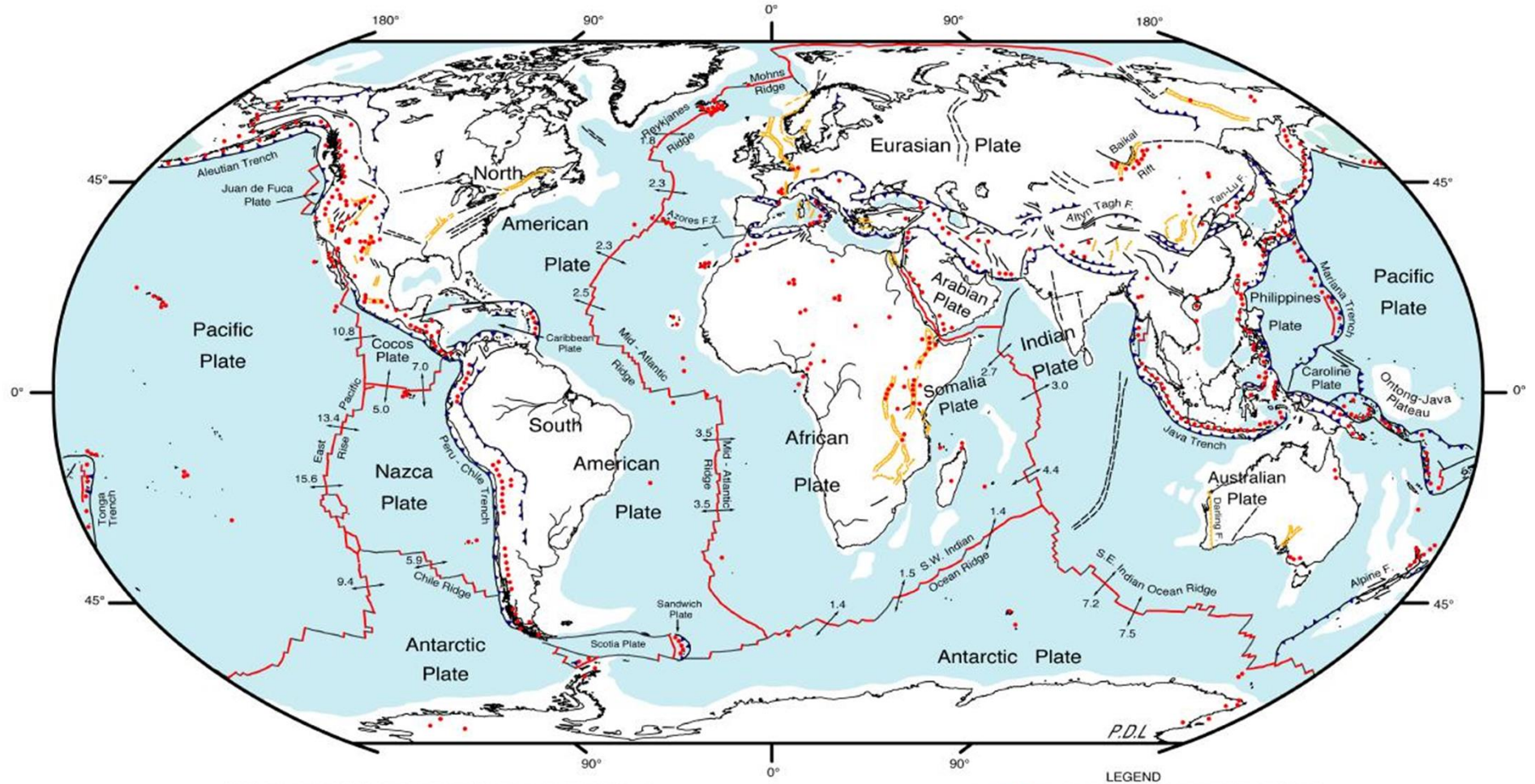
جابجایی قاره ها

Continental Drift

Plate map of the world



DIGITAL TECTONIC ACTIVITY MAP OF THE EARTH
Tectonism and Volcanism of the Last One Million Years

DTAM

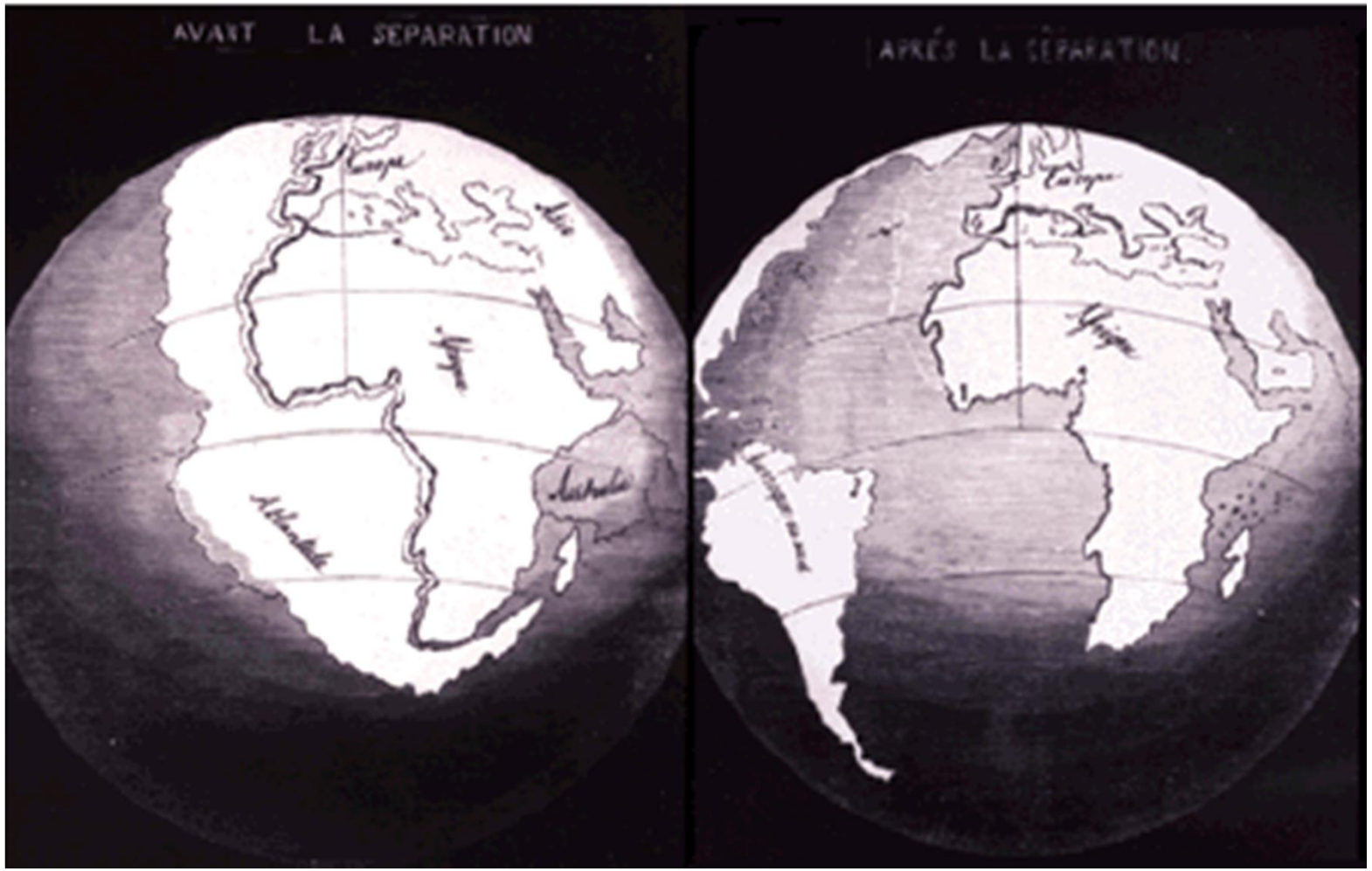
NASA/Goddard Space Flight Center
Greenbelt, Maryland 20771

Robinson Projection
Mainly oceanic crust
October 1998

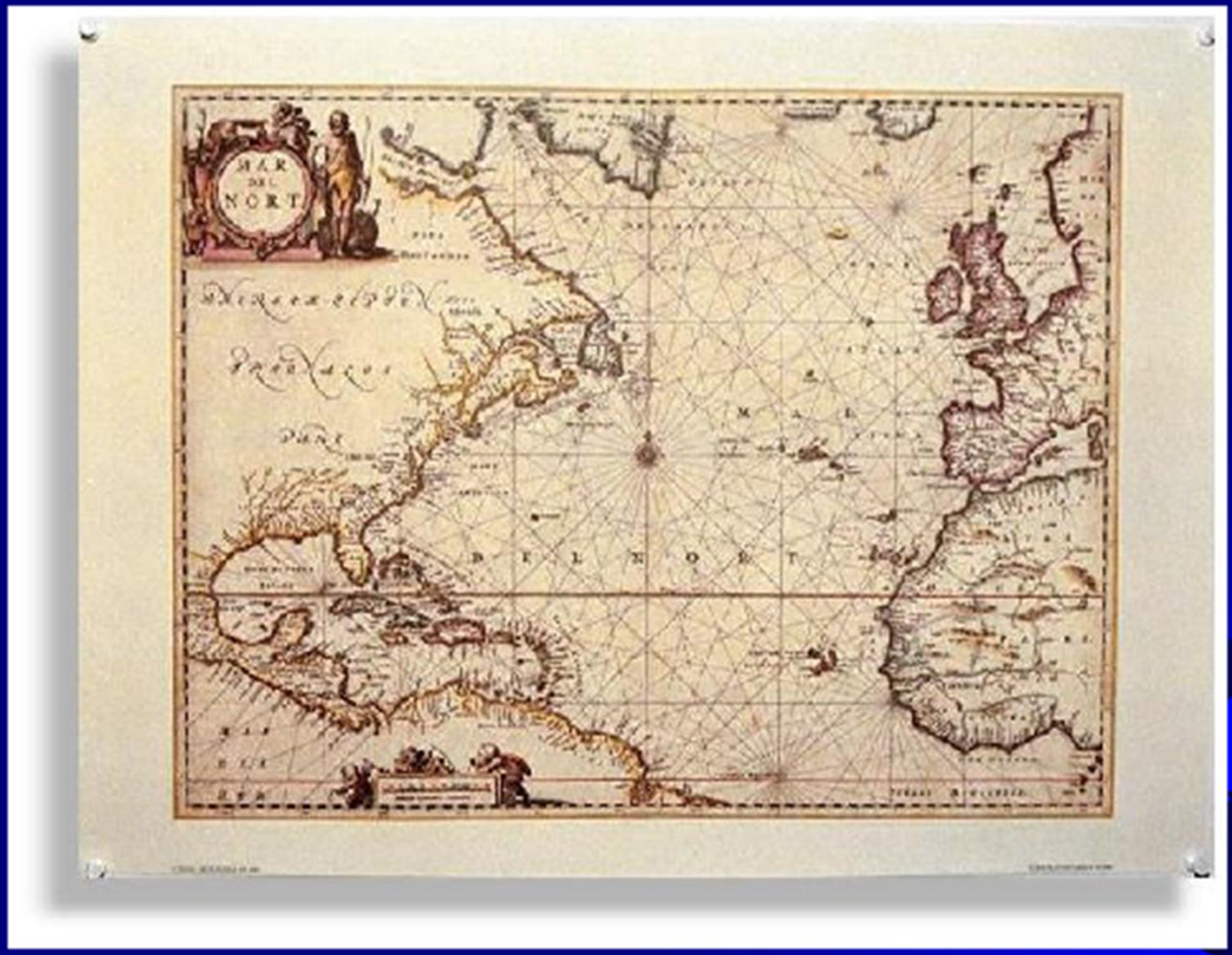
LEGEND

- Actively-spreading ridges and transform faults
- Total spreading rate, cm/year, NUVEL-1 model (DeMets et al., Geophys. J. International, 101, 425, 1990)
- Major active fault or fault zone; dashed where nature, location, or activity uncertain
- Normal fault or rift; hachures on downthrown side
- Reverse fault (overthrust, subduction zones); generalized; barbs on upthrown side
- Volcanic centers active within the last one million years; generalized. Minor basaltic centers and seamounts omitted.

