه جزیرهٔ اسکاندیناو و اسپیتزبرك عبور می‌کند، اززمین برخاسته است.

این رشته جبال ازشمال سیبری گذشته، تشکیل‌حاشیهٔ مرتفع شمالی‌قارهٔ آسیارا داده است. رشتهٔ کوه دیگری از اسکاتلند شروع شده به طرف شمال اقیانوس اطلس تاگروئنلند ممتدگشته وآب‌های اقیانوس‌های قطبی را به‌کلی ازآب‌های شمال‌اقیانوس اطلس‌جداساخته است.درامریکای‌شمالی که‌فعالیت‌های انقلابی آنجا دیرتر از فعالیت‌های انقلابی قارهٔ«آسیا ـ اروپا» بوده است، سلسله جبال مرتفعی نیز درطول خطی که ازشرقی‌ترین قسمت کانادا شروع‌شد، از نوواسکوسیا (Novascotia) گذشته و ازجنوب تا امتداد ساحل‌جنوبی اقیانوس اطلس ممتد بوده به وجودآمده است. دربیشترنقاط امریکای جنوبی وافریقا واسترالیا نیزفعالیت‌های قابل توجهی صورت گرفته که درشکل ۴۱ نشان داده شده است . این نقشه وسعت و منطقهٔ انقلاب کالدونین را نشان می‌دهد .

باوجود وقوع فعالیت‌های عظیم کوه‌زایی ، انقلاب کالدونین ظاهراً از انقلابات قبلی شدیدتر نبوده و وضع عمومی بالا آمدگی خشکی‌ها خیلی کمتر آشکاربوده است. درحقیقت، درعین حال که براثر انقلاب کالدونین ،آبها از سطح قاره‌ها بیرون رانده شده‌اند،کوه‌های کالدونین دریای مرکزی‌امریکای شمالی‌وحوضچهٔ وسیع‌مرکزومشرق‌اروپا راتقریباًدست نخورده‌باقی گذاشته‌اند.

@karnil

یکی دیگر ازعلایم ملائم بودن نسبی انقلاب کالدونین این است که چنانکه باید، فشار خودرا درقشر زمین‌اثر نداده، زیرا در تمام فصل « اواخر دوران اول» آثار فعالیت‌های آشکارتر درقشر زمین‌دیده‌می‌شود. در ۱۳،۰۰۰،۰۰۰ سالی‌که بین‌کالدونین‌وانقلاب بعدی یعنی‌آپالاش (Appalachian) فاصله بوده است،تعداد بی‌حسابی پستی‌وبلندی‌های‌کوچك و رشته‌کوه های‌کم ارتفاع به‌وجود آمده است .



شکل۴۱: سه‌انقلاب‌کوه‌زایی‌که در ۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰ سال‌اخیر به‌وقوع پیوسته اند .

۱ ــ سلسه جبال‌انقلاب کالدونین (قریب ۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰ سال پیش ازمیلاد) که بانقاط ریز نمایش داده شده است .

۲ ــ سلسله جبال اپالاش (قریب ۱۵۰،۰۰۰،۰۰۰ سال‌پیش ازمیلاد) که باخط نازك نشان داده شده است .

۳ــ سلسله جبال انقلاب سنوزوئیك قریب ۴۰،۰۰۰،۰۰۰ سال‌پیش ازمیلاد) که بانقاط درشت مشخص شده است .

انقلاب **آپالاش** که فصل «دوران دوم» راآغاز می‌کند، حرکات قشر زمین را ،که بادامنهٔ کمتری در دورهٔ اخیرپیشروی دریا همچنان ادامه‌داشته است، به شدیدترین مرحله رسانده و منجربه برخواستن سلسله جبال مرتفع درتمام زمین ساخته است (شکل ۴۱) .

چین خوردگی قشرزمین، درامریکای شمالی، رشته‌کوهی‌به صورت ۷ تشکیل داده‌که مرتفعترین نقاط آن در تکزاس وجود داشته است . یکی از شاخه‌های‌آن درطول گولف‌کاست (Golf Cast) توسعه داشته و در امتداد

@karnil
کارنیل

رشته جبال آپالاش فعلی ممتد بوده، درصورتی‌که شاخه دیگر به‌سوی شمال غربی تامحل سلسله جبال راکیز (Rockies) کشیده شده و تا پوگت‌ساوند (Pugetsound)امتداد داشته‌است. فشردگی قشرزمین دراروپا سلسله‌جبالی به‌وجودآورده‌که ازایرلند شروع شده (حتی‌دورتریعنی به‌طرف اقیانوس‌اطلس) و ازفرانسهٔ مرکزی وآلمان جنوبی عبورکرده و شاید با رشته‌کوههای آسیا که درشمال هیمالیا واقع بوده‌اند، متصل می‌شده است .

این سلسله جبال عظیم نیزمانند همهٔ رشته‌کوه‌های دیگری‌که قبل‌ازآن وجود داشته‌اند، به وسیلهٔ اثرآب باران ازبین رفته‌است و اینکه بعضی ازقلل آن هنوز ازسطح دشت‌ها بالاترقرار دارند به علت تشکیل برآمدگیهای بعدی است . **آپالاش** کنونی‌که نام دورهٔ انقلاب ازآن‌گرفته شده‌است وهمچنین**وژ** (Vosges) وکوههای **سادتن** (Soudten) که همراه حادثات جدید دراروپا به‌ظهورپیوسته‌اند، ازبقایای ناچیز افتخارات سال ۱۵۰،۰۰۰،۰۰۰ قبل‌از میلاد است .

پیشروی آب دردوران دوم، که تا وقوع جدیدترین انقلاب همچنـان طول‌کشیده وفقط چهل میلیون سال پیش صورت‌گرفته، ازبسیاری جهات شبیه دورانهای قبلی پیشروی، بوده‌است. زمینهای پست وباتلاقها ودریاهای‌کم‌عمق متعدد،میدان وسیعی‌برای فعالیت‌های خزندگان عظیم‌الجثه‌ای‌به‌وجودآورده‌اند که درآن عصرحاکم برعالم جانداران بوده‌اند .

اما فشار قشرزمین نیروی جدیدی به‌دست آورد و زمین‌آبستن‌آخرین انقلاب خودگردید، که‌سطح‌آن‌را به‌صورت امروزی درآورده است .

آغاز تازه‌ترین فصل

چنانکه‌گفته‌ایم، آخرین انقلاب‌که به‌نام **سنوزوئیك** (Cenozoic) شناخته شده ازقریب ۴۰ میلیون‌سال پیش شروع‌گشته وبرطبق قراین‌موجوده اکنون نیزهمچنان ادامه دارد. از این‌که ما در دورهٔ انقلاب زندگی می‌کنیم نباید چنین انتظار داشته‌باشیم‌که هرروز، مانند روییدن قارچ، شاهدبرخاستن بلندیها ازسطح زمین باشیم! چنانکه قبلا دیده‌ایم تمام عوامل تغییردهندهٔ قشر زمین به‌کندی عمل می‌کنند وهیچ استبعاد ندارندکه زمین‌لرزه‌ها وفعالیت‌های شدیدی‌که درطی تاریخ بشریت رخ داده‌آماده شدن‌اوضاع رابرای یك‌انقلاب

@karnil
کارنیل

بعدی نشان دهند وسبب پیدایش کوهها دراماکن غیرمنتظره گردند. دلیل اینکه انقلاب سنوزوئیك هنوزپایان نیافته این است که آنچه از عصر این انقلاب تا کنون رخ داده (یعنی تشکیل رشته کوههای راکیز، آلپ، آند، هیمالیا وغیره) هنوزدرمدتی خیلی کوتاهتر ازانقلابات قبلی بوده است. گرچه ممکن است انقلاب «ما» مانند انقلابات قبلی جنبهٔ جهانی نداشته باشد ولی اگر بپذیریم که هنوز به اوج شدت خود نرسیده منطقی‌ترخواهد بود وما دریك دورهٔ بالنسبه ساکت این انقلاب زندگی می‌کنیم .

تقریباً کلیهٔ کوههای موجودهٔ کنونی‌روی زمین، به‌وسیلهٔ انقلاب اخیر برخاسته‌اند و اگر نتیجهٔ ما دربارهٔ این که انقلاب به حدکمال نرسیده است صادق باشد در «آیندهٔ نزدیکی» (البته در اصطلاح زمین شناسی) سلسله جبال بیشتری تشکیل خواهد گردید .

۴۰ میلیون سال اخیر که ازآغاز فصل **سنوزوئیك** می‌گذرد به‌شش‌دوره تقسیم شده است[1] که عبارتند از**پالئوسن**،(Paleocene) **ائوسن**، (Eocene) **اولیگوسن**، (Oligocene) **میوسن**، (Miocene) **پلیوسن**، (Pliocene) و**پلئیستوسن**، (Pleistocene) . آخرین این دوره‌ها از دورهٔ بزرگ یخبندان، که درفصل بعد ازآن بحث خواهد شد ، شروع شده است وتا امروز ادامه دارد .

یکی ازبزرگترین حوادث انقلاب سنوزوئیك (شکل۴۱) تخریبی است که‌درقشر زمین‌درجنوب آسیاصورت گرفته وسبب بالاآمدن‌ارتفاعات جدیدتری در هیمالیا نسبت به دشتهای اطراف شده است . این تخریب با فعالیتهای آتشفشانی مهیب همراه بوده و مقادیر بیسابقه ای ازگدازهٔ بازالتی درتمام سرزمینهای اطراف گسترده‌است. مثلا فلات **دکن** که شامل بخش مهمی از شبه جزیرهٔ هندوستان است روی سنگهای‌بازالتی به ضخامت‌قریب‌سه کیلومترقرار داردکه همان گدازهٔ منجمد شده‌ای است که درطی این دوره تغییرناگهانی، روی زمین ریخته شده است .

فوران عظیم دیگرمواد زیرزمینی، مقارن همین‌دوره در ژاپن صورت

۱ــ پنج‌دورهٔ اول غالباً به نام دوران سوم وآخرین دوره به دوران چهارم موسوم است . در بعضی تقسیم بندیها پالئوسن را جزء دوران دوم به حساب می‌آورند .

@karnil
کارنیل

گرفته است .

دراین‌طرف اقیانوس‌اطلس، براثرفشرده شدن قشرزمین دراوایل انقلاب سنوزوئیك (یعنی دورهٔ پالئوسن) ، رشته‌کوه بزرگی به‌وجود آمده است که از یك قطب به‌قطب دیگرممتد بوده‌وامروز به‌نام **راکیز** درامریکای شمالی‌و **آند** درجنوب استوا شناخته می‌شود . تشکیل غالب سلسله جبالهای امریکا نیز با فعالیتهای‌آتشفشانی همراه‌بوده ونسبت به‌آنچه درهندوستان به‌وقوع پیوسته در درجهٔ دوم اهمیت قرارداشته است. طبقات‌گدازهٔ فوران یافته دربعضی نقاط دارای چندین هزارمترعمق است و فلات وسیع **کلمبیا** را درایالت **واشنگتن، و ارگون** (Oregon) تشکیل داده است .

این‌حوادث عظیم‌که در «روزهای اول» انقلاب صورت‌گرفته فشاروارد به قشرزمین را محققاً به‌نحوی جلوه‌گرساخته است . دوره‌های ائوسن ، و اولیگوسن، باخاموشی‌نسبی‌وکم شدن ارتفاع زمینهایی‌که قبلا بالاآمده بوده‌اند مشخص می‌باشد ولی درطی دورهٔ بعدی، میوسن ، یعنی فقط ۲۰ میلیون سال بعداز نخستین حادثه، فعالیت‌های انقلابی ازسرگرفته شده است. زمینها مجدداً به مقدار زیادی بالاآمده‌اند و باعث‌گردیدند ،آبهایی‌که درطی دورهٔ خاموشی روی‌آنها شاخه دوانیده بودند ، عقب نشینی‌کنند وچین خوردگیهای جدید ازجمله **آلپ** در اروپا و **کاسکاد** درامریکای شمالی روی سطح سیارهٔ ما تشکیل‌گردند. این انقلاب ثانوی، تاحدی‌کم‌دامنه‌تر بوده ودردوره‌های بعدی یعنی پلیوسن، و درحال حاضرنیز همچنان ادامه دارد. این‌که‌آیا انقلاب میوسن، براستی‌آخرین‌انقلاب روی‌زمین‌است‌درست نمی‌دانیم، ولی‌چنانکه قبلا اشاره‌کرده‌ایم، چنین‌به نظرمی‌رسد که زمان حاضرکه عصری‌نسبتاً آرام‌است، صرفاً تنفس‌کوتاهی برای فعالیت‌های انقلابی بعدی است .

تاریخ سینماتوگرافیك امریکای شمالی

دربخش‌گذشته ، خلاصه‌ای ازتاریخ قاره‌ها رابه طوری‌که در «کتاب رسوبات» می‌تواند خوانده شود، متذکرشده‌ایم . طبعاً، خود رابه این محدود ساخته‌ایم‌که فقط ازوضع عمومی دوره‌های انقلاب وهمچنین دوره‌های‌بین‌آنها، که عمل تخریب‌کند انجام می‌گرفته ودریاها پیشروی داشته‌اند ، وتقسیمات «کتاب رسوبات» رابه فصلهای متمایزممکن ساخته‌اند ، صحبت کنید. لیکن، این‌را نیزمتذکرشده‌ایم‌که علاوه برآنها، تغییرات‌کم دامنه‌تری همیشهٔاوقات،

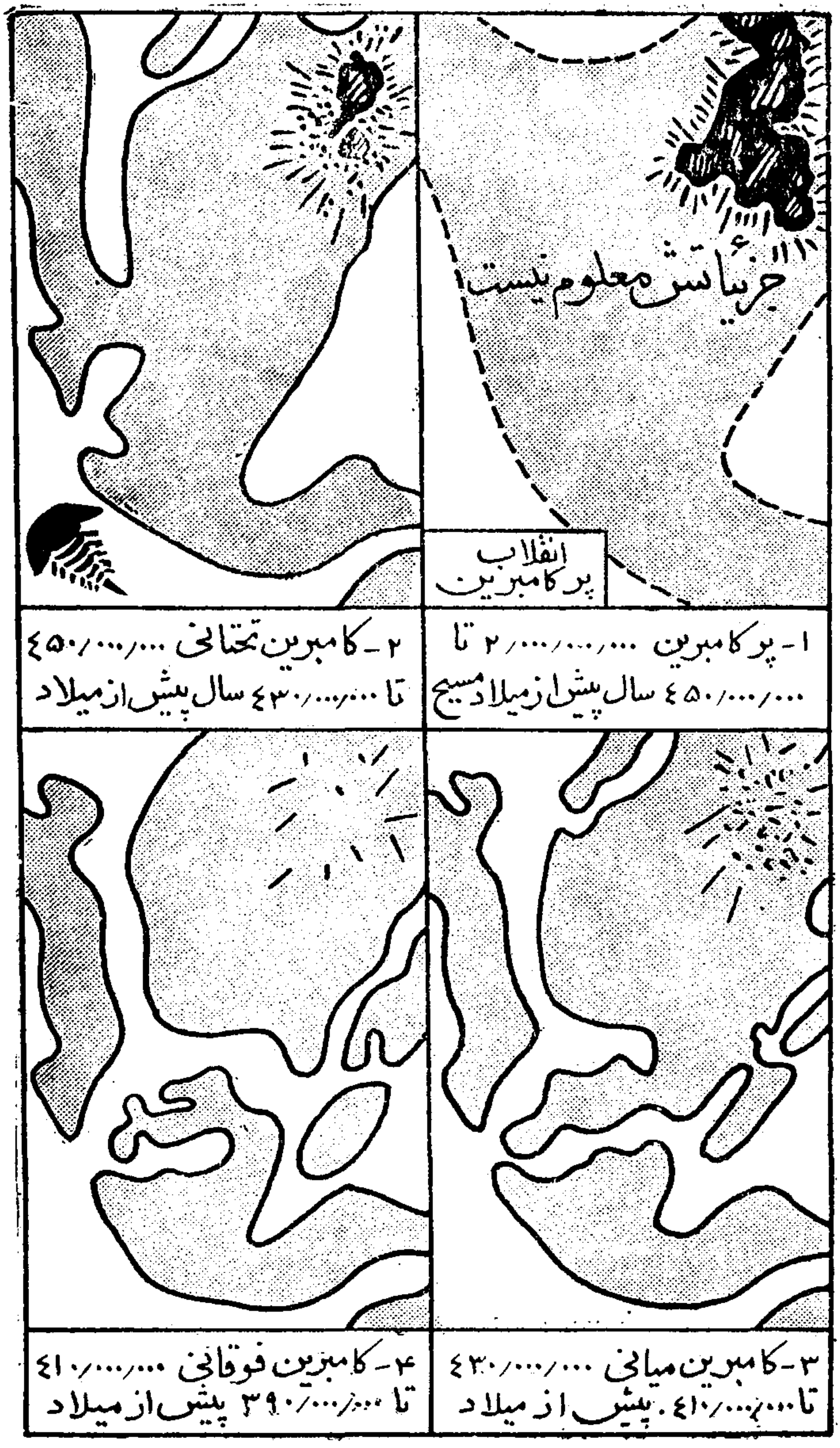
@karnil
کارنیل

صورت می‌گرفته وموجبات تغییر وضع سطح سیارهٔ مارا فراهم ساخته‌اند : برای نشان دادن این تغییرات مداوم، باید اقلا از هرصد سالی یك نقشهٔ جداگانه رسم‌کنیم وسپس آنهارا درفیلم سینما پشت سرهم نمایش‌بدهیم. اگر ازاین موضوع صرف‌نظر کنیم‌که اطلاعات کنونی زمین‌شناسی به‌آن‌اندازه کامل نیست تاانجام کاری راکه به عهده گرفته‌ایم ممکن سازد، چنانچه بخواهیم فیلمی راکه هرعکس‌آن یك‌قرن ازتاریخ زمین‌رانشان دهد، شب وروز لاینقطع نمایش بدهیم، بیش از دوهفته طول‌خواهدکشید. (تازه این درصورتی است‌که سرعت عبورعکس‌های فیلم ۱۶ درثانیه باشد) .

بنابراین مااین نمایش رابه یك مقیاس نسبتاً کوچکتری تقلیل می‌دهیم یعنی فقط به نشان دادن ۳۲ نقشه، مجزا ازهم‌که معرف وضع امریکای‌شمالی از ۵۰۰ میلیون سال پیش است اکتفا می‌کنیم. این‌نقشه‌ها را ازروی نقشه‌های دیرین شناسی جغرافیایی ، **چارلزشوشرت** (Ch. Schuchert) اقتباس کرده‌ام. این کتاب به‌نام **زمین شناسی تاریخی**، توسط **چارلزشوشرت،وکارل. او.دونبارت**(C. O. dunbart) نگاشته شده است . نقشه‌ها به وسیلهٔ **دکتر. ج. شوشرت و ك. ا. دونبار** تهیه گردیده است .

