

ابوریحان بیرونی خوارزمی: دانشمندی با اندیشه سده بیستمی در یک هزار سال پیش

(انگاره جنبش پاره‌های پوسته جامد زمین و ایستادن بودن برها)

بعد از این نوره آفاق دهم از دل خویش
که به خورشید رسیدیم و غبار آخر شد

جایگاه گذشته ایرانیان در دانش و فرهنگ، نزد بیگانگان^۱ و نیز شوربختانه نزد ما ایرانیان شناخته شده نیست. برخی از بیگانگان پژوهشهای ژرف انجام شده اندیشمندان ایرانی را که پس از هجوم تازیان به زبان تازی نگاشته شده، جزو دانش و تمدن تازیان قرار داده‌اند. برای نمونه، گروهی نیز پافراتر گذاشته و گفته و نوشته‌اند که پورسینا، ایرانی نبوده، دانشمند بزرگ تازی^۲ و یا ترک^۳ است. گروه سوم با فراموش کردن شاید عمدی تاریخ دانش و تمدن کهن آسیا، بویژه ایرانزمین، یونان ازو پایی دوره کلاسیک و سپس اروپا و امریکا را جایگاه زایش دانش، فرهنگ و تمدن جهانیان پنداشته‌اند و یا خواسته‌اند که چنین پندارند. بدبختانه بیشتر ما ایرانیان نیز به گذشته و حال فرهنگی، دانشی و تاریخی خود آگاه نیستیم و به درستی نمی‌دانیم که با چه پیشینه فرهنگی - دانشی در کجای تاریخ و جغرافیا ایستاده‌ایم، و به کجا خواهیم رفت. خویشکاری ما ایرانیان در گام نخست، شناخت کوششهای نیاکان خود و نشان دادن سهم این کوششهای ایرانی در شکوفایی تاریخ دانش و فرهنگ و تمدن کنونی جهانی است. یادآوری می‌کنم که پی‌آمد این نوشتار (و این گونه نوشتارها) نادیده انگاشتن کوششها، آگاهیهها، و پیشرفتهای دنیای باختران نیست. بلکه هدف بازشناختن ارزشهای گذشته و نشان دادن سهم ایرانیان کهن در پیشرفت دانش زمین جهان^۴ است.

استاد ابوریحان بیرونی خوارزمی^۵ (۳۶۲ - ۴۴۰ ه. ق. / ۹۷۳ - ۱۰۴۸ م.) در کتاب تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن. اندازه گیری پایانهای جایها برای درست

کردن مسافت‌های جایگاه‌ها، برگردان احمد آرام، انتشارات دانشگاه تهرآن، ۱۳۵۲ خورشیدی)، پس از گفتگو درباره گوی زمین، ثابت نمودن کرویت آن و چگونگی اندازه‌گیری مساحت، پیرامون و قطرگوی زمین، با شگفتی فراوان، در رویه‌های ۱۹، ۳۳ و ۳۴ این نوشتار درباره «جایجا شدگی پاره‌های پوسته جامد زمین و ایستا نبودن برها» و چند پیام دانشی دیگر چنین نوشته است:

... چه، هنگامی که پاره‌هایی از زمین از جایی به جای دیگر منتقل می‌شود، سنگینی آن نیز جایجا می‌شود و میان سنگینی سوهای مختلف زمین تفاوت پدید می‌آید (رویه ۱۹).

... و به همین جهت است که دوری سرزمینها از مرکز زمین با گذشت زمان بربک اندازه نمی‌ماند، و چون برآمدگی زمین در جایی زیاد شود و اطراف خود را پر کند، آبها کم می‌شود و چشمه‌ها گود می‌افتد و دره‌ها ژرف می‌شود و آبادانی دشواری پیدا می‌کند، پس مردمان از آنجا به جای دیگر کوچ می‌کنند، و این ویرانی را به پیری زمین نسبت می‌دهند و آباد شدن و ویرانی را به بالیدن و جوانی منسوب می‌کنند، و چنین است که گرمسیرها سردسیر می‌شود و سردسیرها گرمسیر... (رویه ۱۹)