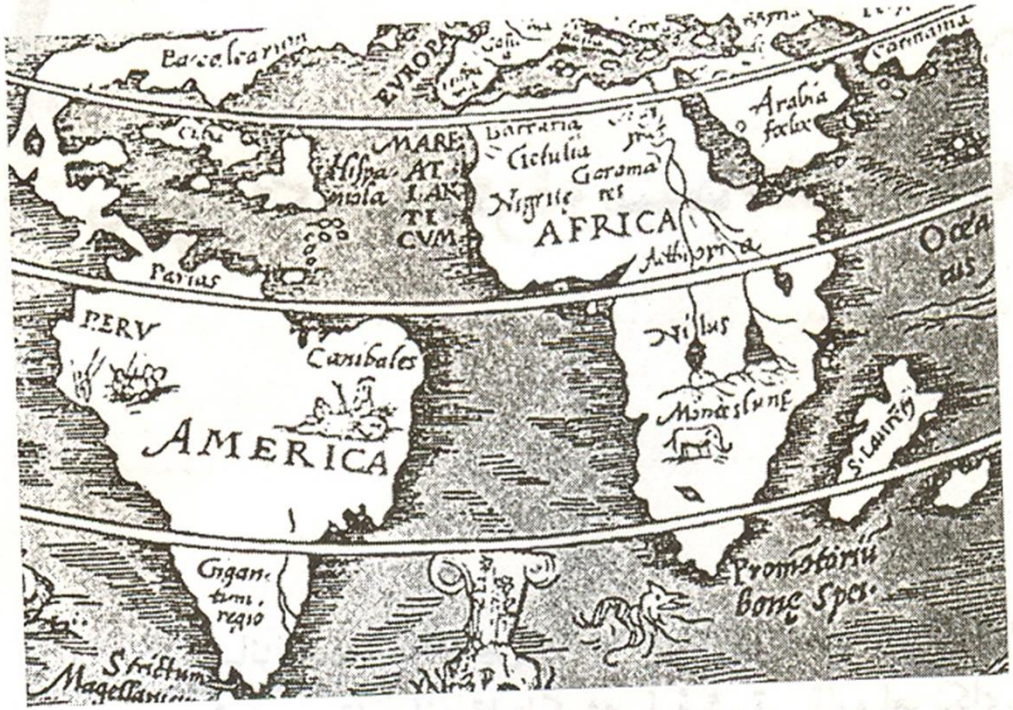
G221.001


AVANT LA SEPARATION
APRÉS LA SÉPARATION

Map from 1650

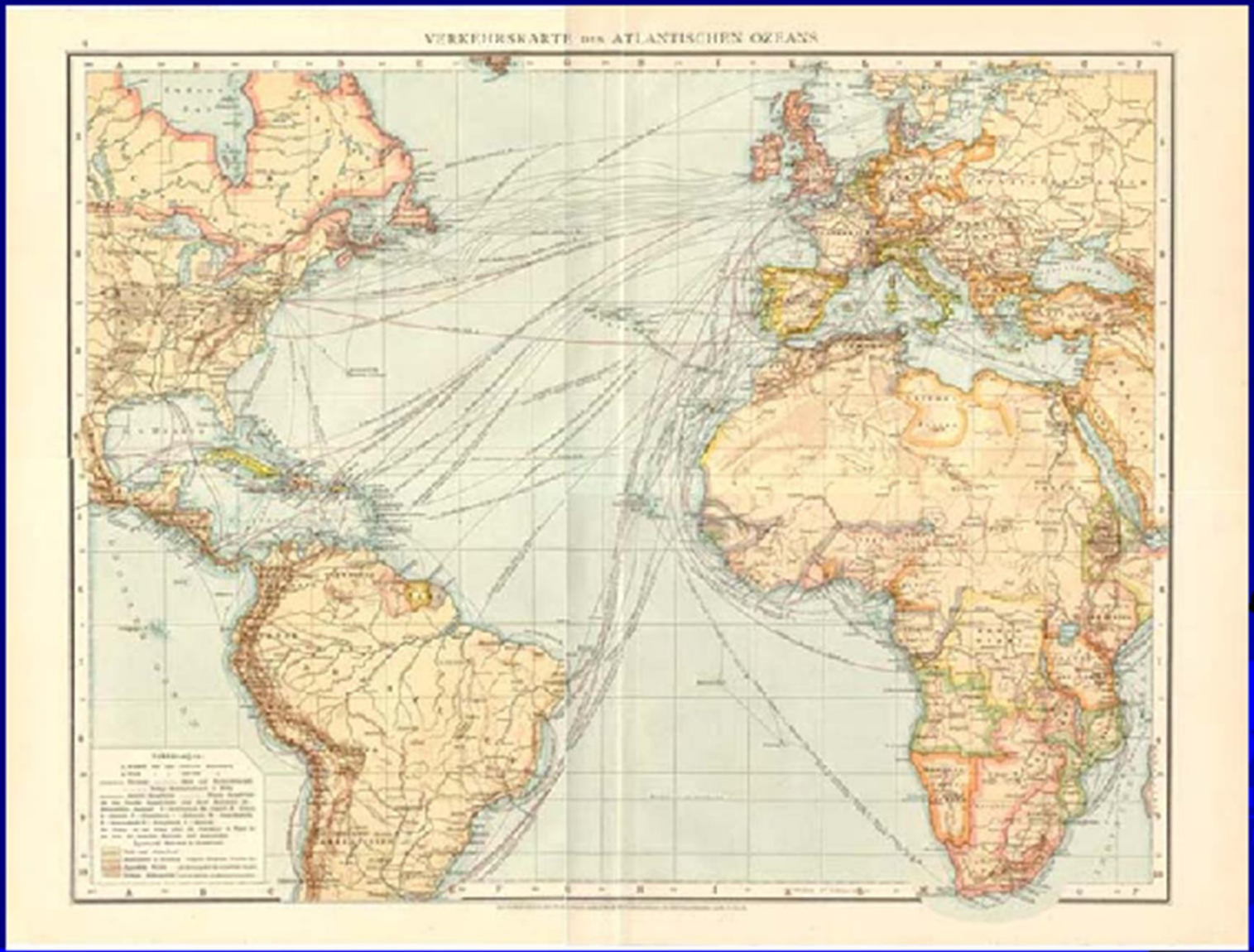


Map from 1676



شکل ۱-۱. نخستین نقشهٔ نسبتاً دقیق جهان که در سال ۱۵۴۵ تهیه شد و در آن، جورشدگی حاشیهٔ دو قارهٔ آفریقا و آمریکای جنوبی، آشکارا قابل تشخیص است.

Map from 1893



Modern Day Map

Alfred Wegener

- Most people thought the complementary shapes were coincidence. Alfred Wegener was an exception who sought more evidence that the continents had been joined. He found it in the rocks & fossils and proposed the hypothesis of Continental Drift.

Continental Drift

- Austrian scientist, Eduard Suess, put the southern continents together as Gondwanaland by the late 19th century
- Alfred Wegener, a german meteorologist, uses similarity in structures found on different continents to put them together into Pangaea, which had split apart via *continental drift*
  - Doesn't have a good mechanism for the drifting, so his idea is shot down

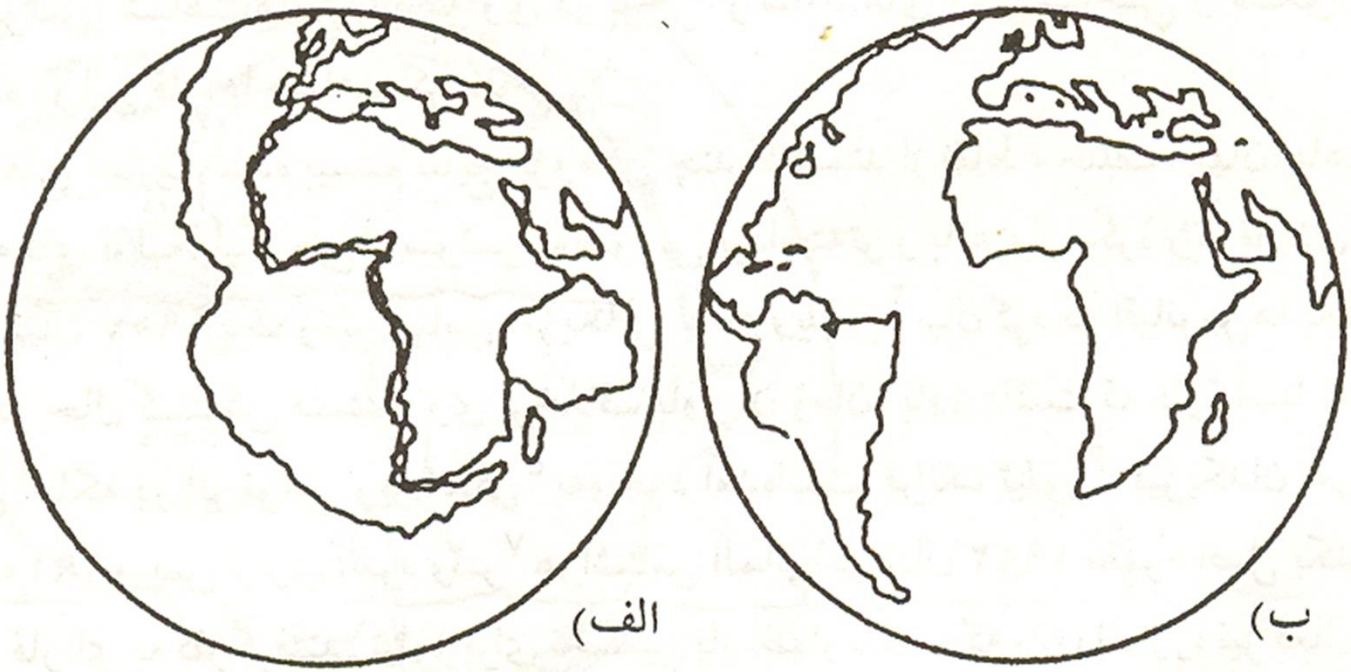
جدایش قاره ها

- بازسازی قاره ها
- شواهد زمین شناسی جدایش قاره ها
- شناخت آب و هوای دیرینه
- شواهد دیرینه شناسی
- مغناطیس دیرینه

بازسازی قاره ها

- بازسازی هندسی قاره ها

- بازسازی قاره ها با روشهای کامپیوتری
- و در نظر گرفتن قطبهای چرخش قاره ها
- بهترین عمق برای انطباق حاشیه قاره ها



شکل ۱ـ۲. نقشهٔ بازسازی قاره‌ها از پلیگرینی . الف) پیش از جداشدن، ب) پس از جداشدن (اقتباس از کری و واین، ۱۹۹۶).

بازسازی قاره ها

- بازسازی هندسی قاره ها

- بازسازی قاره های اطراف اقیانوس اطلس
- عمل انطباق با استفاده از بهترین قطب چرخش توسط بولارد
- باز شدن اقیانوس اطلس شمالی در 180 میلیون سال قبل و اقیانوس اطلس جنوبی در 135 میلیون سال قبل
- تغییر قطب چرخش اطلس شمالی و جنوبی در 80 میلیون سال قبل