@karnil

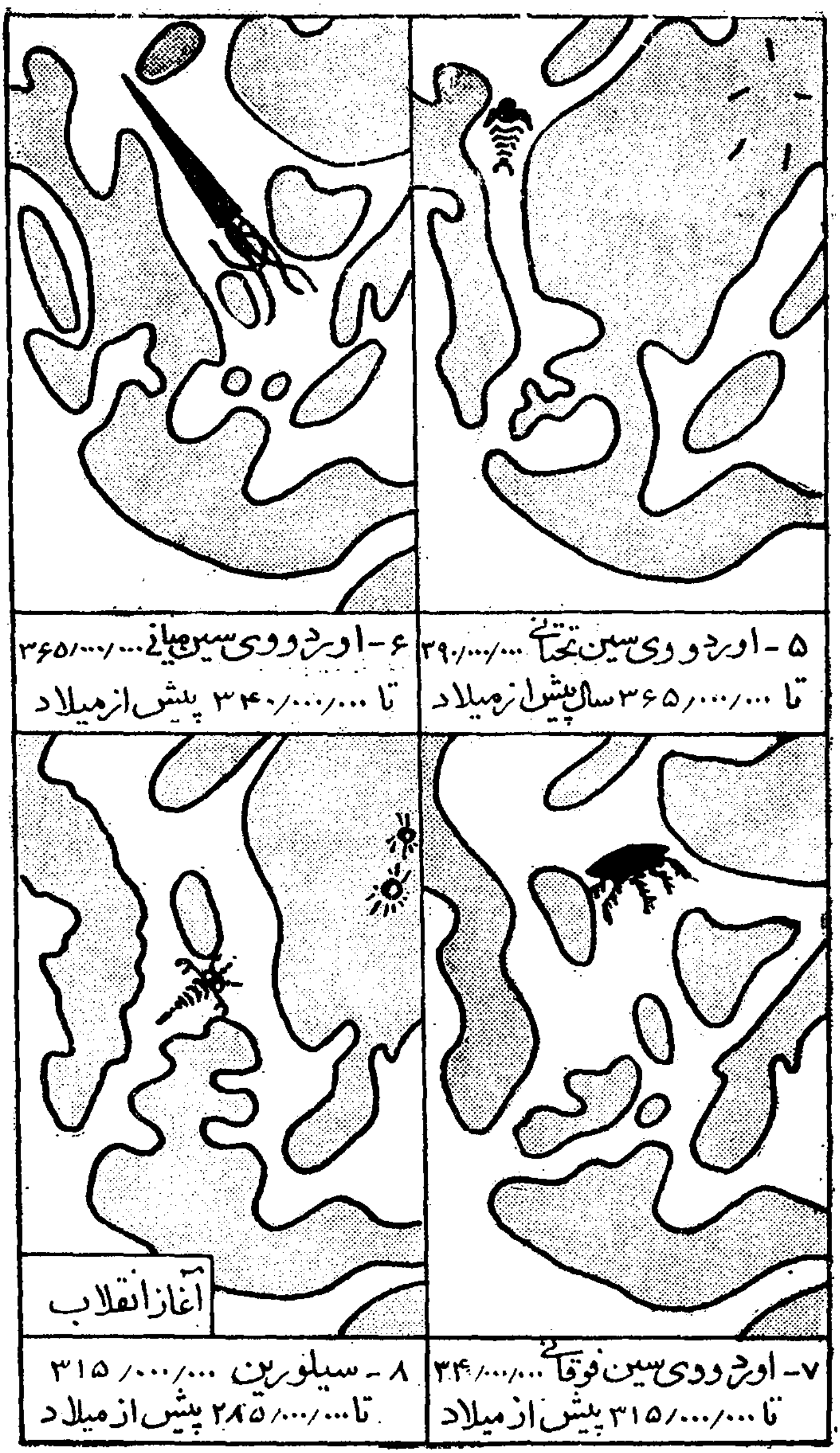
کارنیل



شکل ۴۲

@karnil

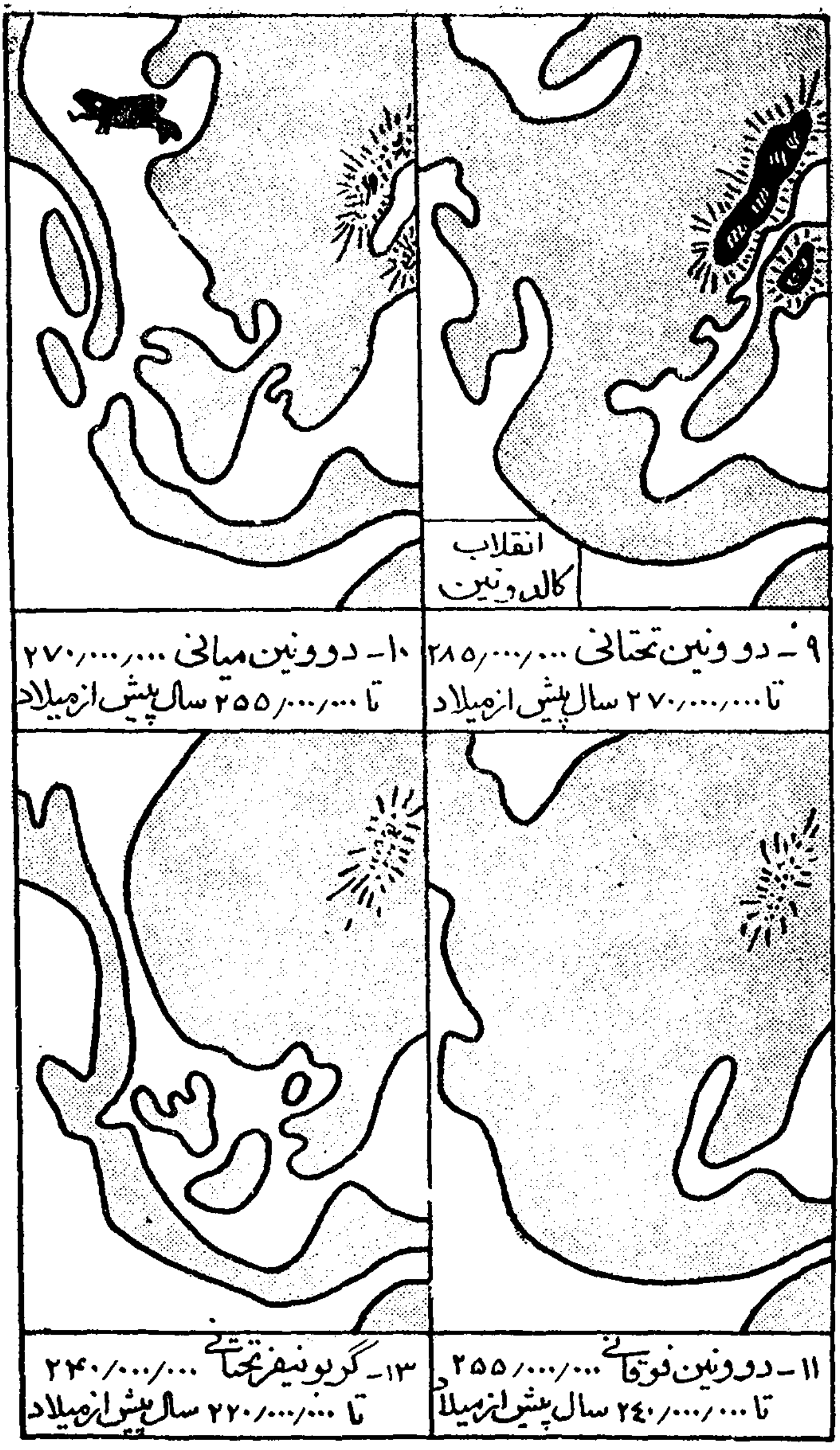
کارنیل



شکل ۴۳

@karnil

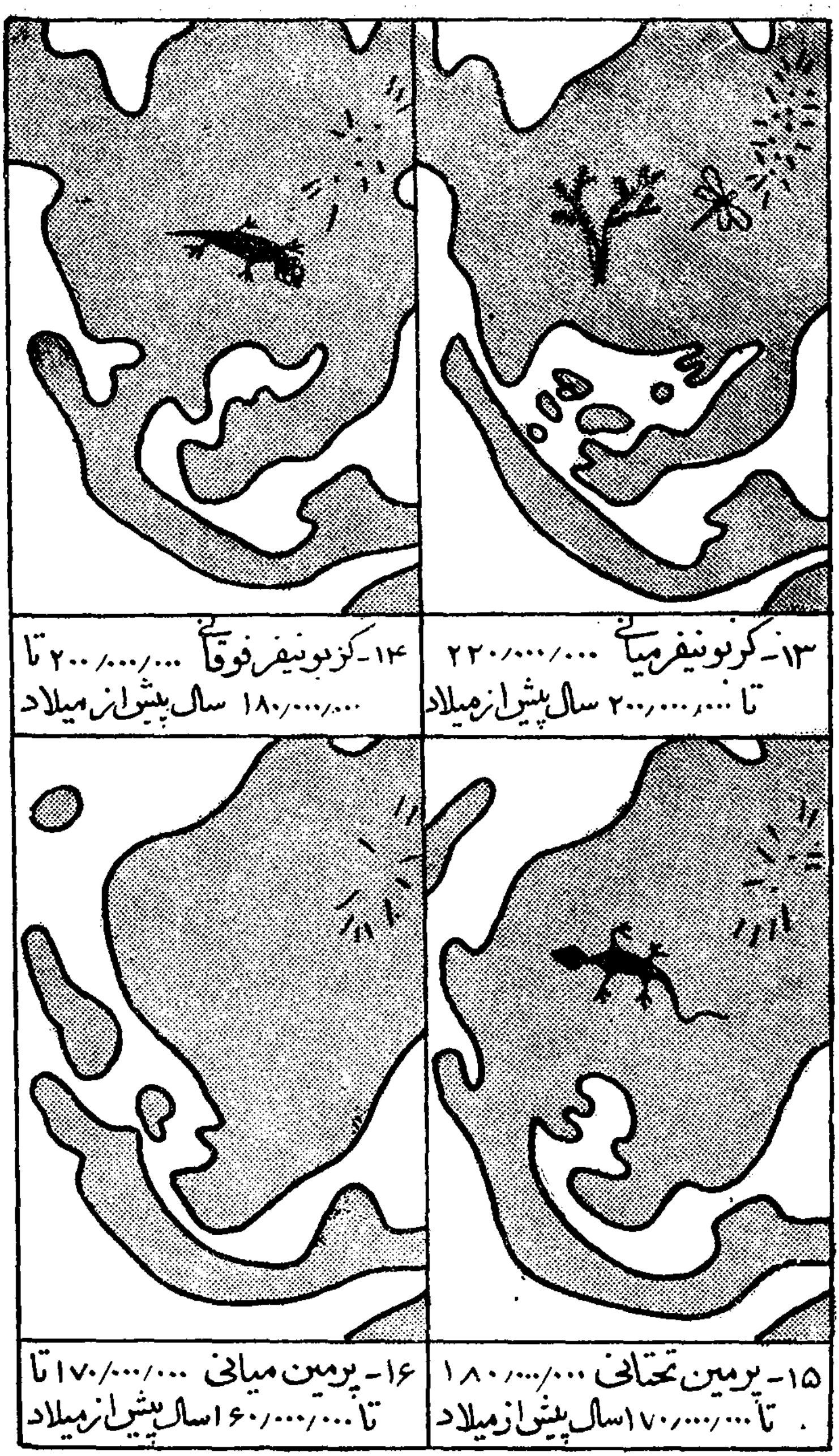
کارنیل



شکل ۴۴

@karnil

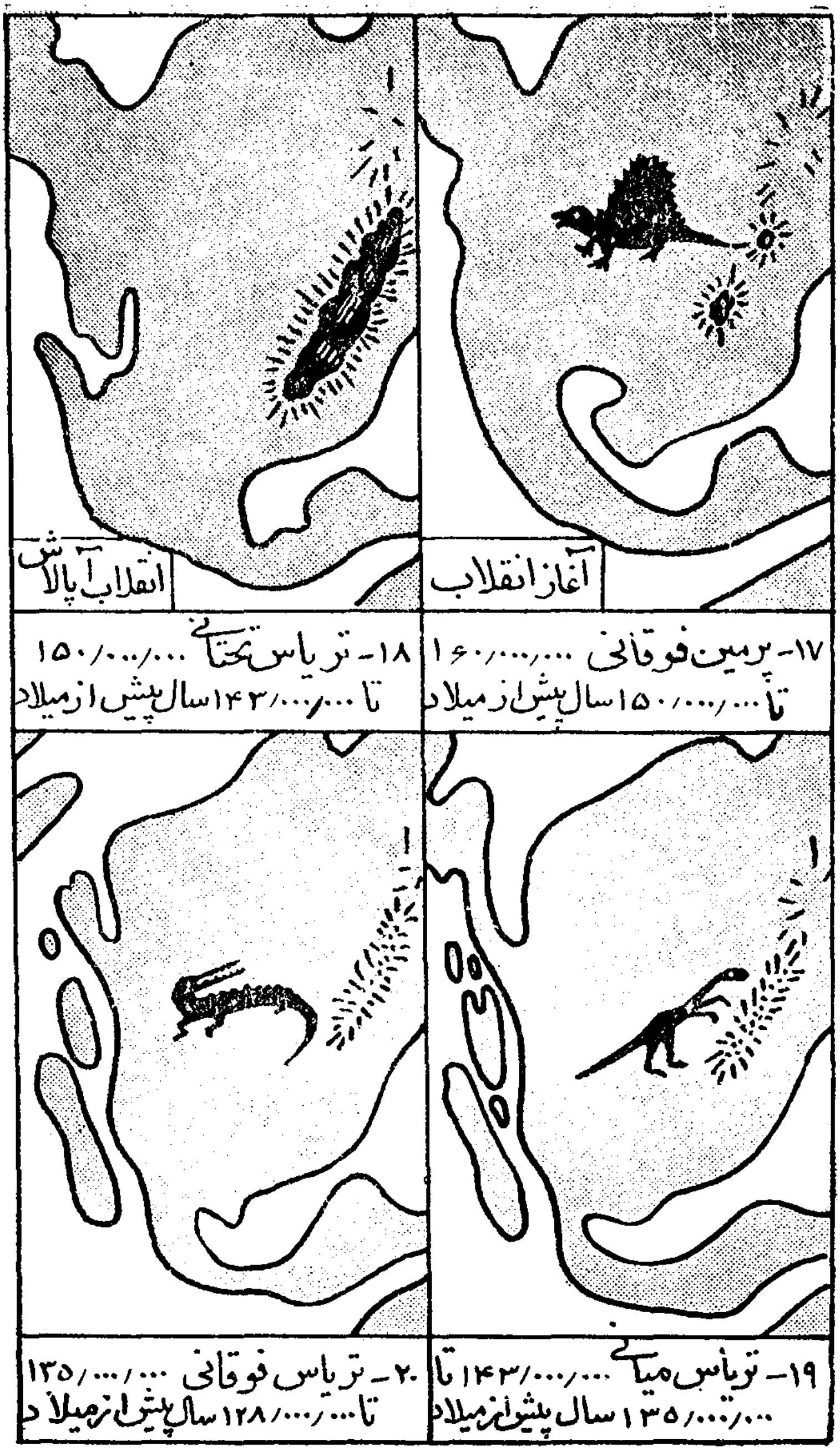
کارنیل



شکل ۴۵

@karnil

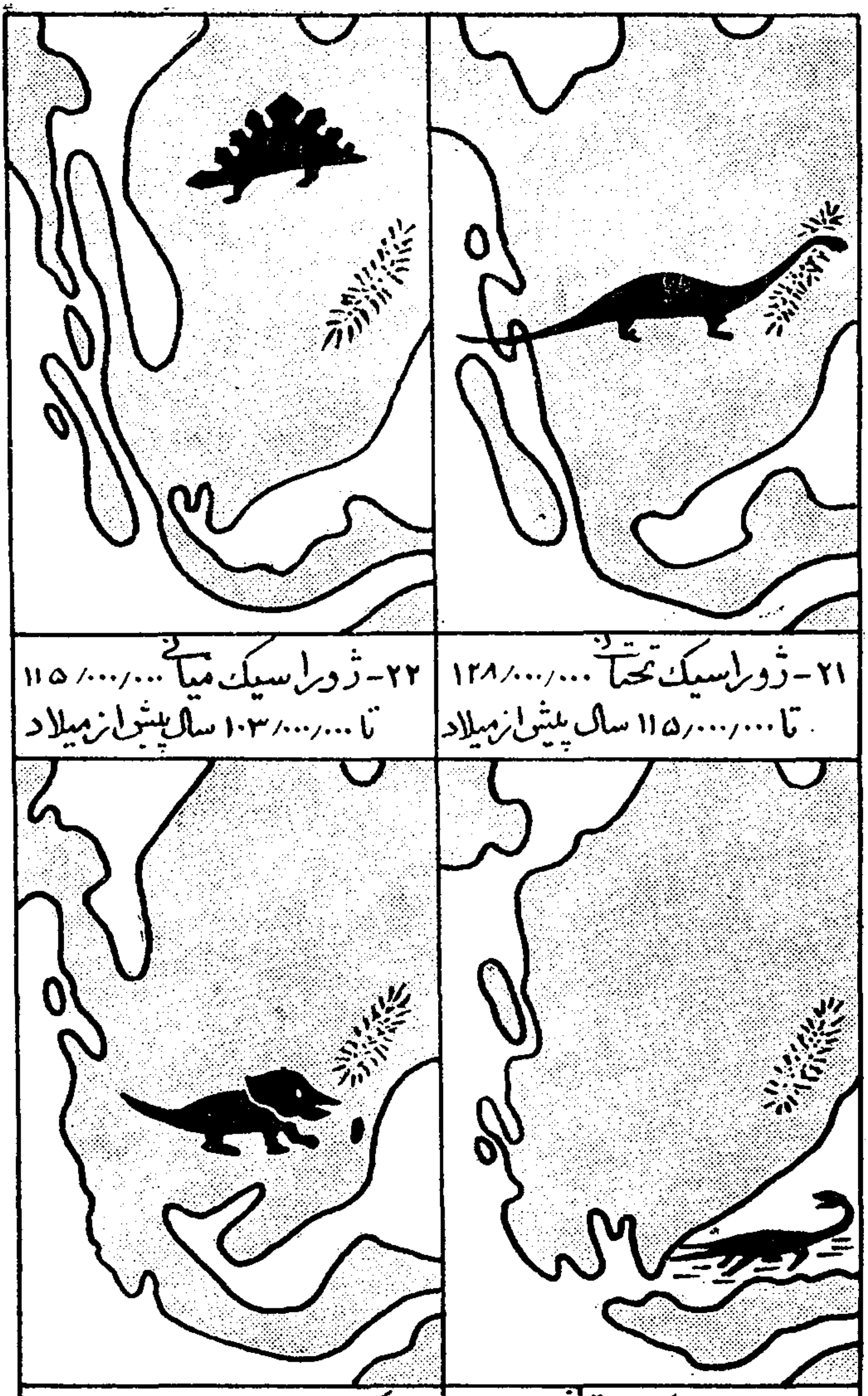
کارنیل



شکل ۴۶

@karnil

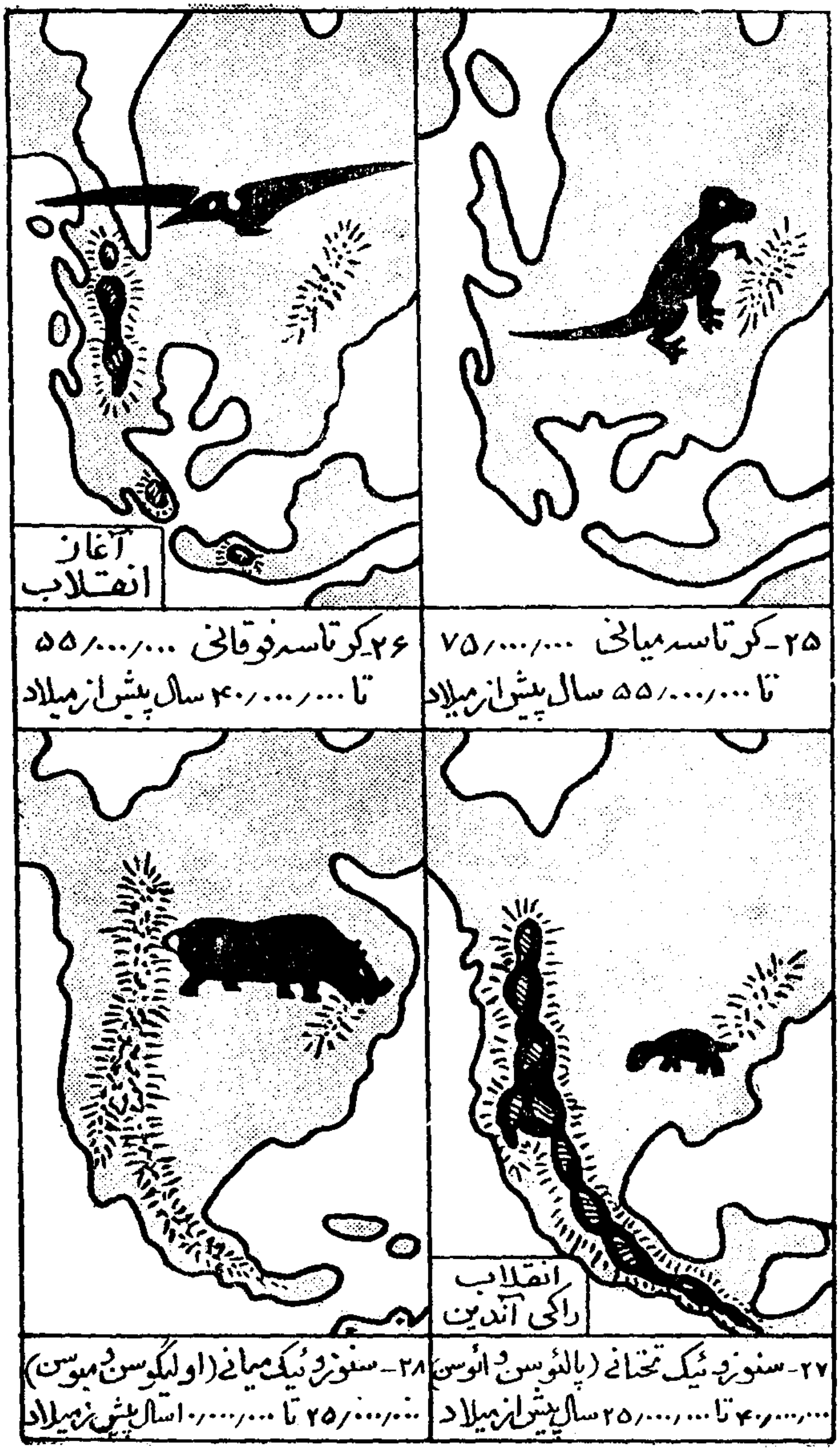
کارنیل



شکل ۴۷

@karnil

کارنیل



شکل ۴۸

@karnil

کارنیل

شکل ۴۹

@karnil

کارنیل

فصل هشتم

آب وهوای گذشته

ما درعصر یخبندان زندگی می‌کنیم

چنانکه درفصل‌هفتم‌دیده‌ایم تاریخ کامل زمین، به‌چند دورهٔ طویل‌المدت پیشروی دریاها، که چند دورهٔ نسبتاً کوتاه انقلاب آنها را ازهم جدامی‌سازد، تقسیم می‌شود. دراین دوره‌های انقلاب، قاره‌ها به‌شدت بالاآمده‌اند وکوههای جدیـد ، دربسیاری ازنقاط سطح زمین برخاسته‌اند. برای‌ما تصورکوههـای مرتفع معمولا باتصورقله‌های سفیدمستور ازبرف ویخچالهای زیبا، که ازنواحی کوهستانی مانند رودخانه‌های عریض یخی به‌آهستگی سرازیر می‌شوند، همراه است. حتی درمناطق نزدیك استوا، قلل کوههای بلند. لباس سفیدیخ‌زده برتن دارند درحالی‌که مناطق کوهستانی نزدیك قطبین را طبقهٔ ضخیمی ازیخ دایمی پوشانده است . در **شیلی** و **آلاسکا** یخچالهای وسیع از سلسله جبال ساحلی سرازیرمی‌شوند وقطعات بزرگ‌یخی که ازآنهاجدا می گردندبه صورت‌کوههای عظیم یخی، با جریان‌آب اقیانوسها به‌این‌طرف وآن طرف حرکت می کنند.

یك قشر یخی به‌وسعت ۱،۸۰۰،۰۰۰ کیلومترمربع وبه‌ضخامت متجاوز از ۳ کیلومترجزیره **گروئنلند** را می‌پوشاند[1] درحالی‌که قارهٔ مجزای قطب

۱ــ ضخامت یك‌طبقه یخ را از روی روش استادانهٔ انعکاس صـدا ازدرون یخ تخمین می‌زنند. امواج صوتی حاصل ازیك انفجار سطحی، به‌وسیلهٔ سنگهایی که درزیر یخ قراردارند منعکس می‌شود وتأخیردررسیدن این «انعکاس‌عمقی» ضخامت یخ رامعلوم می‌دارد . این‌همان روشی است که باآن وبه کمك امواج زلزله، قشرزمین رامطالعه می کنند (فصل۵) .

@karnil
کارنیل

جنوب از لایه ای یخ همیشگی که وسعتش ۱۳،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر مربع و ضخامتش قریب یك کیلومتر است پوشیده می‌باشد .

اما وسعت کنونی طبقات یخی، گرچه بخش زیادی ازقاره‌ها راپوشانیده بامقایسه باوسعت سابق آن، یعنی ایامی که چندان دور نبوده، خیلی کم‌می‌باشد. یکی ازعلائم تحلیل رفتن تدریجی طبقات یخی کنـونی این است که وسعت غالب یخچالهای طبیعی امروزی رفته رفته درنقصان است .

ولی مستقیم‌ترین‌دلیل‌توسعهٔ فراوان یخچالهادر گذشته ازمطالعهٔ صفحات مربوط «کتاب رسوبات» پیدامی‌شود. مناطق وسیعی ازاروپا وامریکای‌شمالی را رسوبات مخصوصی به‌نام «رسوبات یخچالی» پوشانیده‌اندکه شامل گل رس یخچالی مخلوط باماسه وریگ می‌باشد. مدتهای مدیدمنشاءِ این مواد برای زمین‌شناسان به‌صورت معمای‌لاینحلی‌جلوه گری می کرد تااین‌که درسال ۱۸۴۰ دانشمند سویسی به‌نام **لوئی‌آگاسیز** (Louis Agassiz) آنهـا را نتیجهٔ حرکات طبقات یخ روی‌زمین اعلام کرد. توده‌های عظیم یخ درضمن این‌که، ازنواحی مرتفع به‌عمق دره‌ها سرازیر می‌شوند، اثری‌عمیق‌درسنگهـای مسیر حرکت خود به جای می گذارند وقطعات بسیاربزرگ سنگها راخیلی دورتر از محل اصلیشان حمل می‌کنند . لوئی‌آگاسیز نه‌فقط اثبات‌کرد که دره‌های زیبای سرزمین اجدادیش یعنی سویس‌که محل شروع مطالعاتش بـوده است ، زیر یخهایی‌که ازآلپ سرازیر شده‌اند مخفی‌بوده‌اند بلکه طبقات بسیارضخیم یخ‌از ارتفاعات اسکاندیناوی، بخش شمالی اروپا راپوشانیده بوده‌اند وبا این اظهارخود باعث حیرت زمین‌شناسان گردیده است . انتشار رسوبات یخچالی شکی در این موضوع باقی نگذاشته، که درآن ایام‌آلمان شمالی وشمال‌فرانسه وتمام جزایرانگلستان همان‌منظره‌ای‌را داشته‌اندکه‌امروزسیاحان درگروئنلند وقطب جنوب مشاهده می‌کنند .

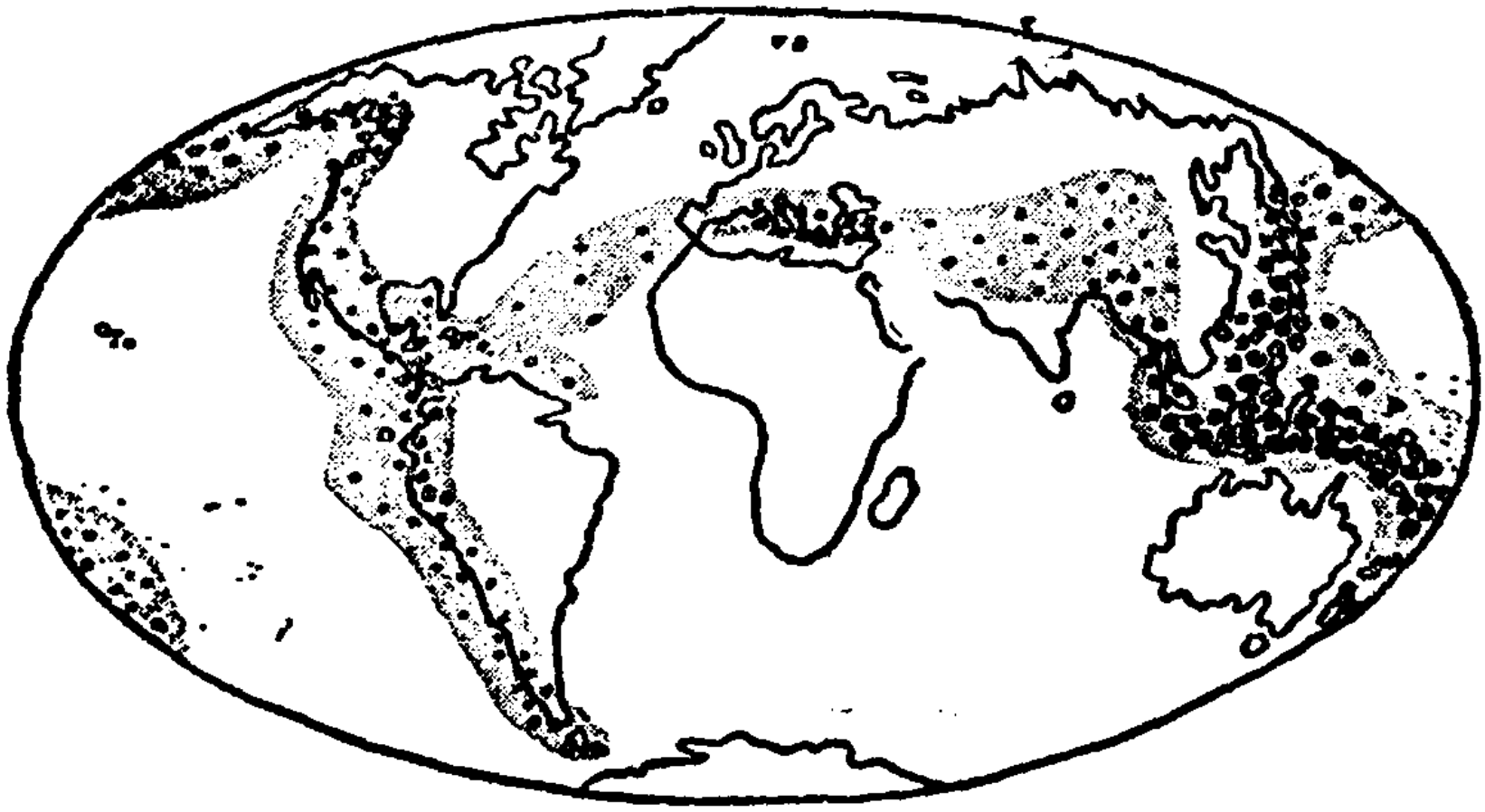
دراین طرف اقیانوس اطلس چندین طبقهٔ جدا ازهم یخ، از ارتفاعـات کانادا سرازیر شدند وتقریباً نصف ممالك متحده را پوشانیدند . هرکسی می‌تواند سنگهای صیقلی وسنگهای سرگردانی‌راکه درنتیجه حرکت یخچالها صدها کیلومتر دورترحمل شده‌اند، وبه وضعی عادی‌به جا مانده‌اند درحوالی نیویورك مشاهده کند .

باتوجه به‌نقشهٔ شکل ۵۰ که حداکثر وسعت یخچالها را درآن عصـر

@karnil

نشان می‌دهد، متذکر می‌شویم که گرچه امـریکای شمالی واروپا زیرطبقات ضخیم یخ مخفی بوده‌اند معذا یخچالهای آسیای شمالی وسعت بسیار محـدود داشته‌اند . این موضوع جالب به‌سبب فقدان کوه درشمال سیبری بوده و دلیل دیگری برله این نظریه است که **تشکیل یخچال باوجود نـواحی کوهستانی مرتفع، نسبت مستقیم دارد .**

حجم کل تودهٔ یخی که ، درطی مرحلهٔ حداکثر توسعهٔ یخچالهـا، روی قاره‌ها گسترده شده بود، به میلیونها کیلومترمکعب تخمین زده می‌شود وچون تمام آبی که این یخ‌ها راتشکیل می‌داده است بایستی از اقیانوسها عقب نشینی کرده باشد ، نتیجه می‌شود که **سطح دریاها در آن وقت قریب صدمتر پایین‌تر ازسطح کنونی بوده است**



*** شکل ۵۰: یخ‌بندان دورهٔ سنوزئیك در نیمکرهٔ شمالی وجنوبی. وسعت زیادی را یخچالها اشغال کـرده‌اند . خط چین‌ها یخچالهای قلل مرتفع را نشـان می‌دهند. وجود یخبندان درشمال سیبری محقق نیست .**

بدیهی است نتیجهٔ این عقب‌نشینی دریا، توسعهٔ بیشتر خشکی‌ها بوده وانسان می‌توانست ازطریق اتلانتیك سیتی ۱۵ تا ۱۸ کیلومتر بااطمینان خاطر به طرف مشرق حرکت کند بدون آن که حتی یك قدمش درآب داخل گردد .

قشرزمین تحت اثروزن عظیم یخی که درقسمت شمال قاره‌ها برروی هم انباشته شده بود، به‌طرف مادهٔ مذاب درونی فرورفته است و این فرورفتگی

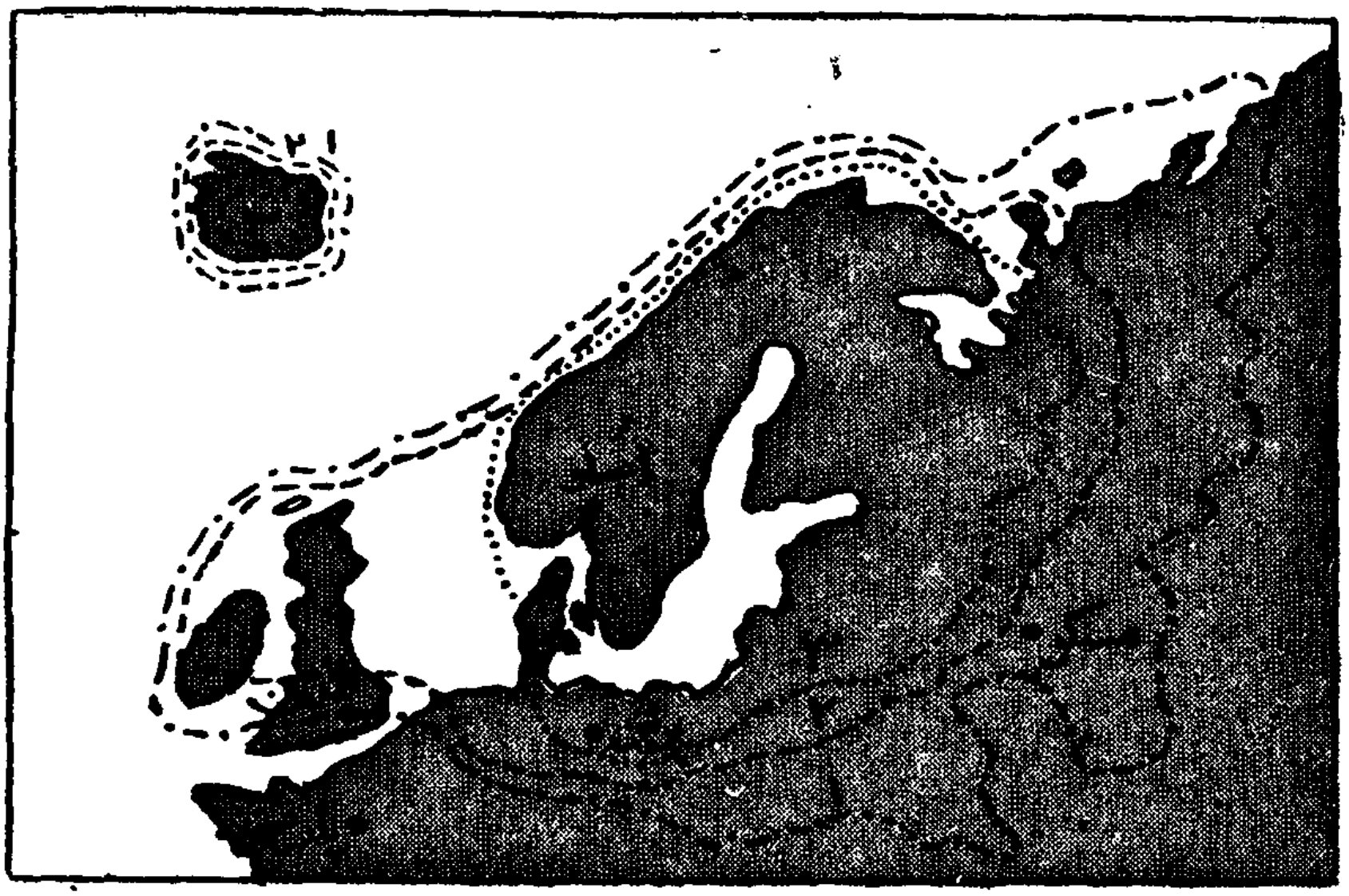
---

* توجه: شکل ۳۳ صفحهٔ ۹۶ مربوط به این‌صفحه است وشکل این صفحه مربوط به صفحهٔ ۹۶ است .

@karnil
کارنیل

درناحیهٔ «دریاچه‌های‌بزرگ» به ۲۰۰ متربالغ بوده و درنقاط شمالی تر حتی ازاین‌هم بیشتر بوده‌است. به‌محض ذوب یخها، آب اقیانوسها این نواحی‌را فراگرفته است. کشف صدفهای دریایی وحتی اسکلت بالن در ارتفاع چند صدمتر درمیشیگان وقسمت شمالی **ایالت‌نیویورک** دلیل غیرقابل‌آنکاربالاآمدن کنونی‌این‌نواحی درنتیجهٔ‌کیفیت ایزوستازیکی، اخیر قشرزمین است.

این نکته رانیزباید خاطرنشان سازیم‌که مطالعهٔدقیق رسوبات‌یخچالی، هم درامریکا وهم در اروپا چنین معلوم می‌داردکه **حداقل چهـار دوره یخ بندان (وشاید بیشتر) وجود داشته‌که‌به‌وسیلهٔ دوره‌های بین یخچالی دارای آب وهوای‌گرم ازهم فاصله داشته‌اند**. در حقیقت طی این دوره‌هـای بین یخچالی، عقب نشینی طبقات یخ بیشتر ازاکنون‌بوده‌است[1] به‌طوری‌که به‌قبول این نکته ناگزیریم کـه : **ما در دورهای زندگی می‌کنیم‌که درست بلافاصله پس ازآخرین دورهٔ‌یخ‌بندان قراردارد وپیش‌ازآغازگسترش یخ‌بندان‌بعدی روی قاره‌ها است، آب وهوای امریکای شمالی و اروپا و آسیا، دارد از آنچه‌که اکنون هست گرمتر می‌شود.**



شکل ۵۱: حداکثر توسعهٔ‌سه‌دورهٔ‌یخ‌بندان اخیردراروپا.

مدت زمانی راکه ازآخرین یخ‌بندان گذشته می‌توان ازمطالعهٔرسوباتی که یخ درحال عقب نشینی به‌جا گذاشته، به‌وضعی صحیح‌تر تخمین‌زد. در

۱ـ تذکراین نکته لازم است‌که وسعت‌کنونی نواحی یخچالی‌فقط ثلث وسعتی است‌که یخچالها به حداکثرتوسعه داشته‌اند.

@karnil
کارنیل

دره‌های یخی که درحد جنوبی یخ‌بندان، درحال عقب‌نشینی تشکیل‌شده‌اند، طبقاتی‌به طورواضح‌به چشم می‌خورندکه مربوط به ته‌نشین شدن رسوبات در تابستان وزمستان‌است. موادی‌که همراه‌آب‌حاصل ازذوب برف‌ها،درتابستان حمل گردیده‌اندبیشترازجنس گلی‌است‌که معمولارنگ روشن دارد. به دنبال‌آن لایه‌های تیره‌رنگ گل‌رس دیده می‌شودکه درماههای زمستان یعنی هنگامی‌که دریاچه‌هایخ‌بسته وآب ساکن‌تر بوده‌است رسوب کرده‌اند. مطالعهٔ این‌رسوبات درنقاط مختلف یعنی از تحتانی‌ترین نقطه سوئد تادریاچه‌های مرکز نروژ، زمین‌شناس سوئدی گیر(Geer)رامتوجه این‌نکته ساخت‌که هنگام عقب‌نشینی یخ دراین فاصله، ۱۳،۵۰۰ طبقهٔ متناوب‌گل‌وگل‌رس به‌وجودآمده است.این عدد ما را فوراً متوجه تعداد سالهایی می‌کندکه طول‌کشیده تا اسکاندیناوی سراززیر یخ‌بیرون آورده است . اگرهمین سرعت متوسط را برای دوره‌های قبلی نیز بپذیریم نتیجه‌می‌گیریم **که عقب‌نشینی‌یخ از اروپا نزدیك‌به۲۵،۰۰۰ سال پیش شروع شده است .**

کشف مشابهی‌درنیمکرهٔ غربی‌این‌نتیجه‌را به‌دست‌داده‌که اولین‌عقب‌نشینی یخ‌ها ازامریکای شمالی نیزهمین مدت طول‌کشیده واز این نظرکه یك چنین مدت طولانی، (نه ازنظر زمین‌شناسی بلکه ازنظر انسان) برای طی‌شدن یکی از دوره‌های یخ‌بندان‌لازم‌بوده‌است، باید نتیجه‌بگیریم‌که **پیشروی وعقب‌نشینی یخها درقسمت شمال قاره‌ها چندین صدهزار سال ازدورهٔ اخیرتاریخ زمین طول‌کشیده است .**

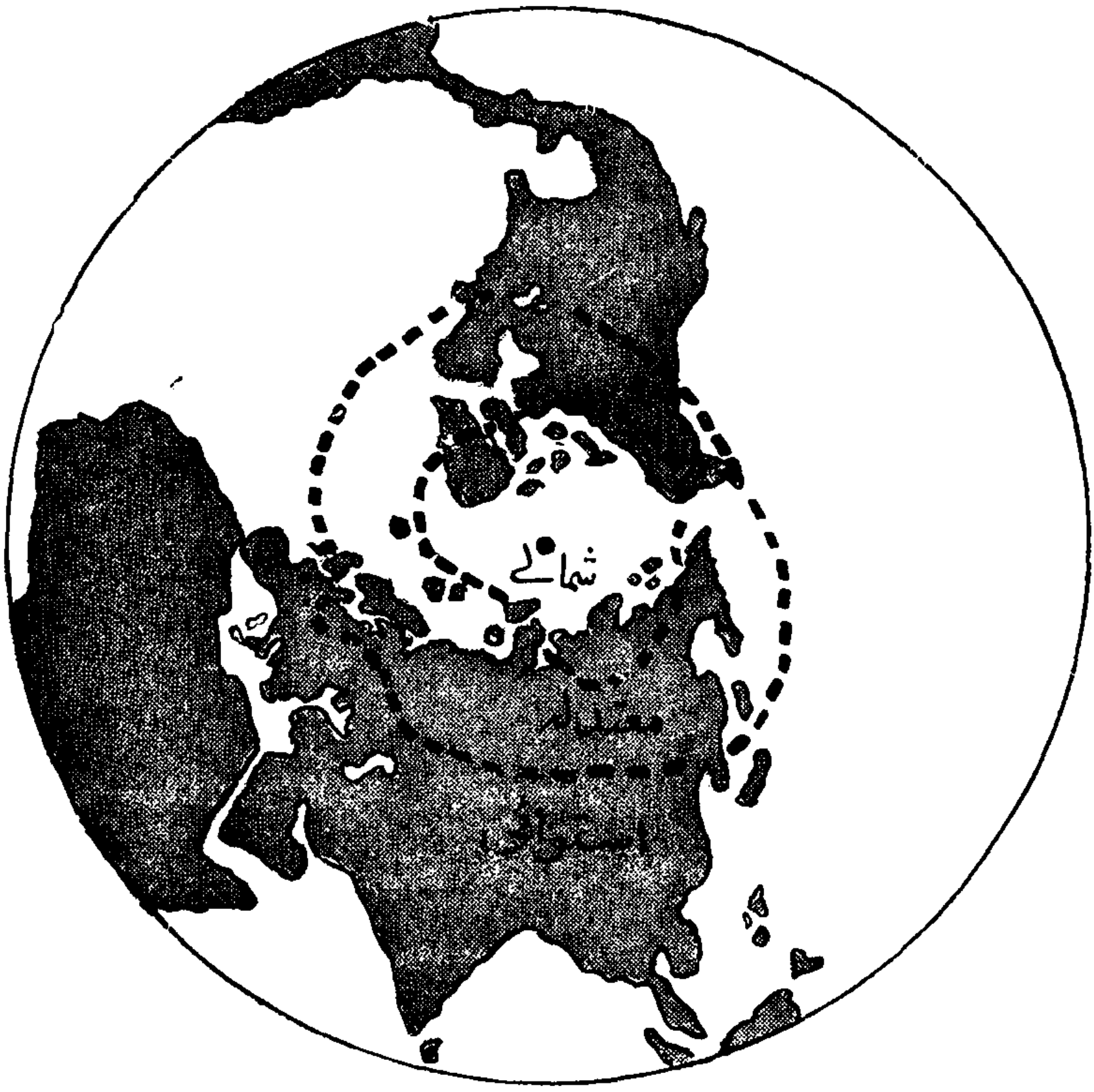
قراین مبتنی بروقوع یخ‌بندان‌های مشابه درنیمکرهٔ جنوبی بسیارکم است، زیرا منطقه مربوطه دراطراف قطب‌جنوب (۴۰ تا۷۰عرض جنوبی) را غالباً دریا اشغال‌کرده است. معهذاچنان‌که معلوم‌گردیده خطی‌که حدودبرف دایمی را در ارتفاعات **آند** آرژانتین وشیلی وپرو نشان می‌دهد زمانی‌قریب یك‌کیلومتر پایین‌تر ازحدود امروزی‌آن بوده است و قراینی موجود است‌که نشان‌می‌دهد اقلا دوموج سردبایك مرحلهٔ‌گرم حدفاصل، درآنجا وجود داشته است. یخ‌بندان زلاند جدید نیزخیلی وسیع‌تر بوده‌است. یك‌وقتی دراسترالیا یخچال وجود داشته درصورتی‌که اکنون یخی درآنجا موجود نیست .

سابقاً هوا گرمتر بوده است

اگر«کتاب رسوبات» راآن چنان ورق بزنیم‌که دومیلیون‌صفحه‌به‌عقب

@karnil
کارنیل

برگردیم، ملاحظه خواهیم‌کرد که شرایط‌یخ‌بندان عمومی ابداً بااوضاع‌تاریخ زمین مطابقت نداشته وسیارهٔ ماآب و هوای ملایم‌تر و یك‌نواخت‌تر درقسمت اعظم‌حیاتش‌داشته است. درحقیقت وقتی‌رسوبات دورهٔ ائوسن رامطالعه می‌کنیم



شکل۵۲: انتشارمناطق گیاهی‌در نیمکرهٔ شمالی پیش‌ازدورهٔ یخبندان. این تصور نشان می‌دهدکه جنگلهای گرمسیری تاشمال لندن و بوستون توسعه داشته‌اند درحالیکه گیاهان معتدله درجنوب گروئنلند وایسلند و اسپیتزبرگ یافت شده‌اند.

(که مربوط به‌آخرین انقلاب یعنی ۴۰ میلیون سال پیش است) به قراین محکمی برخورد می‌کنیم‌که نشان می‌دهند در آن عصر مناطق دارای آب وهوای مختلف زمین درحدود عرض ۲۰ تا۳۰ درجه به‌طرف شمال‌تغییر مکان داده‌اند. در رسوبات قاره‌ای ائوسن اروپا، عدهٔ زیادی فسیل نخل و سایرگیاهان معرف نواحی استوایی پیدامی‌کنیم. جنوب انگلستان نیزدرآن

@karnil
کارنیل

ایام بایستی منظرهٔ نخلستان داشته باشد. همین اصل در امریکای شمالی نیز صادق است: برگهای فسیل شدهٔ ماگنولیا ونخل وسایر گیاهان گرمسیری تا ایالات **اورگون** و **واشنگتن** دیده شده اند .

درحالی که سرزمینهایی که امروز از گیاهان معتدله پوشیده شده‌اند، محل رشد گیاهان گرمسیری بوده‌اند، درختانی نظیر بلوط وشاه‌بلوط وافرا، درآلاسکا وگروئنلند واسپیتزبرگ وآسیای شمالی می‌روییده‌اند. بالاخره گیاهان نمونه مخصوص مناطق شمال، مانندانواع غان وبید درمناطقی ازشمال فراوان بوده‌اند که امروزه هیچ‌رستنی درآن یافت نمی‌شود. اطلاعات مربوط به‌نیمکرهٔ جنوبی دراین مورد نیزخیلی کم است ولی پیدا شدن رسوبات ذغال‌سنگی دربسیاری نقاط کنارهٔ قطب جنوب، بدون شك نشان می‌دهدکه این قاره‌که اکنون کاملا یخ‌بندان است، محل رشد بسیاری ازگیاهان بوده است .

غیراز اطلاعات دیرین‌شناسی گیاهی وجانوری، اطلاعات دیگری نیزدر دست است که مؤید موضوع می‌باشند. مثلا عده‌ای ازنرم‌تنان دریایی که‌امروزه فقط در دریاهای گرم زندگی‌می‌کنند تاسواحل آلاسکا وجود داشته‌اند درحالی که کرگدن وببردرحدود ممالك متحدهٔ امریکای شمالی امروزی موجود بوده‌اند. اگر بازکمی به‌عقب برگردیم، ملاحظه خواهیم کردکه آب وهوای ملایم و یکنواختی درتمام دورهٔ پیشروی آبها، در دوران دوم عمومیت داشته است. فقط آثاری از توسعهٔ یخچال‌های طبیعی در انقلاب **آپالاش** یعنی ۱۵۰ میلیون سال پیش دیده شده است .

قطعی‌ترین آثار این یخ‌بندان قدیمی درامریکای جنوبی وهندوستان و استرالیا پیدا شده وضخامت رسوبات آنها نشان می‌دهدکه دورهٔ دوام آنها طولانی‌تر وشدیدتر از یخ‌بندان جدید اروپا و امریکای شمالی بوده است . علائم مشخصی نیز وجود داردکه این یخ‌بندان شامل چند موج سرد متناوب با دوره‌های گرم بین‌یخچالی بوده است. رسوباتی که درنقاط مختلف شرق‌استرالیا وتاسمانی‌و زلاندجدید یافت‌شده آثارپیشروی حداقل سه دورهٔ‌متوالی یخ بندان رانشان می‌دهد .

درنیمکره شمالی، انقلاب آپالاش باپیشروی یخچال‌ها همراه بوده‌است ولی آثاری که باقی مانده نشان می‌دهندکه یخچال‌ها ملایم‌تر وکم دامنه‌تر بوده‌اند. علت این امرهمانا فقدان مناطق کوهستانی وسیع (مانند وضع‌سیبری

@karnil
کارنیل

دریخ‌بندان اخیر) و وجودآب وهوای خشك‌بوده‌که رطوبت کافی برای‌تشکیل یخچال‌های قاره‌ای به‌وجود نیامده است .

اگر بازبیشتر به‌عقب‌برگردیم درتمام دورهٔ پیشروی‌آب دراواخردوران اول مجدداً به‌یك‌آب وهوای گرم وسپس یك دورهٔ توسعهٔ یخ‌بندان درانقلاب کالدونین (۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰ قبل‌ازمیلاد) برخورد می‌کنیم . این یخ‌بندان رسوبات زیادی درآلاسکا وافریقای جنوبی‌ونروژ به‌جا گذاشته است. یخ‌بندان قدیمی‌ترازاین‌در پرکامبرین (Precambrian)، یعنی‌دردوره‌ای‌ملاحظه‌شده که باب تاریخ حیات زمین رامفتوح ساخته است .

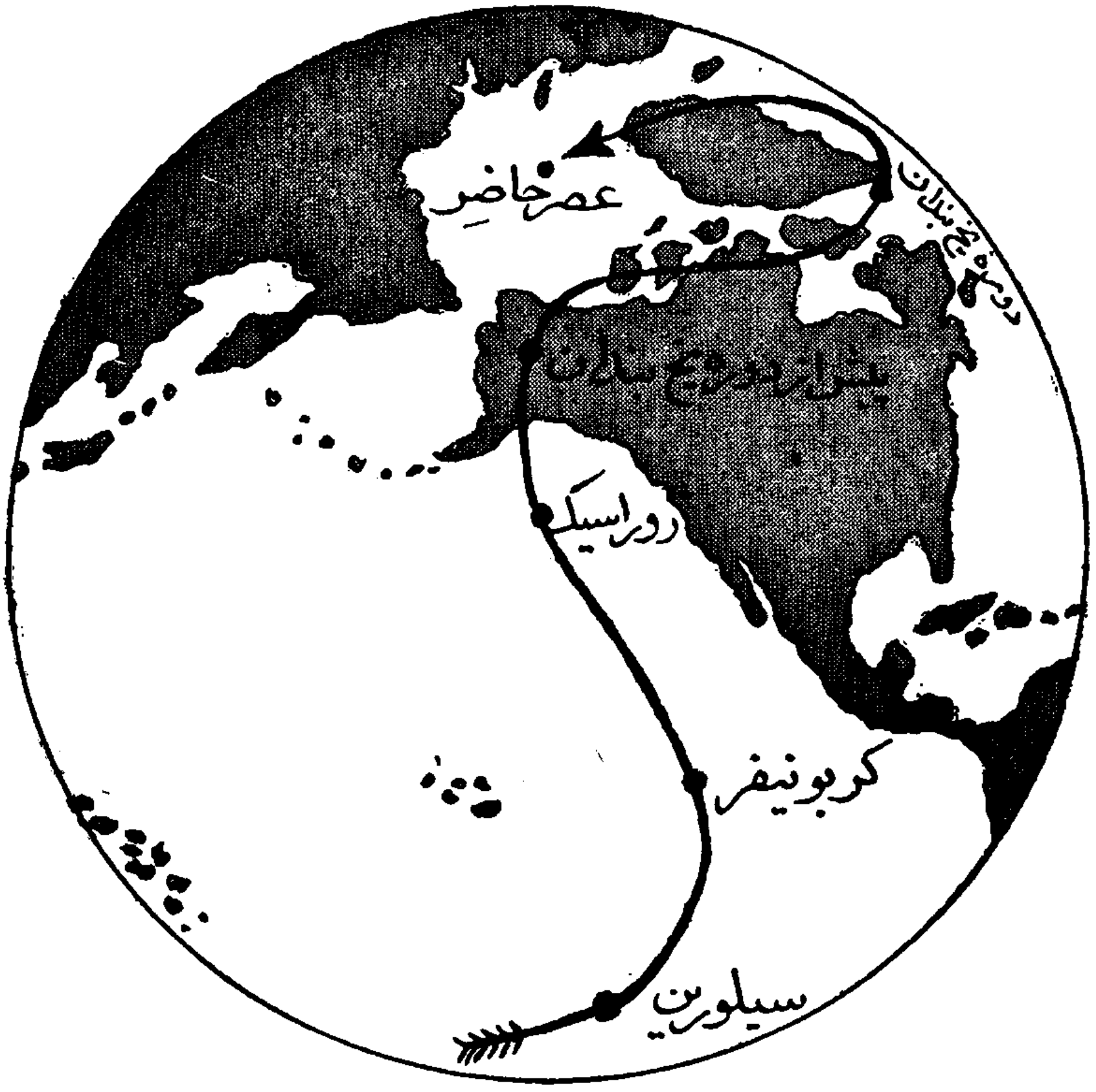
گرچه قرائت «کتاب رسوبات» هرچه بیشتر به عقب برگردیم مشکلتر می‌شود معهذا به‌نظر می‌رسد شکی موجود نباشدکه توسعهٔ یخچال‌ها همیشه با حدوث چین‌خوردگی‌ها وپیدایش‌سرزمین‌های مرتفع، همراه‌بوده‌است وهریك ازاین دوره‌های یخچالی شامل‌چند موج متوالی سرد بوده‌که سبب پیشروی و عقب‌نشینی یخ درسطح قاره‌ها می‌شده است .