... پیش از این، از حال زمین و جایجا شدن پاره‌هایی بر سطح آن، و در نتیجه آن جابه‌جا شدن پاره‌های میانین بسبب آن، و لزوم حرکات کلی زمین بر این جهت سخن گفتیم که بر اثر تغییر پیدا کردن فاصله‌ها از مرکز کلی، طبیعت و آب هوای نواحی تغییر می‌پذیرد. اکنون می‌گوییم این حرکت هرچند اتفاقی و بیقاعده و در زمان اندک، اندک باشد، ممکن است بر امتداد فطرهای کلی بتدریج صورت پذیرد، یا به مرکز اتفاق افتد، یا ترکیبی از هر دو حرکت باشد، و سوی آن به طرف هر یک از جهات چهارگانه یا میانه آنها باشد، و نیز ممکن است این حرکت ناگهانی و با پیدایش سبب آن که انتقال یکباره سنگینها از جایی بجای دیگر است صورت پذیرد. و این حرکت ممکن است در مبادی علم هیأت، همچون میل^۶ خورشید، خلل وارد کند، هر چند مقدار آن بر آسمان به اندازه بماند، و برای پی بردن به این خلل باید دو ارتفاع خورشید را در دو انقلاب^۷ اندازه بگیرند، چه اگر در نتیجه این حرکت، کاهش یا افزایشی در ارتفاع پیدا شود و آن حرکت در میان دو انقلاب رصد شده اتفاق افتد، میل کلی^۸ را افزایش می‌دهد یسا از آن

می‌کاهد. ولی رصدهای مکرر نشان داده است که چنین خللی پیش نمی‌آید. و اما عرضهای شهرها^۱ ممکن است با این حرکت تغییر محسوس پیدا کند، بلکه ممکن است در نتیجه آن اختلاف جهت حاصل شود یا حرکت به حدی برسد که مایه ویرانی باشد، و به همین جهت لازم است که پیوسته عرض را در نظر داشته باشند و اندازه آن را بیازمایند و بسا باشد که این تغییر در اختلاف تأثیر کند، هر چند مقدار آن اندک باشد... (رویه‌های ۳۳ و ۳۴).

در این نوشتار کوشش کرده‌ایم با افزودن هرچه پی‌نوشت بیشتر، نوشتار استاد بیرونی خوارزمی را برای خواننده امروزی ناآشنا با دانش زمین و آسمان، ساده نموده، و از این رهگذر، بزرگی اندیشه و بینش وی را (که در چند خط بالا چکیده شده) بازگو نماییم تا بتوانیم بینش و دانش ۹۵۰ ساله ایرانی را با دانش کنونی دنیای پیشرفته بسنجیم. از آن‌جا که بیرونی در چند خط بالا، از چند انگاره برای نخستین بار در گوی زمین گفتگو نموده است، پیامهای وی را در چند شماره زیر بررسی می‌کنیم:

۱ - نخستین و ژرفترین پیام این انگاره بزرگ و شگفت بیرونی، اشاره روشن به «جابجاشدگی پاره‌هایی از پوسته جامد زمین، ایستا نبودن برها، و در نتیجه تغییر مختصات جغرافیایی^۱ شهرها» است، که با اندازه‌گیریهای زیاد زمین‌پیمایی (نقشه برداری)، مهندسی و نجومی، به آن دست یافته و نخستین انگاره در این زمینه در اندیشه وی پرداخته و برای نخستین بار در جهان به نوشتار کشیده شده است. برای پی بردن به بزرگی این کشف و رسیدن به دید ژرف بیرونی باید یادآوری نماییم که انگاره بیرونی برای مدت دست کم نهصد سال به فراموشی سپرده شد تا این که در دهه ۱۹۶۰ در اروپا و امریکا همین انگاره، به نام «انگاره زمینساخت برگه‌ای»^{۱۱}، دگرگونی ژرفی در دانش زمین بوجود آورد، و درست بودن اندیشه‌های والای بیرونی ثابت شد.

شوربختانه در هیچ نوشتار دانشی اروپایی، امریکایی و یا ایرانی در این زمینه تخصصی، نام و یاد وی از بیرونی دیده نمی‌شود. شاید بدین علت که کسی دیده‌های بیرونی در این زمینه را به جهانیان نشناسانده است. ایرانیان نیز بسبب پسرفت اجتماعی، فرهنگی، دانشی و سیاسی نه تنها خود نتوانستند به گسترش بیشتر انگاره بزرگ بیرونی پردازند، بلکه بیشتر آنان هیچ گونه بینش یا آگاهی از پیامهای درون این نوشتار کوتاه، ولی مترگ، ندارند. ده سده به درازا کشید تا جهان پیشرفته باختر، بدون آگاهی از انگاره

بیرونی، پس از پژوهش‌های گسترده زمین‌فیزیکی،^{۱۲} زمین‌شناسی،^{۱۳} و لرزه‌شناسی زمین‌لرزه‌ها،^{۱۴} دریافت که پوسته جامد زمین از پاره‌های (=برگه‌ها در انگارۀ زمین‌ساخت برگه‌ای)^{۱۱} در جنبش و حرکت ساخته شده، و این پاره‌ها ایستا و پایدار نیستند. دید ژرف بیرونی در این زمینه بسیار شگفت و گویای نبوغ، بینش و دانش والای وی است.