شواهد زمین شناسی جدایش قاره ها

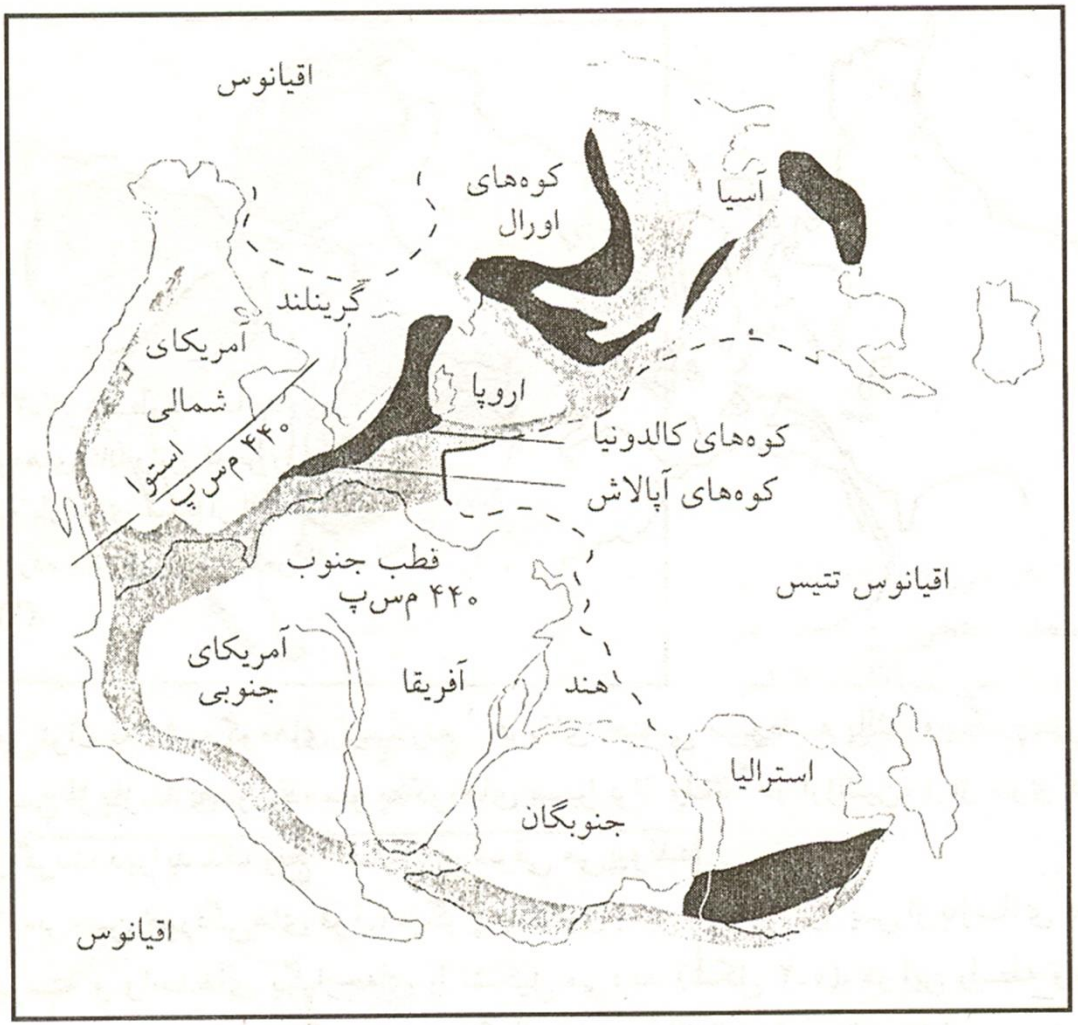
الف- کمربندهای چین خورده

استمرار کمربندهای چین خورده پالئوزوئیک وآپالاشین در طول قاره های متفاوت

شباهت نهشته های کمربندهای چین خورده

ب- ایالتهای سنی

انطباق سنی سنگهای حاشیه قاره ها



کمربندهای کوه‌های قدیمی‌تر از ۲۶۰ م‌س‌پ

جوان‌تر

قدیمی‌تر

شواهد زمین شناسی جدایش قاره ها

پ- ایالتهای آذرین

ادامه یافتن سنگهای آذرین یکسان در قاره های مختلف

ت- مقاطع چینه شناسی

انطباق مقاطع چینه شناسی در قاره های مجاور

ث- ایالتهای فلز زایی

ادامه یافتن کانسارها در قاره های مجاور

Pangaea

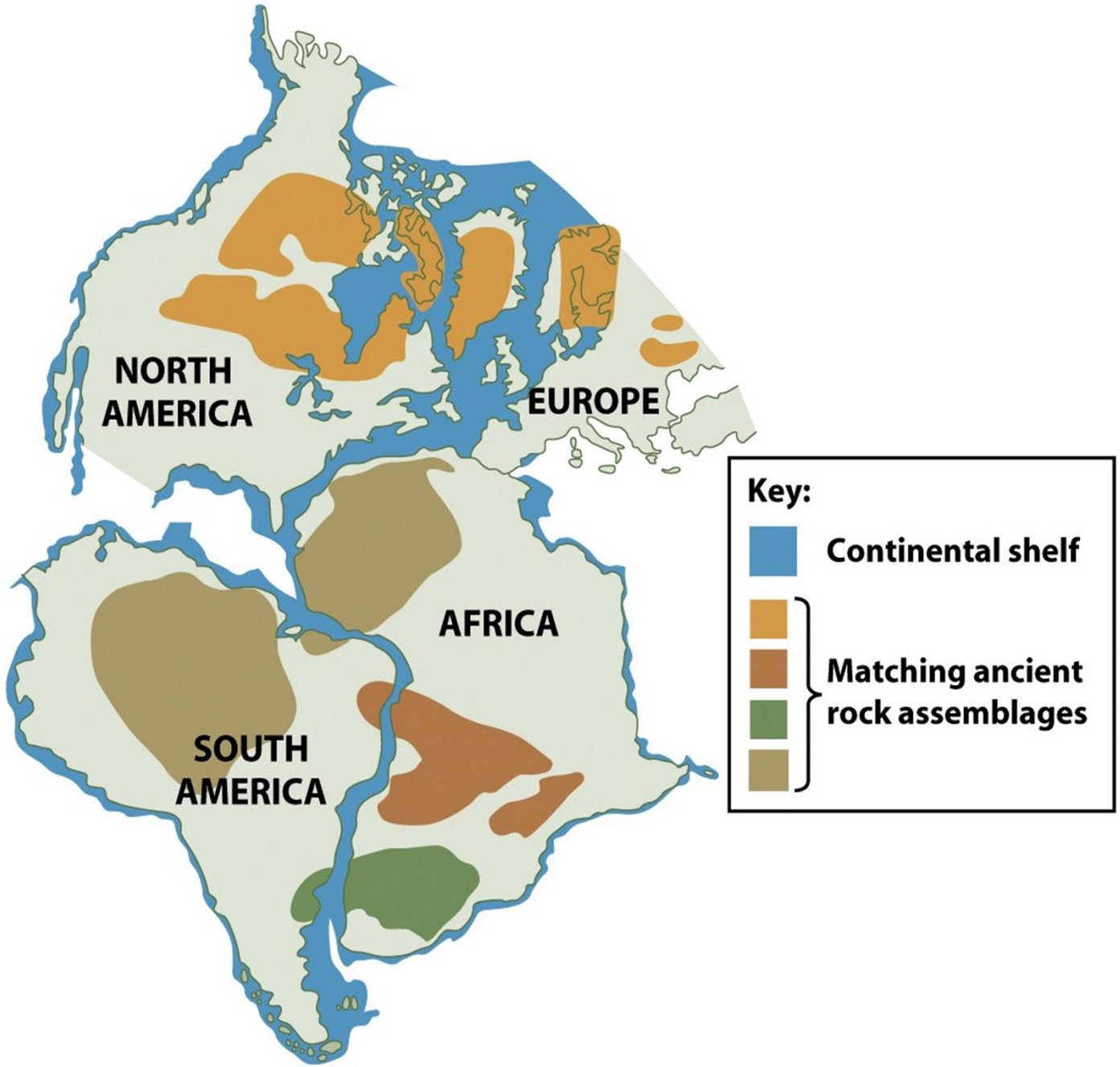
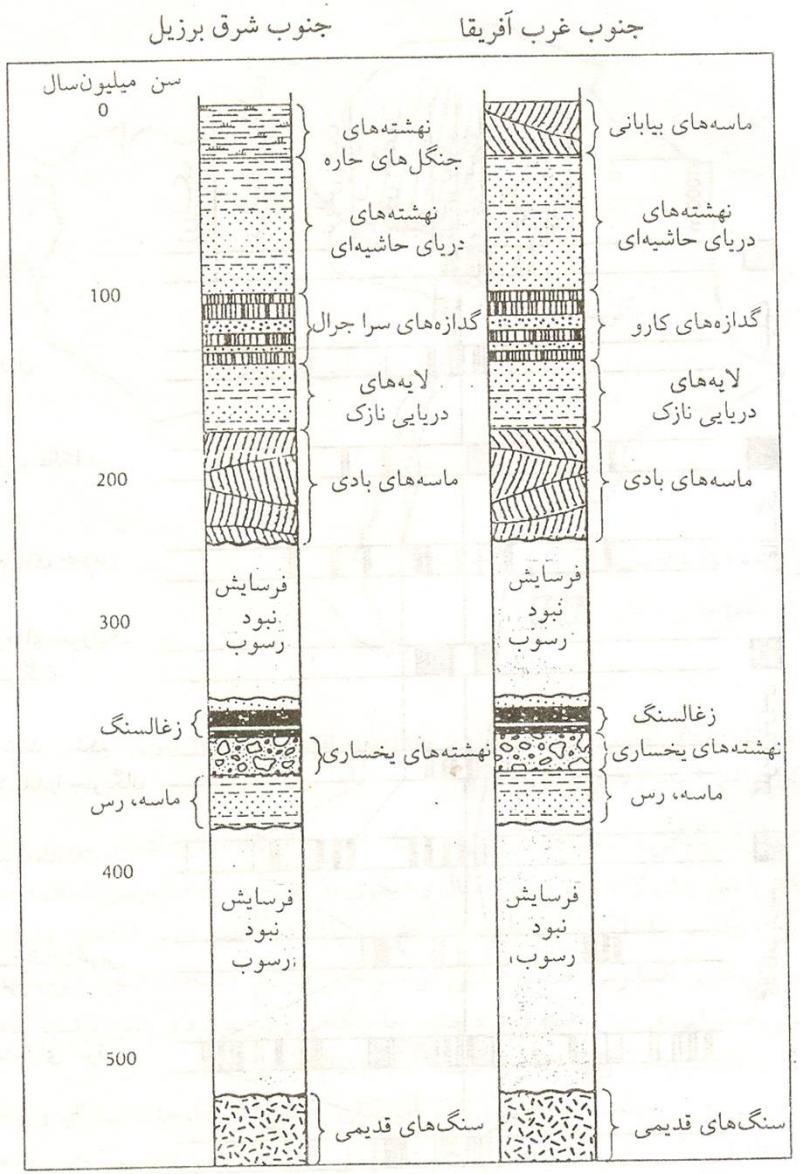
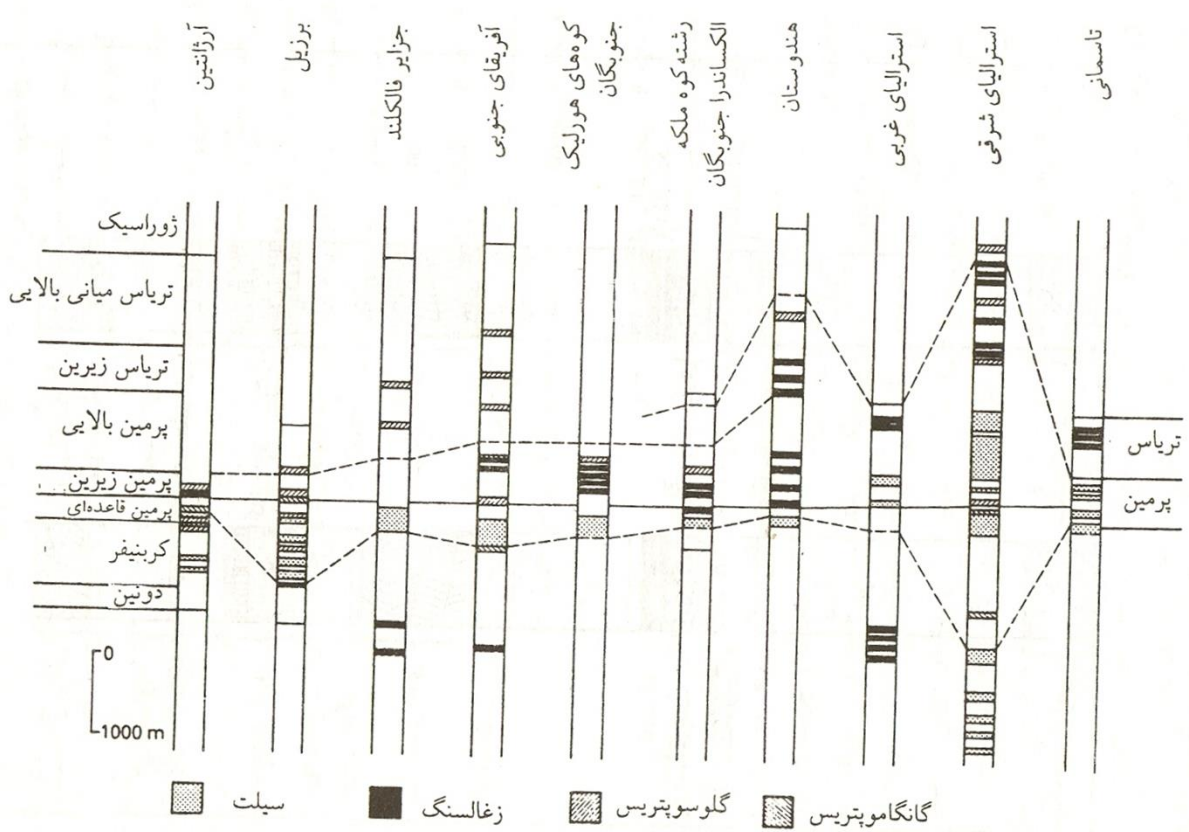


Figure 2-1
Understanding Earth, Fifth Edition
© 2007 W. H. Freeman and Company



شکل ۲-۱۲. ستون عمومی چینه‌شناختی سنگ‌های جنوب شرق برزیل و جنوب غرب آفریقا. به شباهت بسیار زیاد مقطع‌ها توجه کنید



شکل ۲-۱۱. تطابق چینه‌شناختی خشکیهای ابرقارهٔ گندوانا (اقتباس از کری و واین، ۱۹۹۶).