آیا محل قطبین درسطح زمین تغییرمی‌کند ؟

تغییرات غیرعادی‌آب وهوا که در«کتاب رسوبات» ثبت شده ازجمله وجود جنگل‌های مخصوص‌گرمسیری دراروپای مرکزی وظهوربعدی طبقات ضخیم یخ ویخ‌بندان ناحیهٔ مجاور استوا درهندوستان وسایر پدیده‌های مربوط به‌آنها ، بسیاری از زمین‌شناسان ودانشمندان علم ژئوفیزیك رابه قبول این نکته متوجه ساخته‌که درطی ادوار تاریخ زمین بایستی‌تغییرات مهمی دروضع قطبین زمین روی‌داده باشد . وگنر و عدهٔ دیگری از دانشمندان،درحالی‌که استنباطات خودرا روی فرضیهٔ «حرکت قاره‌ها» (به‌فصل ۳ و۷ مراجعه شود) بنا نهاده‌اند وبا قبول این‌نکته‌که قشرجامد زمین یکپارچه می‌تواند روی قسمت مذاب درونی سیارهٔ ما حرکت‌کند، سعی‌کرده‌اند وضع نسبی قاره‌ها و قطبین رابا اطلاعات مربوط به‌اوضاع وآب وهواکه در زمین‌شناسی‌تاریخی جمع‌آوری شده است، ترسیم‌کنند. بدین‌طریق به‌منظور بیان علت یخ‌بندان‌که درهنگام وقوع انقلاب‌آپالاش درامریکای جنوبی وافریقای جنوبی و استرالیا وهندوستان‌هم‌زمان‌باهم به‌وقوع پیوسته، چنین قبول‌کرده‌اند، که‌این‌سرزمین‌ها بیشتر ازآنچه درحال حاضردیده می‌شود بهم نزدیك بوده‌اند و قطب جنوب تقریباً در وسط‌آنها قرارداشته است .

@karnil

قطب شمال نیز باتوجه به محل قطب جنوب درشمال اقیانـوس کبیرجا داشته واز جزایرهاوایی چندان دورنبوده است. بسیاری ازدانشمندان همچنین قبول کرده‌اند که قطب شمال ازآغاز دوران سوم (ائوسن) به طرف آلاسکا در تغییربوده است و بعد ازآن به‌طرف جنوب گروئنلند نقل مکان کرده و سبب بروز یخ‌بندان درشمال امریکا واروپا شده است . گرمتر بودن آب وهـوای کنونی را معلول این می‌دانندکه قطب شمال ازگروئنلند به جای امروزیش



شکل ۵۳: مهاجرت فرضی قطب شمال به نظرکرایش‌گوئر. لیکن این فرضیه بااطلاعات کنونی‌که دربارهٔ خواص زمین وانتشارگیاهان درگذشته موجود است مطابقت ندارد .

@karnil
کارنیل

حرکت‌کرده است. درشکل ۵۳یکی ازنظریه‌ها را(که مربوط به**کرایش‌گوئر** Kreichgauer است) نمایش‌داده‌ایم تاتغییرات‌آب وهوا را درطی‌دوره‌های مختلف تحت اثرمهاجرت قطبی بیان‌کنیم .[۱]

گرچه شرح مربوط به«حرکت قاره‌ها» و«تغییرمکان قطبین» درایجاد تصوری ازچگونگی امرکمك مؤثر بوده است وبه‌سبب اینکه مارا تاحدزیادی درانتخاب محل‌های عناصرمورد بحث‌آزادگذاشته ومی‌تواند باچگونگی‌انتشار آب وهوا مطابقت داشته باشد ، معهذا درمقابل انتقادات دانش عصرحاضر در بارهٔ خواص‌کرهٔ زمین به‌زحمت می‌تواند پایداری‌کند. درحقیقت چنانکه قبلا درفصل‌هفتم دیده‌ایم، کف بازالتی اقیانوس‌ها سخت‌تر ازآن است‌که تغییر نسبی وضع قاره‌ها راممکن سازد. اگر براستی چنین تغییرمکانی حادث شده‌است، بایستی درآغاز تاریخ زمین یعنی وقتی‌که هنوزسطح بازالت حالت مایع‌داشته، انجام‌گرفته باشد.

لغزش قشرزمین به‌طور یکپارچه، روی طبقات نرم داخلی اکنون نیز ممکن است ولی چنان‌که **جفریز** نشان داده است ، وقتی غلظت فراوان مادهٔ مذاب رادرنظربگیریم، مشکل است انتظارداشته باشیم‌که قطبین زمین‌بتوانند، درتمام طول مدت معرفةالارضی بیش ازچند درجه تغییرمکان داده باشند . بعلاوه تصورنیروهایی‌که بتوانند قطبین را درطول خطی‌که درشکل ۵۳ نشان داده شده است حرکت دهند بسیارمشکل است .

اطلاعات جدیدترکه از دیرین‌شناسی گیاهی و جانوری به‌دست آمده، می‌تواند مستقیماً حرکت قطبین رابرطبق نظریهٔ وگنر ودیگران تکذیب‌کند. بدین‌طریق که‌اگرمثلاقطب‌شمال‌رادراوایل‌دوران‌سنوزوئیك(شکل۵۳)درآلاسکا قرار دهیم به منظور بیان‌علت وجودگیاهان گرمسیری در اروپا، خود آلاسکا وتمام وسعت اطرافش دارای آب وهوای سرد شمالی خواهند شد درحالی‌که می‌دانیم این مناطق بیشتر اوقات ازگیاهان معتدله و حتی قسمتی گرمسیری پوشیده بوده‌اند . (نقشه شکل ۵۲ رامقایسه‌کنید) **بنابراین قبول این‌نکته‌لازم می‌گرددکه وضع نسبی‌قاره‌ها وقطبین‌درطی‌تمام‌تاریخ معرفه‌الارضی‌به‌آنچه که اکنون ملاحظه می‌شود بیشترشبیه بوده است .**

۱ــ بدیهی است خوانندهٔ محترم توجه داردکه وقتی ازمهاجرت قطبی صحبت می‌کنیم منظورمان لغزیدن قشرجامد زمین روی بخش مذاب داخلی‌است .

@karnil
کارنیل

علت تناوب «امواج سرما» چه بوده است ؟

به‌منظور درك‌علل یخ‌بندان‌ها که به‌طورمتناوب روی زمین‌ظهورکرده‌اند باید به خاطرآوریم که ما بادو دورهٔ تناوب سروکار داریم، اول آنکه، **یخ ــ بندان عظیم فقط موقعی ظهور می‌کندکه به‌دنبال یك انقلاب بزرگ تاریخ زمین باشد یعنی هنگامی‌که سطح قاره‌ها بلنــد شده و ازکوههای مرتفع پوشیده باشند** . این‌تناوب به‌سادگی معلوم می‌داردکه وجود ارتفاعات بلند شرط لازم تشکیل‌طبقات ضخیم یخ‌است. طبقاتی که بدینطریق تشکیل‌می‌گردند رفته‌رفته وسیع‌تر می‌شوند ودشتهای وسیع اطراف رافرا می‌گیرند .

دوم آنکه وسعت منطقهٔ‌یخ‌بندان درهرانقلابی، **دستخوش تغییرمتناوبی است‌که به‌مدت خیلی‌کوتاه‌ترصورت می‌گیرد** . بــه‌طوری‌که درعین حال کــه کوه‌هاهمچنان‌برجای خودباقی می‌باشد،یخ به‌طورمتناوب وچندین‌بارپیشروی وعقب نشینی می‌کند . این‌تناوب دوم مسلماً به‌خواص ساختمانی سطح زمیــن بستگی نداردبایستی‌قاعدةً به‌تغییرات حرارت وابسته باشد. ازآنجا که‌تعادل حرارتی سطح زمین‌کلا روی میزان تشعشع خورشید تنظیم می‌شود، بایدتوجه خودرا معطوف به‌عواملی سازیم‌که روی تشعشع خورشید مؤثر واقع می‌شوند. اینگونه عوامل ممکن است اولا تغییرشفافیت‌جو زمین، ثانیاً فعالیت متنــاوب خورشید وثالثاً تغییر در وضع گردش زمین‌به دورخورشید باشند .

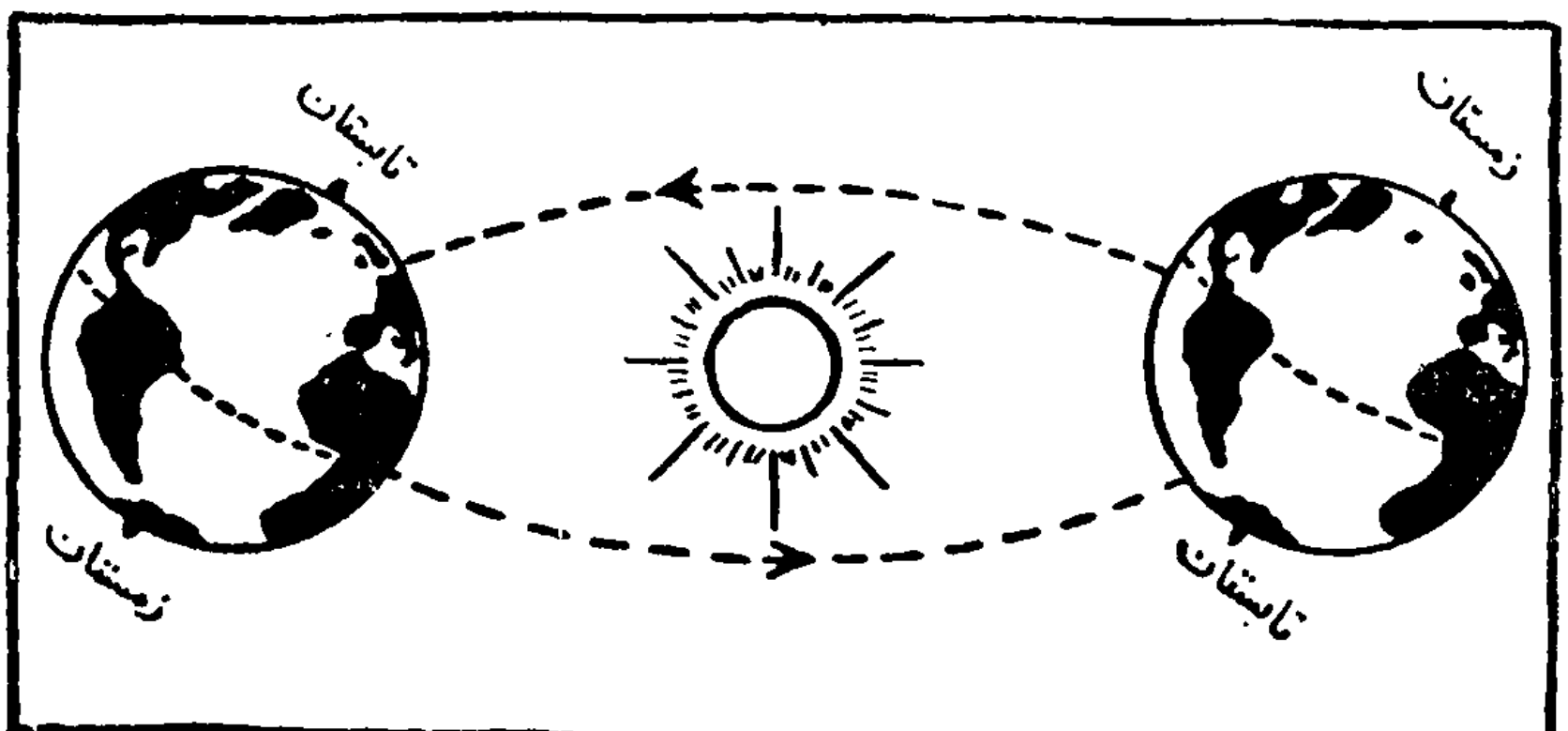
بیان قابلیت تغییرآب وهوا، منحصراً تحت اثر اوضاع جو، که هنوزهم مورد توجه بسیاری ازهواشناسان است، روی این‌فرض متکی می‌باشدکه‌مقدار انیدریدکربنیك هوا، به‌عللی درزمان‌های متفاوت، به‌طورمتناوب‌تغییرمی‌کند. چون این مادهٔ سازندهٔ‌هوا، به‌مقدار زیاد درجذب اشعهٔ حرارتی خورشیدموثر است لذا نقصان مختصر مقدارآن درهوا ممکن است، کاهش زیاد حرارت را سبب‌گردد ونتیجهٔ آن تشکیل مقدار زیادی یخ است‌که ازمشخصات دورهٔ یخ‌ــ بندان می‌باشد. لیکن باید به خاطرآورد که‌گرچه چنین‌تغییری‌کاملاممکن‌ــ الوقوع است معهذاعلت تغییرتناوب ترکیب‌هوا ابداً روشن نیست. بعلاوه‌راهی برای اینکه‌آیا توسعهٔ یخچال‌ها درقدیم براستی به‌تغییر انیدریدکربنیك هوا مربوط بوده‌است یانه، موجود نمی‌باشد .

فرضیه‌ای‌که علت ظهور دوره‌های برودت رانتیجهٔ قابلیت تغییرفعالیت خورشیدمی‌داند نیز به همانگونه ابهام‌آمیز است. برای اطمینان خاطر اضافه

@karnil

می‌کنیم که در تشعشع خورشید تغییرات متناوب وجود دارد که مربوط به تغییرات تعداد کلف‌های خورشید است وهر ۱۰ تا ۱۲ سال به‌حداکثر می‌رسد و راست است که درسالی‌که کلف‌ها بـه حداکثرخود می‌رسند حرارت متوسط زمین قریب یك درجه سانتیگراد پایین می‌آید زیرا تشعشعی که به‌زمین می‌رسد کاهش‌می‌کند ولی هیچگونه قراین فرضی یامبتنی برمشاهده وجود نداردکه نشان دهد چنین وضعی به‌مدت هزارها سال‌ثابت باقی‌ماند. دراین فرضیه نیزمانندفرضیهٔ انیدرید کربنیك جو، تشخیص مطابقت دوره‌های یخ‌بنـدان باحداقل فعـالیت خورشید کاملا غیرعملی است .

این انتقادات به‌سومین فرضیه واردنیست. بعلاوه چنانکه خواهیم دیدنه فقط علت یخ‌بندان متناوب رابه ما می‌فهماند بلکه مطابقت آنها رابه‌وضعی عالی باقراین زمین‌شناسی نشان می‌دهـد و تعیین تـاریخ وقوع آنها را نیز میسر می‌سازد .



شکل ۵۴ : توضیح معمولی اختلاف فصول درنیمکره‌های شمالی وجنوبی

خوانندهٔ محترم به خاطرخواهد آورد، که تغییرات فصول سال دوسطح زمین به‌این علت است که محورگـردش زمین نسبت به‌سطح مـدار آن مایل می‌باشد ، به‌طوری‌که نیمکرهٔ شمالی به‌مدت ششماه (وششماه دیگر درنیمکرهٔ دیگر) به‌طرف خورشید برگشته است (شکل ۵۴). به‌علت درازتر بودن روز وعمودی تابیدن اشعهٔ خورشید ، نیمکره‌ای‌که متوجه خورشید است حـرارت خیلی بیشتر می‌گیرد وفصل تابستان دارد ، درحالی‌که نیمکرهٔ مقابل درفصل زمستان سیر می‌کند .

@karnil
کارنیل

لیکن باید به خاطر آورد که مدارزمین دایرهٔ کامل نیست بلکه‌یك‌بیضی است به‌طوری‌که زمین در بعضی نقاط مسیرخود به‌خورشید نزدیك‌تر می‌شود . درحال حاضرزمین دراوایل دی ازنزدیکترین نقطهٔ مدارخود به‌خورشید عبور می‌کند ودر اوایل تیر از دورترین فاصله‌گذر می‌نماید . **در نتیجه زمستان نیمکرهٔ شمالی باید اندکی‌از زمستان نیمکرهٔ جنوبی ملایم‌تر باشد وتابستان نیمکرهٔ شمالی، به‌عکس اندکی سردتر باشد .** مشاهدات نجومی نشان‌می‌دهند که فاصلهٔ خورشید دراوایل دی درحدود ۳ درصد ازفاصلهٔ آن در اوایل تیر است، به‌طوری‌که اختلاف گرمای دونیمکره باید قریب‌شش درصد باشد، زیرا شدت تشعشع باعکس مجذور فاصله تغییرمی‌کند . بابکار بردن رابطهٔ موجود بین مقدار تشعشع مجذوبه وحرارت سطح زمین[1] چنین نتیجه می‌گیریم که **درحال حاضرحرارت متوسط تابستان شمالی باید ۴تا۵ درجه‌کمتروحرارت متوسط زمستان شمالی ۴تا۵ درجه بیشتر ازمقدار مربوط به‌آن درنیمکرهٔ جنوبی باشد .**

ممکن است چنین فکرکنندکه این اختلاف حرارت بین دونیمکره نمی‌تواند مبین علت دوره‌های یخچالی باشد زیرا اثرزمستان سرد راتابستان گرمترخنثی می‌کند وبالعکس . لیکن این فکرصحیح نیست زیرا اثرنسبی حرارت درتشکیل‌یخ درفصل‌تابستان وزمستان‌کاملا متفاوت‌است. وقتی‌حرارت قبلا زیرنقطهٔ انجمادآب باشد (در زمستان معمولا چنین‌است) نقصان بعدی‌آن درمقدار ریزش برف اثرندارد زیرا تمام رطوبت هوا بهر جهت متراکم‌گشته است . ازطرف دیگر افزایش تشعشع درتابستان ذوب وانتقال یخی راکه در زمستان تشکیل شده به‌وضع قابل ملاحظه‌ای‌تسریع می‌کند بنابراین‌باید نتیجه بگیریم‌که: **تابستانهای خشك‌تر بیشتر از زمستانهای سردتر مساعد تشکیل طبقات یخی است ودر نتیجه شرایط لازم برای توسعهٔ یخچال درحال‌حاضر درنیمکرهٔ شمالی موجود است**

«اما» خوانندهٔ محترم ممکن است در اینجا سؤال کندکه «درصورتی‌که

۱ـ اگر L_1 و L_2 مقدارحرارت‌مجذوبه و T_1 و T_2 حرارت سطح‌مربوطه باشد معادلهٔ زیر بدست می‌آید :

$$\frac{T_1 + ۲۷۳C}{T_2 + ۲۷۳C} = \sqrt[۴]{\frac{L_1}{L_2}}$$

@karnil
کارنیل

درحال حاضر آب وهوامساعدتشکیل یخچال است چرا اکنون دراروپا وشمال امریکا یخچال تشکیل نمی‌گردد؟» جواب این‌سؤال درارزش مطلق حرارت است بدین معنی که ۴تا۵ درجه سردبودن خیلی کمترازمقدار درجاتی است که چنان‌که دیدیم‌برای تشکیل طبقات یخ‌لازم می‌باشد. یخچال‌های نیمکرهٔشمالی درحال عقب نشینی هستند تاپیشرفت. اما موازنه بین مقدار ریزش بـرف در زمستـان و مقدار ذوب یخ درتابستان موضوع بسیـار دقیقی است به طوری‌که **اگر درتابستان فقط دو تاسه برابر اختلافی‌که اکنون وجود دارد ازمقدار حرارت‌کسرشود وضع به‌کلی دگرگون می‌گردد .**

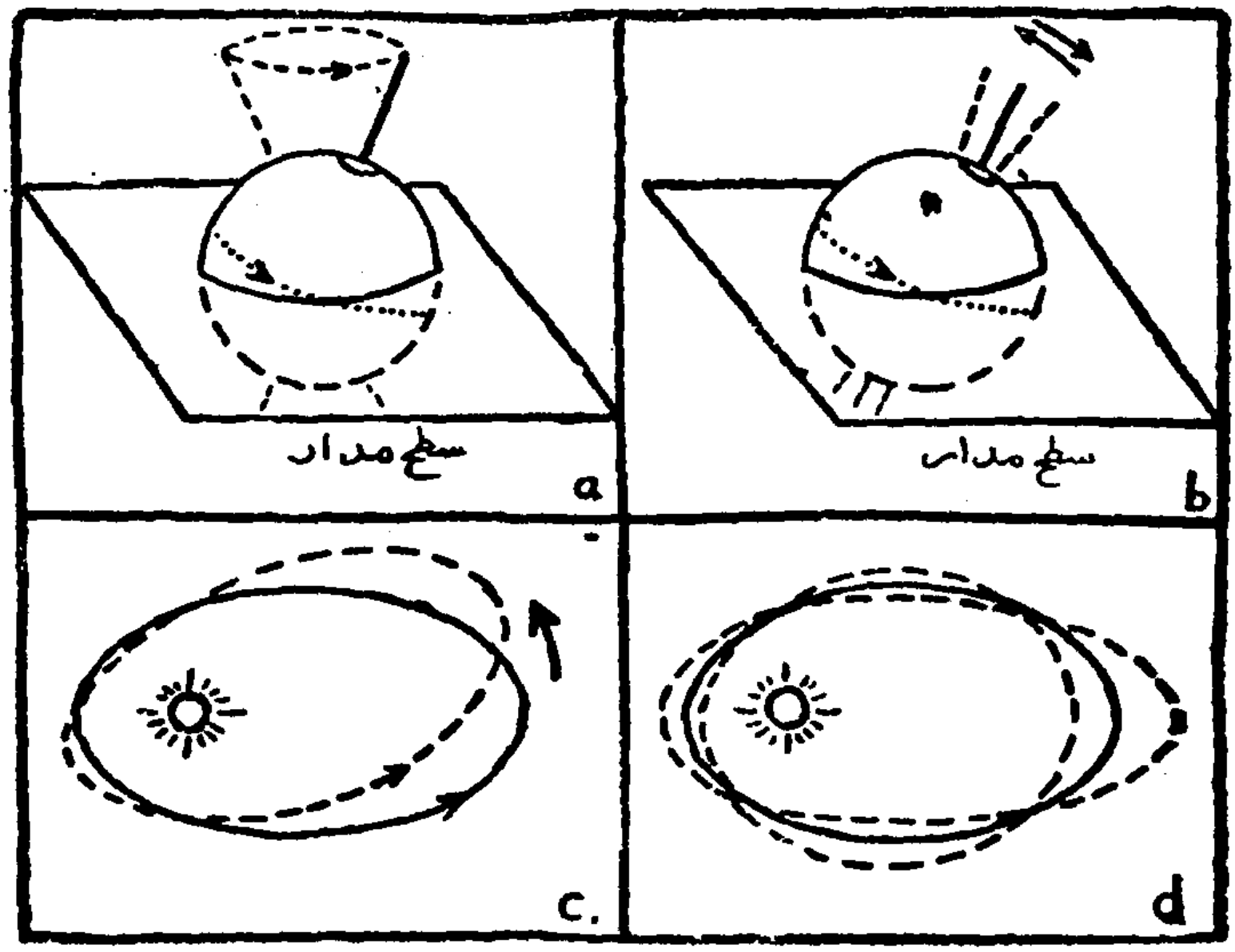
به‌منظور پیداکردن عللی‌که باعث شده‌اند درجهٔحرارت اختلاف‌بیشتری حاصل‌کند وسبب توسعهٔ یخ‌بندانهادرگذشته‌گردد توجه خودرا باید به‌تغییرات ممکنه درجهت محورگردش زمین وحرکت دورانی‌آن معطوف سازیم. بخوبی می‌دانیم‌که وضع محورگردش زمین درفضا به‌کندی درتغییر است و مخروطی می‌آوردکه محورش عمود برسطح مدار می‌باشدکیفیت مشابه‌آن در رأس دوك نخ ریسی‌ملاحظه‌می‌گردد. (شکل ۵۵الف) این‌حرکت محور زمین رابه نام **تقدیم اعتدالین** (Pression) می‌شناسیدکه نیوتـون آنرا نتیجهٔ اثرجاذبهٔ خورشید وماه دربرآمدگی استوایی‌کرهٔ زمین بیان داشته است . این‌حرکت محور زمین درفضا خیلی‌کند است وبرای یك گردش‌کامل ۲۶۰۰۰ سال‌طول می‌کشد واضح است‌که‌کیفیت تقدیم اعتدالین، وضعی راکه درصفحات قبل‌بیان داشته‌ایم به‌طور متناوب تغییرمی‌دهد وزمین به قسمی از نـزدیکترین نقطه بـه خورشید عبور می‌کندکه درقریب هر ۱۳۰۰۰ سال نیمکرهٔ شمالی وجنوبی‌آن به‌طورمتناوب به‌طرف خورشید برمی‌گردند. همچنین واضح‌است‌که این‌پدیده گرچه اختلاف‌آب و هوای بین دونیمکره را متناوب می‌سازد ولی نمی‌تواند کاهش زیادی درحرارت هیچیك ازآنها حاصل‌کند. اگر درحال حاضرمی‌توانستیم عصر یخ‌بندانی درنیویورك داشته باشیم در۱۳۰۰۰ سال بعد همیـن وضع در **بوئنوس‌آیرس** نمی‌توانست تجدید شود .

علاوه برتقدیم عادی اعتدالین، بی‌نظمی‌های دیگرنیز درحرکت زمین وجود داردکه نتیجهٔ اثرسایرسیارات بالاخص مشتری است. این‌سیاره به‌علت جرم زیادی‌که دارد تقریباً همهٔ سیارات شمسی راازحرکت بازمی‌دارد. مطالهٔ این بی‌نظمی‌ها موضوع اصلی مکانیك سماوی است . این علم باکوشش‌بسیاری

@karnil
کارنیل

از ریاضی‌دانهای گذشته وحاضر به‌منتها درجهٔ دقت خود رسیده است .

مکانیك سماوی چنین معلوم می‌دارد که تمایل محور گردش زمین نسبت به‌سطح مدارش(که تحت اثر تقدیم اعتدالین تغییر نمی‌کند) دستخوش تغییرات متناوبی است که درهر ۴۰،۰۰۰ سال یکبار (شکل ۵۵ ب) حاصل می‌شود. چون پیدایش فصل تابستان وزمستان به‌این‌تمایل بستگی دارد(شکل۵۴مقایسه گردد) باید چنین نتیجه بگیریم که **وقتی تمایل بیشترمی‌شود اختلاف بین دو نیمکره زیادتر می‌گردد و درنتیجه تابستان گرمتر و زمستان سردتری بوجود می‌آید .**



شکل ۵۵: تغییرات عناصرحرکت زمین :

الف ــ تقدیم اعتدالین محورگردش
ب ــ تغییرات میل سطح مدار
ج ــ تقدیم اعتدالین مدار زمین
د ــ تغییرات حاصل دروضع‌خروج ازمرکزمدار

(تمام تغییرات دراین تصویر بامقیاس خیلی بــزرگ نمایش داده شده است)

@karnil
کارنیل

ازطرف دیگروقتی محـور گردش زمین راست شودآب وهوا بیشتر یکنواخت می‌گردد. اگرمحور زمین برسطح مدارش عمود بود اختلاف فصول به‌کلی‌از بین می‌رفت .

مدارزمین به‌نوبهٔ خود لایتغیر باقی‌نمی‌ماند بلکه به‌کندی در اطـراف خورشید درگردش‌است ودراین گردش درجهٔ خروج‌ازمرکزش متناوباً افزایش ونقصان حاصل می‌کند(شکل ۵۵ ج و د) گرچه هردو تغییروضع متناوب‌نشان می‌دهند دورهٔ تناوب ۶۰٫۰۰۰ تا۱۲۰٫۰۰۰ سال متغیراست و به منظورایجاد تصورصحیحی ازاین تغییرات ناچار از به‌کاربردن محاسبات پیچیدهٔ مکانیك سماوی می‌باشیم. خوشبختانه روشهای مکانیك سماوی به‌حدی دقیـق است‌که **تصویرکامل اوضاع مدار زمین می‌تواند حتی‌یك میلیون سال قبل بااشتباه احتمالی ده درصد رسم شود .**

واضح است‌که گردش مدار زمین به‌دورخورشید همـان نتیجه‌ای راکه تقدیم اعتدالین‌بوجود می‌آورد دربردارد فقط دوپدیده بایدبه‌هم اضافه‌گردد .

تغییرات متناوب‌کیفیت خروج ازمرکز اهمیت بسیاری در وضع‌آب و هوای دونیمـکره دارد . درطی دوره‌هایی‌که مدار زمین به‌مقدار زیاد طویل می‌گردد زمین درهنگام عبور از دورترین نقطه، خیلی ازخورشید دورمی‌شود ومقدارگرمای مجذوبه درهردونیمکره استثنائاً نقصان فراوان حاصل‌می‌نماید. برطبق حسابهای دقیقی‌که به‌عمل آمده میزان خروج ازمرکزمدار زمین‌مثلا در۱۸۰٫۰۰۰ سال پیش دو ونیم باربیشتر ازحال بوده است . ازآنجا نتیجه می‌شودکه اختلاف‌بین دونیمکرهٔ شمالی‌وجنوبی بایستی درحدود ۹ تا۱۰درجه سانتی‌گراد بوده باشد (به‌یادداشت زیرصفحهٔ ۱۸۰ مراجعه شود).

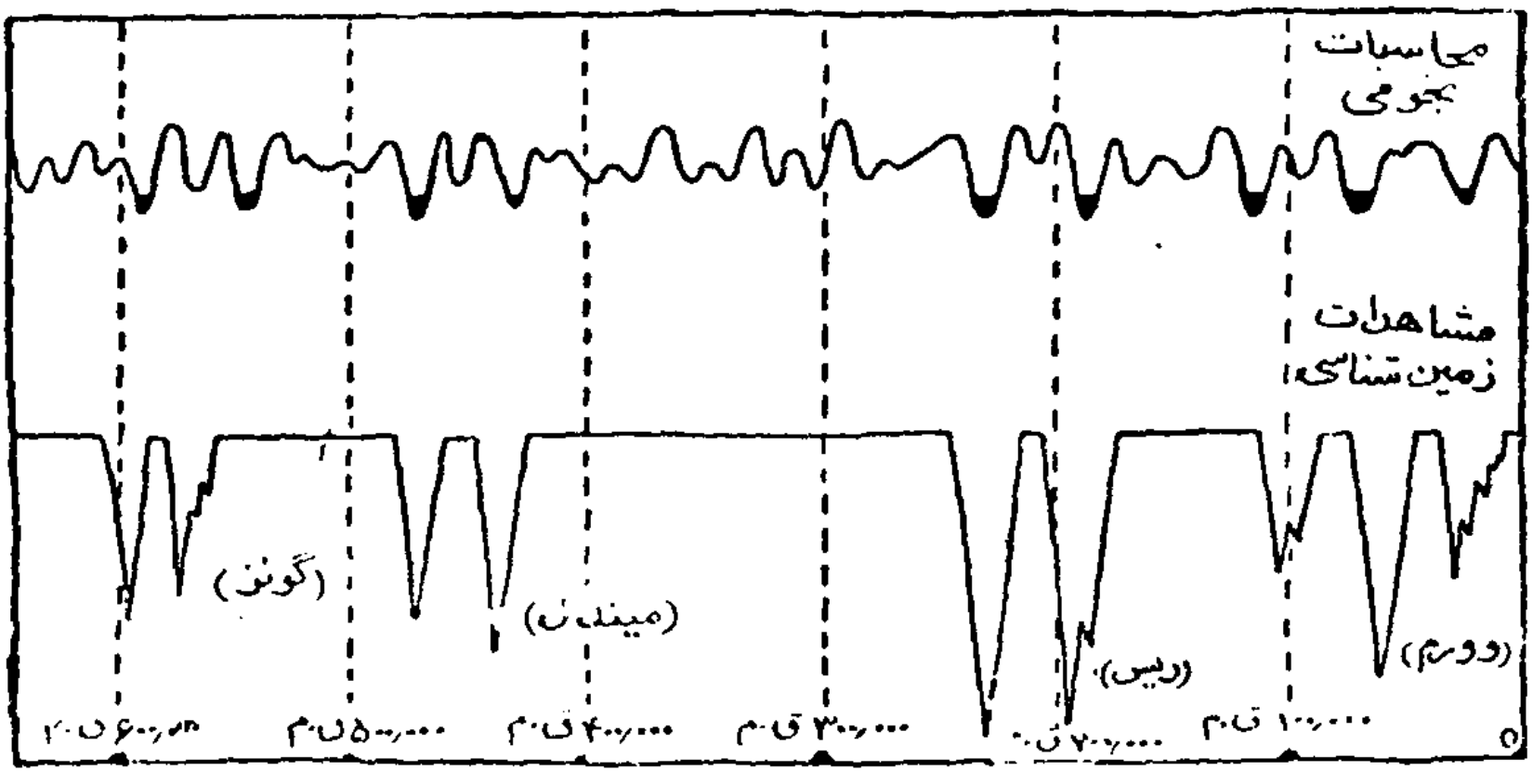
گرچه‌تغییرات‌حرارت‌حاصل‌ازیکی‌ازعلل‌فوق‌ممکن‌است‌قابل‌اهمیت‌نباشد ولی به‌خاطر داشته باشیم‌که اگرهمهٔ‌آنها درطی دوره‌ای ازتاریخ زمین دریك جهت‌اثرکنند اثر مشترك‌آنها بیشترخواهد شد. بنابراین در دوره‌ای‌که‌مقدار خروج از مرکزمدار زمین زیادبوده ومخصوصاً تمایل محورآن هم‌کمتربوده است اگرتابستان نیمکرهٔ شمالی هنگامی واقع شده باشدکه زمین ازدورترین نقطهٔ مدار طویلش می‌گذشته است درآن صورت مقدارحرارت مجذوبه دراین نیمکره هنگام تابستان استثنائاً بایستی خیلی‌کم شده بوده باشد .

ازطرف دیگرچنانچه یك خروج از مرکزجزئی مدار، باتمایل محور

@karnil
کارنیل

گردش درجهت مخالفت‌آن همراه بوده باشد بایستی سبب بوجود آمدن‌آب و هوای بسیار ملایم دراین نیمکره شده باشد .

ژئوفیزیك‌دان‌یوگوسلاوی میلانکوویچ (Milankovitch) بااستفاده از اطلاعاتی‌که ازطریق مکانیك سماوی راجع به‌عناصرحرکت زمین بدست آمده است نقشه‌ای تهیه‌کرده‌که درآن تغییرات آب وهوای نیمکرهٔ شمالی و جنوبی راصرفاً تحت اثرعلل سماوی نشان داده است. یکی از منحنی‌های‌آن مربوط به‌مقدارحرارت مجذوب ازخورشید درنقطه‌ای ازنیمکرهٔ شمالی‌دارای عرض ۶۵ درجه به‌مدت ۶۵۰٫۰۰۰ تابستان گذشته است . این منحنی در شکل ۵۶ نشان داده شده است. به‌طوری‌که ازمنحنی‌استنباط می‌شود درسالهای ۲۵۰٫۰۰۰ و (۷۰٫۰۰۰) و ۱۱۵٫۰۰۰ و ۱۹۰٫۰۰۰ و ۲۳۰٫۰۰۰ و



شکل۵۶: منحنی بالاتغییرات حرارت نقطه‌ای اززمین راکه عرض ۶۵ درجهٔ شمالی داشته (طبق حساب میلانکوویچ)درتابستان نشان می‌دهد. منحنی‌زیر دوره‌های مختلف یخ‌بندان را ازروی اطلاعات زمین‌شناسی نشان‌می‌دهد . اسامی که در پرانتزقرار دارند نام رودخانه‌های کوچکی است‌که در آنجا رسوبات پیشرفت‌های مختلف یخچالی، برای اولین بارپیدا شده است. سن نسبی یخها رامعمولا از روی نام این‌رودخانه‌ها تعیین می‌کنند .