یادآوری می‌کنم که پایه‌ها و ریشه‌های چنین بینشی در نیاکان بیرونی وجود داشته و وی دانش نیاکان گذشته خود را با اندازه‌گیری و محاسبه ثابت نموده است. برای نمونه در بررسی افسانه‌های کهن به یادگار مانده در نوشتارهای باستان ایرانزمین، به گونه‌ای ساده، اشاره‌ای به این انگاره شده است. در ادبیات پهلوی (پارسی میانه) آمده است که در آغاز هزاره هفتم، پسر از تازش اهریمن بر زمین و آسمان، ایزدی به نام تیشتر^{۱۵} با جام ابر، از آبهایی که در آغاز آفریده شده بود، آب برداشت. باد، آب را به آسمان برد و زمین بارانید. در پی این باران بزرگ، زمین نمناک شد و به هفت پاره بگست.^{۱۶} در این پاره در بخش «به مقابله ایستادن با آن پلیدی که اهریمن بر آفریدگان هر مزد

برد» از گزیده‌های زاداسپرم^{۱۷} چنین آمده است: این نیز پیداست که پس از باران بزرگ به آغاز آفرینش بود، و بمالاندن باد آب‌مرا به دریا، زمین به شش پاره بگست و پاره‌ای برز بر ایشان، آن گونه که زمین پس از باران، تنها به باد، جای جای دریده شد. پاره‌ای همچند نیمه همه زمین از میان گست و دیگری که اندر پیرامون بود، به شش پاره بگست، هم اندازه^{۱۶} (تأکید از نویسنده مقاله است).

همان‌سان که دیده می‌شود از گذشته‌های بسیار دور (دست کم نزدیک به ۴۰۰۰ سال پیش)، «گستن و چند پاره شدن و در نتیجه جنبش پاره‌های پوسته جامد زمین» از آگاهیها و آموزه‌های ایرانیان باستان بوده است. در این انگارۀ باستانی، «باد» یعنی «هوای کارمایه (انرژی) دار» که یکی از آخشیبجهای سپندینه چهارگانه ایرانی است،^{۱۸} سبب دریدن، شکافتن، و گستن پوسته جامد زمین شده است. کارکرد «هوای کارمایه دار» یعنی «باد» در بررسی «انگارۀ باد زندانی در زمین و رویداد زمین لرزه» را در نوشتار گذشته خود بررسی نموده‌ام.^{۱۹} بدین ترتیب دیده می‌شود که در آگاهیهای کهن و باستانی ایرانزمین، آخشیب «باد»، گهگاهی در جامه «تنش»^{۲۰} مده بیستم، سبب دگرگونیهای در رو و زیر زمین می‌شود.

۲ - افزون بر معرفی پایه‌های بنیادی انگارۀ زمین‌ساخت برگه‌ای^{۱۱} که در بند (۱)

بررسی شد، بیرونی به پایه‌های بنیادی انگاره دیگری نیز اشاره می‌کند که بعدها در دنیای پیشرفته باختران، به نامهای «هم‌ایستادی»^{۲۲} و «کوهزایی»^{۲۳} معرفی شده است. این نکته با جمله‌های:

- «تغییر در سنگینی سوهای مختلف زمین»،
- «تغییر در دوری (فاصله) سرزمینها از مرکز زمین با گذشت زمان»،
- «افزایش برآمدگی زمین»،
- «ژرف شدن دره‌ها»،
- «افت آبهای زیرزمینی و چشمه‌ها»، و
- «دشواری آبادانی»

در نوشتار یادشده بیرونی به روشنی بازگوشده است.