شناخت آب و هوای دیرینه

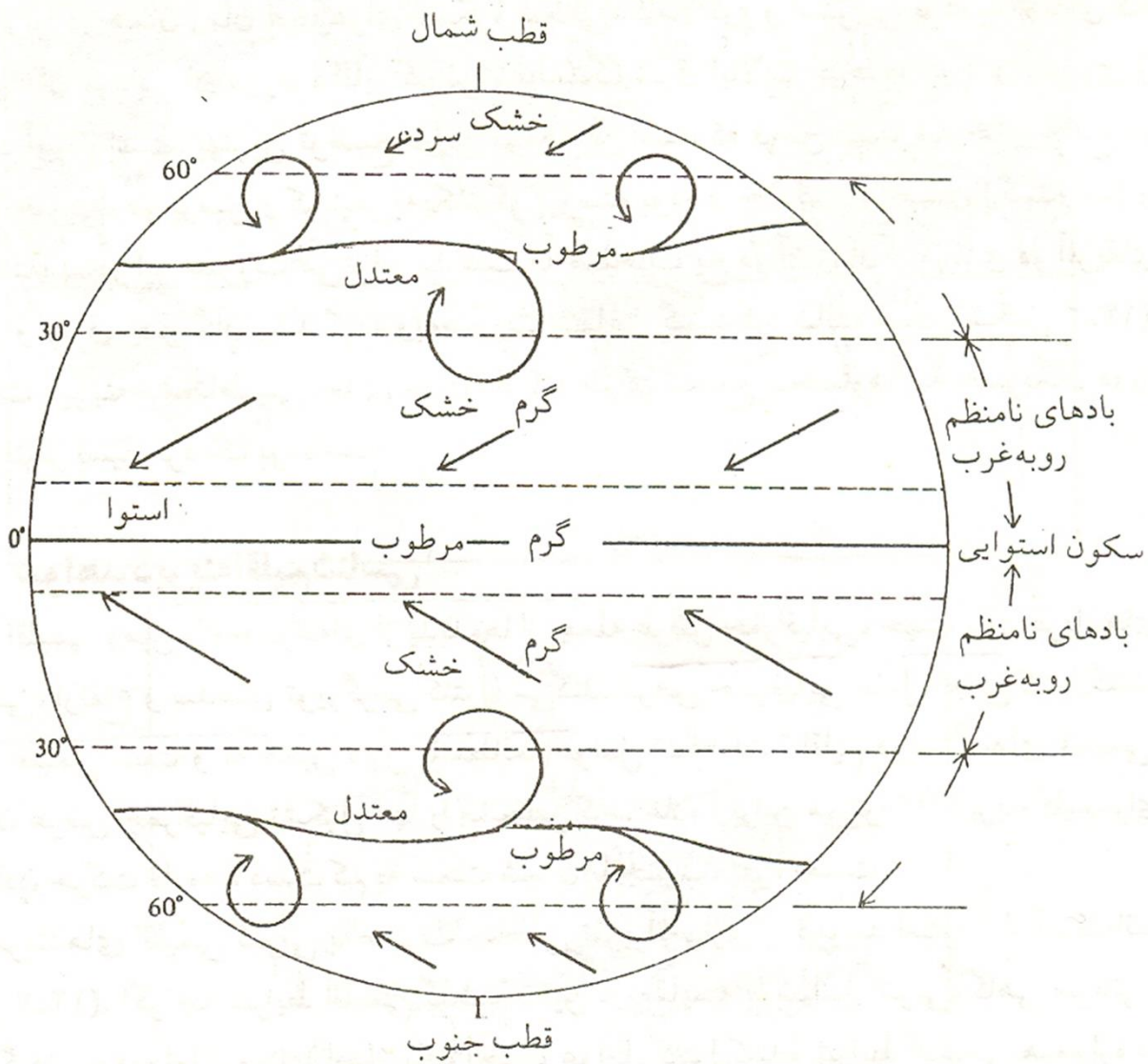
- شناخت وضعیت آب و هوای دیرینه برای تشخیص عرض جغرافیایی دیرینه قاره ها
- ممیزهای مهم آب و هوایی

الف- نهشته های کربناته و ریفها

در آبهای گرم و دمای 25 تا 30 درجه

ب- تبخیریها

نواحی گرم و خشک با تبخیر شدید، عرضهای 10 تا 40 درجه



شکل ۲ـ۱۴. کمربندهای اقلیمی و جهت بادهای غالب کنونی (اقتباس از سیفرت و سیرکین ۱۹۷۲).

شناخت آب و هوای دیرینه

پ- رسوبات قرمز

آرکوز، ماسه سنگ، شیل و کنگلومرا با کانی هماتیت

درشرایط اکسیدان با مقدار کافی آهن، عرض 30 درجه

ت- زغال و نفت

وجود بقایای مواد آلی، آب و هوای گرم و مرطوب، عرضهای کمتر از 30 درجه

شناخت آب و هوای دیرینه

ث- فسفریت

حدود عرض 45 درجه، جایی که جریانهای دریایی آبهای غنی از مواد غذایی را به سطح می آورند

ج- بوکسیت و لاتریت

در محیطهای به شدت اکسیدان و درآب و هوای گرم تا نیمه گرم

شناخت آب و هوای دیرینه

چ- رسوبات صحرایی

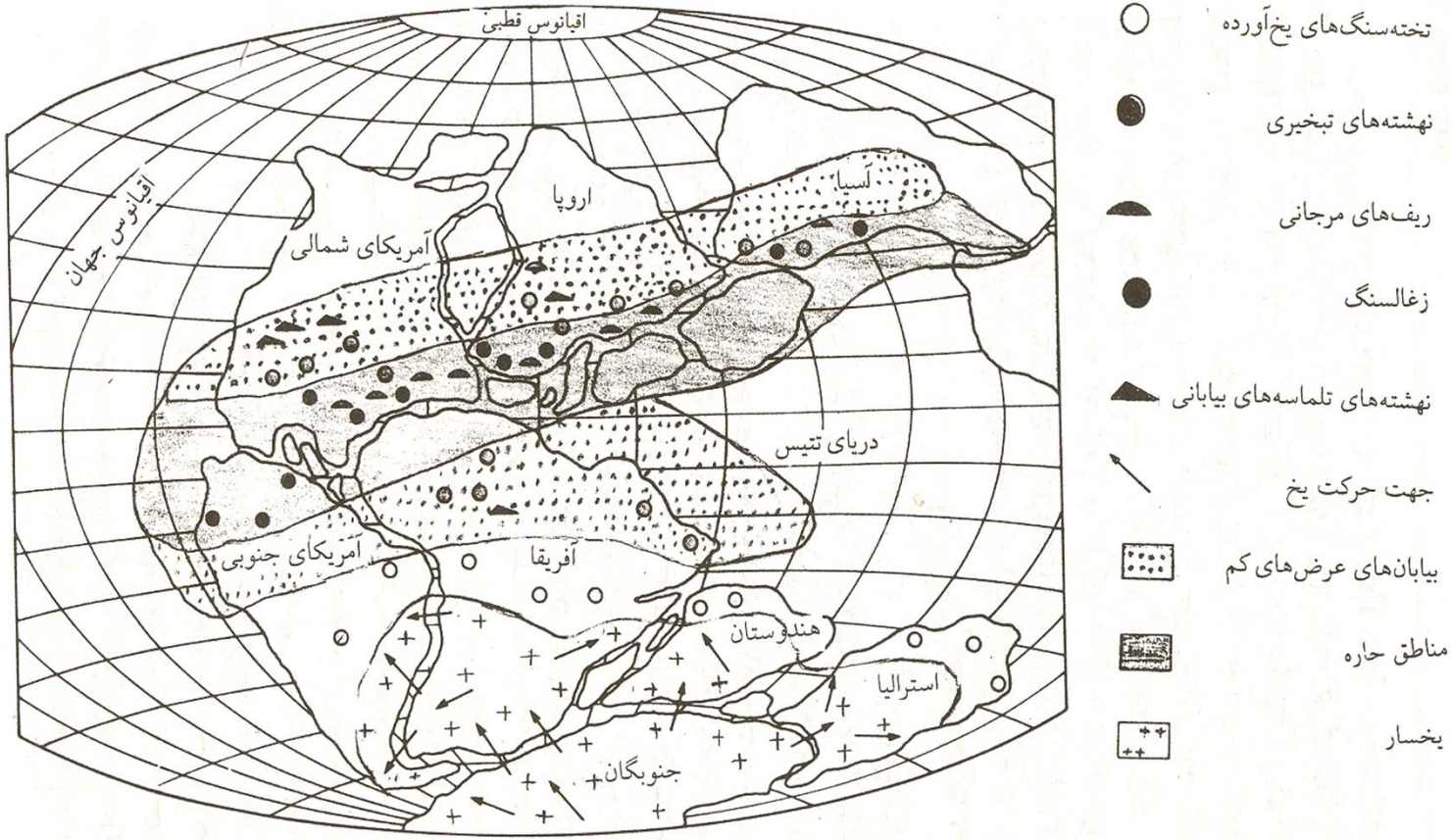
در مناطق صحرایی سرد و گرم، تعیین جهت باد

ح- رسوبات یخچالی

ازقطب تا حداکثر 60 درجه عرض جغرافیایی

- تخمین دمای دیرینه زمین با اندازه گیری ایزوتوپهای اکسیژن

- تغییر عرض جغرافیایی قاره ها بر اساس شواهد فوق



شکل ۲ـ۱۶. شواهد دیرینه‌اقلیمی رانه قاره‌ای به‌دست آمده از توزیع زغالسنگ‌ها، ماسه‌سنگ‌های بیابانی، سنگ نمک، ماسه بادی، نهشته‌های گچ و نهشته‌های یخساری. توزیع این نهشته‌ها شرایط اقلیمی خاصی را برای زمان تشکیل هرکدام از آنها نشان می‌دهد و اگر فرض شود قاره‌ها به هم پیوسته بوده‌اند، به‌خوبی توجیه می‌شود (اقتباس از هامبلین، ۱۹۸۹).

Other geologic evidence

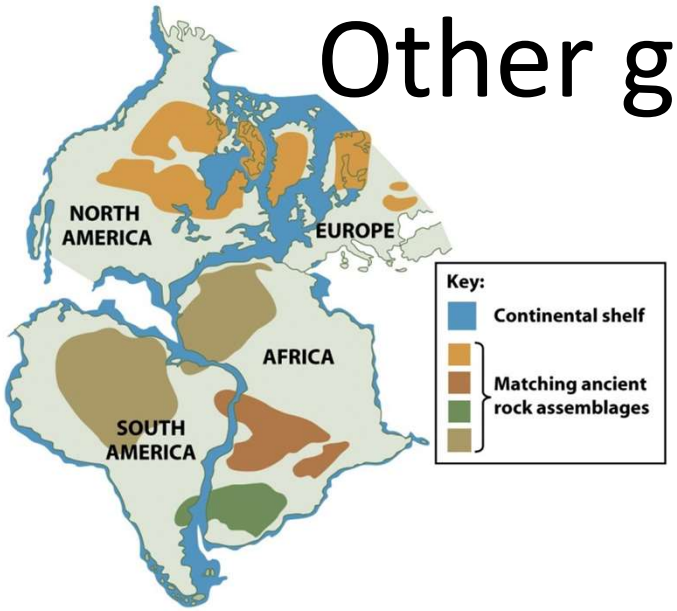
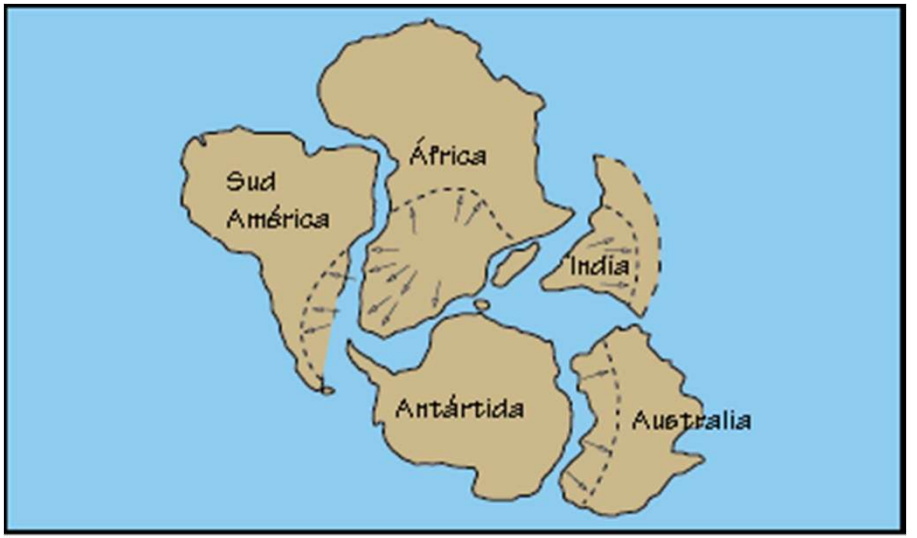


Figure 2-1
Understanding Earth, Fifth Edition
© 2007 W. H. Freeman and Company

- Similar crystalline rocks found on the continents on opposite sides of the Atlantic



- Glacial deposits from 300 mya can be found on S. America, Africa, India and Australia - the continents that made up Gondwanaland

- Skeptics still needed a mechanism

More info at:
http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/historical.html

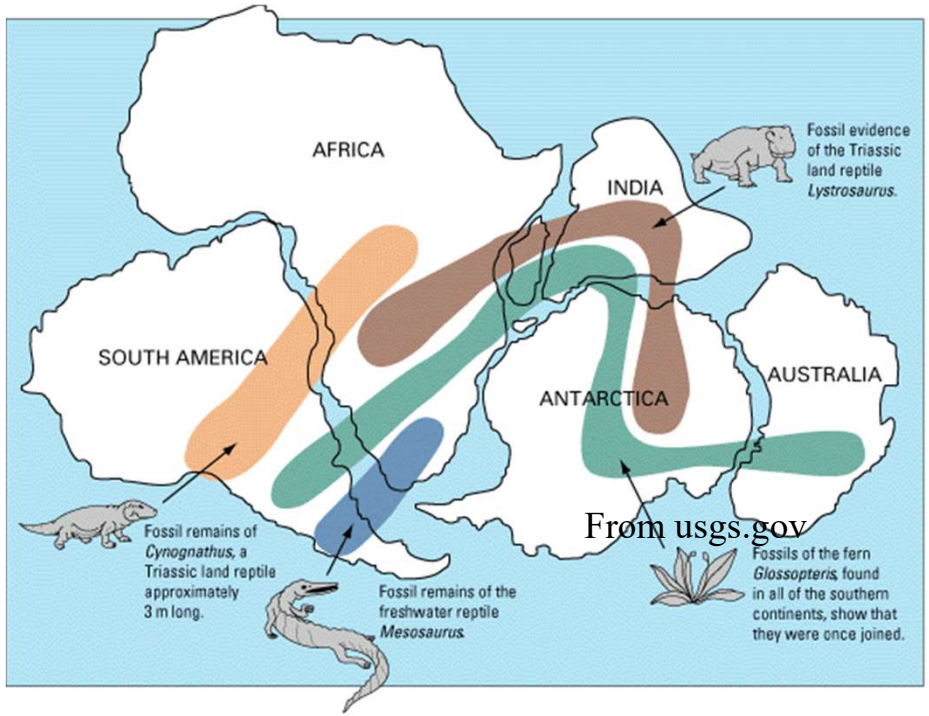
شواهد دیرینه شناسی

- انتشار دیرینه تتراپودها و بقایای مزوزوروس بعنوان شاهدی بر یکپارچه بودن قاره ها در گذشته
- تعیین محدوده گسترش جانوران قدیمی
- کنترل تنوع گونه های جانوری و گیاهی در اثر جابجایی قاره ها