۴۲۵٫۰۰۰ و ۴۷۵٫۰۰۰ و ۵۵۰٫۰۰۰ و ۵۹۰٫۰۰۰ قبل‌ازمیلاد سه‌نیروی مذکورمشترکاً درجهت‌واحدی‌اثر داشته‌اند. اگراین‌منحنی فرضی رابامنحنی تجربی‌که زمین‌شناسان بدست‌آورده‌اند وحداکثرتوسعهٔ یخ‌بندان را درگذشته نشان می‌دهد (از روی رسوبات‌یخچالی) مقایسه‌کنیم بیش‌ازحد انتظارمطابقت

@karnil
کارنیل

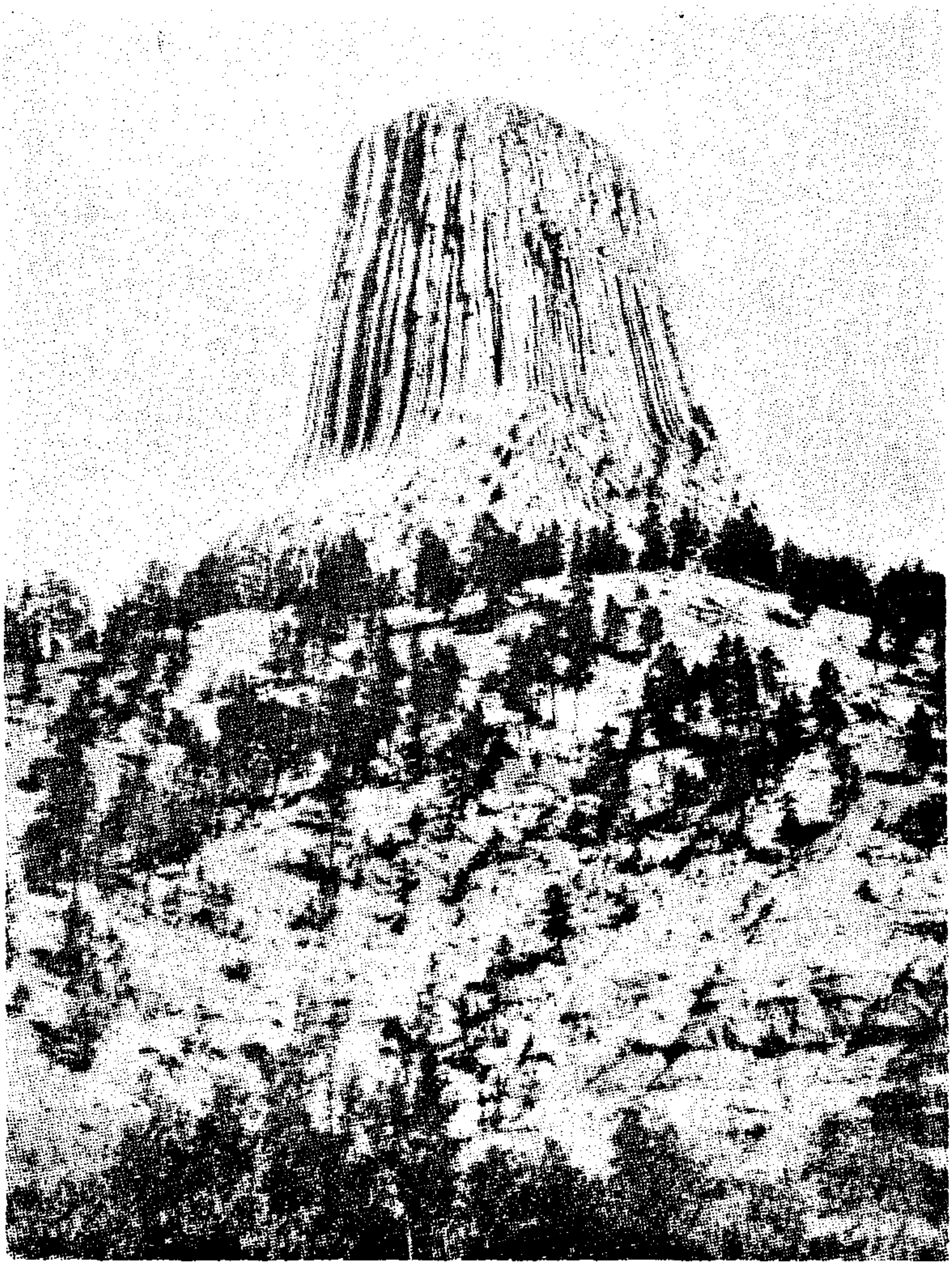
نشان می‌دهند. این موضوع جای شك وتردید دربارهٔ صحت چنین علتی برای پیدایش دوره‌های یخ‌بندان باقی‌نمی‌گذارد . نتایج مشابهی دربارهٔ نیمکرهٔ جنوبی بدست‌آمده ولی مقایسهٔ محاسبات تئوریکی وعلمی، دقت‌کمتری نشان می‌دهند زیرا اطلاعات ما دربارهٔ توسعهٔ یخچالها درآنجا کم است .

واضح است‌که پیشروی یخ‌بندان چند بار به‌طور مستقل بایستی اتفاق افتاده باشد و اگر دیده می‌شود ازنظرزمین شناسی‌آنها را فقط به‌چهار تاپنج دوره تقسیم‌کرده‌اند به‌این‌علت است‌که درهربارتوسعهٔ یخچالها دویاسه‌پیشرفت نزدیك به‌هم صورت می‌گرفته است .

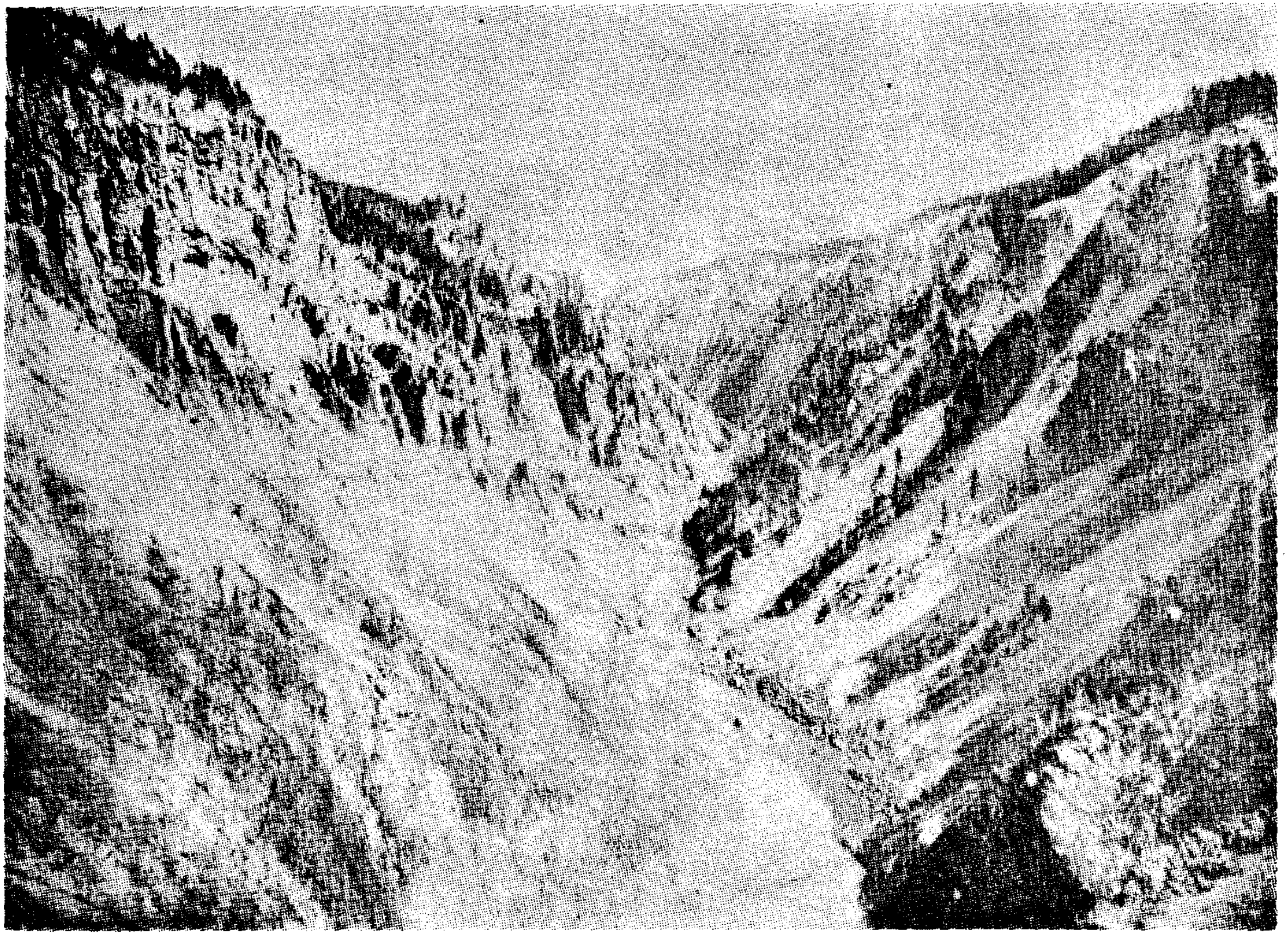
به‌منظور پایان دادن به‌این فصل‌باید به‌خوانندگان محترم یادآورشویم که **متناوب بودن تعاقب‌آب وهوای سردتر وگرمترکه صرفاً تحت اثرعوامل نجومی صورت‌گرفته است بایستی درفواصل‌کمتر از ۱۰۰٫۰۰۰ سال درطی تاریخ‌کامل سیارهٔ مابوده باشد لیکن فقط درمراحل پیدایش‌کوهها شرایط به‌حدکافی مساعدمی‌گردید تا این امواج متوالی سرما بتوانند یخچالهای وسیع تشکیل دهند.**

چون ماتقریباً دروسط یك دورهٔ انقلابی‌تکامل سیارهٔ ما زندگی‌می‌کنیم که درآن‌کوههای متعدی سر به‌فلك‌کشیده‌اند و شاید تعداد بیشتری درشرف تشکیل باشند، باید انتظار داشته باشیم‌که یخ‌بندانهایی‌که ۳۰٫۰۰۰سال پیش عقب‌نشینی‌کرده‌اند دوباره پیشروی نمایند واین پیشروی‌ها و عقب‌نشینی‌های متناوب تا وقتی ادامه خواهد داشت‌که‌کوهها درعرضهای شمالی وجود داشته باشند. فقط‌بعد ازچندین میلیون سال‌که تمام ارتفاعات انقلاب دورهٔ «ما»تحت اثرباران شسته‌شدند، ممکن است یخ‌بندان به‌کلی از روی زمین‌رخت‌بر بندد. آن‌وقت آب وهوا ملایمتر و متشابه‌ترخواهد شد ومدار زمین وتمایل محورش فقط تغییرات سالیانهٔ کم‌اهمیت درنقاط مختلف‌به‌وجود خواهندآورد . آنگاه پس‌ازیکصد یادویست ‌میلیون سال‌بعد یك انقلاب ویك یخ‌بندان جدید به‌دنبال خواهد داشت .

@karnil



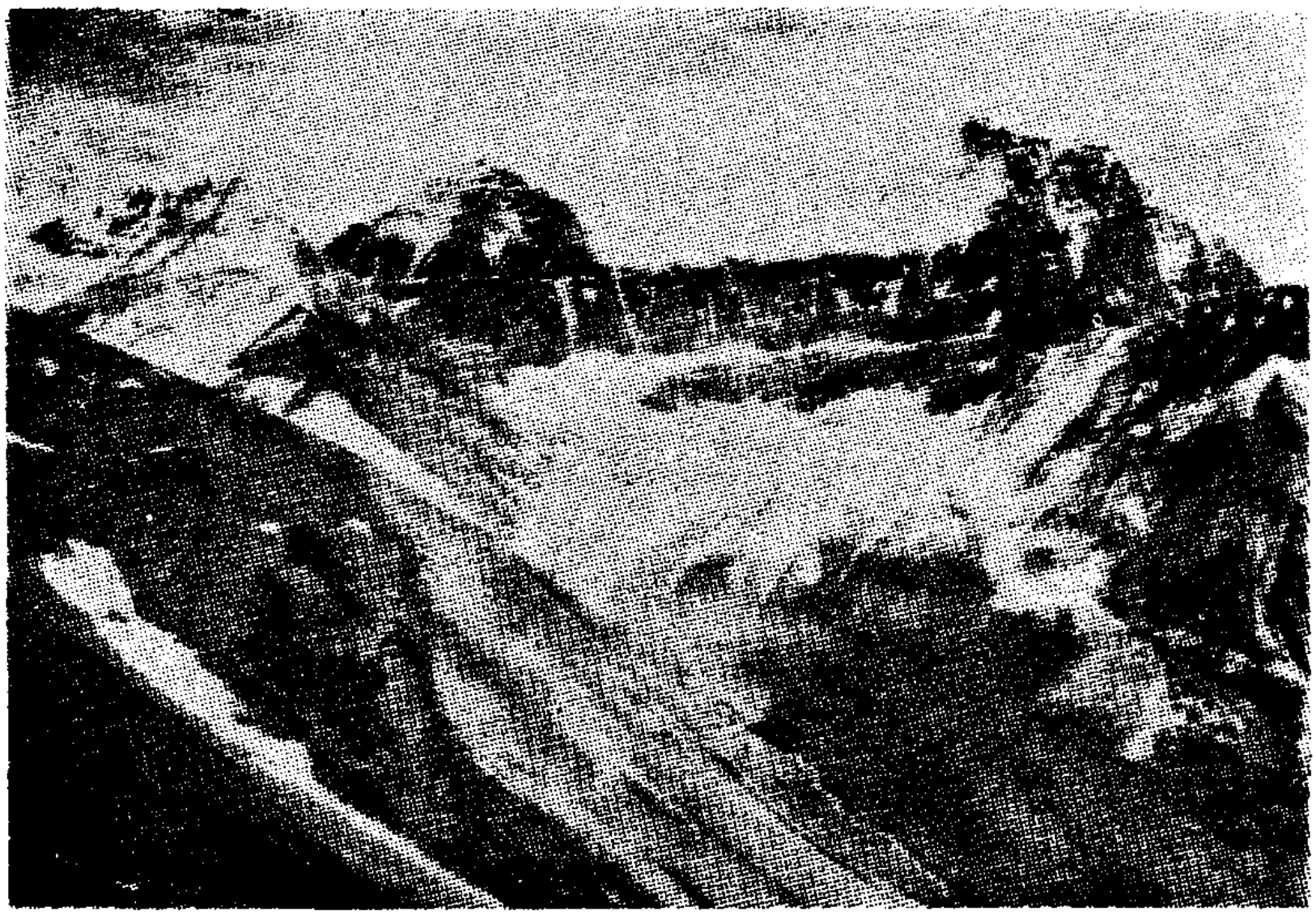
تصویر ۱۳ الف ـ برج‌شیطان در داکوتای جنوبی. این برج ازگدازه‌یی پدید آمده که‌در کاسه‌سریك آتش‌فشان قدیمی وخاموش سخت وجامدشده‌است،



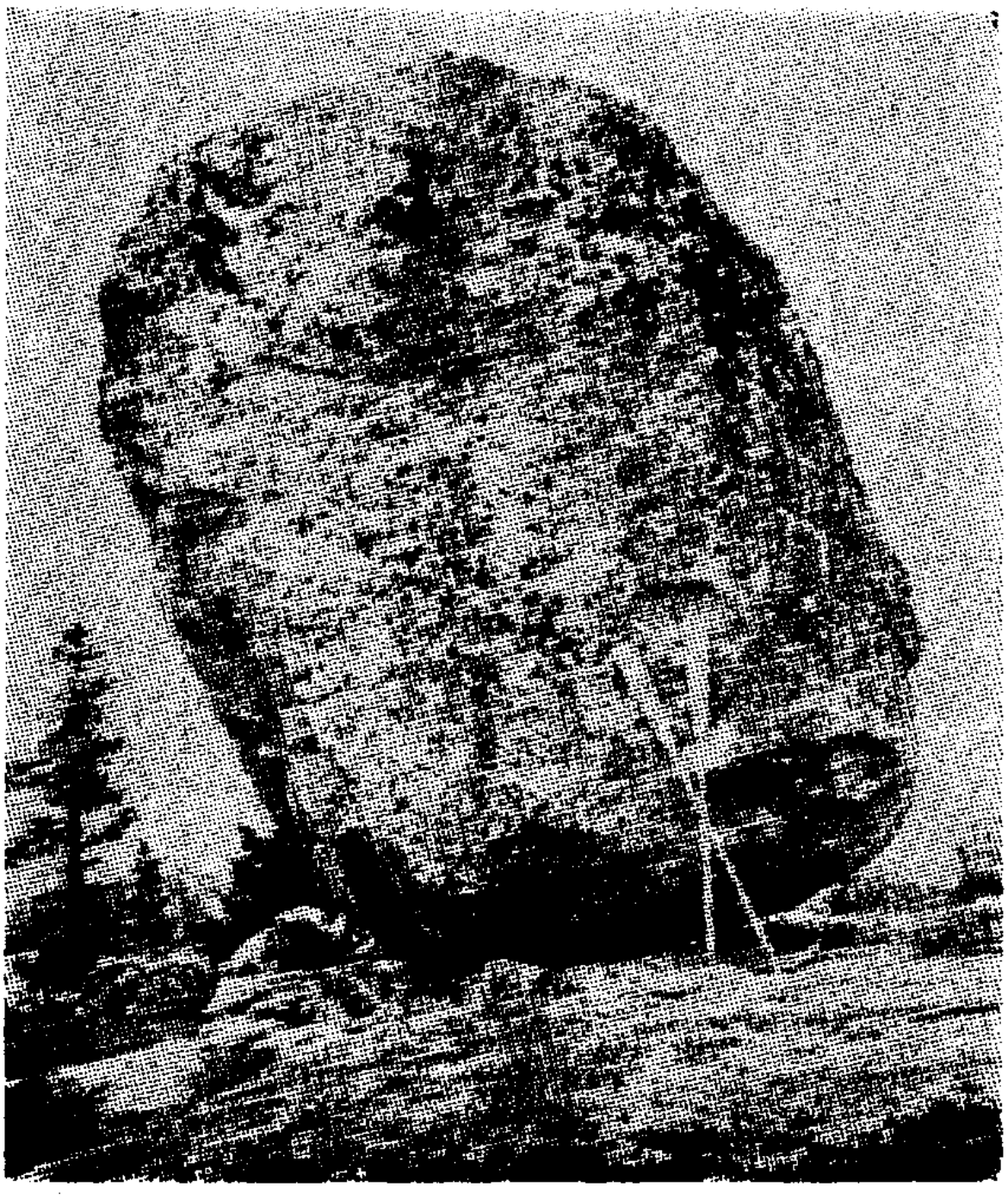
تصویر ۱۳ ب ـ تنگهٔ باغ‌ملی سنگ زرد که براثر سایش جریان‌رودخانه‌در ذلات آتشفشانی تشکیل شده است.

@karnil

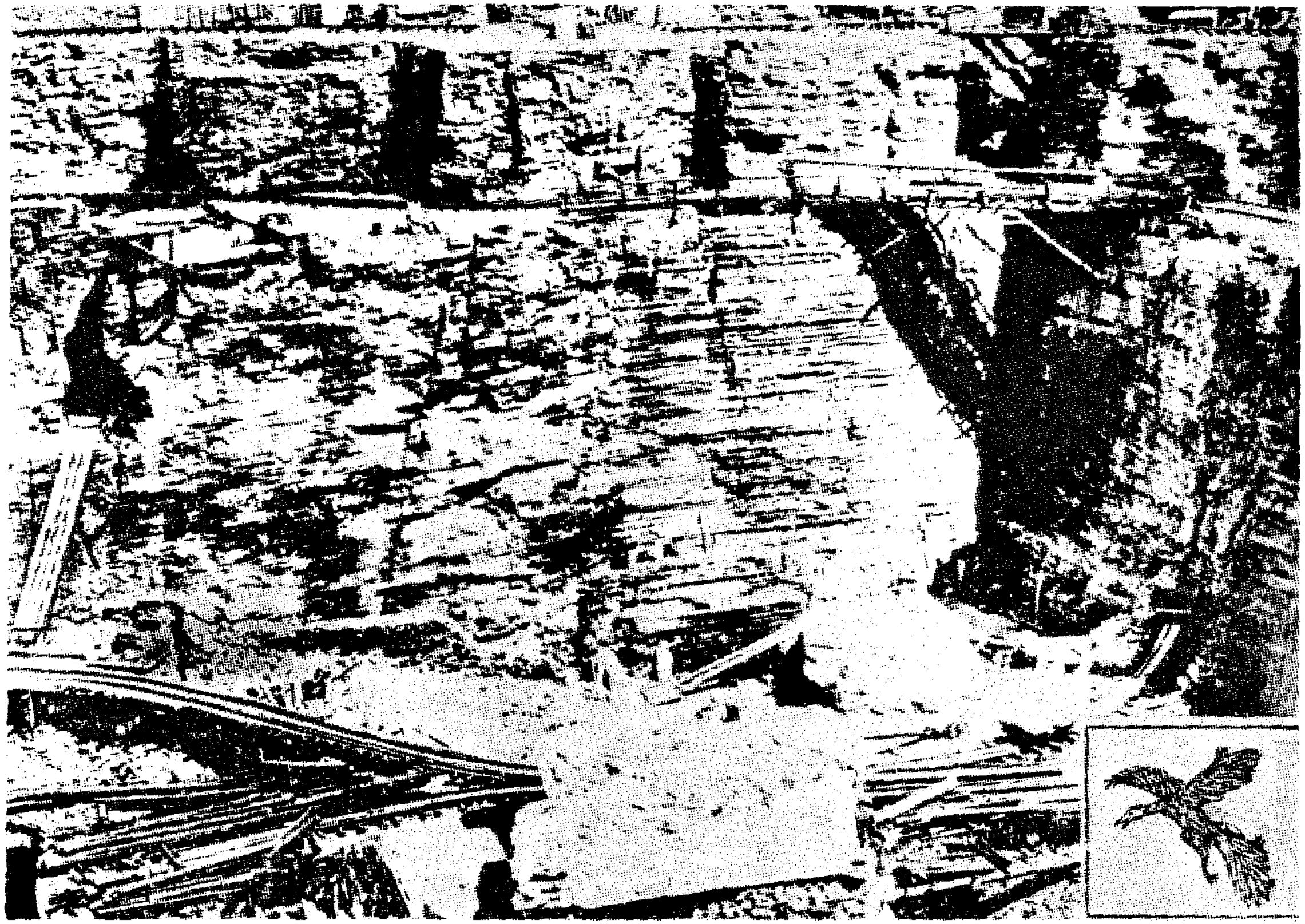
کارنیل
karnil.com



تصویر ۱۴ الف ـ «رودیخ»که از دامنهٔکوه سرازیر می‌شود.



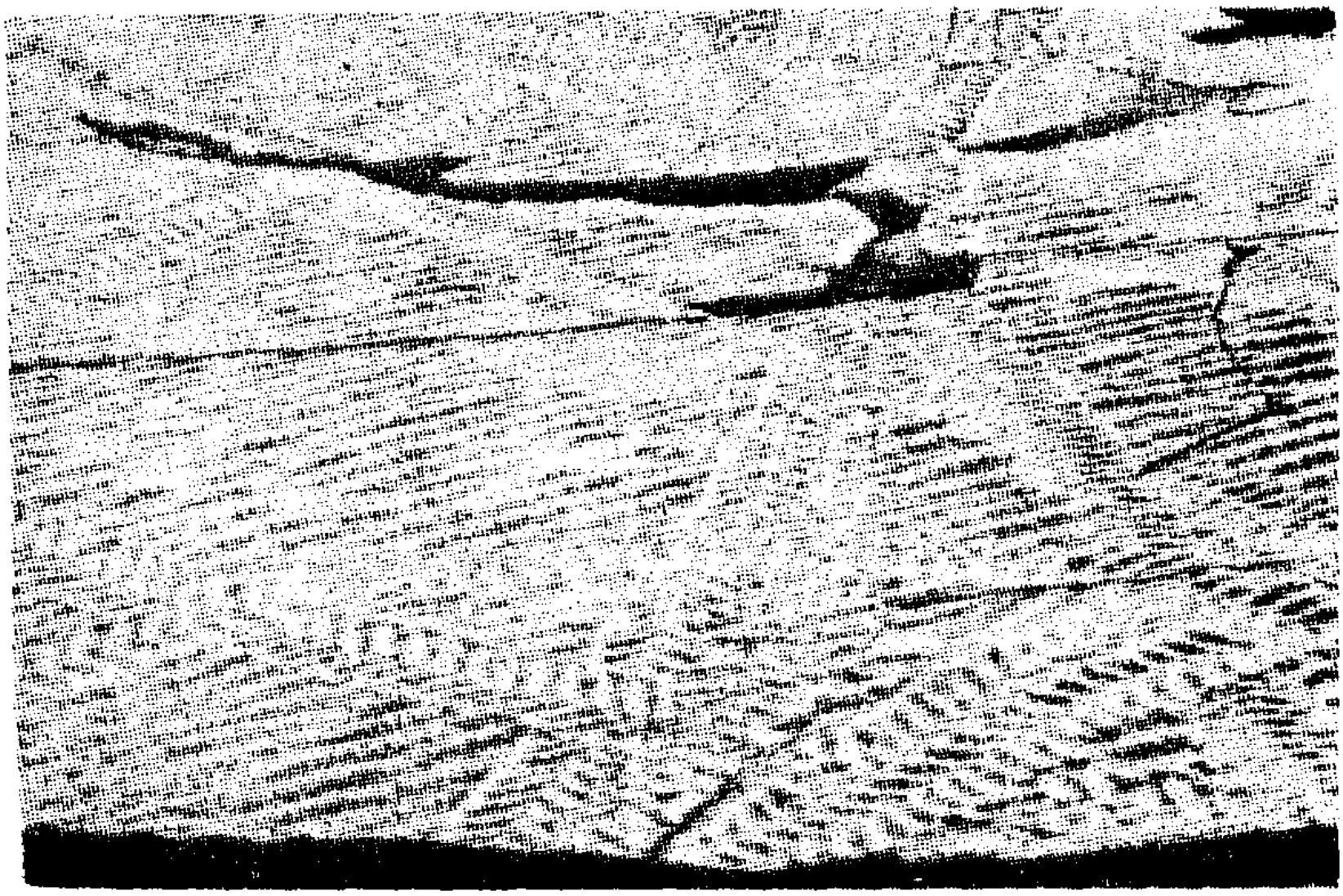
تصویر ۱۴ ب ـ یك‌سنگ بزرگ که سابقاً با جریان توده یخ آمده ، و اکنون برزمین صخره‌یی قراردارد و در آخرین دورهٔ یخ‌بندان بوسیله‌یخ‌صیقل‌داده‌شده‌است.



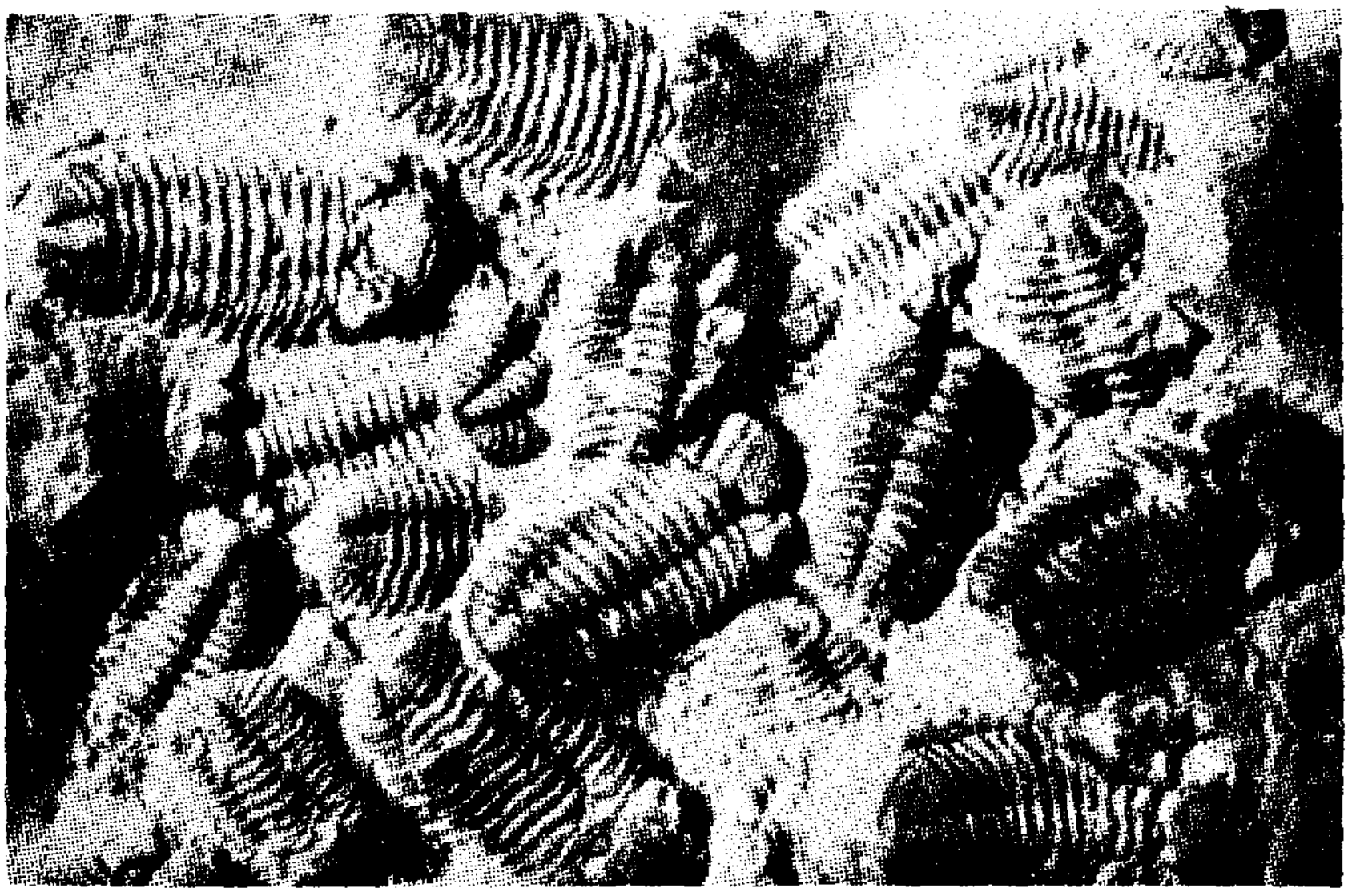
تصویر ۱۵ - بعضی ازصفحات فصل ژوراسیك «کتاب رسوبات» که در زولن هوفن با واریا یافته شده‌است، اسکلت اولین پرنده را نشان می‌دهد که بنام ارکئوپتریکس شناخته شده است. طرحی که در قسمت پائین صفحه طرف راست ملاحظه میشود ، تجسمی از شکل ظاهری جانور است.

@karnil

کارنیل



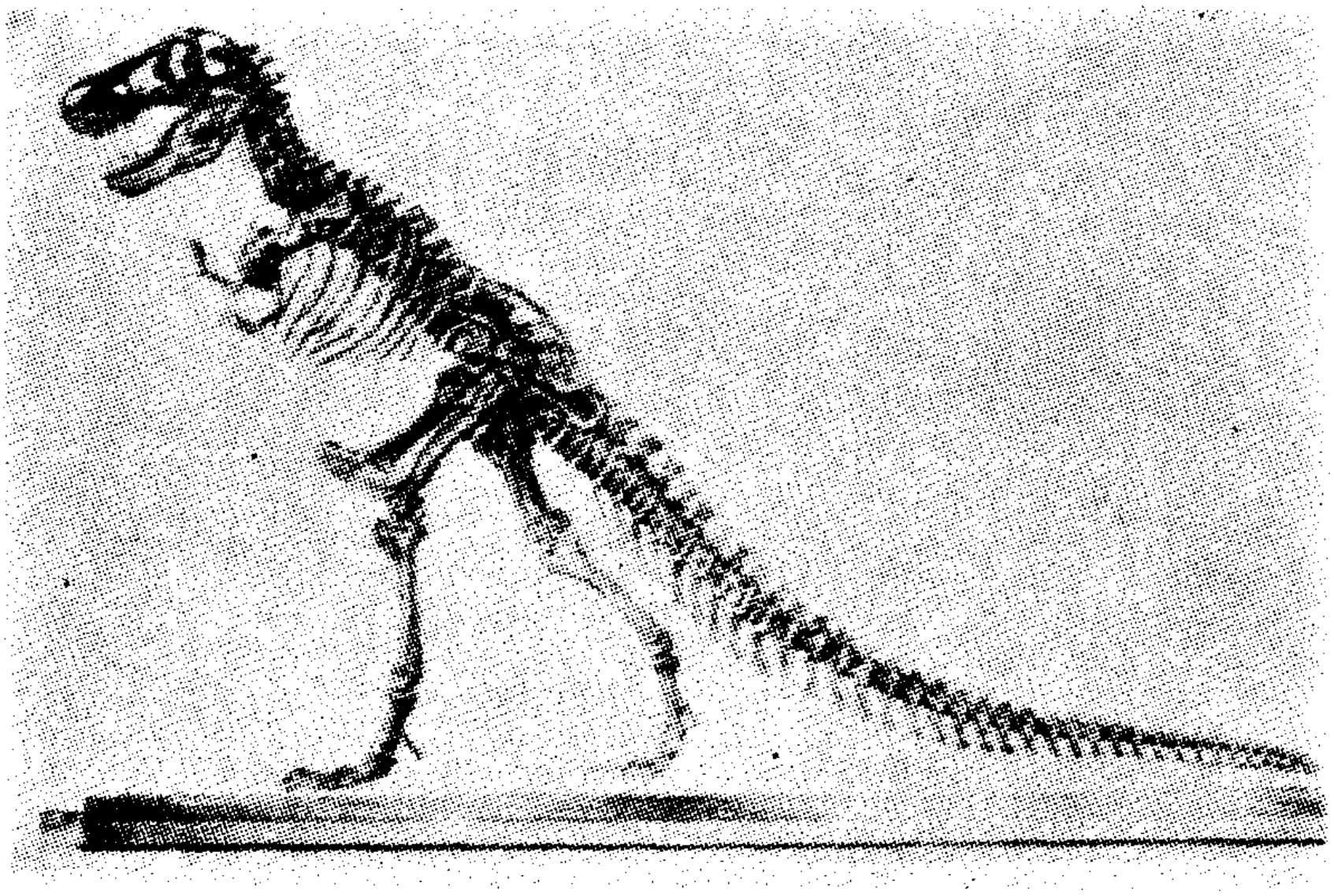
تصویر ۱۶ ـ قطعه‌ای از ماسه سنگ متعلق بدورهٔ کامبرین. آثار روی‌آن متعلق به‌کرم‌های بزرگی است‌که روی ماسه مرطوب میخزیدند.



تصویر ۱۷ ـ فسیل‌تریلوبیت‌ها دررسوبات دورهٔ دونین(۲۵۰٫۰۰۰٫۰۰۰ سال قبل ازمیلاد) بجثهٔ طبیعی.