امروز دانش زمین شناسی، بویژه رشته زمین ساخت جوان و کاری،^{۱۴} ثابت کرده است که «برخاستگی^{۲۵} زمین»، و یا به گفته بیرونی «برآمدگی و برآمدن زمین» سبب می‌شود که آبراهه‌ها و دره‌ها بسبب تغییر ته‌تراز^{۲۶} خود مجبور به کندن بیشتر سنگهای بستر خود شده و در نتیجه آبراهه‌ها و دره‌ها ژرفتر می‌شوند. زیباترین نمونه این فرایند، در آبراهه‌ها و دره‌های ژرف رشته کوههای زاگرس در جنوب و جنوب باختری ایران دیده می‌شود. با بالیدن زمین، سفره‌های آبهای زیرزمینی نیز آفت پیدا می‌کنند و در نتیجه چشمه‌ها تغییر جا می‌دهند و بدین ترتیب در درازنای زیاد، دگرگونیهایی در آبادانیها پدید می‌آید. نمونه‌های زیادی از این گونه دگرگونیها در پژوهشهای باستان‌شناسی ایران وجود دارد و می‌توان به خواندن گزارشهای گوناگون باستان‌شناسی ایرانزمین پرداخت. گفتار و نوشتار در این زمینه در دهه پایانی سده بیستم کاری بسیار ساده است، ولی نوشتن این نکته‌ها در ۹۵۰ سال پیش، نشاندهنده بینش و دانش ژرف و ولای بیرونی خوارزمی است.

۳ - سومین پیام شگفت‌انگیز یاد شده، اشاره روشن به «دگرگونیهای آب و هوایی» است که بسبب جنبش پاره‌های زمین و فرورفتن آنها (جنبشهای افقی و شاغولی پوسته جامد زمین) روی می‌دهد. به علت دور و نزدیک شدن «برگه‌ها» («پاره‌های در جنبش پوسته جامد زمین») از قطب و استوای گوی زمین، و یا گذر آنها از استوا، آب و هوای هر نقطه در درازنای زیاد تغییر می‌کند. این نکته در «انگاره زمین ساخت برگه‌ای» به روشنی پیش‌بینی شده، و بررسی رسوبات و سنگهای کهن زمین، رویداد این دگرگونیها را نشان داده است. برای نمونه، کشف رسوبات پهنه‌های

گرم گذشته در قطب امروزین زمین، و یا وجود سنگهای مانده از یخچالهای کهن در پهنه‌های گرم امروزین،^{۲۷} دگرگونیهای یاد شده بوسیله نوشتار ۹۵۰ ساله بیرونی را ثابت می‌کند.

۴ - چهارمین پیام این نوشتار، یادآوری این نکته است که جنبشهای افقی و شاغولی پاره‌های در جنبش پوسته جامد زمین (برگه‌ها) یا:

الف: به «گندی و اندک اندک صورت می‌گیرد» که باید با اندازه‌گیری به آن دست یافت؛ و یا

ب: ممکن است این جنبشها و دگرگونیها به «ناگهانی» روی دهند، که اشاره درستی به رویداد «زمین لرزه» (آنی از جنبش کوهزایی)^{۲۳} است و همان سان که در پی نوشت ۱۱ یاد شد، ۹۵٪ لرزه خیزی گوی زمین در مرز برخورد برگه‌ها (پاره‌های در جنبش پوسته جامد زمین) روی می‌دهد. بررسیها و اندازه‌گیریهای زمین ساخت برگه‌ای^{۱۱} نشان داده است که جنبش برگه عربستان نسبت به برگه ایرانزمین، نزدیک به پنج سانتیمتر در سال است.^{۲۸} بیرونی پیشنهاد می‌کند که باید پیوسته به اندازه‌گیری درست مختصات جغرافیایی^{۱۰} شهرها (هر نقطه بر روی زمین) پرداخت.

۵ - بیرونی پس از اندازه‌گیریهای روی زمین (زمین‌پیمایی^{۲۹} و مساحی) و رصد اختران و باختران، پیام دانشی دیگری را در نوشتار خود آورده است و آن این که، جنبشهای افقی و شاغولی پاره‌های در جنبش پوسته جامد زمین (برگه‌ها در انگاره کنونی زمین ساخت برگه‌ای)^{۱۱} را بهتر می‌توان در مقیاس فراتری با رصد اختران اندازه‌گیری نمود. کاری که امروزه با دستیابی به فنورزی ماهواره‌ها، به آن پرداخته‌اند، و برای نمونه تغییرات مختصات جغرافیایی کرانه‌های خاوری (نسبت به آفریقا و اروپا) و باختری (نسبت به آسیای خاوری) امریکا در سه جهت فضایی در چهارچوب زمین ساخت برگه‌ای، و با استفاده از دستگاههای بسیار دقیق و پیشرفته موجود در ماهواره‌ها، و از فرازای بسیار بالا، به دقت اندازه‌گیری می‌شود.