Continental Drift

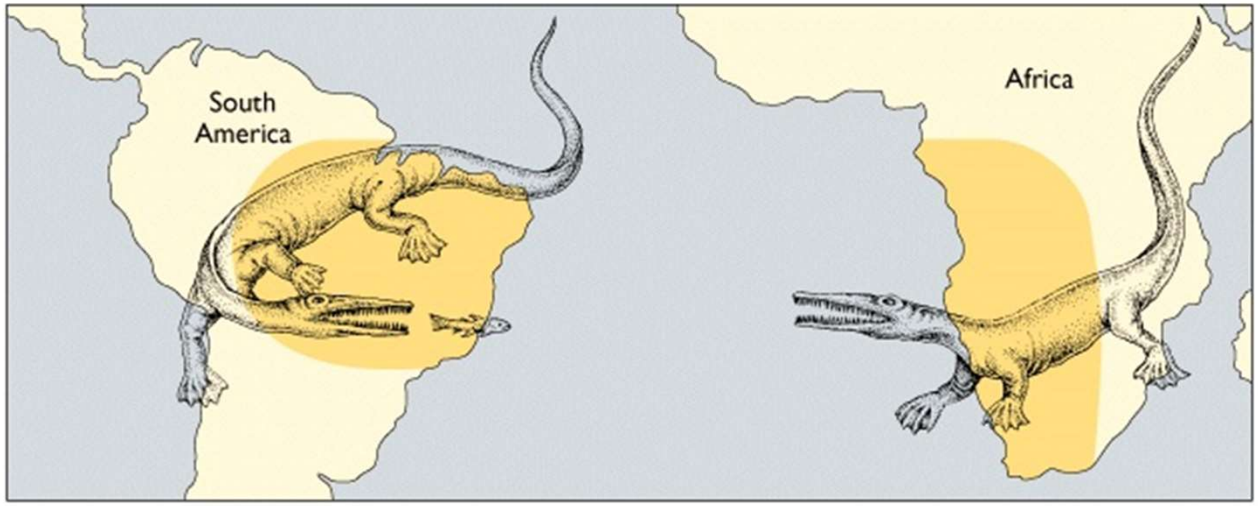
The idea that the continents had moved across the globe, or that their position was not fixed

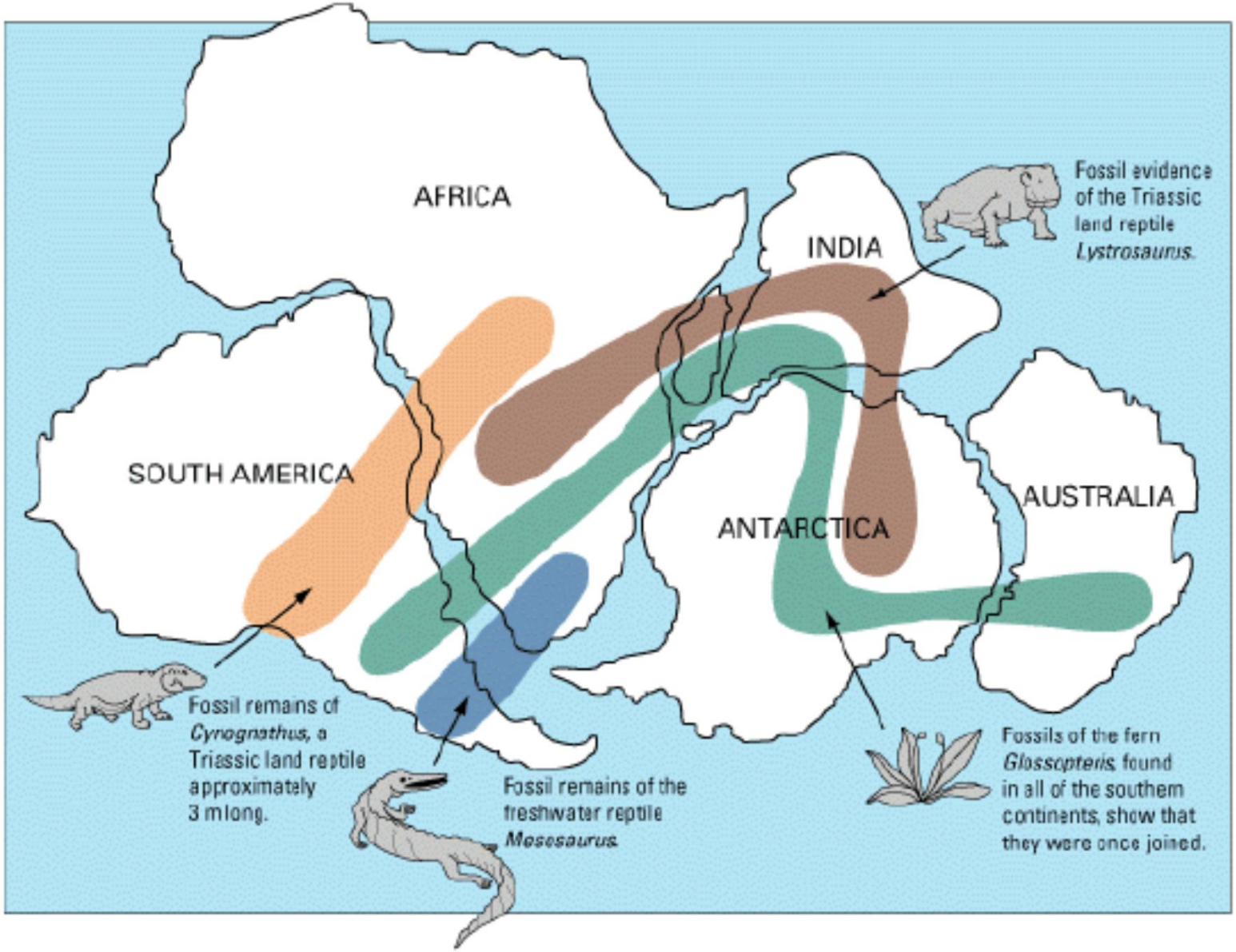
- For example, mesosaurus fossils - found only in a small areas in S. Africa, Argentina, and Chile.
- Some scientists still advocated Wegener's ideas, and searched for ways to validate them

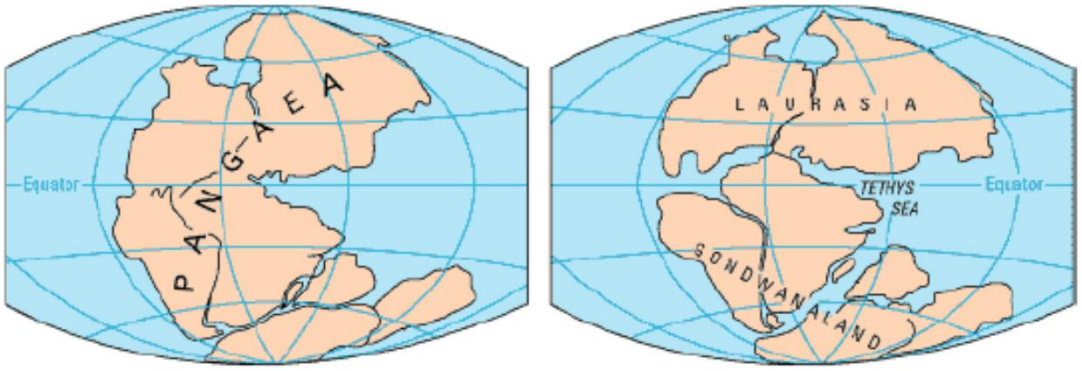


From usgs.gov

- Wegner's theory was that about 180 million years ago, Pangaea began to break up into separate continents. To back this theory up, he perserved remains and evidence from ancient animals and plants from South America, Africa, India, and Australia that were almost identical.

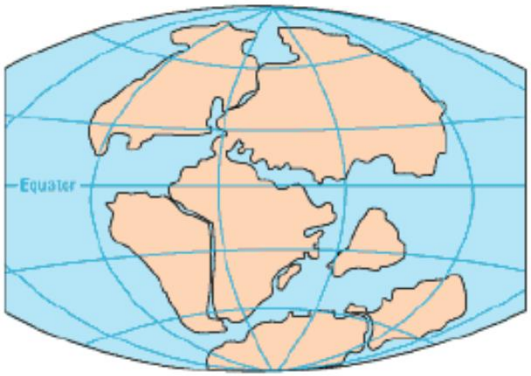



AFRICA
INDIA
SOUTH AMERICA
AUSTRALIA
ANTARCTICA
Fossil evidence of the Triassic land reptile *Lystrosaurus*.
Fossil remains of *Cynognathus*, a Triassic land reptile approximately 3 m long.
Fossil remains of the freshwater reptile *Mesosaurus*.
Fossils of the fern *Glossopteris* found in all of the southern continents, show that they were once joined.

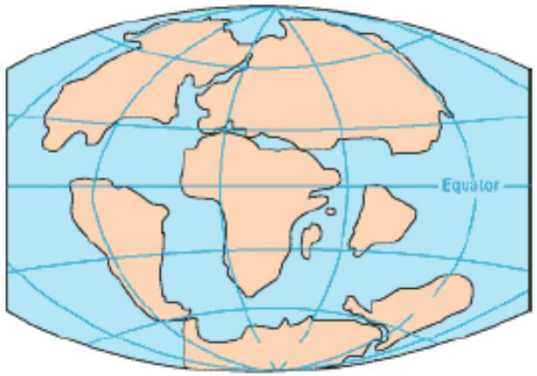


PERMIAN
225 million years ago

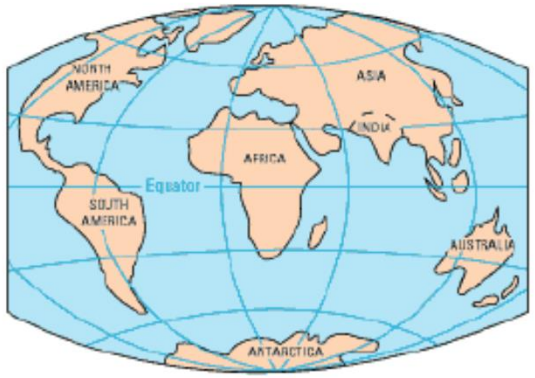
TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY