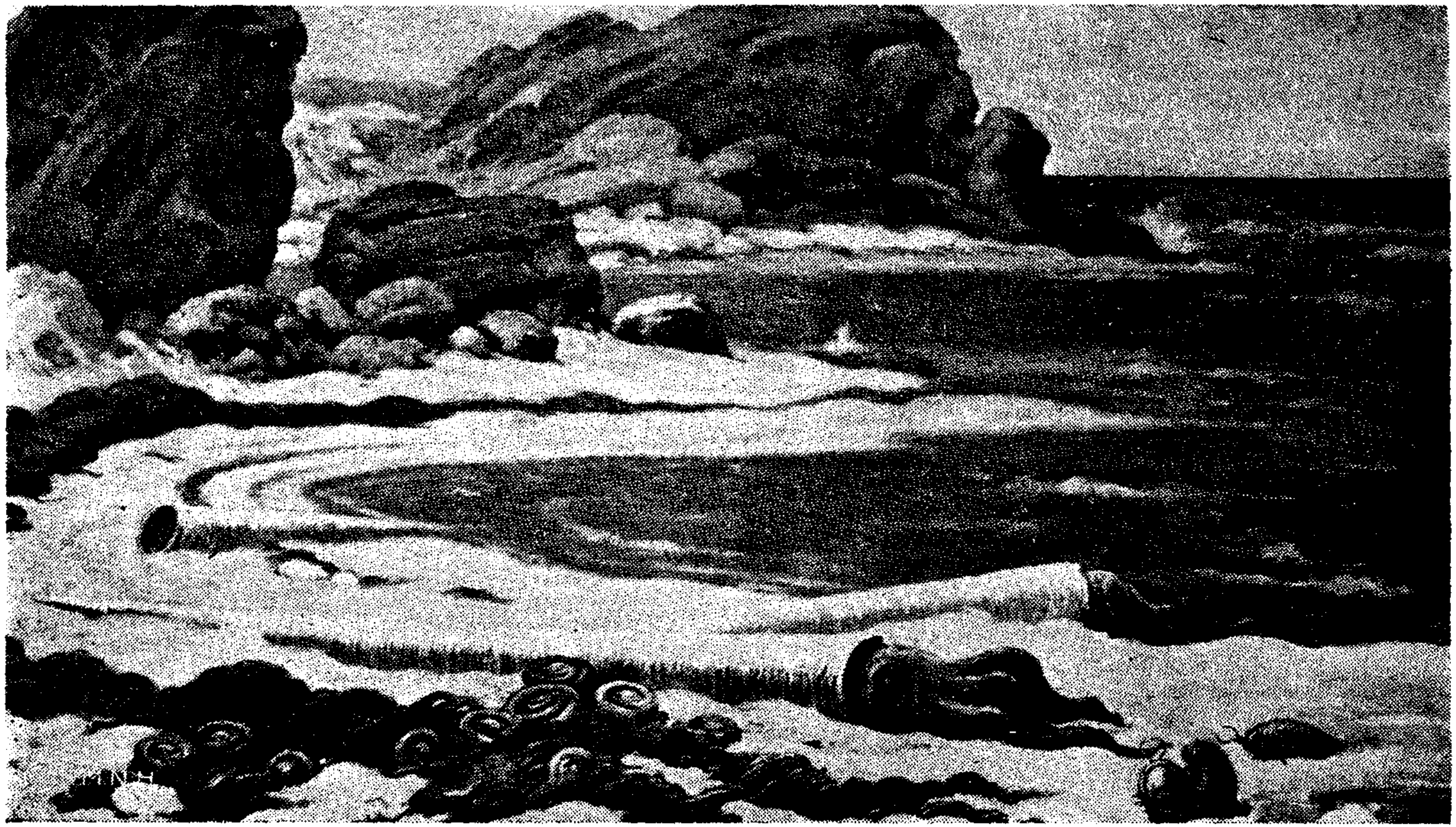
@karnil

کارنیل



تصویر ۱۸ الف ـ تیرانوزوروس رکس عظم‌الجثه (بلندی قریب ۴متر) که در دورهٔ کرتاسه در شمال امریکا بسرمیبرده است(۷۰٫۰۰۰٫۰۰۰ سال قبل از میلاد)

تصویر ۱۸ ب ـ تخمهای دینوسور بروتوسراتوپس که در ماسه‌های بیابان گوبی مغولستان محفوظ مانده است.



تصویر ۱۹ ـ منظره‌ای ازساحل دریا در دوران‌اول که‌جلبک‌ها وصدفها تحت اثرامواج بدریا ریخته شده‌اند. جانوری که بلوله درازی شباهت دارد از نرم تنان دارای صدف راست متعلق بدورهٔ سیلورین است. جانوران حلزون مانند، از نرم تنان دارای صدف‌گردمی باشند. تریلوبیت‌ها (درطرف راست و پائین تصویر)درحال‌حرکت‌روی‌ماسه‌ها دیده‌میشوند

تصویر ۲۰ - دیپلودوکوس وخزندهٔ بسیار نزدیك بآن یعنی برونتوزوروس ، بوزن قریب ۵۰ تن وطول ۲۳ متر ازنوك پوزه تا انتهای دم) و استگوزوروس غول‌پیکر (باتیغه‌های محکم پشتی خود) درجنگلهای دورهٔ ژوراسیك بسهولت دیده میشدند.

@karnil

کارنیل

فصل نهم

زندگی برروی زمین

منشأ حیات

اگر به‌خاطر آوریم که‌درمدتی کمتر ازدومیلیارد سال‌پیش‌سیارهٔ ما به‌صورت کره‌ای ازمواد مذاب و گداخته بوده است حتماً باید چنین نتیجه بگیریم که همهٔ انواع موجوداتی‌که اکنون روی زمین زندگی می‌کنند هنگامی به‌وجود آمده‌اندکه سطح زمین از قشرجامدی پوشیده بوده واین قشر به‌حدکافی سرد شده است تاپیدایش مواد پیچیدهٔ آلی راممکن‌ساخته باشد. ظهور موجودات رامی‌توانیم مخصوصاً بادوره‌ای همزمان بدانیم‌که سیلابهای آب‌گرم ازآسمان به‌روی زمین، که درحال سردشدن تدریجی بوده، ریخته وحوضه‌های‌اقیانوسها راتشکیل داده‌اند. این‌آبها همیشه به عنوان‌گهـوارهٔ نخستین جاندار شناخته شده‌اند .

ازآنجا که برطبق مدارك دیرین شناسی، درطی اولین مراحل وجود زمین،حیات نمی‌توانسته‌است موجودباشد وفقط هنگامی‌به‌وجودآمده‌که شرایط مساعدگردیده است، بزرگترین مسئله‌ای‌که درمقابل ماقدعلم می‌کنداین‌است، که «چگونه وبه چه علتی‌حیات روی سیارهٔ ما ظهـورکرده است ؟» یکی از توضیحاتی‌که این اواخر درجواب این پرسش داده شده فرضیه‌ای است‌که در سال۱۸۶۵توسط ریشتر(Richter) بیان گردیده‌است. برطبق این‌فرضیه‌حیات جاویدان‌است وبه‌شکل‌هاگهای زنده‌بسیارکوچك‌یاکوسموزون(Cosmosoan)

@karnil
کارنیل

از منظومه‌ای به‌منظومهٔ سیارات دیگر انتقال می‌یابد. وقتی چنین کوسموزونی به سیاره‌ای می‌رسد اگرشرایط مساعد نموش باشند شروع به‌تولید می‌کند ودر طی یك‌تکامل آلی به‌صورت‌موجودات عالی‌تر درمی‌آید. حتی **سوانت‌آرنیوس** (Svante Arrhenius) چنین اضافه‌کرد که این‌ناقلان جهان پیمای‌حیات می‌توانند درحین سیر درفضاتحت فشارتشعشع نورهایی که به‌وسیلهٔ ستـارگان پخش می‌شوند سرعت بینهایت زیاد پیداکنند . درواقع ارنیوس چنین‌محاسبه کردکه وقتی یك هاگ‌گیاهی بایك جریان صعـودی هوا به‌طرف قسمت‌هـای فوقانی جومی‌رسد وبعد تحت‌اثر اشعهٔ خورشید به‌حرکت درمی‌آید ومی‌تواند سرعتی معادل ۱۰۰ کیلومتر درثانیه حاصل‌کند. باچنین سرعتی که هاگ پیدا می‌کند فقط چند ماهی‌طول می‌کشد تا به‌یکی‌ازسیارات منظومهٔ مابرسد ودرطی ده‌هزار سال می‌تواند فاصله‌ای‌که مارا ازنزدیکترین ستارهٔ ثابت جدامی‌سازد طی‌کند . ضمناً چنین استدلال شده بودکه براثرخشکی فوق‌العاده ، اینگونه هاگها می‌توانند قدرت نامیهٔ خودرا برای مدت مدیدی دربرودت فوق‌العاده فضای بین ستارگان‌حفظ‌کنند وقادرخواهند بود محیط مساعدی درسایرکرات پیداکنند وموجودات زندهٔ جدیدبه‌وجودآورند . اما نباید فـراموش کردکه اینگونه هاگهای سفرکننده‌تحت اثرعاملی قرار می‌گیرندکه‌کشنده‌تر ازخطر «مرگ براثر یخ‌زدگی» می‌باشد. چنان‌که امروز دانسته شده اشعهٔ فوق بنفش خورشیدکه تقریباً همه‌اش به‌وسیلهٔ جو زمین‌گرفته می‌شود، هرموجودزنده‌ای راکه‌بخواهد جرئت‌کند ازاین سپرمحافظ پافراترنهد به‌سرعت‌نابودمی‌سازد. بنابراین چنین هاگهای سفرکننده پیش ازآنکه بتوانند به‌نزدیکترین‌سیاره برسند مرگشان حتمی‌است . بعلاوه صرف‌نظر از مسئلهٔ حفظ‌قوهٔ نامیه درحین مسافرت درفضای بین ستـارگان ، وقتی به‌اطلاعات جدیدی‌که ازسن و منشأ عالم‌ستارگان به‌دست‌آمده مراجعه شود فرضیهٔ «کوسموزون» بیش ازپیش‌ارزش خودرا ازدست می‌دهد. درواقع آنچه محقق‌تر است‌آن است‌که خودستارگان همیشه موجود نبوده‌اند بلکه ازگازهای بسیارگرم اولیه‌که قبلافضا را اشغال کرده بوده است نتیجه شده‌اند .[1]

۱ـ نظریهٔ‌کنونی در بارهٔ منشأ عالم ستارگان‌درکتاب دیگری ازاین‌مؤلف‌به نام«پیدایش ومرگ‌خورشید»نیز بحث شده‌است(نیویورك ویکنیك‌پرس۱۹۴۰)ـ (این‌کتاب دربهمن ماه‌سال ۱۳۳۵ توسط‌آقای احمدآرام ترجمه‌شده‌است. ـم.)

@karnil
کارنیل

خلقت عالم به‌صورتی که مذکور افتادبایستی بلافاصله قبل ازتشکیل‌زمین وسایرسیارات منظومه صورت گرفته باشد وچون **درآن موقع هیچ جانداری درهیچ جای عالم نمی‌توانسته است موجود باشد،** مجدداً بامسئلهٔ منشأ حیات روبه‌رومی‌شویم. اگرمسئلهٔ مهم پیدایش حیـات به‌گوشه‌های دور افتادهٔ فضـا کشـانده شود عاقلانه نخواهد بود زیرا آنجاها ازهیچ نظر با زمین خودمان فرقی ندارد .

اما اگربراستی حیات درنتیجهٔ ترکیب پیچیدهٔ مخصوص موادبیجان در روی سیارهٔ مابه‌وجود آمده است باید دربارهٔ ماهیت روشی که منجر به‌تشکیل مادهٔ زندهٔ اولیه‌شده است‌وهمچنین شرایط لازم برای این‌تبدیل مهم به تحقیق پـردازیم .

مسئلهٔ منشأ حیات‌یکی‌ازجالب‌ترین مسائل‌علوم طبیعی‌است، امابا وجود تحقیقات بی‌انتهایی که دربارهٔ موضوع به‌عمل آمده هنوز مسئله به‌حل نهایـی نزدیك نشده است. البته تحول مادهٔ بیجان به‌صورت مادهٔ زنده بایستی خیلی تدریجی صورت گرفته باشد وتا مدتهای مدید تعیین این‌که قطعه‌ای از مـادهٔ مفروض متعلق به‌عالم بی‌جان یاجاندار است غیرممکن بوده‌است . اگرقبول کنیم‌که ظهورمادهٔ زندهٔ **حقیقی** بعدازتشکیل موادمرکب آلی کربن‌دارصورت گرفته است واین مواد بعداً به‌عنوان خاك قالب‌گیری تهیهٔ اولین مادهٔ زنده بکار رفته‌اند به‌احتیاط نزدیکتر است . **اوپارین**(Oparin) دانشمند روسی که منشأ حیات راباتفصیل بیشتری مطالعه‌کرده است چنین خاطرنشان نموده که اقیانوس اولیـه بایستی مقداری‌ئیدروکربور مانند گازمرداب [1] به‌صورت محلول داشته باشد. این مواد تحت اثرآب برروی موادآلی کربن‌دار (شاید کاربیدها) که ازآغازتاریخ سیارهٔ ما درسطح‌آن موجود بوده‌اند به‌وجودآمده‌اند . اتمهای‌کربن سرآمد عناصرشیمیایی هستند زیـرا دارای این قابلیت

۱ــ ئیدروکربورها، ترکیبات سادهٔ مرکب‌از اتم‌های‌کربن وئیدروژن‌می‌باشند ودرموجودات زنده نقش‌بزرگی ایفا می‌کنند وازطریق مصنوعی نیزدرشرایط آزمایشگاه ساخته می‌شوند. ساده‌ترین ئیدروکربور شناخته شده **متان** یا گاز مرداب است. مولکولش چهاراتم ئیدروژن ویك اتم‌کربن دارد .کمی درهم‌تر ازآن **اتان**است‌که دوکربن وشش‌ئیدروژن دارد. باافزون یك‌اتم اکسیژن بدان الکل معمولی به‌دست‌می‌آید .

@karnil
کارنیل

استثنایی‌می‌باشندکه می‌توانند زنجیرهای مولکولی طویلی به‌وجود آورندکه منجر به‌تشکیل پیچیده‌ترین موادشیمیایی شود . کاملاقابل درك است‌که درطی دوره‌های بعد ازتشکیل اقیانوسها مولکولهای‌ترکیبات سادهٔ کربن‌دارمختلف (ئیدروکربورها) که درآب اقیانوسها محلول‌بوده‌اند باهم ترکیب شده‌اند و موادآلی پیچیده‌تروبه‌وجود آورده‌اند. پیشرفت‌جدیدی‌که درتهیهٔ موادشیمیایی به‌طریق مصنوعی‌حاصل شده وقوع‌این امررا محقق‌تر می‌سازد زیرا موادآلی، خیلی پیچیده‌تر به‌طور مصنوعی تهیه می‌شوند وجای تعجب نیست اگر چنین ترکیبی درآبهای اولیهٔ اقیانوسها صورت‌گرفته باشد. البته تشکیل‌خود به‌خود موادآلی بایستی مدت زیادی طول‌کشیده باشد زیرادرآن وقت، هم مواد اولیهٔ سازندهٔ موادآلی، به‌مقدار خیلی‌کم موجود بوده‌اند وهم اینکه عوامل تسریع کننده‌ای که‌شیمی‌دانهادرتهیهٔ‌مصنوعی موادبکار می‌برند (کاتالیزورها) وجود نداشته‌اند ولی‌ازنظر تاریخ زمین‌حتی‌صد میلیون سال‌بایدفاصلهٔ زمانی کوتاهی به حساب‌آید .

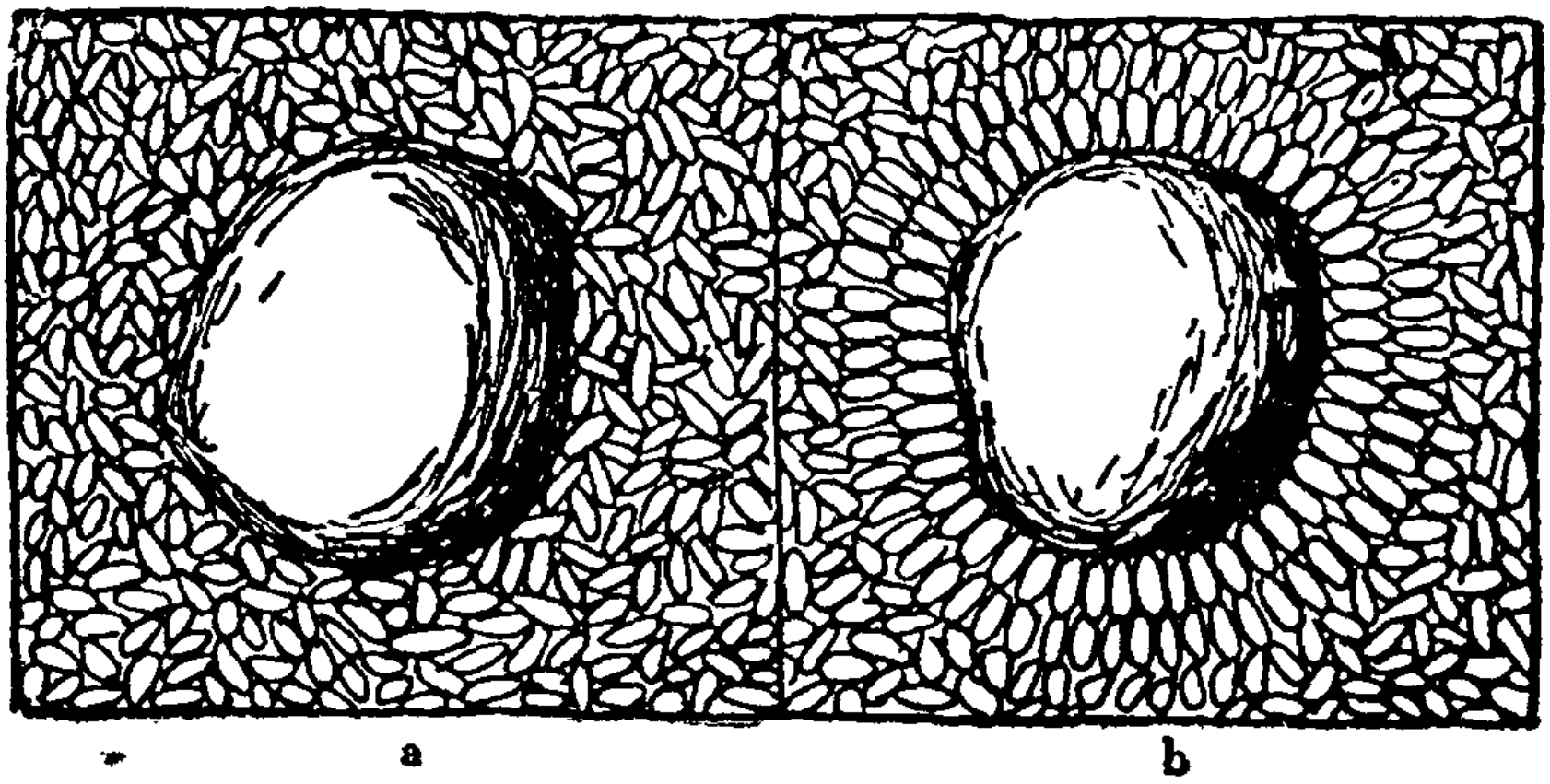
باقبول اینکه‌آبهای اقیانوسها قبلاهمهٔ اقسام موادآلی پیچیده‌تر را، از جمله مواد پروتئینی‌که مبنای همهٔ مواد زنده است، دراعصار اولیه دارا بوده اند، تازه جواب معمای مابه‌دست نمی‌آید، زیراکلیه موادی‌که ازطریق‌ترکیب به‌دست‌می‌آیند فاقد آثارحیاتی می‌باشند . **«جرقه حیات» نه‌فقط درساختمان شیمیایی مخصوص درخشیدن گرفت بلکه وجود ترتیب مـادی مشخصی در ساختمان شیمیایی نیزلازم بوده است»** به‌منظور درك چگونگی تحـول مادهٔ بیجان به مادهٔ‌جاندارتوجه خاصی باید بدین‌نکته مبذول داریم‌که چه عواملی توانسته‌اند مادهٔ‌بیجان اولیه‌را به‌صورت واحدهای زندهٔ‌جدا ازهم تغییردهند.

یکی ازمهمترین نکاتی‌که باید درتمام مراحل بحث مربـوط به‌ماهیت حیات درنظرگرفته شوداین‌است‌که پرتوپلاسم زنده‌که تمام جانوران‌وگیاهان ازآن ساخته‌شده‌اند به‌اصطلاح **محلول کلوئیدی** مواد پیچیدهٔ‌آلی درآب‌است. محلولهای کلوئیدی مواد غیرآلی یاآلی، از ذرات بسیارکوچك همان مواد آلی‌یا غیرآلی‌ساخته شده‌اندکه دارای بارالکتریکی می‌باشند ودرآب‌معلق‌اند وتحت اثرنیروی دافعه بارهای الکتریکی‌ازهم جدا باقی می‌مانند . به‌عبارت دیگر به‌حالت امولسیون خیلی ریز می‌باشند[1]. ازآنجا که‌آب خالص قابلیت

۱ــ متأسفانه در اینجا نمی‌توانیم وارد جزئیات مراحل پیچیده‌تری گردیم‌که موجد اینگونه مواد معلق‌کلوئیدی می‌باشند .

@karnil
کارنیل

هدایت‌الکتریسته را به مقدار بسیار کم دارد، ذرات موادکلوئیدی باراالکتریکی خودرا به‌مدت نامحدود حفظ می‌کند وحالت تعلیق ازبین نمی‌رود . امااگر یك‌محلول کلوئیدی مثلا محلول کلوئیدی طلابگیریم ومقداری نمك‌بدان بیفزاییم چون قابلیت هدایت‌الکتریکی آب زیادمی‌شود، ذرات بزرگترمی‌شوند(انعقاد) ولایهٔ نازکی ازطلا درته ظرف رسوب خواهدکرد. چنین ته‌نشین‌شدنی رامی‌توانیم بامخلوط کردن دوکلوئیدکه باراالکتریکی مخالف دارند نیـز انجام دهیم. درحالت اخیرنیروی دافعهٔذرات دارای بارموافق بانیروی جاذبهٔذرات دارای‌بار مخالف خنثی‌خواهدشد وبه‌زودی انعقاد صورت می‌گیرد.



شکل ۵۷: a ـ ذرات‌کلوئیدی غیرآلی. مولکولهای آب به‌آزادی دراطراف ذرات حرکت می‌کنند.

b ـ ذرات کلوئیدی آلی . مولکولهای‌آب بسطح ذره می‌چسبند ولایه‌های متحدالمرکز تشکیل‌می‌دهند.

محلولهای‌کلوئیدی موادآلی مانند صمغ عربی ازاین نظربا محلولهای کلوئیدی مشابه، فرق دارندکه مولکولهای ترکیبات‌کربن‌دار میل ترکیبی زیادی باآب‌دارند، به‌طوری‌که ذرات‌کلوئید این مواد همیشه به‌وسیلهٔ لایه‌های متحدالمرکز مولکولهای آب، چنانکه درشکل ۷۵ ب نشـان داده شده است محصورند، مولکولهایی ازآب‌که اولین لایه راتشکیل می‌دهند خیلی محکم‌به سطح ذرات چسبیده‌اند درحالی‌که لایه‌های خارجی متوالی دیگر سست‌تر به آن چسبیده‌اند .

نتیجه این‌که، گرچه حد مشخص قاطعی‌بین مولکولهای‌آب موجود در

@karnil

محلول و مولکولهایی که لایهٔ دورذرات راتشکیل داده‌اند وجودندارد، معهذا هرذره‌ای دارای « غشای آبی » ثابتی است .

وجود چنین غشای آبی به‌دور ذرات کلوئیدی ترکیبات کربن‌دار، ثبات این‌سیستم‌ها را بسیار زیادمی کند وشایدمهمترین‌عامل ساختمان مادهٔ زنده‌باشد. غشای آبی مانع می‌شودذرات، بار الکتریکی خودرا حتی اگرنمك به‌محلول افزوده شود ازدست‌بدهند ودر نتیجه‌انعقاد صورت نمی‌گیرد. اگر دومحلول کلوئیدی آلی دارای بارالکتریکی مخالف را باهم مخلوط کنیم،ذرات یکدیگر

a b

شکل ۵۸: a ـ انعقادیك کلوئید غیرآلی. ذرات جمع‌می‌شوند ومادهٔ جامدی تشکیل می‌دهند .

b ـ کوسروت یك‌کلوئید آلی. ذرات به‌وسیلهٔ غشای آبی ازهم جدامی‌باشند و ژله تشکیل می‌دهند.

راجذب می کنند ولی به‌علت غشای آبی دورآنها به‌یکدیگر نمی‌چسبند. درچنین حالت به‌جای یك‌رسوب جامد، رسوبی لعاب‌مانند به‌وجودمی آید که به‌آن‌دراصطلاح **کوسروت**(Coaservate)می گویند. مثلاوقتی(شرایط ثابت) محلول کلوئیدی ژلاتین وصمغ عربی را مخلوط کنیم (هردو وقتی رقیق باشند محلول یکنواخت تشکیل‌می‌دهند)، ملاحظه خواهیم‌کرد که قطره‌های کوچك کوسروت ازمخلوط ژلاتین وصمغ عربی تشکیل می گردد که از بقیهٔ محلول جدا گشته مخلوط را کدر می‌سازد .

مطالعات دقیقی که‌توسط محققان متعدد دربارهٔ موضوع به‌عمل آمده‌نشان

@karnil
کارنیل

داده‌است که خواص کوسروت باپرتو پلاسم زنده وجه‌تشابه فراوان داردبالاخص که‌این قطره‌ها قادرند ذرات موادمختلف محلول درمایع اطراف راجذب کنند وبرحجم و وزن خودبیفزایند . برطبق نظریهٔ **اوپارین تشکیل کوسروت از موادآلی مختلفی‌که درآب اقیانوسهای اولیه محلول بوده‌اند ، بزرگترین قدمی است‌که به سوی پیدایش حیات روی سیاره مابرداشته شده است** و این قطره‌های کوچك که باروشهای فیزیکی وشیمیایی تشکیل شده‌اند و قابلیت نمو دارند، می‌توانندبه‌منزلهٔ «حلقهٔ مفقوده» بین‌جهان‌آلی ومادهٔ بیجان‌درنظر گرفته شوند. وقتی مادهٔ آلی به‌چنین‌صورتی پابه عرصهٔ وجود گذاشت، تکاملش درتمام‌آبهای اقیانوسها به‌طوریکنواخت صورت نگرفت بلکه هرقطرهٔ کوچك کوسروت ناچاربود زندگی مخصوص به‌خودش را ادامه دهد . مستقل شدن موجودات زنده که‌نتیجهٔ جداشدن‌این قطره‌های کوچك ازمحلول کم وبیش یك پارچه بوده، ایجاب می‌کرده است‌که این موجودات زنده بلافاصله آمادهٔ « تنازع بقا » و جریان «انتخاب اصلح » گردند .

قطره‌های کوسروتی‌که ساختمان شیمیایی مخصوصشان‌آنها رابه شرایط وجود بهترسازش داده بود و مواد شیمیایی محلول درآب اطرافشان رابهتر جذب می‌کردند بهترمی‌توانستند به‌طفیل موادی‌که ازدیگران‌یعنی‌ازقطره‌های کوچك «ضعیف‌تر» می‌گرفتند، نمو نمایند . گرچه دراین مرحله‌که صورت مسابقه داشته موجودات زنده، دارای شکل مخصوصی‌شدند معهذا هنوزصفات‌و اختصاصات ابتدایی داشتند وبامواد بی‌جان اشتباه می‌شدند. مانندآنکه ذرات درشت، ازبه هم پیوستن ذرات ریز به‌وجودآمده باشند. اما باگذشت زمان، «انتخاب طبیعی» قطره‌های کوسروتی‌که به‌طریق‌بهتری غذاجذب می‌کردند، شکاف موجود بین‌این موجودات تازه و مادهٔ غیر آلی معمولی به‌طور پیوسته وسیع‌تر شده است . قطره‌های کوچك صالح تر یعنی آنان‌که نمو سریع‌تری داشتند نمی‌توانستند به‌وضعی نامحدود نمو نمایند زیرانسبت سطح به حجم‌کل آنها رفته رفته‌کوچکتر می‌شده‌است[1]. ازآنجا که همهٔ موجودات زندهٔ ساده و ابتدایی ازسطح بدن غذا جذب می‌کردند، وقتی براثر نمو «گوشت» آنها افزایش‌حاصل می‌کرد محدود بودن «پوست» مانعی‌برای‌نموموجوداتی‌به‌شمار

۱ــ باافزایش ابعادخطی، سطح به‌نسبت مجذورشعاع وحجم به‌نسبت مکعب‌آن افزایش می‌یابد .

@karnil
کارنیل

می‌رفت که خیلی بزرگ شده‌بودند واین امرسبب تقسیم شدن **موجودات بزرگ به‌دو بخش مساوی می‌گردیده است . همین جریان در موجوداتی‌که تکامل بسیارحاصل کرده‌اند** نیزاکنون ممکن‌است دیده‌شود وآن‌تقسیم سلولی پیچیده است. چون موجودات حاصل ازتقسیم، سطح فعال بیشتری داشته‌اندو به‌علاوه ساختمان بدنی خوبی به‌ارث برده‌بوده‌اند اختصاصات نژادی خودرا همچنان محفوظ می‌داشته‌اند .

آیاجریان «پیدایش حیات» اکنون نیزادامه دارد ؟

پیش‌از اقدام به‌بحث تکامل مادهٔ‌آلی، ممکن‌است این‌سؤال را ازخود بکنیم‌که**آیا جریان «پیدایش حیات»که در بالاشاره شد، فقط یکبار درتاریخ مبهم‌گذشته زمین اتفاق افتاده است‌یاآنکه می‌توان قبول‌کردکه درحال‌حاضر نیز ممکن الوقوع است ؟** البته امروز، به‌خلاف یك‌قرن پیش‌که از امورعادی و جاری بود، کسی قبول نمی‌کندکه از گوشت گندیده، مگس و از گل و کثافت موش و از رطوبت دیوار قارچ ، خودبخود به عمل‌آید. به‌علاوه آزمایش‌های پاستورومکتب او، به‌طور قطع ویقین ثابت‌کرده‌اندکه حتی‌ساده‌ترین‌موجودات ذره‌بینی نیزنمی‌توانند، درظروفی‌که پس‌ازحرارت لازم، دهانهٔ آنها رامسدود کرده‌اند و محتویات آنها رابه دقت جوشانده‌اند تا نطفه‌های تمام موجودات زنده را معدوم سازند، خودبخود به‌وجود آیند. ولی جریان «پیدایش‌حیات» که دربالا بدان اشاره‌گردیده باکندی بسیارصورت‌گرفته است وکسی‌نمی‌داند اگر یك بطری شیرپاستوریزه راکه پس ازحرارت دادن دهانه‌اش را مسدود ساخته‌اند، دومیلیون‌سال بعد بازکنیم چه‌پیش خواهدآمد! ازطرف دیگرچون شرایط لازم برای پیدایش حیات باید ازهمان شرایطی باشدکه برای نمو بعدی‌لازم است، مشکل‌است بتوان‌دلیلی برعلیه این موضوع‌پیداکردکه تحول بطیٔ ماده‌بی‌جان به ماده‌ٔ جاندار حتی درحال حاضرنیزمی‌تواند همچنان‌ادامه داشته باشد .

البته‌می‌توان اثبات‌کردکه مقدارکل موادآلی‌که درآغاز دراقیانوس‌های اولیه محلول بوده‌اند ، به‌علت آنکه برای ساختمان بدنی‌گیاهان وجانوران موجوده‌به‌کار رفته‌اند اکنون‌کاهش فراوان حاصل کرده‌اند ولی درعین حال شکی نیست که‌آب‌های اقیانوس‌های‌کنونی هنوز مقداربسیار زیادی موادآلی دربرندارد(که قسمت اعظم‌آن ازفساد موجودات‌زنده حاصل‌شده است) ومشکل

@karnil
کارنیل

است تصوراینکه این موادبرای ساختن موجودات زنده جدید به‌کارنرود .

ممکن است گفته شود، اگردرحال حاضر نیز مادهٔ زنده‌جدیدی به‌وجود آیدبایدقاعدتاً به‌وسیلهٔ انواع حیوانات عالی‌ترخورده شود وفرصت تولیدنسل جدیدمخصوص به‌خود رانداشته باشد. اگرچنین نظری صحیح‌باشد، اقیانوس‌های امروزی باید فاقد هرگونه جاندار ساده باشند، زیـرا موجودات زندهٔ کوچك طعمهٔ ماهی‌ها می‌گردند. به‌فرض محال ، باید انتظار داشته باشیم‌که علفی نیزروی زمین موجود نباشدزیرا خوراك گاوها می‌شود وگاوی نیز نباید وجود داشته باشد زیراطعمهٔ انسان می‌گردد .....

به‌نظر می‌رسد قوی‌ترین دلیلی‌که برله نظریهٔ اشتقاق تمام موجـودات زنده از موجودات زنده‌ای‌که نخستین بار روی زمین ظاهرشده‌اند ، می‌توان اقامه‌کرد این‌است‌که بین‌تمام موجودات زنده وجه‌تشابه اساسی‌و عمیق وجود دارد . می‌توان مدلل ساخت‌که مثلا مادهٔ درهمی مانند کلروفیل[1] که درتمام گیاهان سبز وجود دارد نمی‌توانسته است به‌طور مستقل درچندگروه گیاهانی که،رابطه‌ای درطریق‌تکامل باهم‌نداشته‌اند، به‌وجودآید. درنتیجه تمام‌اعضای سلسلهٔ گیاهان بایستی اعقاب مستقیم «گیاهان اولیه» بوده باشند .

اما نباید از نظر دور داشت‌که چون در بارهٔ قوانین‌تکامل اطلاعـات کمی در دست داریم ، **هرگز نمی‌توانیم مطمئن‌گردیم که چه‌مقدار ازشباهت موجود بین موجودات زنده نتیجهٔ وراثت مستقیم‌آنها ازیکدیگراست وچه مقدار به‌وضع عمومی نموطبیعی آنها مربوط می‌باشد** . درفصل چهارم‌دیدیم که مشاهدات نجومی مریخ تأییدکرده است‌که سطح این سیاره ازبعضی اقسام گیاهان پوشیده می‌باشدکه دربهارسبز ند ودرپاییز وزمستان قهوه‌ای می‌شوند. سبزی‌رنگ گیاهان مریخ‌دلیل بارزی است براین‌که برگ گیاهان سیاره‌مریخ کلروفیلی دارندکه شاید نظیرکلروفیل گیاهان روی زمین است . با در نظر گرفتن قرائن فوق ممکن است تصورکنندکه گیاهان مریخ ازبعضی تخم‌هایی که از زمین بدانجا برده شده‌اند (یابعکس) منشأ گرفته باشند درصورتی‌که قبلا دیدیم اینگونه انتقال حیات حتی بین سیاره‌های خیلی‌نزدیك باید عملی

۱ــ کلروفیل مادهٔ پیچیدهٔ آلی است‌که باعث سبزی رنگ گیاهان می‌شود وبه کارتهیهٔ غذای آنها ازهوامی‌آید. بدین‌معنی‌که انیدریدکربنیك هوا راتجزیه می‌کند وکربن‌آن رابرای ترکیب موادآلی پیچیده مصرف می‌نماید .

@karnil
کارنیل

غیرممکن تلقی گردد . اگرقبول کنیم که گیاهان مریخ کاملا جدا از گیاهان زمین به‌وجودآمده‌اند وسبزی رنگشان به‌علت وجود کلروفیل سبزیعنی بهترین ماده شیمیایی جذب کنندهٔ انیدریدکربنیك هوا است، به‌نظر معقول‌ترمی‌آید . به‌همین روش شباهت شکل‌اراضی مستور ازبرف زمین باآنچه دربعضی‌سیارات دور ملاحظه می‌شود بایستی به‌خاصیت عمومی بلورهای یخ‌نسبت داده شود نه‌به «کولاك برفی فضای بین‌سیارات».

بنابراین‌نه‌تصور اینکه‌تمام موجودات زنده‌کنونی روی‌زمین، ازاعقاب «بعضی‌باکتری‌های اولیه»یکمیلیارد تادومیلیارد سال قبل‌ازمیلاد مسیح بوده‌اند پایهٔ محکم دارد و نه‌کاملا غیرممکن است که پدرپدرپدرپدر .... پدربزرگ بعضی‌ازجانوران وگیاهان‌سادهٔ امروزی در دوران دوم یاحتی دوران سوم به صورت یك‌جفت ازمولکول‌های عادی موجود بوده باشند . ازطرف دیگرشکی نیست‌که بیشترموجودات عالی‌تر بایستی ازعده زیادی حالات حدواسط گذشته باشند و سلسلةالنسب‌آنها به‌زمانی عقب‌تر تمدید می‌گردد .

تمام دلایل مشروحه برله وعلیه این‌نظر که «خلقت حیات» طبق روش اولیه خود درحال حاضر نیزهمچنان ادامه دارد، هنوز ازصورت فرضی بودن خارج نیستند لیکن جای این‌سؤال بازمی‌شودکه آیا می‌توان بامشاهدهٔ عالم جانداران این راز را ازپرده بیرون انداخت؟ آیاممکن است بخت‌یاری‌کند و«حلقهٔ مفقوده» بین موجودات زنده ومادهٔ بیجان پیدا شود؟ البته‌پاسخ دادن به‌این پرسش خیلی دشوار است زیرا اگرموجوداتی‌که دارای چنین حالت حدواسطی درتکامل می‌باشند، امروزهم درآب‌اقیانوس‌هابه‌طور مداوم به‌وجود آیند ، قابل تشخیص نیستند زیرا اندازه‌آنها خیلی‌کوچك وتعدادشان بالنسبه کم است[1] . اما اشاره به‌این موضوع بیجانیست‌که مطالعهٔ لجن اعماق زیاد اقیانوس‌ها وجود بعضی موادآلی را به‌صورت رسوب ژله‌مانند به‌ما ثابت‌کرده است وغیرممکن نیست اگرچنین تصورکنیم‌که این رسوبهای ژله‌مانند،حالتی ازماده آلی‌رابه مانشان می‌دهندکه «آمادهٔ تبدیل‌شدن به‌مادهٔ زنده» می‌باشند. حتی بعضی ازمحققان چنین‌عقیده دارندکه «موجودات ساده‌تر ازباکتری‌ها»

۱ــ به همان علت‌که تعداد نوزادان نسبت به بقیه جمعیت خیلی‌کم‌است،کم بودن نسبی اینگونه محصولات اولیه تکامل مواد آلی نیز باید امری عادی باشد .

@karnil
کارنیل

یا «ویروس‌ها» که آنقدر کوچکند که مطالعه ساختمان‌شان بامیکروسکوپ میسر نیست ممکن است معرف حالت ساده‌ترین موجودات زنده باشند که درست در مرحلهٔ حدواسط بین مادهٔ جاندار و بیجان قراردادند .

نخستین مراحل تکامل حیات

ازآنجا که نخستین موجودات زنده به‌جاندارانی محدود بودند که بدنی کوچك و نرم داشتند، نمی‌توان انتظارداشت که مدارك جامعی ازاین‌موجودات در ورق پاره‌های اولیه «کتاب رسوبات» پیدا گردد . اما دراین باره‌قرائن غیرمستقیم فراوان موجود می‌باشد . چنانچه گفته‌ایم طبقات سنگ مرمری که درنقاط مختلف زمین یافته شده‌اند همان رسوبات آهکی معمولی می‌باشند که شاید قریب یك میلیارد سال پیش تشکیل شده‌اند ودگرگونی یافته‌اند.

چنانکه امروز به ثبوت رسیده قسمت اعظم آهکهای جدیدی که درآب‌ها ته‌نشین می‌شوندتحت اثرفعالیت موجودات‌زنده میکروسکوپی‌حاصل می‌گردند بنابراین بااطمینان خاطر می‌توان نتیجه گرفت که این موجودات ساده قبلا ، یعنی در زمان‌های بسیار دور، نیزمی‌زیسته‌اند .

رسوبات دوره‌های اولیه زمین، مقداری زغال نیز به‌صورت لایه‌های گرافیتی دربردارند . گرچه وجودزغال رامی‌توان نتیجه فعالیت‌های‌آتشفشانی دانست، معهذاوضع‌انتشارآنها دردرون طبقات نشان می‌دهد که این زغالها در نتیجه فساد موادآلی تشکیل شده‌اند وهنگامی که لایه‌های رسوبی محتوی‌آن‌ها به‌طرف عمق رانده شده‌اند ، درنتیجهٔ تحمل فشار وحرارت زیاد دگرگونی حاصل کرده‌اند وبه‌گرافیت تبدیل شده‌اند. همهٔ این مطالب نشان می‌دهندکه حیات‌ازپیش ازیك میلیاردسال وجود داشته است و فقدان فسیل‌های «حقیقی» مانند فسیل‌هایی که دررسوبات بعدی‌پیدامی‌کنیم، به‌این علت‌است که موجودات زنده درمراحل اولیه تکاملشان استخوانبندی سخت نداشته‌اند تا اثرقالب‌آن درصفحات مچاله شدهٔ کتاب تاریخ زمین‌باقی مانده باشد .

اگر به‌طریق معجزه‌آسایی می‌توانستیم به‌عقب برگردیم وخودرا به‌سال ۱،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ پیش ازمیلاد منتقل می‌ساختیم، آب‌های گرم اقیانوس‌های تازه تشکیل شده و دامنه‌های سنگی قاره‌های اولیه به‌نظرما فاقد موجودات زنده می‌آمدند. فقط بامطالعهٔ دقیق می‌توانستیم بفهمیم که حیات‌درروی سیارهٔ ما وجود دارد ولی موجودات ذره‌بینی متنوع و فراوان هنوزبه مرحلهٔ تنازع

@karnil
کارنیل

بقا نرسیده‌اند . درمراحل اولیهٔ تکامل سیارهٔ مازمین هنوز گرم بود ومقدار معتنابهی از آب‌هایی که امروزحوضه‌های اقیانوس‌ها راپرساخته‌اند، به‌صورت طبقات ضخیم ابرها درهوا موجودبوده‌اند. درآن زمان نورآفتاب نمی‌توانست مستقیماً به‌زمین برسد وجاندارانی که می‌توانستنددراین رطوبت تاریك زندگی کنند بایستی‌ازنوع موجودات ذره‌بینی مخصوص بوده‌باشندکه‌قادربوده‌اندبدون نورخورشید نیززنده بمانند . بعضی از این موجودات باقیماندهٔ مواد آلی محلول درآب رابه عنوان‌غذا مصرف می‌کردند درحالی‌که عدهٔ دیگر به‌غذا-های‌کاملا غیرآلی عادت داشتند. این‌دسته موجودات «کانی‌خوار» هنوز هم موجودند وبه‌نام«باکتری‌های گوگرد وآهن» معروفند. این‌ها انرژی‌حیاتی خودرا از اکسیداسیون مواد غیرآلی یعنی‌گوگرد وآهن بدست می‌آورند.[1] فعالیت اینگونه باکتری‌ها، نقش مهمی را درتکامل سطح زمین ایفا می‌کند. شاید باکتری‌های‌آهن، بالاخص، موجد همهٔ رسوبات ضخیم‌باتلاقی سنگ‌های معدنی‌آهنی باشندکه منابع‌آهن دنیا راتشکیل می‌دهند .

ولی باگذشت زمان سطح زمین تدریجاً سردگردید وآب بیشتری در اقیانوس‌ها جمع شد و ازضخامت ابرهایی‌که خورشید رامخفی‌کرده بودند کاسته‌گردید. تحت‌اثر اشعهٔ‌آفتاب‌که‌ازآن پس به‌فراوانی به‌سیارهٔ مامی‌رسید، موجودات زندهٔ میکروسکوپی اولیه به‌تدریج کلروفیل، یعنی این مادهٔ بسیار مفید، راساختند تا انیدریدکربنیك هوا راتجزیه‌کنند و ازکربنی‌که از این راه بدست می‌آمد موادآلی لازم برای نموشان راتهیه نمایند . این امکان «تغذیه ازهوا» افق جدیدی برای‌نوموجودات زنده بازکرد. این‌کیفیت توأم با «اصل زندگی اجتماعی»[2] منجر به وجود آمدن نباتات عالی سلسله‌گیاهان گردیده است .

اما بعضی ازموجودات زندهٔ اولیه راه دیگری برای‌نمو درپیش‌گرفتند یعنی به‌عوض‌آنکه غذای خودرا مستقیماً ازهوا، که به‌فراوانی دردسترس همه بود، بگیرند، چنین ترجیح دادندکه موادکربن‌دار خود رابه صورت «آمادهٔ استعمال» که ازگیاهان نتیجه می‌گردیدبه‌دست‌آورند وچون این نوع تغذیه

۱ــ البته وجود چنین‌باکتریهایی با بودن اکسیژن درهوا ملازمه دارد .
۲ــ یعنی تشکیل موجودات عالی‌تری‌که ازسلولهای فراوان ساخته شده‌اند و سلولها باهم زندگی می‌کنند .

@karnil
کارنیل

انگلی خیلی ساده‌تر بوده‌است،انرژی مازاد حاصل دراین موجودات صرف‌نمو وقابلیت حرکت‌آنها گردید، قابلیتی که‌برای‌به‌دست آوردن غذا بسیارلازم‌بوده است . شاخه موجودات‌انگل درحالی‌که راضی‌نبودند منحصراً از اغذیه‌گیاهی مصرف‌کنند، شروع‌کردند یکدیگرراطعمه سازند. به‌علاوه لزوم تفوق دراین امر یافرار از تعاقب دشمن سبب گردیدکه قدرت تحرك آنها به آن درجه ترقی کندکه امروز از مشخصات عالم جانوران است .«ابتدایی‌ترین وسیلهٔ حرکت که درسرپایان دورهٔ سیلورین به وجود آمده و اکنون نیز درماهی مرکب دیده می‌شود روی اصل سادهٔ پرتاب فشفشه بناشده است . بدن دوکی شکل این جانوران در پوشش‌ماهیچه‌ای مخصوصی به‌نام «جبه» محصور است که درآن فضایی وجوددارد که می‌تواندآب پرشود . انبساط جبه سبب‌ورود آب به‌داخل حفره می‌شود وانقباض‌سریع‌ماهیچه‌های آن‌باعث می‌گرددکه‌آب موجود درحفره به‌سرعت‌خارج‌شودودر نتیجه جانوررادرجهت‌مخالف‌آن باسرعت زیادبراند» ولی‌اصل فشفشه توفیق زیادی پیدانکردوبیشترجانوران‌روش‌دیگری برای جلوبردن پیکر خود اختیار کردند وآن جنبش‌های موجی پیکر طویل آنها بود که در پهلو ها صورت می‌گرفت . این طرز حرکت در موجودات ساکن آب دریاها و آب‌های قاره‌ها خیلی زود به درجهٔ کمال رسید . فقط جانورانی نظیر ماهی مرکب، روش قدیمی را حفظ کردند. تذکر این نکته بجاست که حتی ماهی‌های مرکب‌امروزی دوبالهٔ افقی برای حفظ تعادل‌دارند که باحرکات موجی آنها به‌کندی به‌طرف جلو شناوری می‌کنند .

باید دانست که حیوانات دارای بدن‌نرم وقابل انعطاف ، بـه زحمت می‌توانستند درآب به‌سرعت حرکت‌کنند زیرا اینگونه حرکت لازمه‌اش‌داشتن بدن دوکی سخت‌تر است . در اینحالت انقباض ماهیچه‌ها بهتر می‌تواند از «اعضای سخت» به آب منتقل گردد . دلیل دیگر نمو اعضای سخت در بدن لزوم محفوظ بودن از حمله جانوران گوشت خوار و درعین‌حال بهتر حمله کردن به جانوران دیگر بوده است . این «دلایل» وقتی با کیفیت تنازع بقا وبقای اصلح جمع‌گردید، این‌نتیجه‌رابه بارآوردکه جانوران نرم ژله‌مانند، به جانوران مسلح به‌انبرك قوی مانندخرچنگ گرد وخرچنگ درازامروزی تبدیل شدند . پیدایش اعضای سخت نه فقط برای خود جانور کمك بزرگی بودبلکه برای فسیل شناسان جدید نیز، که درصفحات « کتاب رسوبات » به

@karnil
کارنیل

دنبال اینگونه آثارمی گردند، نیز بسیارمفیدواقع گردید . درحالیکه‌اطلاعات مربوط به جانوران گذشته که بدنی‌نرم داشته‌اند، فقط از بقایای اتفاقی آنها در ماسهٔ نرم وبرحسب تصادف محض تاکنون جمع‌آوری شده است (به تصویر XI مراجعه شود)، جانوران دارای‌صدف یامهره داران را ازروی فسیل‌هایی که باقی‌گذاشته‌اند می‌توان درست مانند جانوران زندهٔ کنونی مورد مطالعه قرار داد . درحقیقت تاریخ صحیح زمین و آغاز حیات درروی آن، اززمانی شروع می‌شودکه‌جانوران، واجد قسمت‌های‌سخت دربدن خودشده‌اند.موزه‌های امروزی پرازصدف‌هاواستخوان‌بندی‌هایی‌است که به‌ما اجازه می‌دهندموجودات زندهٔ زمان های دور را به تصور درآوریم .

در آغـاز دوران اول ، یعنی قریب ۵۰۰،۰۰۰،۰۰۰ سال پیش ، موجودات زنده‌اقیانوس‌ها بالنسبه‌عالی بودند. اگر درطول ساحل شنی‌اقیانوس آن عصر قدم می‌زدیم، دستجاتی از جلبك های دریایی را می‌دیدیم که‌توسط امواج، روی ساحل‌انداخته شده‌بودند ومی‌توانستیم‌مجموعهٔزیبایی از صدف‌های دریایی را به‌همان روش‌که امروزه بسیاری از اشخاص تهیه می‌کنند ، جمع‌ـ آوری کنیم . شاید از دیدن جانوران عجیب و غریب که روی شن مرطوب می‌خزیدند ومارا به‌یاد بعضی انواع‌خرچنگ‌های امروزی می‌انداختند، خیلی متعجب نمی‌شدیم. این جانوران که به‌نام «تریلوبیت‌ها» موسومند معرف‌یکی از عالی‌ترین موجودات‌زنده‌ای‌هستند که‌درآن گذشته دورزندگی می کرده‌اند . شاید تریلوبیت‌ها ازکرمهای حلقوی‌دارای بدن‌نرم که پوست آنها سخت‌شده است نتیجه‌شده‌باشند وچسبیدن‌قطعات مجزا، درآنها سروتنه را به‌وجودآورده است. تریلوبیت‌های اولیه‌خیلی‌کوچك‌بوده‌اند تاحدی که ازته‌سنجاق بزرگتر نبوده‌اند وبدن‌کوچکی داشته‌اندکه دارای سرکوچك فاقد چشم‌بوده است‌ولی بعدها ترقی بسیارکردند ورسوبات دوره‌های کامبرین و سیلورین، فسیل بیش از هزار قسم از انواع تکامل یافتهٔ آنهارا در بردارند . تریلوبیت‌ها در اوج تکامل خود بیش‌از سی‌سانتیمتر طول پیداکردند وصاحب بدن بسیار درشت و بی تناسبی شدند که زواید و تزیینات فراوان داشته است. ولی این تکامل ، انقراض سریعی به دنبال داشت، زیرا رسوبات دورهٔ پرمین فقط معدودی از انواع‌این‌جانورعجیب‌را در برداشته‌اند.آخرین باقیمانده‌های نژاد تریلوبیت با تغییرات عمدهٔ سطح زمین ، چنانکه دیدیم ، در اواخر دورهٔ پرمین‌ازبین

@karnil
کارنیل

رفته‌اند . بالاآمدن خشکی‌ها وعقب نشینی دریاها واز بین‌رفتن آبهای روی قاره‌ها ، برای این‌جانوران که بیش‌از ۲۰۰،۰۰۰،۰۰۰ سال برسطح زمین حکومت می‌کردند، از عوامل نامساعد بودند. به‌طوری‌که در بحبوحهٔ انقلاب **آپالاش** به‌کلی از بین‌رفتند.ولی‌بعضی از شاخه‌های فرعی‌تر سلسلهٔ‌تریلوبیت‌ها بایستی همهٔ‌خطرهای‌ممکنه‌عصر انقلاب‌را گذرانده باشند ودرحالی‌که به‌شرایط محیط سازش حاصل کرده‌اند تا امروز باقی مانده باشند . آخرین نمونه ـ های این‌شاخهٔ قدیمی غالباً به نام‌های میگو وانواع مختلف خرچنگ دراز و غیره روی میزغذا ملاحظه می‌گردند .

گرچه تریلوبیت‌ها منحصراً در دریا زندگی می‌کرده‌اند معهذا بعضی از انواع بسیار نزدیك‌آنها به‌نام **اوریپ‌تریدها**(Eurypterids)بایستی به رودخانه ها یا دریاچه های‌آب شیرین مهاجرت کرده و به‌زندگی در آب شیرین معتاد شده باشند. درحقیقت ، گرچه اوریپ تریدهای اولیه موجودات کوچکی بودند که طولشان چند سانتیمتر بیشتر نمی‌شد و دررسوبات دریایی اواخر کامبرین یافته شده‌اند ، معهذا فسیل‌های نژادهای بعدی که کاملترهم بودند (به درازی بیش‌از سه مترمی‌رسیدند) دررسوبات آب شیرینی که ۱۰۰ میلیون سال‌بعد تشکیل شده‌اند پیدا شده‌اند .

زندگی درآب شیرین رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با مقایسه به زندگی در اقیانوس‌ها ، بسیار ذوحادثه‌تر و نامطمئن‌تر است . زیـرا چه‌بسا اتفاق‌افتاده است‌که منبع‌این‌گونه آبهای روی‌قاره‌ها قطع گشته وبه‌تدریج خشك شده‌اند. گرچه بیشتر جانورانی‌که در چنین‌آبهایی زندگی‌می‌کرده‌اند بایستی ازبین رفته‌باشند،معهذا دربعضی‌حالات نادر، دیده شده‌است‌که بعضی‌افرادتوانسته‌اند خودرا با شرایط تازه زندگی‌سازش دهند وروی‌زمین‌خشك‌روزگار بگذارنند. اینگونه اعقاب نژاداوریپ‌تریدهاکه تحت اثر عوامل ناسازگار محیط ازآب بیرون‌رانده شده و درسطح قاره‌ها منتشر گشته‌اند ، به‌صورت انواع مختلف هزار پایان وعقرب‌ها و عنکبوت‌ها و غیره تغییریافته‌اند . عده‌ای بعداً به‌هوا پرواز کرده‌اند و ردهٔ‌بزرگ حشرات پرنده را تشکیل داده‌اند .

اگر به‌اقیانوس‌های اوایل‌دوران اول برگردیم ، به طریق کاملامتفاوت ازتکامل برخورد می‌کنیم. بدین معنی که در بعضی از گروههای کرمها، به جای آنکه قشر سختی بدن‌نرم جانور را بپوشاند ، ستون سخت داخلی در

@karnil
کارنیل

سرتاسر بدن به‌وجودآمد. از قرار معلوم این ستون سخت داخلی به منزلهٔ نخستین نمونهٔ ستون مهره‌ها ، در ماهیها ومهره‌داران عالی‌تر امروزی است. یکی از نمونه‌های‌این مرحلهٔ‌حد وسط بین کرمهای معمولی وماهیها ، درنوعی به‌نام **لانسه‌لت** (Lancelet) دیده می‌شود که امروزه وجود دارد و شاید معرف‌اعقاب‌مستقیم ماهیهای اولیه باشده ولی این جانوران کرمی شکل با کرمهای معمولی‌این تفاوت را دارند که‌اولا ستونی غضروفی درسرتاسرطول بدنشان وجوددارد. ثانیاً میله‌های برانشی کوچك در دوپهلوی بدنشان موجود است‌که بمنزلهٔ تکیه‌گاه دیواردهای جانبی بدن‌است . گمان می‌رود که‌تکامل بعدی این اسکلت اولیه منجربه تشکیل ستون مهره‌ها ودنده‌ها ، شده است. ستون مهره ها و دنده‌ها وجه تمیز تمام مهره داران از جانوران ساده‌تر اولیه است . در اینجا تذکر این نکته‌جلب نظر می‌کندکه درکوسه‌ها،یعنی نخستین ماهیهای «حقیقی» که آثارشان‌به جا مانده است و از اوایل سیلورین موجود بوده‌اند ، فقط قسمتی از ستون پشتی سرتاسری به‌حلقه های غضروفی تبدیل شده است وتبدیل کامل ستون‌پشتی‌به‌غضروف ، در انواع ماهیهای‌بعدی وسایر مهره داران عالی‌تر صورت گرفته‌است .

خروج ماهیها ازآب وآغاز زندگی در خشکی و تغییر بعدی آنها به دوزیستان و خزندگان محققاً به همان دسته از علل بستگی داشته است که بی مهرگان اولیه را نیز به‌زندگی درخشکی‌سوق داده‌است وشایدبرطبق‌همان خط مشی عمومی پیشرفت‌کرده است .

این عمل بایستی دراواخر دوران‌اول‌صورت گرفته باشد زیرا رسوبات اواخر دونین و اوایل کربونیفر آثاری در بردارند که اثر پاهای دوزیستان اولیه به‌نظر می‌آیند . اسکلت فسیل شده‌این دوزیستان‌که دررسوبات اواخر کربونیفر ودرطی دورهٔ پرمین باقی مانده‌اند ، چنین معلوم می‌دارند که‌آنها متعلق به‌گروه‌منقرض شده‌ای می‌باشند که‌پوشش محکمی برسطح‌بدن‌داشته‌اند ودارای جمجمهٔ‌پوشیده از صفحات‌محکم‌استخوانی بوده‌اند . این‌وضع‌مخصوص جمجمه، نام **استگوسفال** (Stegcephale) را برای آنها برازنده ساخته است .

بعضی از این جانوران فقط چند سانتیمتر طول داشتند در حالیکه عدهٔ دیگر، بالاخص آنها که دراواخر دورهٔ کربونیفر می‌زیسته‌اندبه‌درازای قریب

@karnil
کارنیل

هفت‌متر می‌رسیده‌اند. بعضی‌استگوسفالها دروسط قسمت قدامی سریك چشم‌سوم[1] داشته‌اند. آثاراین‌چشم‌سوم‌در بعضی انواع دوزیستان‌امروزی و بعضی‌مهره‌داران عالی‌تر دیده می‌شود .

ولی فرمانروایی‌دوزیستان قدیمی ، مانند آنچه در بسیاری ازجانوران دیگرملاحظه گردید، دیری نپایید زیرا براثرافزایش سرماوخشکی،درمراحل اولیهٔ انقلاب **آپالاش** راه‌زوال‌پیش گرفت. فقط معدودی از انواع توانستندتا دورهٔ تریاس‌باقی مانند. درحال‌حاضر، دوزیستان انواع نسبتاً کمی راشاملند که مانند انواع قورباغه‌ها وسمندرها جثهٔ کوچك وضعیف دارند . ولی بعضی از دوزیستان‌بایستی رابطهٔ خودراکاملاباآب قطع کرده وبه خشکی مهاجرت کـرده و جهان پهناور خزندگان را به‌وجود آورده باشند ـ خزندگانی‌که فرمانروایی بلامعارض‌قاره‌ها برای صدمیلیون سال بدانها واگذار شده است.

خزندگان اولیه موجوداتی تنبل بودند و بدنی دراز داشتند وبسیاری ازآنان به تمساحان امروزی شبیه بودند . بعضی دیگر دارای شکل و هیئتی مخصوص وتیغه‌های استخوانی بلند درسرتاسر پشت خود بودند. احتمال دارد این‌تیغه‌ها برای دفع حمله های غیرمنتظره بوده است (تصویر XVI). دست و پـای تمام این خزندگان اولیه ، مانند دست و پای خزندگان امروزی درپهلوهای تنه قرار داشته است وفقط می‌توانستندباکندی بیشتری پیکروزین خودر را روی‌زمین بکشند . ازآغاز دوران دوم ، خزندگان وضع ایستاده‌به خود گرفتند وبیشتربرای دو سازش حاصل‌کردند . شاید یکی از علل اصلی فرمانروایی‌آنها در روی‌خشکی، که درتمام مدت طولانی اواسط تاریخ‌زمین طول‌کشیده ، همین تغییر وضع بوده باشد .

به موازات خروج‌زندگی حیوانی از دریا به‌خشکی‌وشاید تاحدی‌پیش از آن، یك‌چنین تغییری در عالم گیاهان حادث گردید . بعضی از گیاهان خشکی بایستی از جلبك‌هایی نتیجه شده‌باشند که‌درطول ساحل ، درمنطقهٔ‌بین جزر ومد می‌روییده‌اندوتدریجاً باعقب‌نشینی‌متناوب آب سازش‌حاصل‌کرده‌اند. بعضی‌دیگراز گیاهان خشکی از گیاههای‌آبهای شیرین، که مجبور بودندبه‌علت خشك‌شدن حوضه های داخلی قاره‌ها ، روش زندگی خودرا تغییر دهند منشأ

۱ـ آثار « چشم‌سوم » اکنون به نام غدهٔ اپی فیز (Pineal gland) در داخل مغز وجود دارد .

@karnil
کارنیل

گرفته‌اند. گیاهانی که ابتدا درسطح قاره‌ها ظاهر شدند هنوزخیلی‌شبیه گیاهان ساده‌ای بودندکه قبلا درآب می‌زیستند وقسمت اعظم آنها در آبهای کم عمق ونواحی مردابی دیده می‌شدندکه در دورهٔ بین انقلاب توسعهٔ فراوان داشتند. جنگلهای این گذشته دوربایستی منظره‌ای تاریك وعجیب داشته باشد وتقریباً ازسرخسها و دم اسبیان و خزه‌هایی‌که به صورت گیاهان بلند درآمده بودند تشکیل یافته باشد(تصویر XV). تمام این‌گیاهان ازانواعی بودندکه‌گل و میوه نداشتند وباهاگ‌تولید مثل می‌کردند .

چندین میلیون سال طول‌کشید تا گیاهان به درجه‌ای ازنمو رسیدندکه ما امروزبا آنها آشنا هستیم .

ازآنجاکه گیاهان آن‌عصرغالباً به‌نواحی باتلاقی‌محدودبودند، تنهٔ گیاهانی که ساقط می‌شدند ، معمولا زیرآب قرارمی‌گرفتند وبدون آن‌که به اکسیژن دسترسی داشته باشند ، تجزیه شدند ورسوبات زغال سنگی رابه‌وجودآوردند . این روش تشکیل زغال سنگ بـا مقیاس بسیاربزرگتری تا اواسط دوره‌های اواخردوران اول طول‌کشید وزمین‌شناسان امروزی این‌دوره را (که از ۲۴۰ میلیون سال تا ۱۸۰میلیون سال‌پیش‌ازمیلاد طول‌کشیده‌است) دورهٔ **کربونیفر** می‌نامند .

فرمانروایی عظیم خزندگان دراواسط تاریخ زمین

دوران دوم تاریخ زمین‌به وسیلهٔ توسعهٔ عظیم زندگی‌جانوران درخشکی وتغییرخزندگان‌کوچك به صورت موجودات عظیم‌الجثهٔ غیرقابل تصوری به‌نام **دینوسورها** مشخص مـی‌باشد . نژاد دینوسورهـا نیزمانند نژاد بسیاری از گروههای دیگرموجودات زنده دراوایل دورهٔ تریاس، شامل‌جانوران‌کوچکی بودکه طول‌آنهاازپنج متر تجاوزنمی‌کرد. فقط دراواخردوران، بـه منتهای عظمت خود رسیدنـد . دینوسورهـای اولیه بیشتربارىك ودرازبودند ، پاهای عقبی ماهیچه‌ای و دم قوی داشتندکه برای حفظ تعادل آنها درموقع دویدن به‌کارمی‌رفت. شکل و هیئت آنها بایستی شبیه‌کانگوروهای امروزی استرالیا بوده باشد، با این‌تفاوت‌که موبرسطح بدن نداشتند وبعلاوه شکل مشخص ، سر خزندگان را دارا بودند .

تکامل بعدی این خزندگان اولیه‌کـه درتریاس می‌زیستند ، منجربـه پیدایش انواع دیگری شدکه ازنظراندازهٔ جثه وعادات بسیارمتفاوت بودند .

@karnil
کارنیل

خطرناکترین نمونهٔ این گروه ازجانوران ، به **تیرانوزوروس رکس** موسوم است که ، گوشتخوارغول پیکری به بلندی ۷ متر بود وطول بدنش ازنوك پوزه تا انتهای دم به ۱۵متر می‌رسید. (تصویر XVIII و XIII) سلطان جانوران کنونی یعنی شیر در مقایسه با این پادشاه وحوش دورهٔ کرتاسه ، بچه گربهٔ بی‌آزاری بیش نبود.

درمقابل ایـن غول گذشته ، نمونه‌های دیگری ازخزندگان کانگورو مـانند وجود داشتند کـه بـه آنها **اورنی تومیموس** (Ornithomimus) می‌گویند . این جانوران قامتی کوتاه داشتند و ازدور به شترمرغهای امروزی شبیه بودند . احتمال دارد این جانوران بی‌آزار منحصراً ازکرمها وحشرات کوچك تغذیه می‌کردند ومانند پرندگان به جای دندان منقارشاخی داشتند .

علاوه برگروه بزرگ دینوسورهاکه با تکیه به پاها و دم خود راه می‌رفتند و دستهای خود را منحصراً برای گرفتن‌غذا ومبارزه با دیگرجانوران به‌کار می‌بردند ، شاخهٔ دیگروسیعی وجود داشت‌که به سوسمارهای امروزی خیلی شبیه‌بودند وفقط ازحیث جثه با آنها تفاوت داشتند . احتمال دارد افراد این گروه اعقاب مستقیم خزندگان اوایل دورهٔ پرمین بـوده باشند. (تصویر XVI)سرعت‌تحرك آنهاازسرعت‌خویشاوندانشان‌که « دوپا » داشتند کمتر بود. اگر کسی‌ازجنگل‌های دورهٔ ژوراسیك عبورمی کرد می‌توانست به«دیپلودوکوس» یا برادر خواندهٔ او « برونتوزروس » برخوردکندکـه قریب ۵۰ تـن وزن داشتند وازنوك پوزهٔ آنها تا انتهای دمشان بالغ برسی وسه مترمی‌شده است . یاممکن بودکه با « استگوزروس » عظیم‌الجثه رو به‌رو شودکه صفحات‌سنگین سرتاسرپشت آنها را تزیین می‌کرده است . (تصویر XVII) .

انواع دیگرخزندگان شاخ‌دارمانند « تری سراتوپس » عظیم‌الجثه یـا سلف ضعیف‌آن « پروتوسراتوپس »کمیاب‌نبودند . تخم این‌خزندگان برحسب تصادف مساعدی باقی‌مانده‌است‌تاباعث استعجاب چشمان‌کنجکاو دیرین‌شناسان امروزی گردد (XIII–B).

به منظور بررسی کامل عالم خزندگان عظیم‌الجثه وقوی دوران دوم ، نباید فراموش‌کنیم‌که‌گروه بزرگی‌ازخزندگان‌که به‌عللی از زندگی‌درخشکی ناراضی بودند ، به دریاها و اقیانـوسها مراجعت‌کردند وبه همان روشی‌کـه فك‌ها ومرس‌ها و بالن‌ها به زندگی درآب سازش حاصل‌کردند به این محیط

@karnil
کارنیل

خوگرفتند.[1] آبهای دوران دوم پرازخزندگان شناگری بودندکه برای تحصیل روزی همواره با یکدیگردر نزاع بودند. بهترین نمونهٔ خزندگان دریایی آن عصر **ایکتیوزوروس** است که ازنظرشکل عمومی به ماهی بیشترشباهت داشت. دیگر **پلزیوزوروس** زشت منظراست که به علت دارا بودن گردن دراز بایستی مهارت وموفقیت فراوان درشکارماهیها داشته باشد. (تصویر XIX)

بدون شك بین عجیب‌ترین نمونه‌های خزندگان اواسط تاریخ زمین **پتروداکتیل‌ها** بودندکه درواقع نیروی هوایی امپراتوری خزندگان را تشکیل می‌دادند. این افراد ازگروه خزندگان، که درهوا پرواز می‌کردند بالهایی از جنس پوست داشتند. بدن آنها برهنه بود و دندانهای تیز در دهانشان وجودداشت. (تصویر XX)درطی دورهٔ کرتاسه وقتی عالم خزندگان به اوج عظمت خود رسید، این خزندگان هوایی غول‌پیکر به حداکثربزرگی جثه خود رسیدند. دربعضی ازنمونه‌های آنهاکه پیدا شده است فاصلهٔ بین دوانتهای بال گسترده شده آنها هشت متربوده است.

خزندگان هوایی دوران دوم، چنان‌که از مشاهدهٔ بعضی استخوان بندیهای رسوبات دورهٔ ژوراسیك آشکارشده، معرف حالت حد واسط بین خزندگان وپرندگان امروزی می‌باشند (تصویر X)، موجودزنده‌ای که این بقایای فسیل‌شده ازآن دردسترس ماقرارگرفت، **ارکئوپتریکس** نام دارد. مخلوطی ازصفات خزندگان هوایی گذشته وپرندگان معمولی امروزی دراین جانورجمع بوده است. گرچه دندانهای تیزو بالهای چنگال دارودم مخروطی این جانورنیمه خزنده ونیمه پرنده خزنده بودن آن‌را تأیید می‌کرد، معهذا مانند پرندگان پرداشت. برای نشان‌دادن مدارج تکامل بین دوگروه بزرگ به ظاهرمتفاوت ازجانوران یعنی خزندگان وپرندگان، نمونه‌ای ازاین بهتر یافت نمی‌شد!

جهان خزندگان عظیم‌الجثه با نمونه‌های بیشمارخود درخشکی ودریا و هوا، محققاً قویترین و عظیم ترین جهان حیوانی بودکه ازپیدایش حیات در روی زمین به‌وجودآمد ولی سرانجامی غم‌انگیزو غیرمنتظره بدنبال داشته است

۱ــ لابد خوانندهٔ عزیز به‌خاطرداردکه جانوران اخیربه ردهٔ پستانداران تعلق دارند ودرطی مراحل تکامل خود به زندگی درآب مراجعت کردند.

@karnil
کارنیل

درطی یك دورهٔ نسبتاً کوتاه اواخردوران دوم ، تیرانوزوروس‌ها و استگو ـ زوروس‌هاوایکتیوزوروس‌ها وپلزیوزوروسها وتمام «سوسمار»های دیگر، مانند آن‌که طوفان عظیمی زمین را ازوجود آنها پاك‌کرده باشد ، از روی زمین ناپدید شدند[1] وجای خود را به پستانداران کـوچکی دادندکه بیش از ۱۰۰ میلیون سال به انتظارچنین فرصتی بودند .

علل چنین انقراض ناگهانی قوی‌ترین جانورانی‌که سطح سیارهٔ ما به خود دیده است ، همچنان مجهول باقی مانده است ، غالباً چنین اظهارعقیده شده است کـه عامل اصلی انقراض ، بالا آمدن سطح قاره‌هـا درآغاز انقلاب سنوزوئیك ونزدیك شدن شرایط دشوارترمحیط بوده است . ولی ازبین رفتن دریاهای بین قاره‌ها و زمین‌های مردابی نمی‌توانست دردینوسورهای متنوع که کاملا با زندگی روی خشکی سازش حاصل‌کرده بودند ، مؤثرواقع شود . و به‌علاوه چنانکه می‌دانیم بسیاری از انـواع خزندگـان مانند پترودا کتیل خیلی پیشترازسرد شدن آب وهوا ازبین رفته‌اند . دیگرازعللی راکه مستقیماً در انقراض امپراطـوری کهنسال خزندگان مؤثرمـی‌دانند ، پیدایش جهان پستانداران است .

بدیهی‌است کسی‌فکر نمی‌کند پستانداران کوچك اولیه‌که جثهٔ آنهاازموش صحرایی‌بزرگتر نبوده‌است بتوانند درتنازع، دینوسورها را ازمیدان بدر کنند. ولی‌احتمال زیاد داردکه این‌پستانداران درپی‌تحصیل‌غذا ، تخم‌های‌دینوسورها را خورده باشند وبـا این عمل از تعداد موالید این جانوران نیرومندکاسته باشند. تازه این فرضیه همهٔ اموررا بیان نمی‌کند زیرا عدهٔ زیادی ازخزندگان بزرگ مانند ایکتیوزورها زنده زابودند ونوزادان‌آنها به اندازهٔ‌کافی بزرگ بودندکه بتوانند خود را حفظ‌کنند .

شایدکلی‌ترین فرضیه‌ای‌که بتواند انقراض جهان خزندگان یا بسیاری از اینگونه موارد را درسایر گروههای حیوانات بیان‌کند قبول این نکته‌باشد که ، هنگامی‌نوعی منقرض‌می‌شودکه تعداد موالید نژادکهنسالش به طورطبیعی کاهش حاصل‌کند . درحقیقت چون درهرشاخه‌ای از ردیف تکاملی موجودات

۱ـ ازبقایای این جهان حیوانی نیرومند، درحال حاضرفقط چند نوع معدود مانند تمساح‌ها و لاك‌پشتان وجود دارند .

@karnil
کارنیل

زنده ، پیدایش نسل جدید با تقسیم سلول‌های مولدهٔ نسل قبلی‌صورت می گیرد، ممکن است تصور رود صفات و اختصاصات ارثی که توسط ژنها نقل می‌شوند بیش از پیش« رقیق » شده باشند وسلول‌های‌مولدهٔ انواع کهنسال تدریجاً « بر اثر تقسیم خسته شده باشند .»

اطلاعات کنونی‌ما دربارهٔ صفات و اختصاصات سلول زنده وروشن تقسیم آن هنوزکم است و راهی برای تشخیص اینکـه فرضیهٔ فوق صحیح باشد یا نه موجود نیست . ولی اساساً غیرممکن به نظر نمی‌رسدکه اینگونه « تحلیل رفتن نیروی حیاتی » امکان پذیرباشد وکلیهٔ افراد یك نوع جانور یا گیاه فقط به علت زیادی سن بتوانند ازبین‌بروند.اینگونه تصورباه«اصل‌تکرارخلاصهٔ آنچه‌گذشته است » مطابقت دارد . برطبق این اصل در ، اگر اولیه جنینی زندگی هرفردی تمام مراحل تکاملی نوعش تکرار می‌شود ، اگر نمویك فرد به موازات نمونوع آن صورت می‌گیرد، منطقی است اگر انتظارداشته باشیم که‌نوع هرجانوری نیزدیریا زود به‌همان‌روش که افرادش ازبین‌می‌روند ، راه زوال پیش گیرد .