مغناطیس دیرینه

- میدان مغناطیسی زمین در حال و گذشته

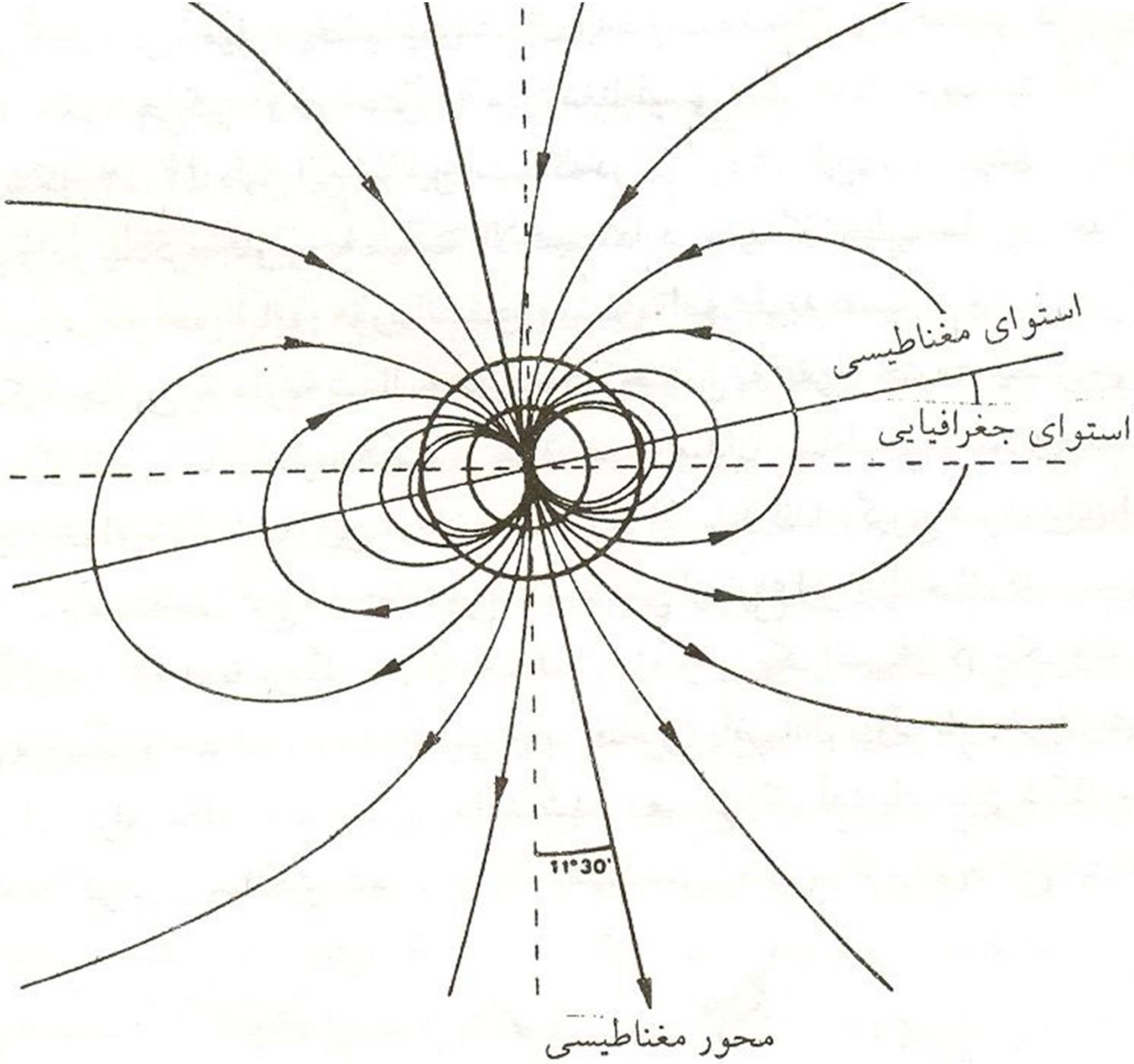
- منشأ میدان مغناطیسی زمین

- شدت، جهت و زاویه میل مغناطیس /زاویه انحراف

- رابطه عرض جغرافیایی با زاویه میل

$\tan\phi = \frac{1}{2} \tan I$

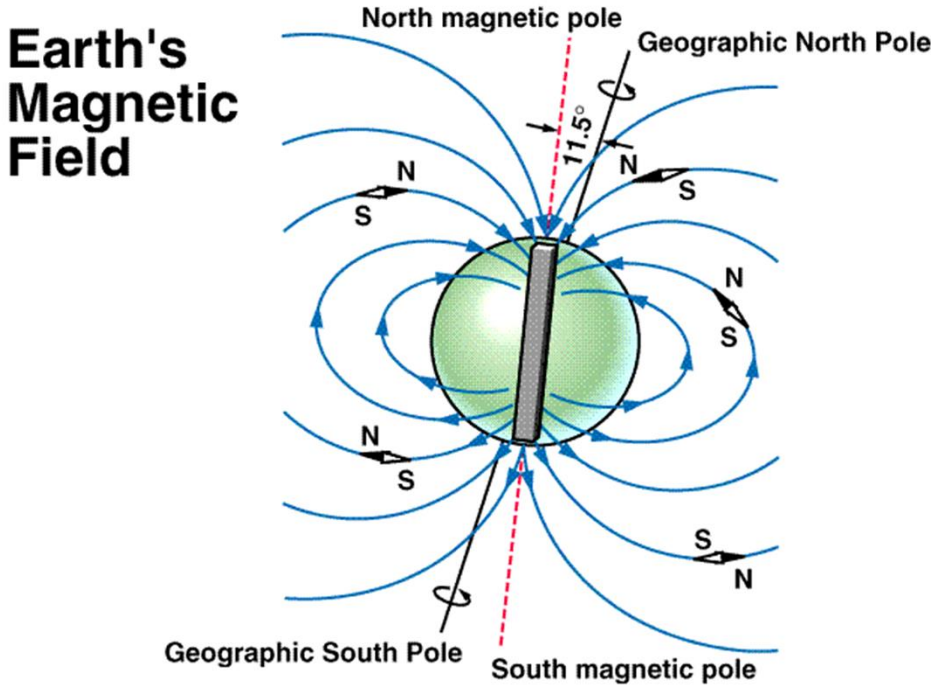
ϕ عرض جغرافیایی I زاویه میل


استوای مغناطیسی
استوای جغرافیایی
11°30'
محور مغناطیسی

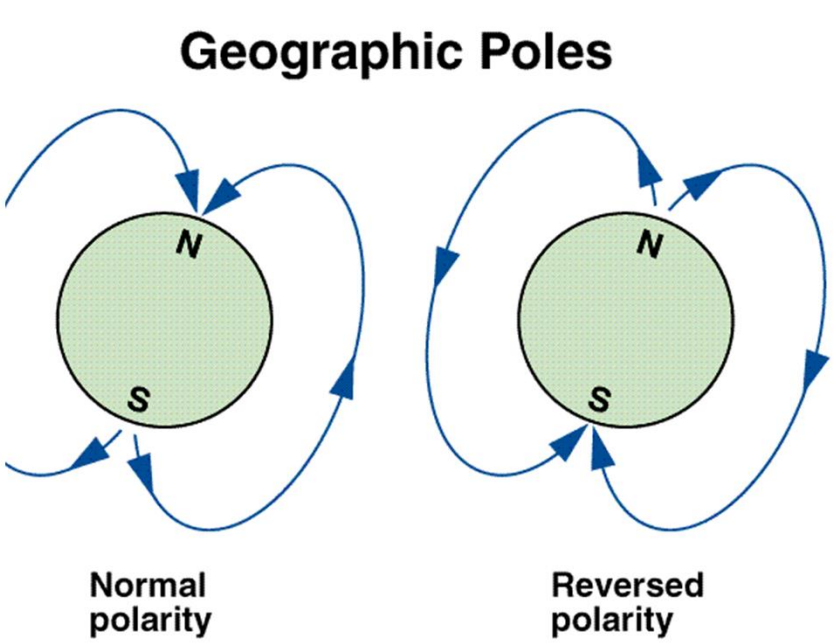
Earth's Interior

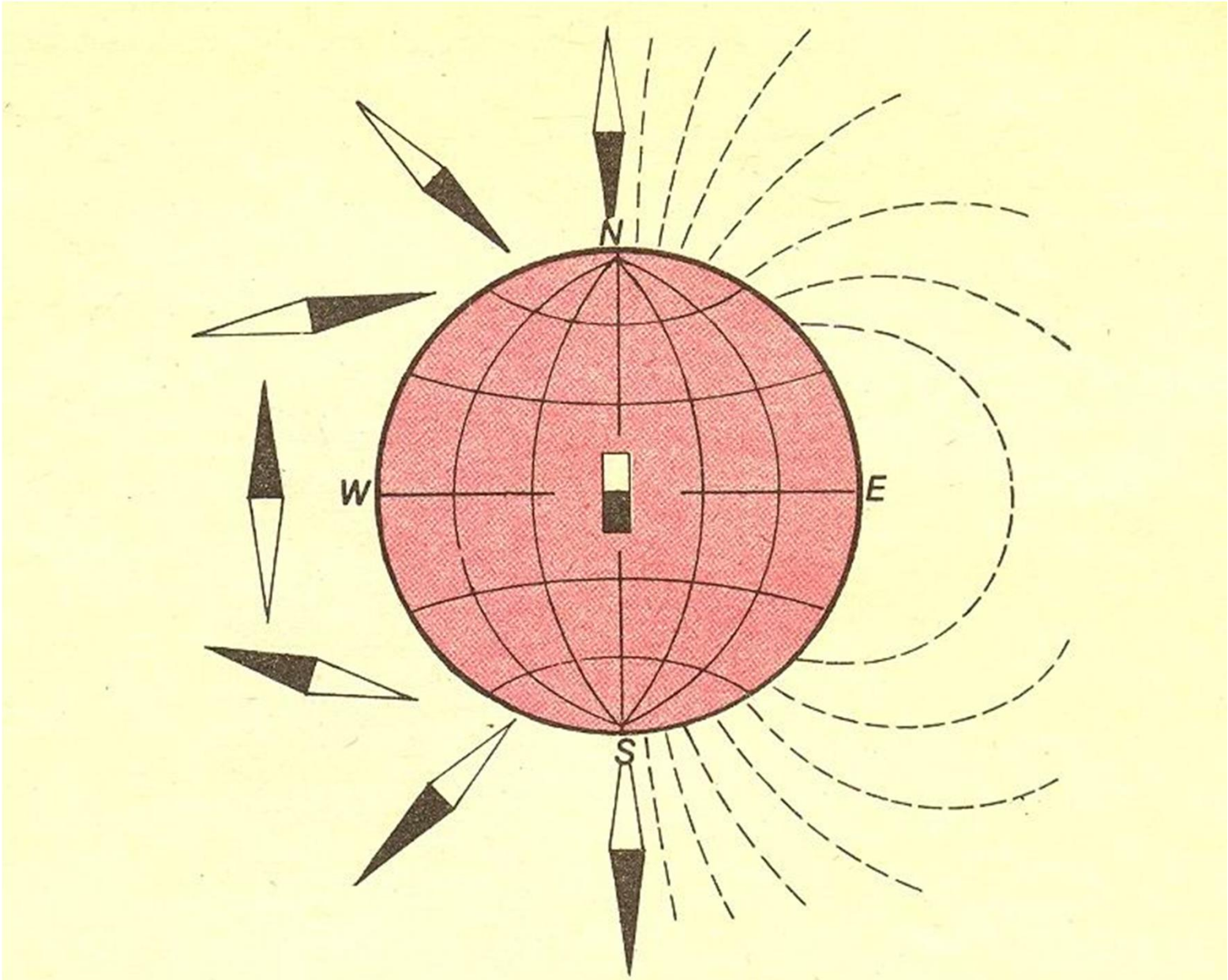
Earth's magnetic field

Plummer/McGeary/Carlson *Physical Geology*, 8e. Copyright © 1999, McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights Reserved.



Plummer/McGeary/Carlson *Physical Geology*, 8e. Copyright © 1999, McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights Reserved.





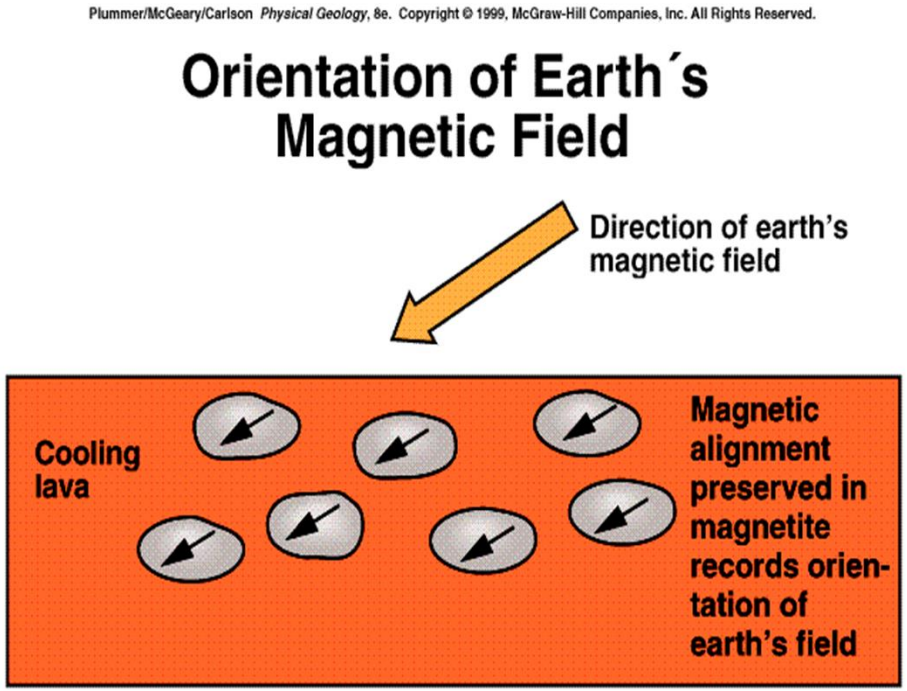
شکل ۸. نمایش میدان مغناطیسی[۱] زمین. عقربهٔ آهنربا در هر نقطه از سطح زمین به موازات خطوط نیروی مغناطیسی قرار می‌گیرد (در قطب قائم و در استوا به موازات سطح افق).

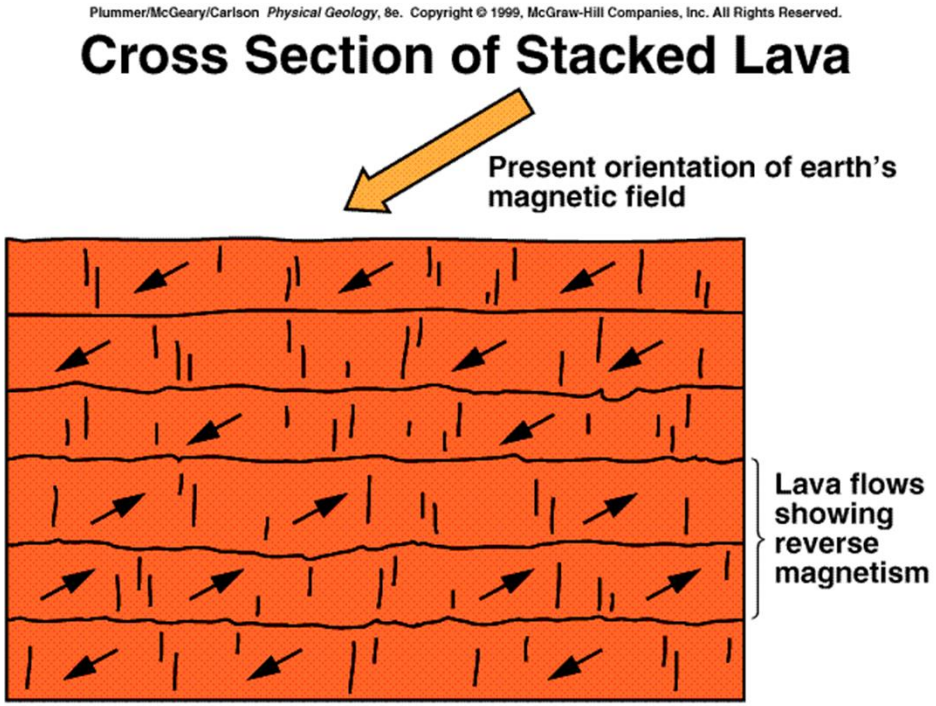
مغناطیس دیرینه

- ماندہ مغناطیس طبیعی:
- ماندہ مغناطیس 1- اولیه 2- ثانویه
1– ماندہ مغناطیس گرمایی / ماندہ مغناطیس رسوبی
2- ماندہ مغناطیس شیمیایی / هم دما / ویسکوز(وشکسان)
ماندہ مغناطیس گرمایی و رسوبی و شیمیایی ماندگاری طولانی

Earth's Interior

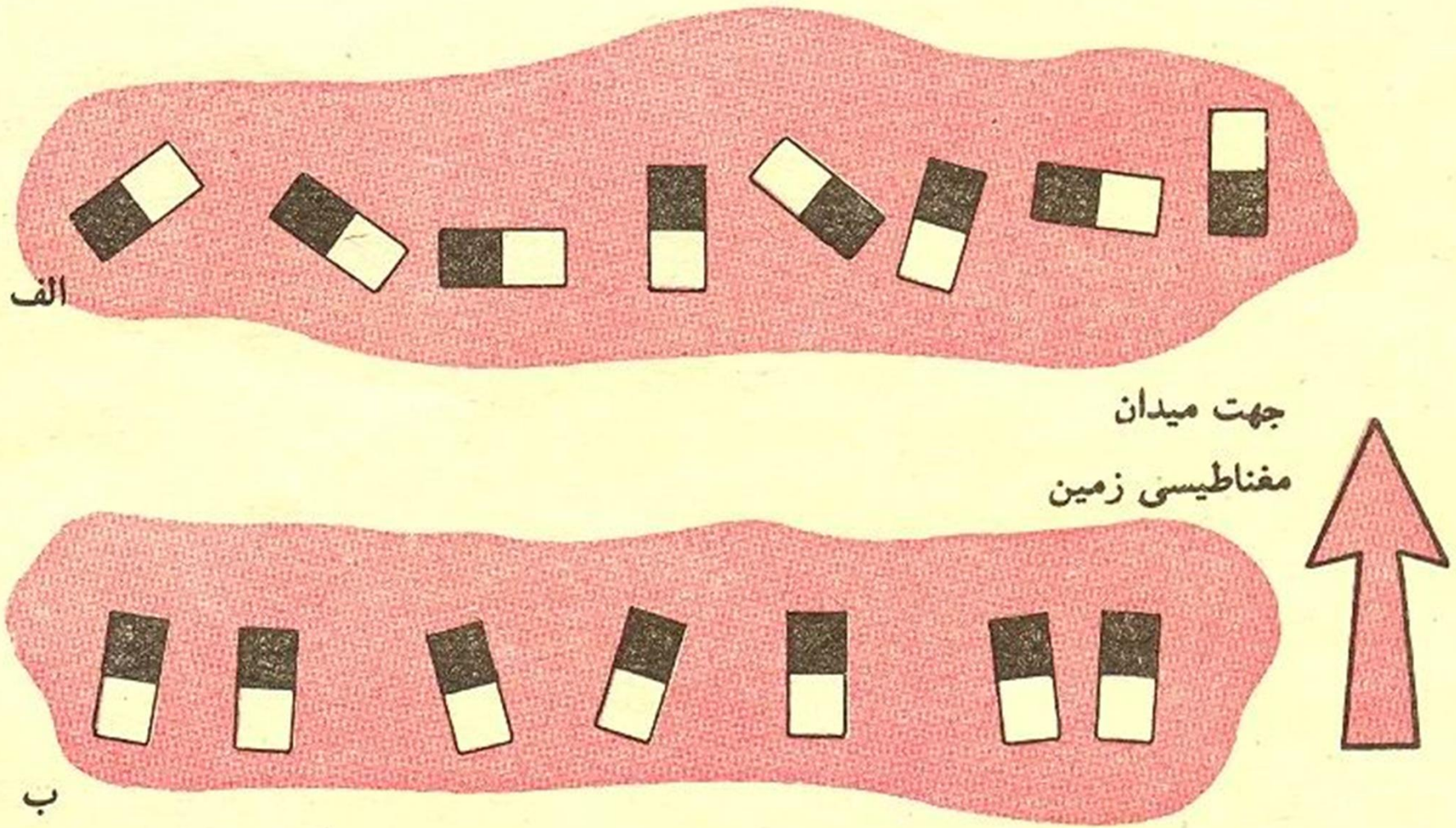
Earth's magnetic field



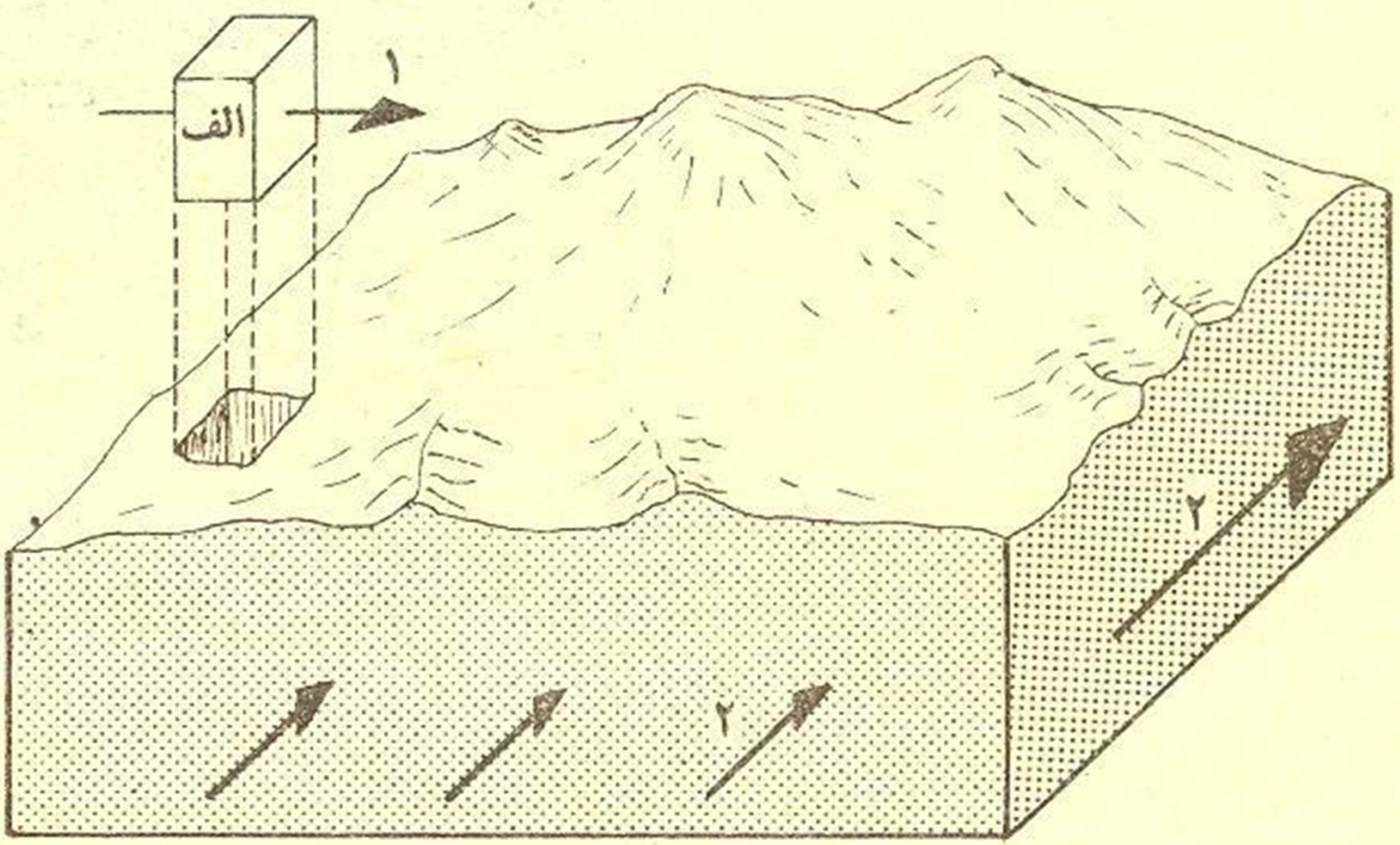


مغناطیس دیرینه

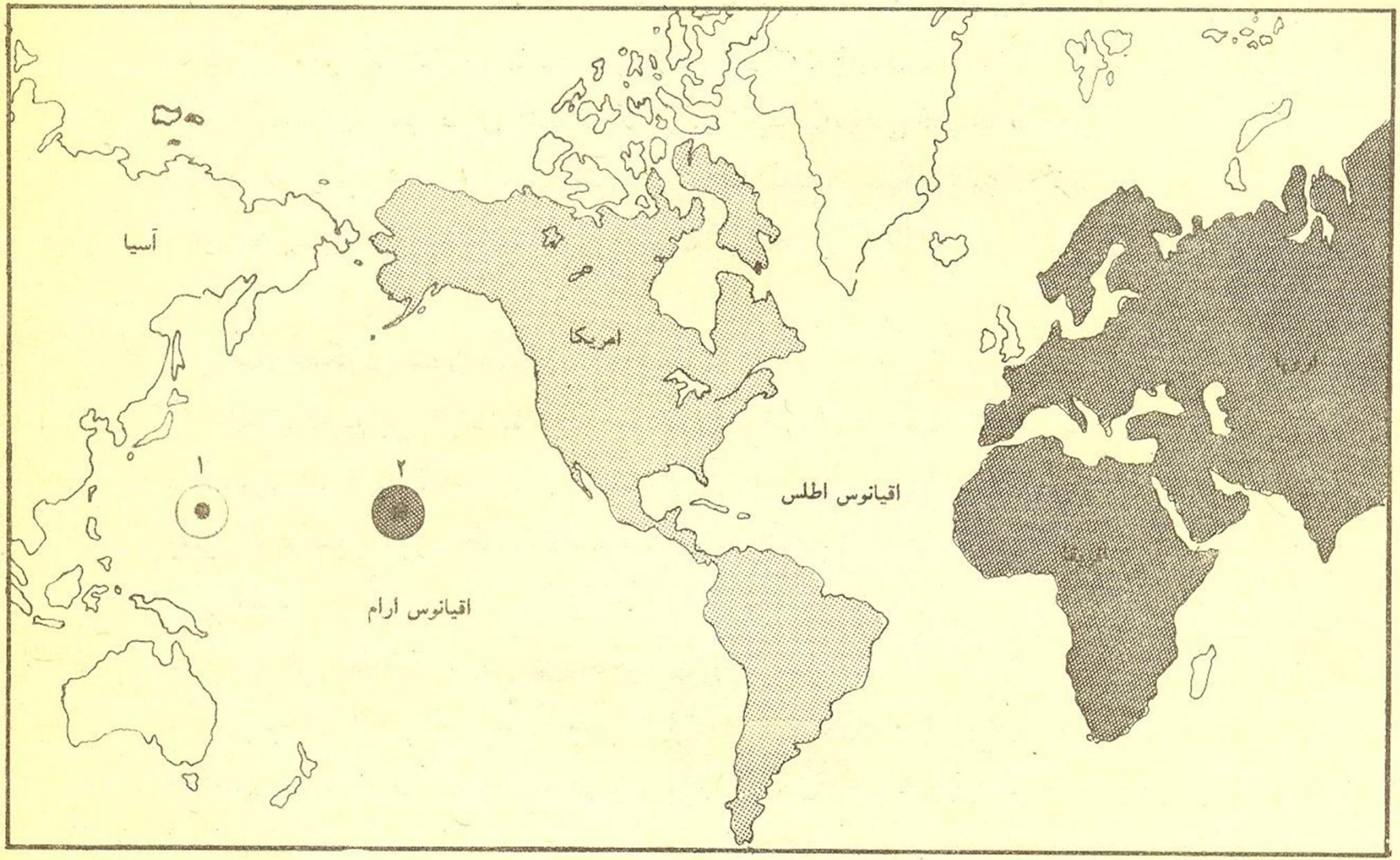
- استفاده از مغناطیس بازمانده در سنگها برای تعیین عرض جغرافیایی زمان تشکیل سنگ
- تفاوت در عرض جغرافیایی دیرینه و کنونی سنگها بعنوان شاهدی بر جابجایی آنها در طول زمان
- کانیهای فرو مغناطیس



شکل ۹. الف) مغناطیس باقیماندهٔ ذرات مگنتیت (Fe_3O_4) و دیگر کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی که در گدازه‌ها به طور نامرتب قرار گرفته‌اند. ب) پس از خروج از دهانهٔ آتشفشان و سردشدن در جهت میدان مغناطیسی زمین قرار می‌گیرند.