عصرشیر

ازنظر بیولوژی ایـن جمله‌که « آدم از راه شیرمادرش عاداتـی کسب می‌کند » معنی‌عمیقی دربردارد . زیرا ظهور غدد پستان‌که مایع سفید مغذی به‌نام شیرتولید می‌کنند مهمترین‌صفت یکی‌ازبزرگترین گروه انواع حیواناتی است‌که ما نیز بدان تعلق داریم. پستانداران ازنظرشکل وعادات بسیارمتفاوت می‌باشند . حتی‌بعضی تخمگذاری می‌کنند مانند «اورنی تورنگ» و «اکیدنه» ولی ایـن صفت‌که همهٔ آنها بدون استثنا عادت دارند به نوزادان خود شیر بدهند ، کلیهٔ‌آنها را دریك گروه کاملا متمایزوشناخته شده جای می‌دهد. تاریخ پستانداران بایستی خیلی زود یعنی در اواخردوران اول آغاز شده باشد. به عبارت دیگر ازهنگامی باید شروع شده باشدکه اعضای مولد شیر، دربعضی خزندگان‌کوچك‌که بالاخص به فکرتوجه ازنوزادان خود بودند، ظاهر شده است . ولی درطی عصرتاریك دوران دوم یعنی هنگامی‌که خشکی‌ها و دریاها تحت سلطهٔ خزندگان عظیم‌الجثه بودند ، این جانوران بی‌آزاربچه دوست، موقعیت مناسبی‌برای تکامل نداشتند . رسوبات دورهٔ ژوراسیك، بقایای اتفاقی این پستانداران قدیمی را دربردارند. این جانوران‌که جثهٔ آنها هیچگاه از

@karnil
کارنیل

جثهٔ یك سگ تجاوز نمی‌کرد ، غالباًهمراه بقایای دینوسورهایافته شده‌اند. از قرارمعلوم این‌پستانداران بهترین غذای دینوسورها را تشکیل می‌داده‌اند. یافته‌شدن بقایای این‌جانوران نوظهوردرهمهٔ نقاط دنیا (مخصوصاًافریقا) نشان می‌دهدکه درتنازع بقا موفقیت بسیار داشتند وامکان تکامل نامحدود در نهاد آنها متمکن‌بوده‌است. تذکر این‌نکته قابل توجه است‌که تنهاجایی‌که بقایای پستانداران‌اولیه‌یافته‌نشده‌قارهٔ استرالیااست. استرالیاهمان‌جایی‌است‌که‌باداشتن پستانداران‌پستی‌نظیر«اکیدنه»و«اونی‌تورنگ» وکانگورو[1] مشخص‌می‌باشد. این پدیده‌ممکن‌است‌نشانه‌ای ازاین‌کیفیت‌باشدکه پیدایش پستانداران در این قارهٔ دورافتاده‌خیلی‌دیرتروبه‌روش‌کاملاجدا ازبقیهٔ دنیاانجام‌گرفته‌است. ضمناًدلیلی است بر اینکه بسیاری از شباهت های موجودات زنـده ممکن است بیشتر مربوط به قانون عمومی تکامل درشرایط مشابه باشد نه اینکه نتیجهٔ وراثت (به‌بخش‌نخستین‌همین‌فصل‌مراجعه‌شود). رابطه‌ای راکه بین‌سرعت نسبی‌تکامل درنقاط مختلف‌وتکامل درمناطق مربوط‌به‌هم یك‌سرزمین موجود است می‌توان مانند تکاملی در نظر گرفت‌که مستقل ازیکدیگر در قاره‌های مختلف صورت می‌گیرد . چون تکامل موجورات زنده به‌طرق « کوشش و خطا » یاغالباً به روش « خطا » صورت پذیرفته است[2] می‌توان انتظار داشت که مقدار تکاملی که بدین‌طریق حاصل‌می‌گردد یا تعدادافرادیکه به‌وجود می‌آیند متناسب‌باشد. بنابراین، امرتکامل بایستی در سرزمین مربوط به‌هم اروپا وآسیا وافریقاتا اندازه‌ای سریعتر از امریکا وحتی خیلی سریعتر ازقارهٔ کوچك مجزای استرالیا صورت گرفته باشد .

امـا نباید دربارهٔ این موضوع که درحال حاضر صحت وسقم‌آن‌معلوم نیست سخن به‌درازا بکشیم بلکه بهتر آنست‌که به شرح چگونگی تکـامل

۱ـ کانگورو رابایدیك‌پستاندار اولیه به‌حساب‌آورد زیرا اگرچه تخم‌گذار نیست‌معهذا نوزادنی به‌وجود می‌آوردکه نموجنینی را به‌پایان نرسانیده‌اند و آنها را تامدتی درکیسه‌ای‌که در زیر شکم دارد حمل‌می‌کند تا نموشان بـه پایان برسد .

۲ـ ازکلیهٔ‌تغییراتی‌که‌به‌یك موجود زنده ممکن است دست‌دهد،عدهٔ بسیارکمی برای تنازع بقا نسبتاً مفید به‌نظر می‌رسند و به روش انتخاب طبیعی‌دایمی می‌گردند .

@karnil
کارنیل

پستانداران بازگردیم . چنانکه‌در بالا اشاره گردید ، این حیوانات کوچك درطی صدها میلیون‌سالی‌که عرصهٔ پهناور زمین تحت اشغال خزندگان بوده است سرگردان می‌زیستند و تسلیم پیش‌آمد بودند ولی با انقراض ناگهانی خزندگان عظیم الجثه ، درآغاز انقلاب سنوزوئیك ، پستانداران تنها سلطان بلامنازع قاره‌ها بودند وبه سرعت به‌حد تکامل رسیدند.

در طی دورهٔ ائوسن، یعنی دوره‌ای‌که عصر جدید تاریخ عالم جانوران را مفتوح می‌سازد ، جهان حیوانات توسعهٔ بسیار داشت و واجد نمونه های متعددی بودکه‌می‌توانستند به‌عنوان اجدادجانوران‌امروزی به حساب‌آیند. اما **صفت‌مشخص‌این جهان جانوران‌اولیه.کوچکی جثهٔ همهٔ انواع‌آنهابوده‌است** و چهل میلیون سال طول کشیدتااین موجودات توانستند به جثه‌های‌امروزی خود برسند. اسبها وفیلهای‌دورهٔ ائوسن به اندازهٔ گربه‌های خانگی‌امروزی بودند . جثه کرگدنهای باریك اندام آنزمان از جثهٔ خوك متجاوز نبود . وقد اجداد فیلهای امروزی به‌زحمت تاکمر انسان می‌رسید. البته درآن‌موقع انسانی وجود نداشت ، حتی انسان‌کوچك هم موجود نبود . ولی عدهٔ زیادی میمونهای بسیارکوچك‌وجودداشتندکه‌باپرتاب کردن نارگیل ازبالای‌درختان به یکدیگر به‌تفریح می‌پرداختند . جانوران گوشتخوار آن عصر را **کرئودونت‌ها** (Creodontes) تشکیل می‌دادندکه بعدها دوگروه بزرگ‌از آنها به‌وجود آمدند : سگسانان(سگ ،گرگ، خرس) وگربه‌سانان (گربه، ببر ، شیر) .

باگذشت زمان، بعضی ازانواع پستانداران اولیه ازبین رفتند درحالی که عدهٔ دیگر تکامل‌حاصل کردندوصاحب جثهٔ بزرگتر شدند . دردورهٔ‌میوسن، یعنی قریب ۲۰ میلیون سال پیش اسبها به جثهٔ اسبهای کوچك نژاد «شتلند» امروزی بودند درصورتی‌که کرگدنها خیلی‌قوی گشتند ودیگر با یك ضربهٔ نوك‌پا از سرراه‌کنار نمی‌رفتند. اما نیرومندترین حیوانات محققاً گرازهای عظیم‌الجثه‌ای‌بنام **آنتلودنت‌ها** (Antelodontes)بودندکه جثهٔ‌گاونری داشتند و طول جمجمهٔ آنها ۱۲۰ سانتیمتر بوده است(تصویر XXI). اجداد فیلهای امروزی از نظر جثه بزرگتر شدند وخرطوم‌آنهاکه در مراحل اولیه تکامل قابل توجه نبود ، بیش از پیش دراز گردید . در قارهٔ اروپا و آسیای جنوبی ، نه در امریکا ، میمونهای زشت منظر بزرگی مشاهده می شدند که **دریوپیتکوس** (Dryopithecus)شناخته شده‌اندوخویشی‌دوری‌باگوریلهای

@karnil
کارنیل

امروزی داشتند .

نبایدفراموش کرد که تاآغاز یخبندان‌پلئیستوسن (به فصل VIII مراجعه شود) آب وهوای‌زمین حتی در عرضهای شمالی ملایمتر بود وغذای‌فراوانتر وجود داشت وجانورانی که‌امروزه فقط درمناطق گرم پیدا می‌شوند ، درمناطق وسیعی ازاروپا وشمال آمریکا وشمال آسیا وجودداشتند. در واقع فیلهایی که در رسوبات آن عصر یافته شده‌اند شکی باقی نمی‌گذارند که‌فیلها و کرگدنها واسبان آبی وشیرها و ببرهای کنونی وآنهایی که منقرض شده‌اند (انیابهای فوقانی بسیار طویل داشتند) وبسیاری از جانوران دیگری که اکنون فقط در افریقای‌استوایی پیدامی‌شوند، برای تحصیل روزی تا حدودشهرهای‌نیویورك وپاریس ومسکو وپای پینگ درگردش بودند .

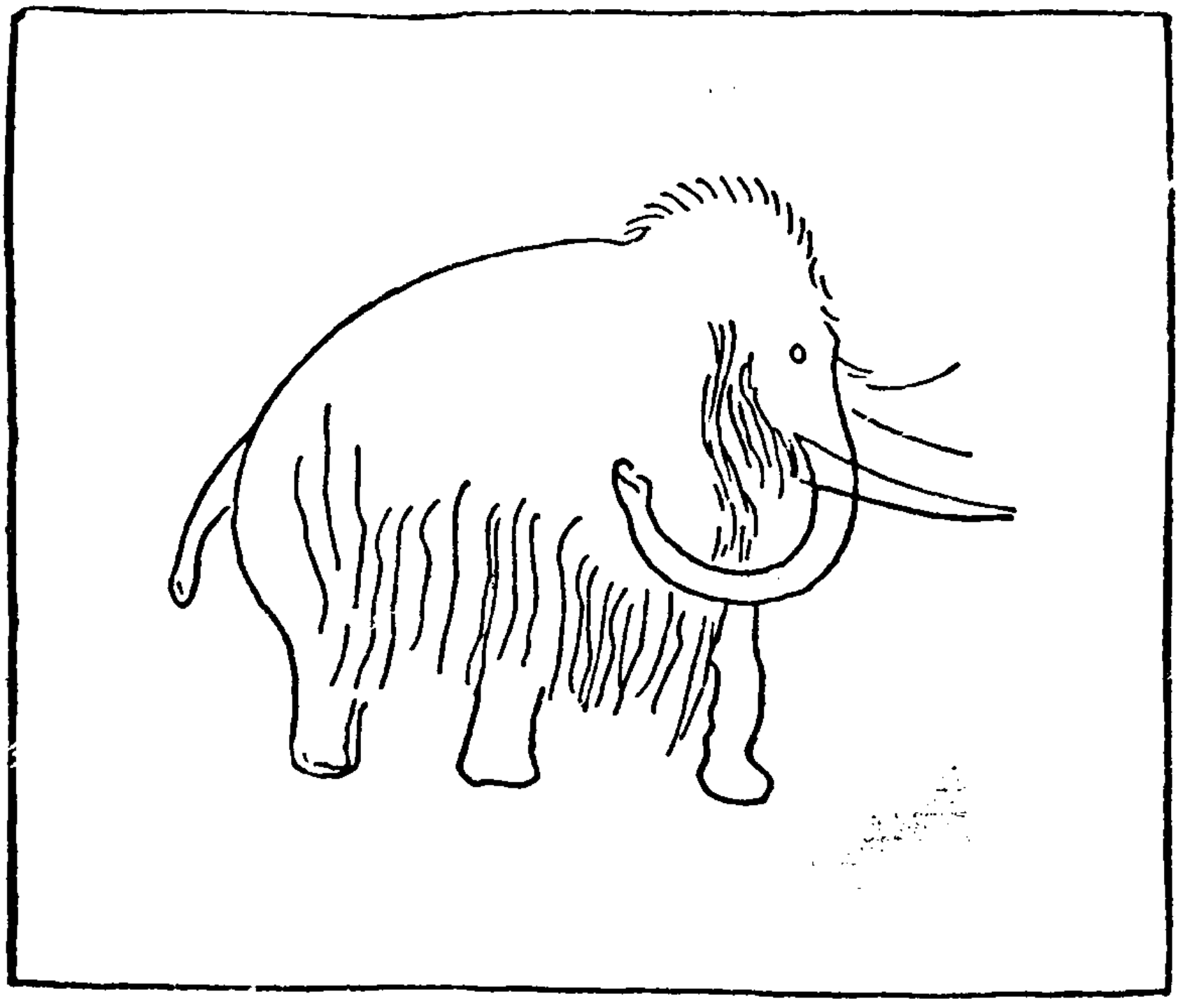
هنگامی که طبقات یخی‌ضخیم برای‌نخستین بار درنواحی شمال‌پیشروی خودرا به‌طرف جنوب آغازکردند وتدریجاً نواحی وسیع اروپا و امریکای شمالی‌را پوشانیدند،جانوران وگیاهان این‌ناحیه‌نیز رفته‌رفته به طرف جنوب رانده شدند . بسیاری از انواع که به‌عللی قادر به مهاجرت به طرف جنوب نبودند، ازسرمای زیاد تلف‌شدند درحالی‌که انواع دیگر باآب و هوای‌جدید سازش حاصل کردند وبرای حفاظت خود از سرمای زمستان قطبی‌دارای پشم انبوه شدند .

شاید جالبترین‌منظرهٔ این دوره‌های سرد تاریخ‌زمین، رؤیت‌ماموتهایی بود که عاج‌بلند داشتندو بدنشان‌ازپشم قهوه‌ای رنگ انبوه‌پوشیده‌بوده است ودر قاره‌های پوشیده از برف طی طریق می‌کردند (تصویر (XXII) . گرچه‌نوع این جانوران‌عظیم‌الجثه پرپشم‌چندین هزار سال پیش منقرض‌شده است معهذا لاشه‌های بعضی ازآنهاهنوزهم‌در بیابانهای‌مستور از برف نواحی شمالی‌سیبریه ممکن است پیداشود. حتی اتفاق افتاده است که یکی از اعضای هیئت‌اعزامی آکادمی علوم روسیه غذایی‌صرف کرده که‌ازگوشت ماموت تهیه‌کرده‌بوده‌اند. وجود یك کوله‌پشتی محتوی داروهای مخصوص کمکهای اولیه وی‌را ازابتلای به اختلالات شدید معدی نجات بخشیده است .

در بررسی عمیقی که ازتکامل حیات در روی زمین به‌عمل‌آورده‌ایم ، اکنون به‌نقطه‌ای‌نزدیك‌شده‌ایم که موقع‌صحبت ازخودمان رسیده است ولی‌چون تکامل انسان اتفاقی‌جزئی بود که در طی‌تاریخ رخ داده است ازآن به‌اختصار

@karnil

سخن خواهیم گفت. شکی به‌نظر نمی‌رسد که انسان امروزی یعنی **هوموساپینس** (Homo sapiens) که ما آن‌را در بحث‌های علمی «انسان عاقل» می‌نامیم ،



شکل ۵۹ : تصویری ازماموت که روی سنگی از دیوار غار کومبارل‌فرانسه توسط یك هنرمند ماقبل تاریخ کنده شده است .

از جانورانی‌شبیه میمونهای بی‌دم ، در طی دورهٔ یخ بندان پلئیستوسن نتیجه شده است . مثلا می‌توان چنین پنداشت که دریکی ازپیشرفت‌های یخ‌ـ بندان ، بعضی گروههای این جانوران ، برای ادامهٔ زندگی خود به سوی جنگلهای مناطق گرم حرکت نکردند بلکه درهمانجاکه بودند باقی‌ماندند و مجبور گشتند باشرایط جدیدوسخت حیات سازش کنند . مشقت حاصل ازاین گونه شرایط حیات بایستی محرك اولیه نمو مغز این مخلوقات بوده باشد و آنها را به‌جادهٔ اکتشافات واختراعات، که از مشخصات تکاملی نوع انسان است، سوق‌داده‌باشد. جدید بودن ظهور انسان‌های اولیه نسبت به دینوسورها، مثلا سبب شده است که‌بقایای حاصل از آنها خیلی نادر وناقص باشد . گرچه

@karnil
کارنیل

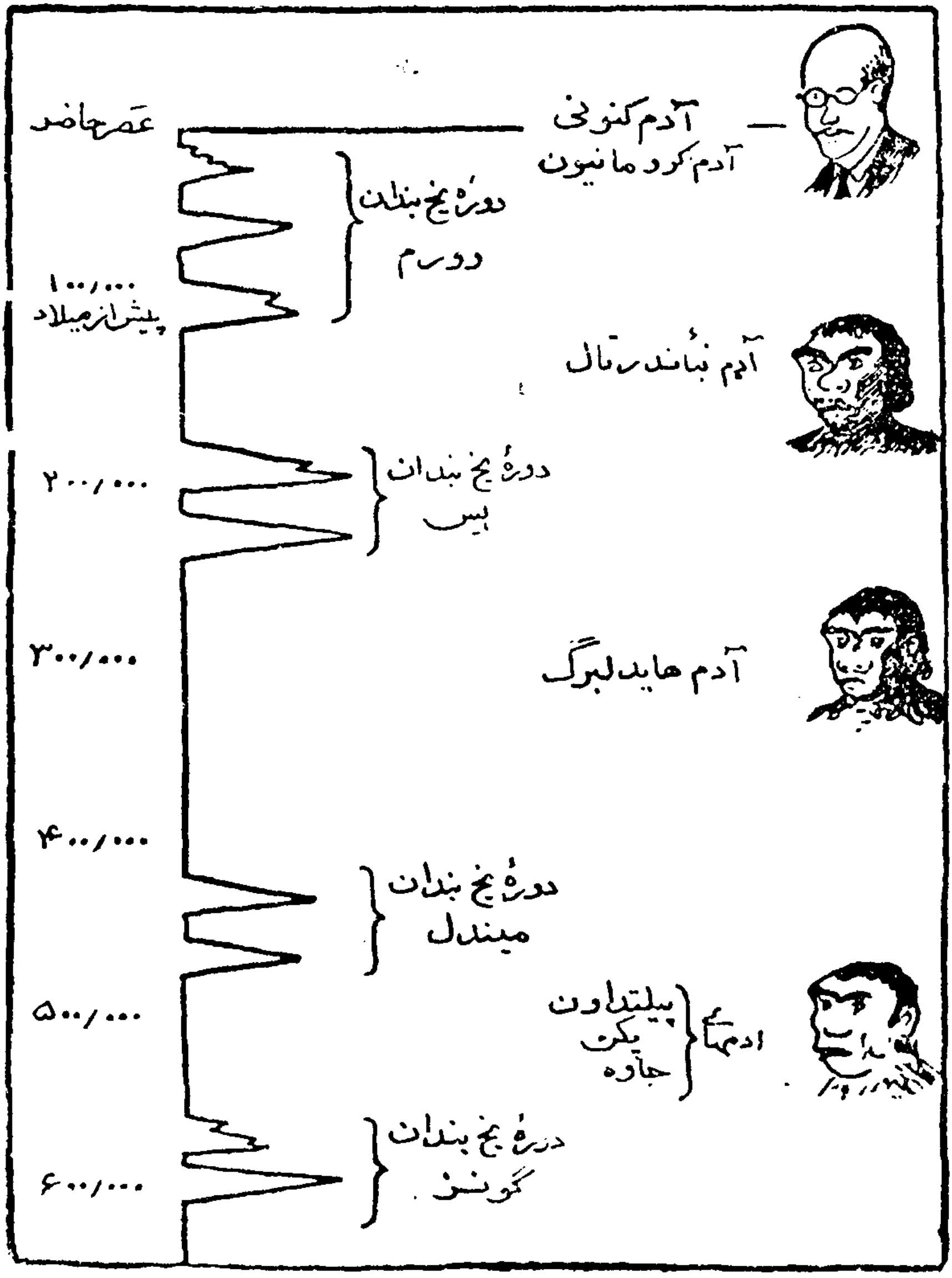
برای یافتن اینگونه آثارحداکثر کوشش به‌عمل آمده است معهذا نتیجه‌بسیار کم بوده‌است. به‌علاوه آنچه یافته شده ، چیزی بیش‌ازیك جفت استخوان‌غیر مربوط به‌هم یایك قطعه‌آرواره نبوده است . نمونه‌های این‌انواع قدیمی ، که استخوانهایشان درقفسه‌های موزه‌های ماوجود دارد ونژادشناسانی‌راکه‌کوشش دارند ارتباط آنها ودرجهٔقدمتشان را تعیین کنند به دردسر دچار می‌سازند، معمولا از روی محلی‌که کشف شده‌اند نام‌گذاری می‌شوند . بنابراین ما یك «آدم‌جاوه» یك «آدم‌پکن» ، یك «آدم‌پیلت داون» (انگلستان) ویك « آدم هایدلبرگ» (آلمان)ویك «آدم‌نئاندرتال» ویك«کرومانیون» (فرانسه)داریم. آخرین آدمها محققاً به‌درجهٔ عالی نمو رسیده بوده اند و تمایل آشکاری به هنرمندی داشته اند (شکل ۵۹).تا این اواخر وجود انسان ماقبل تاریخ در امریکا محقق نشده بود ولی اکنون آثاری از یك‌زن موسوم به **مینه‌زوتا** (Minnesota) دردست می‌باشد . درسال ۱۹۳۱ استخوان‌بندی زنی درعمق سه‌متری رسوبی از جنس گل‌رس درياچه یخچالی نزدیك پلیکان راپیدز مینه‌زوتا (Pelican Rapids Minnetosa) پیدا شد .ازسن‌این‌رسوبات چنین به‌نظرمی‌رسدکه‌این‌زن‌قریب ۲۲۰۰۰ سال قبل درد‌ریاچه غرق‌شده است.

به علت کمیاب بودن بقایای انسانهای اولیه واشکال تعیین عصری که‌در آن می‌زیستند، رشتهٔ تکاملی نوع ما به‌طور خیلی مبهم می‌تواند ترسیم گردد وچنین به‌نظر می‌رسد که این‌نمونه‌های معدود یافته شده . بیشتر به شاخه‌های فرعی شجرهٔ نسلی‌ماتعلق داردنه به‌تنهٔ اصلی‌آن‌که به‌هوموساپینس امروزی‌ختم گردیده است . درشکل‌جدول دوره های عصر پلئیستوسن همزمانی احتمالی انسانهای فسیل‌شناخته‌شده‌را به‌طورخیلی کلی‌نشان داده‌ایم. به‌طوریکه درعکس مجاور، که انواع آدمهای یافته‌شده را درآن مجسم کرده‌ایم ، ملاحظه‌می گردد این انسانها خیلی بدمنظر بوده‌اند و فقط از این‌نظر به‌آنها انسان گفته‌اند که به ما بیش از میمونها شباهت داشته‌اند ولی نوع انسان تکامل سریع و پیوسته داشت ومغزآن‌به‌طورثابت از نظر حجم ودرجهٔ فعالیت درحال افزایش بود . [1] هنگامی‌که در ساحل اقیانوسهای امروزی قدم می‌زنیم نه فقط مانند

۱ــ مغز میمونهای بزرگ دورهٔ میوسن فقط ۳۰۰ سانتیمترمکعب‌حجم‌داشت. مغزآدم جاوه دراوایل‌پلئیستوسن ۹۸۵ سانتیمتر مکعب بود ولی مغزانسانهای امروزی بین ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ سانتیمتر مکعب حجم دارد .

@karnil

کارنیل



شکل ۶۰: تکامل انسان

میلیون‌هاسال پیش جلبك‌وصدف می‌بینیم‌بلکه جمعیت انبوهی از هوماساپینس‌ها را ملاحظه می‌کنیم‌که باانبساط خاطر در امواج کف‌آلود ساحل بازی‌وجست وخیز می‌کنند .

@karnil

کارنیل

فصل دهم

نظری به آینده

انقلاب قریب‌الوقوعی که سبب برخاستن کوهها می‌شود .

پس از آنکه تغییرات سیارهٔ ما را طی دومیلیارد سال عمرش ، تاحدی به تفصیل مطالعه کردیم وعلل آن تغییرات را دریافتیم ، اکنون جادارد اطلاعات خود را برای پیشگویی حوادثی که بعداً پیش خواهند آمد بکاربندیم.

چنانکه بارها یادآورشده‌ایم ، ما دروسط یك دورهٔ انقلابی تاریخ زمین زندگی می‌کنیم، یعنی درعصری که قشرزمین تحت اثر تکانهای داخلی حاصل از سرد شدن پیکر زمین می‌لرزد وخرد می‌شود . همچنین متذکر شده‌ایم که دو انفجار آتشفشانی وفعالت‌های کوه‌زایی در این اواخر صورت گرفته است که یکی از آنها چهل میلیون سال پیش به‌وقوع پیوسته ومنجر به تشکیل «هیمالیا» و «راکیز» و «آند» شده است ودومی که فقط بیست میلیون سال پیش اتفاق افتاده «آلپ» وسلسله جبال «کاسکاد» را به‌وجود آورده است.

گرچه تشکیل این کوههای عظیم ، خاتمه یافته به‌نظر می‌رسد، معهذا هنوز ناقص‌تر ازانقلابات قبلی‌است. بنابراین قریب به یقین است که فعالیتهای کوه‌زایی انقلاب حاضر تکمیل نشده است و درآیندهٔ دور یا نزدیکی بشر از انقلاباتی یاد خواهدکرد که مقدم برتاریخ گذشته‌اش نبوده است .

بدبختانه ، پیشگویی تاریخ انقلاب بعدی یاحتی معلوم کردن یك «عصر بی‌خطری» که درطی آن عدم وقوع چنین انقلابی تضمین گردد ، کاملا

@karnil
کارنیل

غیر ممکن است . برای محاسبهٔ وضع آیندهٔ قشرزمین باید از طرز پراکندگی مواد مختلف در ضخامت کل آن وهمچنین قابلیت فشردگی واستحکام آنها، نیز از تکانهای فعلی و حتی موقعیت تمام شکافها ونقاط ضعیف قشر زمین اطلاع کامل حاصل کنیم . اما اگر فعالیت‌های بسیار زیاد زمین شناسان بتواندتمام این اطلاعات را با دقت دلخواه به ما بدهد، احتمال دارد محاسبهٔ عددی آن فقط هزارها سال طول بکشد !

نه می‌توانیم وقوع انقلابی‌راکه بالای‌سرمان دور می‌زند پیشگویی کنیم نه اینکه چیزی‌دربارهٔ علائمی‌که نزدیکی آنرا اعلام می‌دارند بیان‌کنیم . این علائم شامل زمین لرزه های‌شدید وانفجارهای آتشفشانی وحرکت عمومی‌زمین خواهد بود ولی ما مطمئن نیستیم این پدیده‌ها باچه شدتی‌ظاهرخواهندشدکه در زمرهٔ حوادث جاری قشرزمین به‌حساب نیایند ونمی‌دانیم چه‌مدت پیش از انقلاب اصلی بروز می‌کنند . از طرف دیگر می‌توانیم مطمئن باشیم‌که وقتی ریزش آغازگردد زمین محل امنی برای زیستن نخواهد بود . دراماکنی که محل وقوع فعالیت‌های‌کوه‌زایی است، زمین با«رقص‌مرگ» به‌لرزه درخواهد آمد ومقادیر معتنابهی‌ازگدازه‌های قرمز سوزان‌که ازشکافهای حاصل درقشر زمین‌بیرون می‌ریزندروی‌صدهاهزار کیلومتر مربع گسترده خواهند شد.حتی درنقاطی‌که از محل تولد کوههای جدید بدورند زمین لرزه های شدیدوبه احتمال‌قوی امواج سهمگین‌اقیانوسهای آشفته ، زندگی را خطرناك‌ترخواهد ساخت .

تنها دلداریی‌که می‌توانیم به‌خوانندگانی‌که ازمجسم ساختن این‌وضع ناگواربیمناك شده‌اند، بدهیم این است که وقوع این انقلاب درزمان‌حیات‌ما احتمال ندارد . چون دورهٔ‌کامل انقلاب ، ده‌ها میلیون سال طول می‌کشد ، احتمال اینکه‌انفجار درده سال یایك قرن‌بعد صورت بگیرد بسیار ضعیف است و حتی ضعیف‌تـر از حوادث ناگوار دیگری است که ممکن است بشریت را تهدید نماید .

دورهٔ یخبندان آینده

گرچه قادرنیستیم برنامهٔ‌ایام‌وقوع انقلاب کوه‌زایی آینده را پیشگویی کنیم ولی می‌توانیم از وضع آب‌وهوای آینده اطلاعاتی بدهیم وتاریخ‌پیشروی

@karnil
کارنیل

یخهای قطبی‌را ازروی قاره‌هایی که‌امروزه‌قسمت اصلی مسکن انسان را تشکیل می‌دهند ، تعیین کنیم. در فصل VIII دیدیم که تناوب توسعه یخچالها، بیشتر باحوادث نجومی بستگی دارد وپیشروی و عقب‌نشینی متناوب لایه‌های یخ را می‌توان به بعضی تغییرات مدارزمین که همواره تکرار می‌شود و همچنین به جهت محور گردش زمین مربوط دانست. ازآنجاکه محاسبه تغییرات‌منتظره در پدیده‌های فوق برای‌یك منجم ، حتی برای مدت چندین صدهزار سال‌بعد با اشکالی مواجه نمی‌شود ، پیشگویی دوره‌های یخبندان آینده کار نسبتاً سهلی خواهد بود .

به خاطر داریم(فصل IX) که سه‌عامل‌اصلی روی حرارت متوسط‌تابستان نیمکرهٔ شمالی وجنوبی مؤثرمی‌باشند :

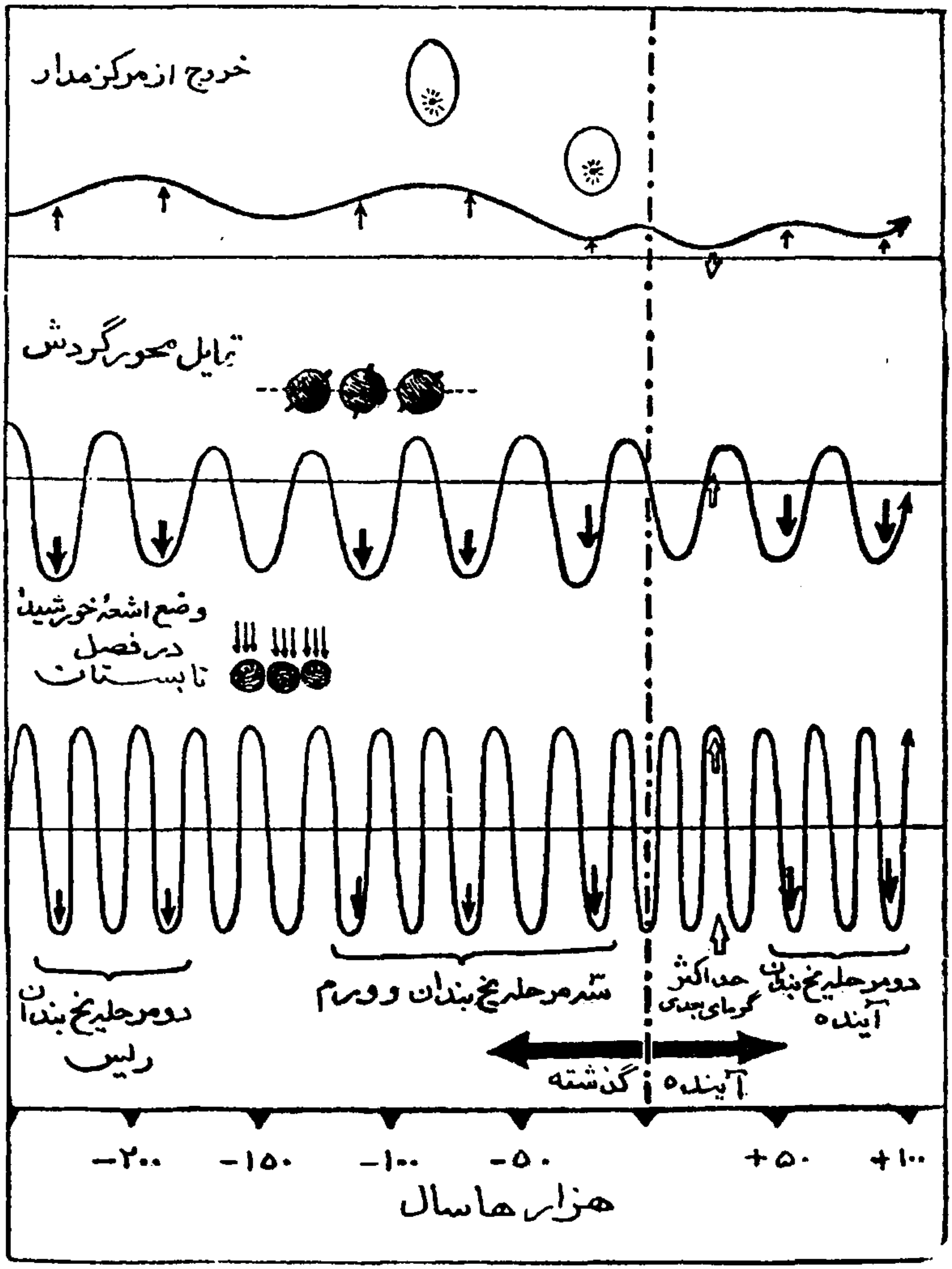
اول طویل بودن مدارزمین . دوم تمایل محور گردش زمین نسبت به سطح مداروسوم تقدیم‌اعتدالین محور گردش زمین. این‌سه عامل وقتی‌باسمت‌ـ الشمس[1] مقارن می‌گردند، تعیین‌خواهند کرد که وقتی زمین از دورترین‌نقطهٔ مدارش حرکت می‌کند، کدامیك ازدونیمکرهٔ شمالی یاجنوبی متوجه خورشید خواهد شد (یعنی تابستان خواهد داشت)ونیز اظهار شده بود که عصریخبندان در هریك از دونیمکره ، وقتی واقع خواهد شدکه نیمکرهٔ مورد بحث‌دراین شرایط متوجه خورشید باشد : زمین از دورترین نقطهٔ مدارش عبورکند و در همان حال مدار به حداکثر طویل شده باشد و تمایل محور گردش زمین به حداقل برسد .

درشکل ۶۱ تغییرات‌این‌سه‌عامل حرکت‌زمین‌را که‌ازروی‌مکانیك‌سماوی محاسبه‌شده‌است‌برای ۲۵۰،۰۰۰ سال‌قبل‌و۱۰۰،۰۰۰سال‌آینده نشان‌داده‌ایم. منحنی فوقانی ، خروج از مرکز محور زمین را چنانکه در بحث فصل هشتم متذکرشده‌ایم ، نشان می‌دهد . وقتی مقدار این خروج ازمرکز زیادگردد، تشکیل یخ‌در دونیمکره بایدخیلی دامنه‌دار شود . منحنی وسط انحراف‌تمایل محورزمین‌را ازمقدارکنونیش یعنی ۲۳°، ۲۷°، ۳۰° دردوره‌های مختلف نشان می‌دهد . ازآنجاکه سردترین تابستانها مربوط به کمترین میل محور است لذا محلی که حداقل را نشان می‌دهد، برای یخ‌بندان مساعدتر خواهد بود .

۱ـ نقطه‌ای از مدارهرسیاره را گویند که از نقاط دیگرش به‌خورشیدنزدیکتر باشد . ـ م.

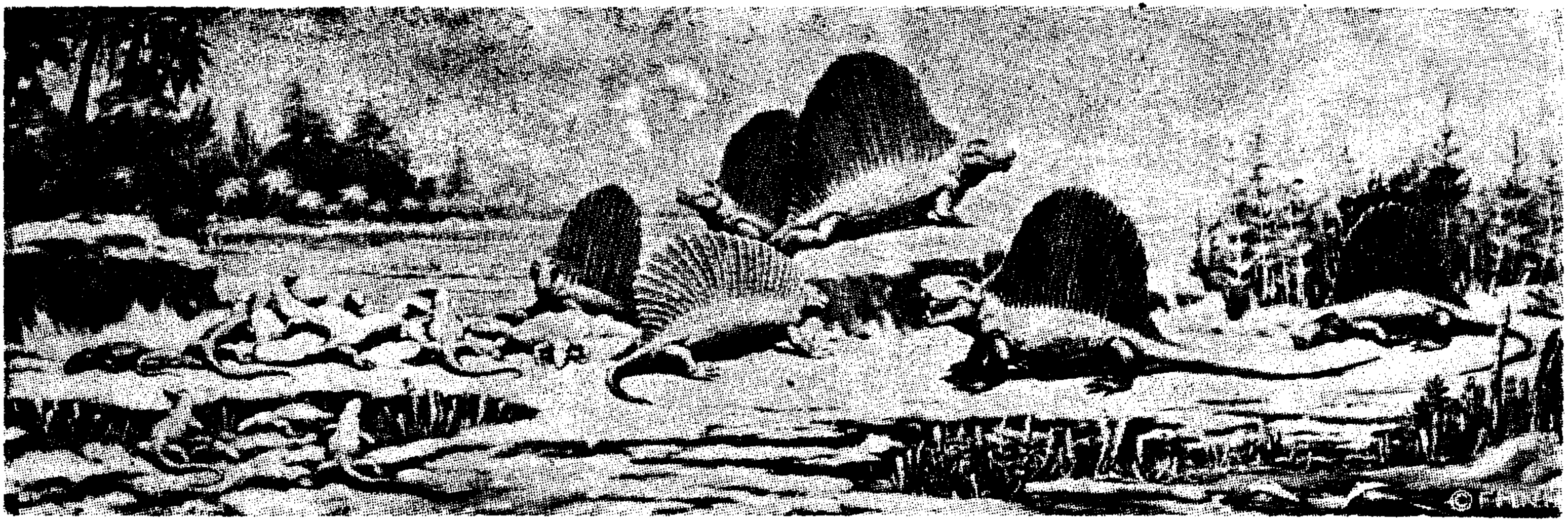
@karnil

منحنی تحتانی معلوم می‌داردکه وقتی زمین از دور ترین نقطهٔ مدارش عبور می‌کند کدام‌نیمکره به‌طرف خورشید است (یعنی اینکه تابستان دارد).منحنی به‌یك حداکثر می‌رسد ، نیمکرهٔ جنوبی متوجه خورشید می‌شود و هنگامی‌که به حداقل می‌رسد نیمکرهٔ شمالی چنین‌موقعیتی دارامی گردد .