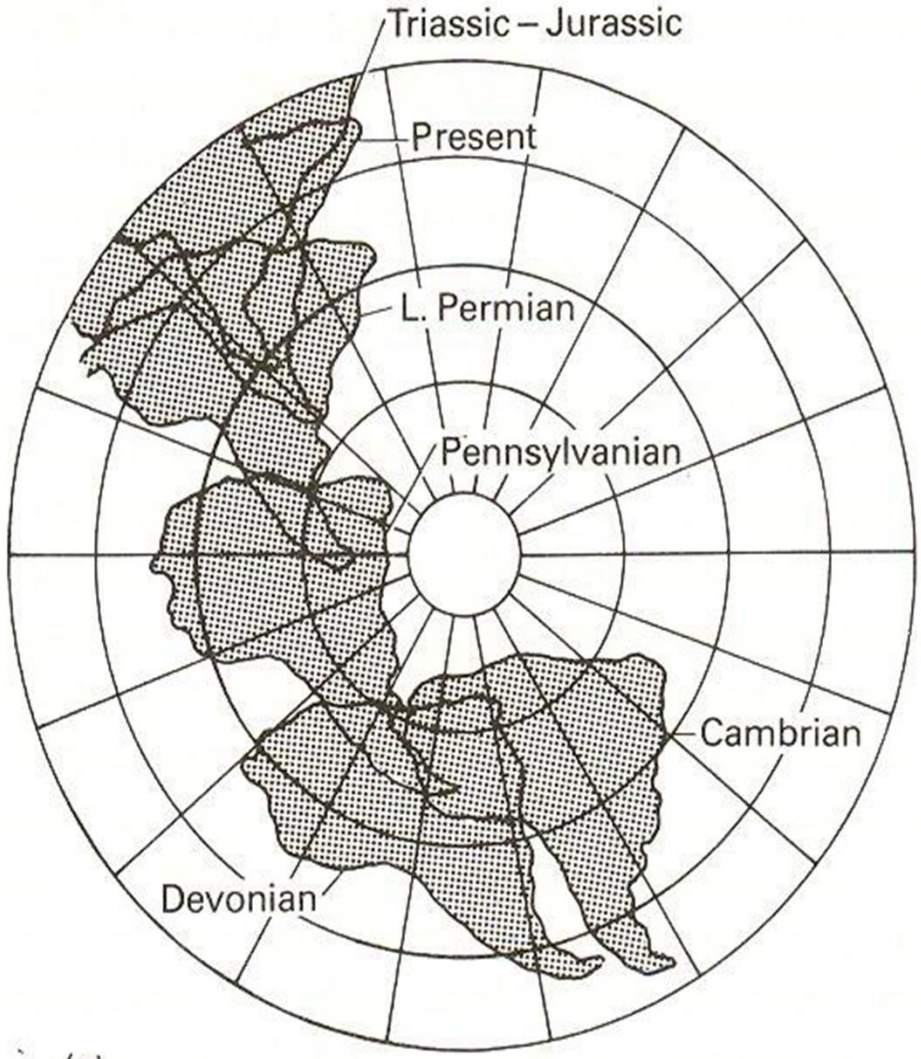
شکل ۱۰. جهت «مغناطیس باقیمانده» در نمونهٔ سنگ «الف» با جهت میدان مغناطیسی کنونی متفاوت است. ۱) جهت میدان مغناطیسی در زمان تشکیل سنگ ۲) جهت کنونی میدان مغناطیسی.



شکل ۱۱. موقعیت (تقریبی) قطب مغناطیسی در ۵۰۰ میلیون سال قبل

۱) شمال مغناطیسی که از روی سنگهای قارهٔ امریکا تعیین شده است.

۲) شمال مغناطیسی که از روی سنگهای قاره‌های افریقا و اروپا و آسیا تعیین شده است.



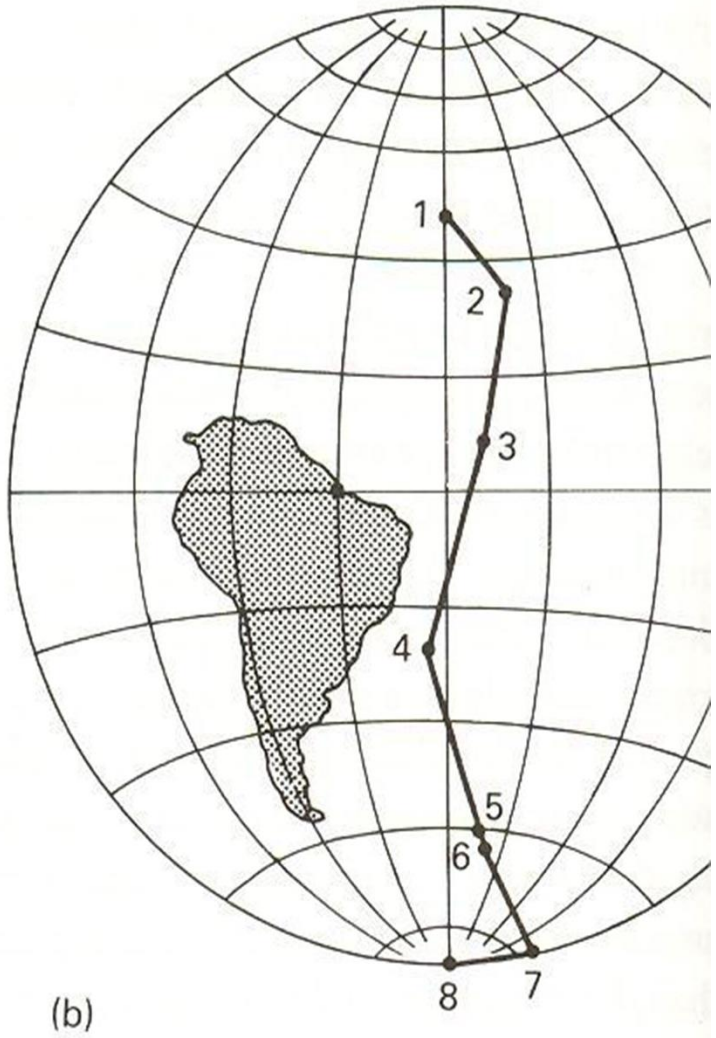
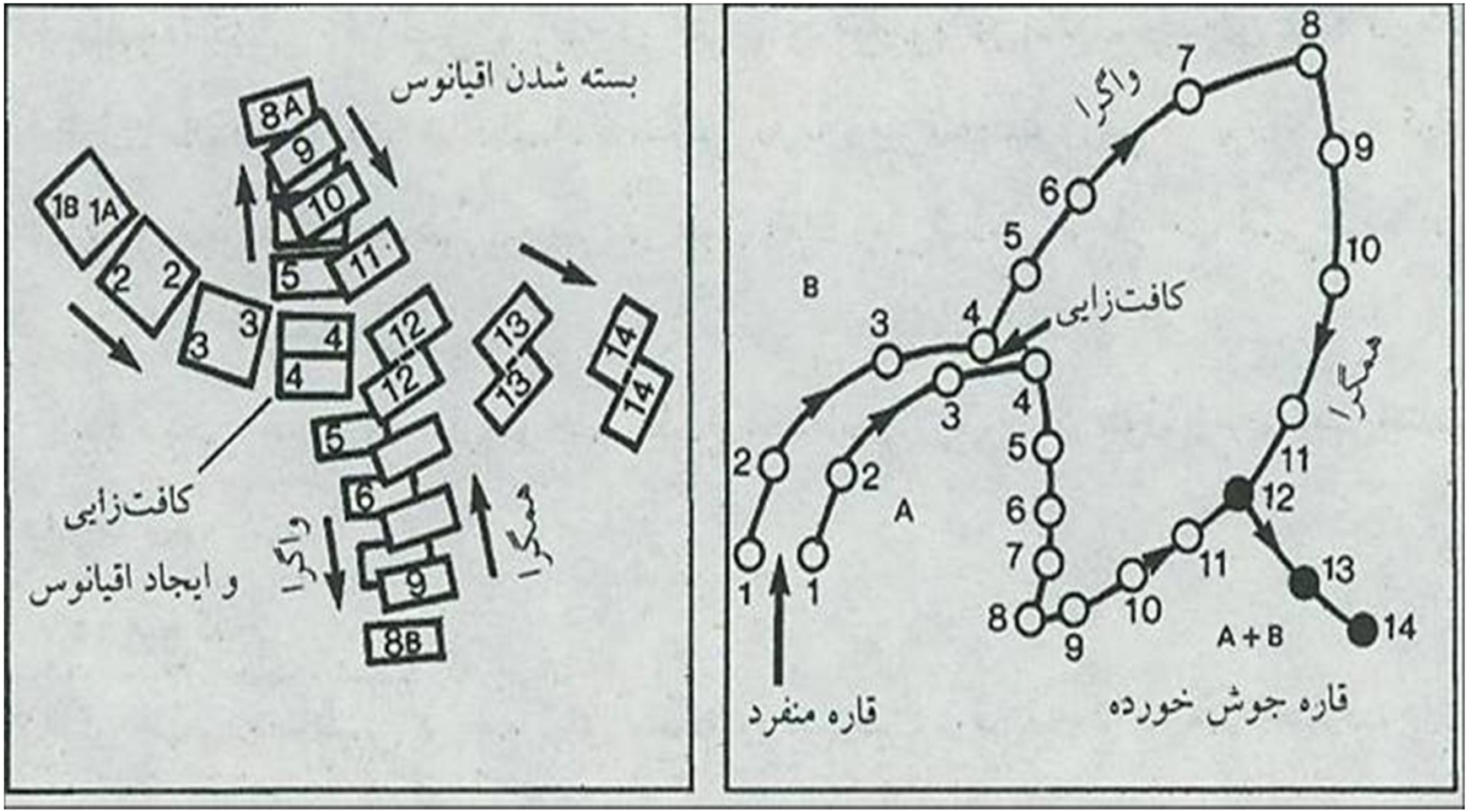
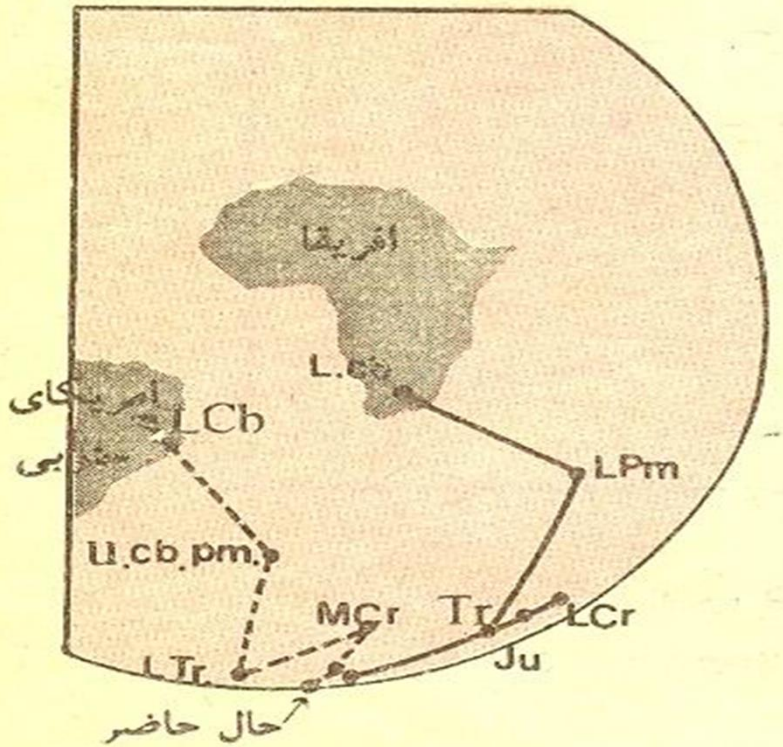


Fig. 3.13 Two methods of displaying palaeomagnetic data: (a) assuming fixed magnetic poles and applying latitudinal shifts to the continent; (b) assuming a fixed continent and plotting a polar wandering path.

منحني هاي سرگرداني قطبي براي چرخه ويلسون





شکل ۱۲. نمایش منحنیهای سرگردانی قطبی
در قاره‌های افریقا و امریکای جنوبی

راهنما:

L ـ تحتانی
U ـ فوقانی
M ـ میانی
Cb ـ کربنیفر
Pm ـ پرمین
Tr ـ تریاس
Ju ـ ژوراسیك
Cr ـ کرتاسه

مغناطیس دیرینه

- میدان مغناطیسی زمین در حال و گذشته

- سرگردانی قطبی
- واژگونی قطبی

مغناطیس دیرینه

- منحنی سرگردانی قطبی

منحني هاي سرگرداني قطبي براي چرخه ويلسون