شکل ۶۱ : شکل‌پیشگویی دوره‌های یخچالی آینده و وهله‌های گرماکه توسط مولف طرح شده است .

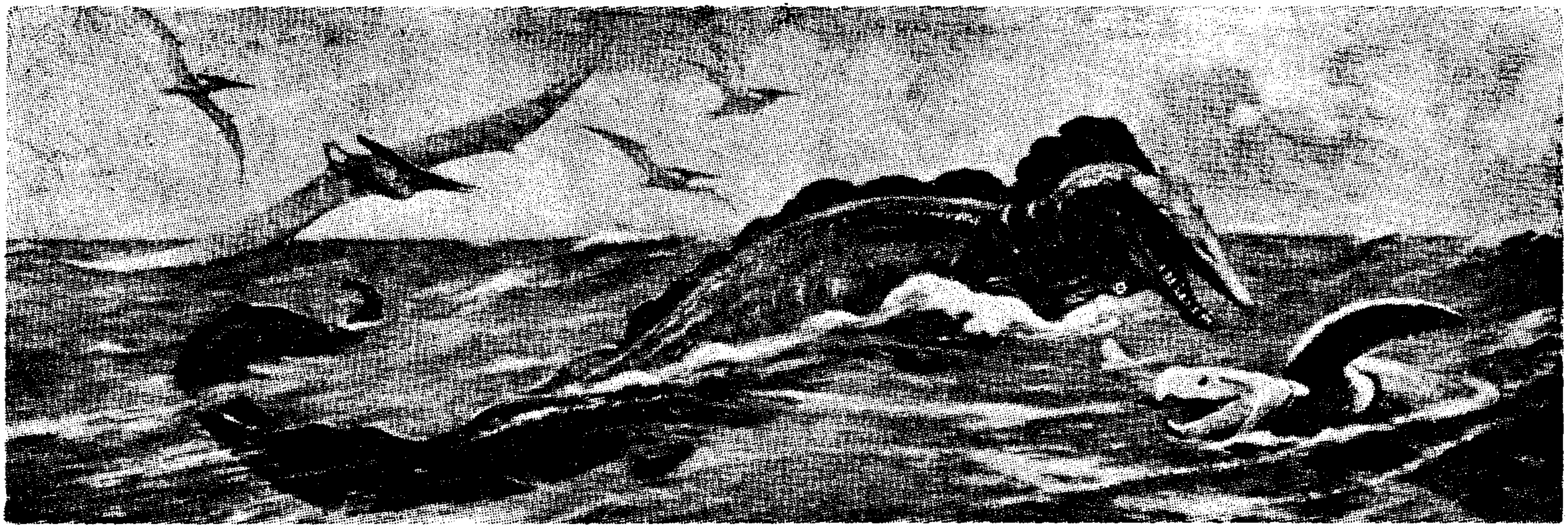
تصویر ۲۱ - جنگل‌های‌اواسط دوران‌اول، منحصراً درزمین‌های باتلاقی وجود داشتند وقسمت‌عمدهٔ آن را دم اسبیان‌وسرخس‌هاتشکیل‌میداده‌اند.



تصویر ۲۲ ـ بعضی خزندگان اوائل دورهٔ پرمین شبیه تمساحان امروزی بوده‌اند بعضی از آنها تیغه‌های بلند استخوانی در پشت داشتند که وسیلهٔ دفاعی آنها بوده است. دست وپای آنها در پهلوهای بدنشان وجود داشت. حرکتشان روی خشکی کند بود وروی زمین پهن میشدند.

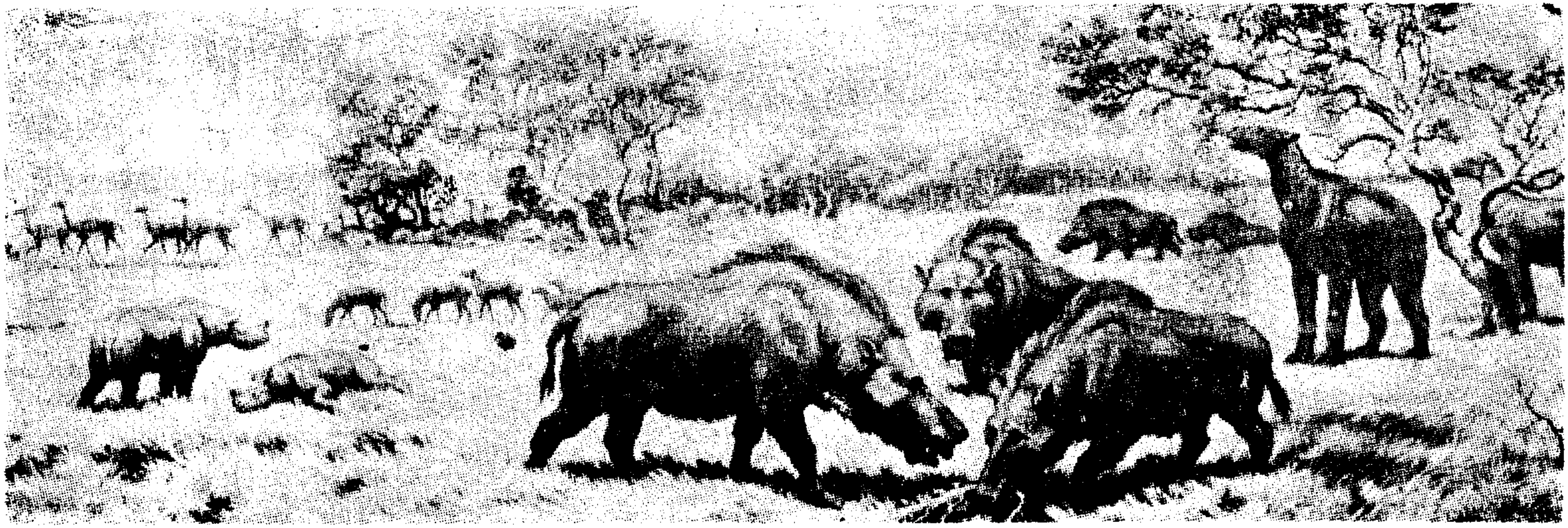
تصویر ۲۳ ـ تیرانوزوروس رکس، خزندهٔ عظیم‌الجثهٔ شبیه‌کانگورو ، موحش‌ترین جانور دورهٔ کرتاسه را تشکیل میداده‌است. در همین‌دوره عده زیادی خزندگان شاخ‌دار وجود داشتندکه تری‌سراتوپس معروف‌ترین نمونهٔ این رده است.

تصویر ۲۴ ـ خزندگان متنوع فراوانی در آبهای دوران دوم وجود داشتند. بهترین نمونهٔ آنها یکی ایکتوزوروس است که بماهی شبیه بوده دیگری پلزیوزوروس می‌باشد که گردنی شبیه گردن قو داشته و ازآن برای شکار ماهی استفاده می‌کرده‌است .



تصویر ۲۵ - پترودا کتیل‌ها (بالاسمت‌چپ) که نیروی‌هوائی جهان‌خزندگان را در دوران دوم تشکیل می‌داده‌اند بدنی برهنه و بالهای پرده‌ای و دندان‌های تیزداشته‌اند . درطی دورهٔ کرتاسه این پرندگان غول‌پیکر بحداکثر تکامل خود رسیده‌اند . دربعضی نمونه‌های فیسل‌شده، سرتاسر بالها ، به‌هشت‌متر میرسیده‌است. لاک‌پشت ماقبل تاریخ درسمت راست و پائین تصویر ملاحظه میشود.

@karnil



تصویر ۲۶ ـ آنتلودون‌ها ، (گرازهای عظیم‌الجثه) که شاید قویترین جانوران دورهٔ میوسن را تشکیل می‌داده‌اند، بجثهٔ گاو نر بودندوجمجمهٔ آنها در حدود ۱۲۰ سانتیمتر درازی داشته‌است. قریب ۲٫۰۰۰٫۰۰۰ سال پیش کرگدنها (طرف‌چپ و پایین‌تصویر) باریك‌بودند و جثهٔ آنها از جثه یك سگ معمولی متجاوز نبوده است . اسبان آن‌زمان (وسط تصویر) از اسبان کوچك نژاد شتلند امروزی بزرگتر نبودند درحالی که‌شترهای ماقبل‌تاریخ (بالا سمت چپ تصویر) به‌آهوهای امروزی شباهت داشتند.

@karnil

تصویر ۲۷ ـ یکی از مناظر جالب دورهٔ یخ‌بندان ، منظرهٔ فیلهای ماموت است که خرطومی دراز داشتند و بدنشان از پشم انبوه قهوه‌ای رنگ پوشیده بوده است . این جانوران بسوی مناطق پوشیده از برف ضخیم پیش‌رفتند و درمناطق وسیعی ازآسیا و اروپا و شمال‌امریکا پخش‌گردیدند.

@karnil
کارنیل

وقتی دراین‌منحنی دقت شود، معلوم می‌گردد که شرایط مخصوص مساعد تشکیل یخ درطی ۲۵۰،۰۰۰ سال گذشته پنج بارودرهر بار دردویاسه‌وهله‌فراهم شده است. این پنج باریخبندان همان‌آخرین دفعات پیشروی یخ‌است که قبلا درمنحنی فصل هشتم راجع به تابستان نیمکرهٔ خودمان نشان داده‌ایم. بعلاوه می‌توان گفت که آخرین دورهٔ یخ‌بندان در ۲۵،۰۰۰ سال قبل ازمیلاد مانند یخ‌بندانهای قبلی، خیلی‌سخت نبوده زیرا درآن موقع مقدارخروج از مرکز مدار زمین خیلی زیاد نبوده است . این‌نتیجه‌ای است که با اطلاعات زمین شناسان مطابقت کامل دارد .[1]

اکنون اگرتوجه خود را به‌آینده معطوف سازیم خواهیم دید که **شرایط تشکیل یخ درنیمکرهٔ شمالی در ۵۰،۰۰۰ و ۹۰،۰۰۰ سال آینده مجدداً فراهم خواهد شد و باید انتظار داشت‌که در این دو دوره بیشترآمریکای شمالی و اروپا ازلایه‌های ضخیم یخ پوشیده شود** . خروج ازمرکزمدار زمین دراین دو دوره ، به نظرتاحدی بیشتراز آخرین دورهٔ یخ‌بندان می‌آید ولی ازچهار دورهٔ دیگر کمتر است. بنابراین طی **دو دورهٔ نزدیکترتوسعهٔ یخ،** گرچه شهرهایی نظیر بوستون و شیکاگو وسیتل درحاشیهٔ طبقات ضخیم یخی که تمام‌کانادا را می‌پوشاند قرارمی‌گیرند، شاید بیشترایالات متحده‌آمریکای شمالی آزاد باقی ماند . در اروپا ، یخ‌که از اسکاندیناوی به طرف جنوب پیشرفت می‌کند وشهرهای اوسلو وکپنهاك و استکهلم ولنینگراد را می‌پوشاند احتمال دارد ، پیش از رسیدن به لندن وپاریس وبرلن متوقف‌گردد . تذکر این نکته به جا است‌که‌گرچه اطمینان داشتن ازحرکت طبقات یخ درآینده، امری معقول به نظر می‌رسد معهذا سرنوشت شهر های امروزی باید مشکوك تلقی‌گردد. فاصله زمانی‌که ما را ازپیشروی آیندهٔ یخ جدا می‌سازد ده برابر زیادتراز زمانی است‌که ازتمدن مصرقدیم تاکنون‌گذشته است وهنگامی‌که یخ ازنواحی قطبی شروع به پیشروی به طرف جنوب می‌کند این شهرها فقط از نظرتاریخی برای باستان شناسان عصراهمیت خواهند داشت.

دقت بیشتردرمنحنی‌های معرف‌آب وهوای‌آینده همچنین نشان می‌دهد که

۱ــ درحقیقت طی‌آخرین توسعه یخ‌بندان در اروپا، بخش بالنسبه‌کمی ازقاره اروپا وچند نقطهٔ منفرد درجزایر انگلستان‌ازیخ پوشیده بوده‌است.

@karnil
کارنیل

پیش از پیشرفت آینده یخ ، آب وهوای زمین ازآنچه اکنون هست گرمتر خواهد شد و در حدود ۲۰،۰۰۰ سال بعد به حداکثرخود خواهد رسید.

درفصل نهم دیدیم که درطـی دوره‌های گرم بین یخچالـی ، جنگلهای مناطق گرم زمین تا مرزهای کانـادا در امریکا وشمال آلمان در اروپا توسعه داشته‌اند. اگر تصور کنیم چنین موقعیتی بیست هزار سال بعد نیز تکرار خواهد شد، تصورمعقولی خواهد بود . احتمال دارد توسعهٔ گیاهان گرمسیری درآینده، که مسلماً با مهاجرت همهٔ انواع حیوانات ساکن فعلی مناطق استوایی افریقا و آمریکای جنوبی همراه است ، حتی از توسعهٔ آنها در دوره‌های بین یخچالی پیش نیز بیشتر باشد. زیراچنانکه از شکل ۶۱ استنباط می‌شود، خروج ازمرکز مدار زمین به کمترین مقداری می‌رسد که سابقه نداشته است. بنابراین ممکن است انتظارداشته باشیم که آب وهوای واشنگتن در ۵،۰۰۰ سال بعد مانندآب و هـوای بوستون و در ۱۰،۰۰۰ سال بعد شبیه آب و هـوای نیواورلئان و در ۱۵،۰۰۰ سال دیگـر نظیر میامـی و در ۲۰،۰۰۰ سال بعد مانند وست ایندیز (West Indies) گردد . بعدها حرارت تغییر خواهد کـرد به طوری که در ۵۰،۰۰۰ سال بعد نـواحی مجاور بوستون آب وهوایی نظیر خلیج بافین (Bafinn Bay) خواهد داشت که امروزه مرکز معاملات پوست حیوانات است.

پایان سنوزوئیك وفصلهای بعدی کتاب

اگر به آیندهٔ دورتر تاریخ سیارهٔ ما نظر بیفکنیم، همان نظر یکنواختی را می‌توانیم انتظارداشته باشیم که گذشته‌اش را مشخص ساخته است. درده میلیون سال اول آیندهٔ سیارهٔ مـاکه کوههای امروزی همچنان روی قاره‌ها پـا برجا هستند و کوههای جدیدی نیز براثرسوانح شکست قشرزمین بلند می‌شوند، سطح زمین بیشتر به وضع امروزی شباهت خواهد داشت و پیشرویهای متناوب کم ـ دامنه یا پردامنه یخ به طورمتناوب دوره‌های بین یخچالی بـه دنبال خواهند داشت . بعدها فعالیت‌های انقلابی کنونی رفته رفته ازبین می‌روند وعمل مؤثر باران آخرین تپه‌های روی زمین را محوخواهد ساخت. قاره‌ها مسطح خواهند شد و دیگرجالب نخواهند بـود . بخش عظیمی ازقاره‌ها مـورد تـجاوزآب اقیانوسها قرار خواهند گرفت و دریاهای کم عمق وسیع تشکیل خواهند داد . آب‌وهوا ملایم ویکنواخت خواهدشد وشخص خواهدتوانست ازفلوریدا به کانادا

@karnil
کارنیل

سفر کند بدون آنکه احتیاج به تعویض لباس خود داشته باشد .

این قاره‌هـای بین دوره‌های انقلابی ، همچنان زیرسلطهٔ پستانداران کنونی، که جثهٔ بزرگتری‌را دارا خواهند گردید، قرارخواهندداشت. چنانکه درفصل پیش دیده‌ایم ، تمام انواع حیواناتی که درعصری از اعصارتاریخ زمین بر آن‌حکمرانی می کردند، ازنظرجثه تا بحدی بزرگ شدندکه به انقراضشان انجامید ودلیلی به نظر نمی‌رسدکه جثهٔ فعلی پستانداران زندهٔ کنونی حداکثر آن‌را نشان دهد ممکن است فیل که قبلا از امروز بزرگتربوده دیگرنتواند بیشترنموکند و از روی زمین محوگردد (اکنون نیزدرشرف انقراض است!) ولی به نظرمی‌رسد تمام حیوانات دیگرازجمله انسان کاملامستعد نمومی‌باشند. بنابراین می‌توان تصورکردکه در « موزه‌های دیرین شناسی ۸۰،۰۰۰،۰۰۰ سال بعد » تماشاچیانی که ۳ تا ۵ متربلندی قامت دارند به مشاهدهٔ اسکلت فسیل‌هایی از اسب‌های بارکش خواهند پرداخت که به نظرآنها ازجثهٔ سگ بزرگترنخواهند بود .

ولی نباید زیاد بدنبال اوهام رفت اگرچه مبنای علمی داشته باشند . و در اینجا بحث دربارهٔ انقراض‌آتی نوع انسان را ، که ممکن است فقط به علت فساد سلولهاوکاهش مؤثری که درتعداد موالید به وجود می‌آورد، خاتمه می‌دهم .

اینکه چه نـوع حیواناتی تاج « دیکتاتوری روی زمین » را بـه سر خواهندگذاشت نیزمسئله‌ای است که نمی‌توان نظری دربارهٔ آن اظهارکرد . هریك ازجانداران کوچکی که درزیرپای مامی‌خزدممکن‌است نامزدحکمروایی باشد وحس همچشمی ما را برانگیزد .

اما راجع به خود زمین، می‌توانیم انتظارداشته باشیم که رفته رفته قشر جامد ضخیم‌ترپیداکند وموقعی برسدکه مقاومتش به حدی شودکه درمقابل هر تکانی ایستادگی نماید. تشکیل لایحه‌های سطحی‌درنتیجه خرد شدن ارتفاعات دوره‌های متناوب انقلاب، در این‌مرحله ازتکامل زمین بالاخره پایان خواهد یـافت وپس ازآنکه آخرین کـوهها تحت اثرباران شسته شدند، سطح قاره‌ها صاف ومسطح‌باقی خواهد ماند، فقط وضع اصلی قاره‌ها وحوضه‌های اقیانوسها به‌عنوان خاطرهٔ دایم تولد دخترسیاره مادست نخورده باقی خواهد ماند .

سرنوشت ماه

چنانکه درآغار این کتاب دیده‌ایم ، قریب دومیلیارد سال پیش، کرهٔ ماه تحت اثرجاذبهٔ خورشید ازیك برجستگی عظیم مدی زمین اولیه ، که درنتیجهٔ تشدید اتفاقی ، بزرگتراز حد استقامت زمین گردید، به‌وجودآمد. ماه پس‌از نخستین کششی که منجربه جدا شدن‌آن از پیکرمام اویعنی زمین شد. درحالی

@karnil
کارنیل

که حرکت زمین را کندترمی‌ساخت، همچنان به‌دورشدن خود اززمین ادامه داده است. از زمان تولد ماه فاصله‌آن از زمین، ازصفرتا مقدار کنونیش یعنی ۳۸۵،۰۰۰ کیلومترافزایش یافت درصورتی‌که طول روز زمین‌از ۴ساعت به ۲۴ ساعت رسیده است.

ولی‌جزر ومد همچنان دوبار در شبانه روز، درآبهای سیاره ما حاصل می‌شوند وماه همچنان از زمین دورمی‌شود وطول مدت شبانه روزنیزدرافزایش است . اگرهمین روش را درمورد تاریخ گذشتهٔ ماه درنظربگیریم ، چنین استنباط خواهیم کردکه **۲۰ تا ۳۰ میلیارد سال دیگر ماه به حداکثرفاصلهٔ از زمین می‌رسد (۲۰ درصد دورترازفاصلهٔکنونی) ودرآن عصرروزها از ماههای قمری درازترخواهند شد وهرروزی معادل۴۷ روزکنونی خواهد گردید.**

این حالت ،که ماه بدون حرکت بالای یکی ازنیمکره‌های زمین معلق شود نمی‌تواند معرف‌آخرین وضع موجود بین زمین مادرو دخترش‌باشد زیرا هنوز اثرخورشید همچنان باقی می‌باشد . تحلیل مشروح وضع مورد بحث نشان می‌دهدکه تحت اثراصطکاك حاصل از جزرو مد خورشید، زمین ناچار است‌گردش خود را به‌سوی مقصد نهایی‌که عبارت از رسیدن طول مدت روز آن به یك سال است‌کندتر کند درصورتی‌که **ماه بایستی‌آهسته به سوی زمین مراجعت نماید.**

ولی می‌توان انتظار داشت‌که این رجعت ماه چند برابرآهسته‌تراز عقب نشینی آن باشد زیرا دراین حالت اثرجزرو مد خورشیداز اثرجزرومد ماه ،که‌آن‌را اکنون می‌کشد، کمترمی‌گردد. **بنا براین ممکن است بیش از ۱۰۰ میلیون سال طول بکشد تا قمر، مجاور زمین‌گردد وبه علت نیروی جاذبهٔ قوی متلاشی شود ومانند آنچه درزحل دیده می‌شود حلقه‌ای به دور زمین تشکیل دهد.** باید به خاطرداشت‌که درمحاسبهٔ زمان فوق ،کارجزرو مد اقیانوسهای زمین‌به صورتی‌مورد قبول واقع خواهد شدکه امروزه مؤثر است ولی دربخش‌آینده خواهیم دیدکه چنین موضوعی به اشکال می‌تواند پذیرفته گردد. مطالعهٔ تکامل بعدی خورشید نشان می‌دهد که « این دستگاه‌حرارت مرکزی» منظومهٔ شمسی، در ده میلیارد سال‌آینده تغییرات عمده حاصل‌خواهد کرد. می‌توان انتظارداشت‌که دراواخراین دوره ، حرارت خورشید به‌حدی زیاد شود که تمام اقیانوس‌ها کلا بخارگردند. وبعداً خورشید دوباره سرد شود واگرآبی‌درسطح زمین‌باقی‌ماند منجمد گردد. بنابراین چنین به‌نظرمی‌رسدکه **کارآینده‌جزرومداقیانوسها به‌کمترازده‌میلیاردسال‌محدوداست‌ودرطی‌این‌مدت قادرنخواهدبود مارا به حداکثرفاصله‌به عقب بکشد.** البته‌وقتی‌اقیانوس‌هاازبین

@karnil
کارنیل

رفتندیاکلا منجمد شدند نه‌فقط جزر ومد پیکرزمین همواره باقی می‌ماند بلکه چون این جزر ومدخیلی کم‌است و اصطکاك کمی حاصل می‌کند ، ماه وضع آیندهٔ خود را در یك‌فاصلهٔ زمانی که ۱۰۰ بار یاحتی‌بیشتر تمدید می‌گردد، دارا خواهد شد .

خورشید نمایش را پایان می‌دهد.

درمطالعه‌ای که از منشأ و تکامل زمین به‌عمل آوردیم ، دیدیم که تمام‌تاریخ‌آن‌باجرم مرکزی منظومهٔمایعنی خورشید بستگی کامل وناگسستنی دارد و نیز دیدیم‌که درتمام آن ایام یعنی هنگامی‌که تغییرات عمده در سطح سیارهٔ ماحادث گردید، خورشید واقعاً بدون تغییر باقی‌مانده است وتشعشعات آن بالاخص بیش از چند درصد تغییر نیافته است ولی از آنجاکه هر چیزی پایانی دارد ، خورشیدماعلی‌رغم منبع داخلی عظیمی‌که دارد ، دیریازودباید سرد شود . مسئلهٔ منبع انرژی خورشید همواره یکی از مسائل مبهم علم‌بوده است ولی حل آن‌فقط درچندسال اخیر امکان پذیر شده است .

اکنون می‌دانیم‌که انرژی تشعشع خورشید مانند انرژی سایر ثوابت نتیجهٔ تبدیل عناصر شیمیایی‌است که‌در درون گرم‌آن پیوسته صورت می‌پذیرد. «کیمیای‌مولد حرارت» که گرمای درون خورشید ازآن است اکنون شناخته شده وآن چیزی جزئیدروژن‌معمولی نیست و «ماحصل احتراق» هلیوم‌می‌باشد که نخستین بار در جو خورشید یافته شده است . تبدیل ئیدروژن به‌هلیوم‌که با آزادشدن انرژی زیراتمی عظیم همراه است ، خودبه‌خود صورت نمی‌گیرد بلکه به بعضی کاتالیزورها احتیاج داردکه در اینجا اتمهای کربن وازت می‌باشند .

مقدار ئیدروژنی که درپیکرخورشید وجود دارد به ۳۵ درصد وزن‌کل آن‌تخمین زده می‌شودواز روی‌میزان‌مصرف لازم برای تأمین تشعشع‌خورشید، چنین استنباط می‌کنیم که **اندوختهٔ این «کیمیای‌مولد حرارت» تقریباً برای ده میلیارد سال دیگر کفایت می‌کند** . مطالعهٔ مشروح دیگری که راجع به جریان داخلی خورشید به عمل آمده است ما را به این نتیجه می‌رساند که نقصان دایم مقدار «سوخت ئیدروژنی» آن فقط « احتراق » شدیدتری را از آنچه اکنون صورت می‌گیرد ، باعث خواهد گردید . به طوری‌که به‌خلاف انتظار ، **خورشید باید قرن به قرن درخشانتر گردد** . البته این افزایش

@karnil
کارنیل

تدریجی فعالیت خورشید خیلی به‌کندی صورت می‌گیرد وچنانچه حساب شده است در تمام مدت دومیلیارد سال معرفةالارضی گذشته ، حرارت سطح زمین را فقط چند درجه بالابرده است . بنابراین درده میلیاردسال بعدی‌که ما را از مرگ خورشید جدا می‌سازد ، افزایش تدریجی درخشندگی پیوسته ادامه خواهدیافت ودراواخراین‌دوره خورشیدتقریباً صدبرابر از اکنون‌درخشنده‌تر خواهد شد. درآن موقع سطح سیارهٔ مابه‌حد حرارت‌آب‌جوش‌گرم خواهدشد وتمام آب اقیانوسها بخار می‌گردد و جوزمین به قدری گرم می‌شودکه‌شاید بیشتر آن به فضـای بین سیارات فرار کند (با بحث فصل چهـارم مقایسه گردد) .

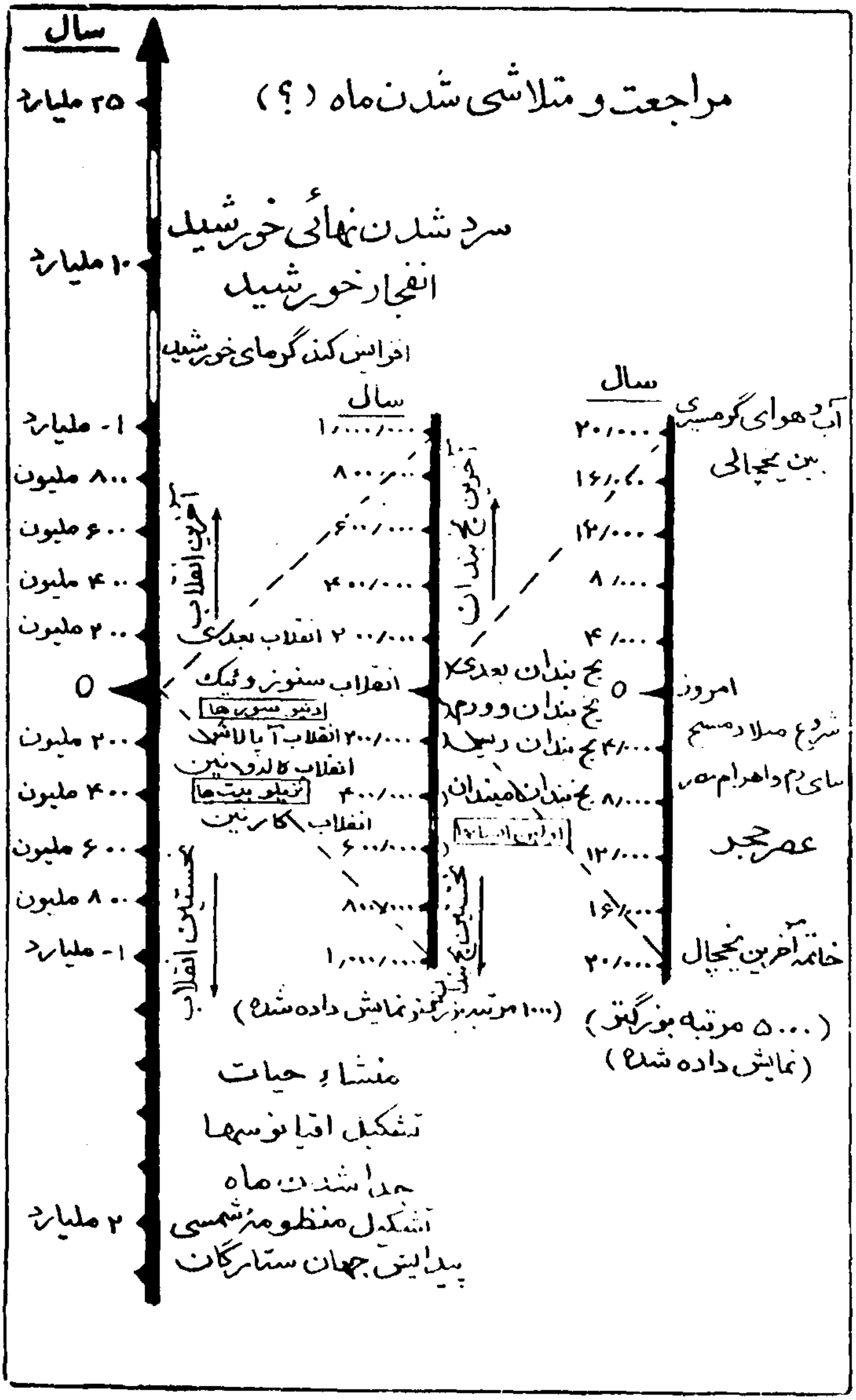
دیگر بقای حیات روی زمین ممکن نخواهد شد وتمام ساکنان آن‌یا بر اثر گرما تلف می‌شوندیا مجبور می‌گردند به‌بعضی‌سیارات دور مهاجرت کنند.البته به‌شرط اینکه موجودات‌آن بسیار باهوش‌باشند ومسئلهٔ ارتباط بین سیارات را حل کنند.

خورشید پس‌ازاین‌کوشش حداکثر ، مانند وضعی‌که یك‌دونده درهنگام رسیدن به‌خط نهایی دارد، وقتی ازآخرین مقدار « کیمیای مولد حرارت » محروم گردید سرانجام به‌سوی بسترمرگ خواهد گرایید .

اخیراً چنین گمان می‌کنند که پیکر عظیم خورشید در این‌مرحلهٔ‌آخر تکاملش حین‌کاهش سریع حرارت، انقباض نسبتاً کامل حاصل خواهد کرد ولی از مطالعاتی که مؤلف درهنگام تهیهٔ‌این‌کتاب به‌عمل آورده است ،چنین معلوم می‌گردد که ، **خورشید حتی هنگامی‌که آخرین کیلومتر راطی‌می‌کند،** یك‌بار دیگر قدرت نمایی‌خواهدکرد و باانفجاری‌که حاصل می‌کند ، آتش‌بازی درخشانی به‌راه خواهد انداخت. درحقیقت ، با تحلیل روشهای فیزیکی می‌توان نشان دادکه‌چنین‌جریانی در مورد هرستارهٔ ثابتی که درحین‌گرایش به‌سوی مرگ، انقباض حاصل می‌کند ، وقوع پیدا می‌کند و **انقباض پیوسته، در مرحله‌ای از مراحل خود ، باید بیك فاجعهٔ ازهم پاشیدگی‌تبدیل‌گردد.** چنین از هم پاشیدگی که به امحا منجر می‌شود ، الزاماً با آزاد شدن آنی آخرین‌منبع‌انرژی‌داخلی همراه‌خواهدبودوستاره‌هاباچنان درخشندگی‌منفجر خواهند شدکه‌صدها یاهزارها وحتی درموردستاره‌های خیلی سنگین‌میلیاردها برابردرخشندگی‌معمولی‌خواهدبود ولی این‌کوشش آخرین ، فقط چندروزی

@karnil

کارنیل



شکل ۶۲: نقشه مقایسه حوادث گذشته و آینده . دو ستون سمت راست که سوانح ۱۰ مشروحاً نشان می‌دهد به منظور توضیح جزئیات رسم شده‌اند .

@karnil
کارنیل

بیش‌طول نمی‌کشد وستاره پس از انفجار ، باسرعت کمتری به سوی حالت خاموشی غایی رهسپار خواهد شد و به‌صورت جرم سماوی بی‌جانی درخواهد آمد. این گونه انفجارکه به‌نام پدیدهٔ **نـووا** و **سوپرنووا** شناخته شده است غـالبا در بسیاری از ستارگان آسمان دیـده شده است . طبیعی است چنین سرنوشتی نیز در انتظار خورشید ما می‌باشد ولی از آنجاکـه خورشید ، در بحبوحهٔ فعالیت است و چنانکه اشاره کردیم ، مملوازه کیمیای مولدحرارت است ، العق هنوز مدت زیادی به‌زندگی ادامه خواهد داد . وقتی سر انجام در سال ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ازهم پاشیدگـی آن صورت بگیرد ، احتمـال دارد انفجار تشعشع آن نه فقط زمین بلکه سایـر سیارات دورتر را نیز ذوب کند . چند سال بعد که «دود انفجار» از بین می‌رود خواهیم دید که خورشید مختضر ،از سیارات خانوادهٔ خودکه به‌سرعت سرد می‌شوند، احاطه شده است . درآن موقع برای تماشای‌این‌منظرهٔ غم انگیز ناظری‌وجودنخواهد داشت زیرا اگر زندگی تاآن زمان‌حتی‌در بعضی سیارات ادامه داشته‌باشد، بر اثر انفجار نهایی خورشیدی‌که آنها را به‌وجودآورده ومیلیاردها سال ازآنها توجه نموده است ، ازبین خواهد رفت .

نتیجه

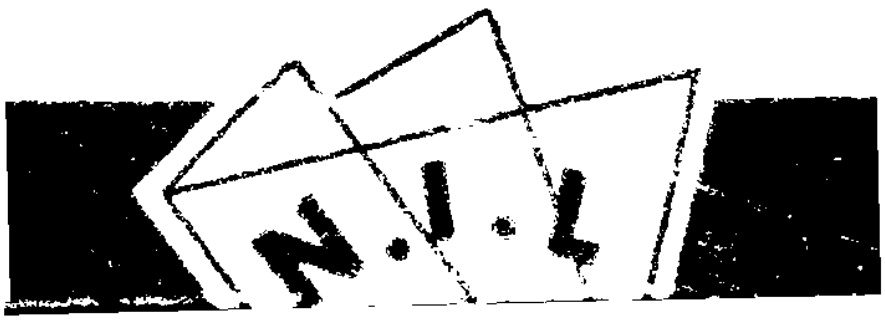
خوانندهٔ محترم‌که کتاب حاضر را مطالعه کرده است ، قاعدتاً تصور قابل فهمی از تکامل‌کشتی‌کیهانی ما یعنی زمین به‌دست‌آورده است وملاحظه کرده است که‌چگونه زمین ازآغاز وجودش، تحت تأثیر یك ستارهٔ راهگذر به صورت قطعه‌ای گاز وسپس‌تکه‌ای‌مذاب ازخورشید جوان جداشده‌وسرانجام براثر یك‌انفجارمایوسانه والد محتضرش مجدداً‌ذوب خواهدگردید. به‌منظور رفع خستگی‌ازخوانندگان‌کتاب، درصفحهٔ۲۱۵ نقشه‌ای متضمن خلاصهٔ‌حوادث مهم تاریخ گذشته وآینده زمین رسم کرده‌ایم . این نقشه ممکن است اهمیت تاریخ بشریت را ، در عین مقایسه بایك چنین قطعه‌ای از موادکیهانی یعنی زمین کوچك‌ما ، خاطر نشان سازد .

@karnil

کارنیل
karnil.com

کتابهای دکتر ژرژ گاموف که تاکنون
به فارسی ترجمه و نشر شده است ،
عبارتند از :

پیدایش و مرگ خورشید ، ترجمهٔ احمد آرام
یك، دو، سه، بینهایت، ترجمهٔ احمد بیرشك
ماده ، زمین و آسمان ، ترجمهٔ رضا اقصی
سرگذشت فیزیك ، ترجمهٔ رضا اقصی
آفرینش جهان ، ترجمهٔ رضا اقصی



آیا می دونستید لذت مطالعه و درصد یادگیری با کتاب های چاپی بیشتره؟

کارنیل (محبوب ترین شبکه موفقیت ایران) بهترین کتاب های موفقیت فردی رو برای همه ایرانیان تهیه کرده

از طریق لینک زیر به کتاب ها دسترسی خواهید داشت

www.karnil.com

با کارنیل موفقیت سادست، منتظر شما هستیم

Karnil Karnil.com