۱۶ بهمن ماه ۱۳۶۹ خورشیدی

سندبه گو، کالیفرنیا

پی نوشتها:

۱ - برای نمونه در کتاب تاریخ علم کمبریج نوشته کالین رنان، هیچ گونه اشاره‌ای به دانش، فرهنگ و تمدن ایرانزمین نشده است. نگاه کنید به:

رنان، ک. ۱۳۶۶، ۱ - تاریخ علم کمبریج. ترجمه حسن افشار، نشر مرکز ۱۱۲، ۷۵۰ رو به.

Ronan, C.A., 1989 - *The Cambridge Illustrated History of the World's Science.*

Cambridge University Press.

۲ - برای نمونه در رویه ۱۵ کتاب *The Earth before Man* چاپ Marshall Cavendish Book سال ۱۹۶۹ لندن، در تعریف از انگاره پورسینا (Avicenna)، وی را فیلسوف و دانشمند تازی (!) معرفی نموده اند.

۳ - در سال ۱۳۱۵ خورشیدی/ ۱۹۳۷ میلادی در برنامه بزرگداشت نهمصد سالگی درگذشت پورسینا، دولت ترکیه، وی را دانشمند بزرگ ترک (!) معرفی کرده و کتابی به نام «تدقیق درباره زندگی و آثار فیلسوف و استاد بزرگ طب

ترک، ابن سینا» به چاپ رساند. نگاه کنید به: نقیسی، س.، ۱۳۵۹ - زندگی و کار و اندیشه و روزگار پورسینا.

انتشارات دانش، ۲۷۰ رویه، تهران؛ جنیدی، ف.، ۱۳۶۰ - کارنامه ابن سینا: بمناسبت آغاز هزاره دوم زندگی

بوعلی. بنیاد نیشابور، ۵، ۱۱۱ رویه، تهران.

۴ - دانش زمین (Earth Science).

۵ - ابوریحان محمد بن احمد بیرونی خوارزمی بهنگام مرگ در سن ۷۷ سالگی، بیش از ۱۵۰ نوشتار از خود

بیادگار گذاشت. از این شمار، ۷۰ نوشتار در ستاره‌شناسی و گاهشماری، ۲۰ نوشتار در ریاضی، و ۱۸ نوشتار در

ادبیات بود. شوربختانه تنها ۲۷ اثر از ۱۵۰ نوشتار این بزرگمرد برای ما به یادگار مانده است. مهم‌ترین کتابهای

استاد عبارتند از: آثارالباقیه، التضمیم لاوائل صناعة التجمیم، تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافات الماکن

والمقالید، قانون مسعودی، و...
۶ - میل (declination): زاویه میان یک شیء آسمانی در آسمان و استوای آسمانی (معدل النهار: ادامه

استوای زمین که کره آسمانی را می‌برد) بر حسب درجه.

۷ - دو انقلاب (solstice): هدف انقلاب تابستانی و زمستانی است. انقلاب تابستانی (summer solstice)

نقطه‌ای در کره آسمانی است که خورشید در آن بیشینه فاصله را از قطب جنوب آسمانی در روز نخست تیرماه دارد

(قطب آسمانی محل تقاطع امتداد آسمان زمین با کره آسمان است. در نتیجه قطب شمال آسمانی نقطه‌ای است که آسمان

زمین در راستای قطب شمال زمین، آسمان را در نزدیکی ستاره قطبی می‌شکافد). انقلاب زمستانی (winter

solstice) نقطه‌ای در کره آسمانی است که خورشید در آن بیشینه فاصله را از قطب شمال آسمانی در روز نخست دی

ماه دارد.
۸ - میل کلی (میل بزرگ یا اعظم): زاویه میان رویه استوا با رویه دایره پهنه برجها (منطقه البروج) را گویند

که نشانگر میزان تمایل آسمان حرکت زمین از مدار استوایی است.

پهنه برجها (منطقه البروج zodiac) نواری از کره آسمانی با پهنای ۱۷ درجه که صور فلکی منطقه البروج در طی

آن دیده می‌شوند و دایره برجها (دایره البروج) در مرکز این نوار است. دایره برجها (دایره البروج ecliptic): مسیر

ظاهری سالیانه خورشید از میان ستارگان در کره آسمانی است.

۹ - عرض. هدف عرض جغرافیایی (latitude) است و آن فاصله زاویه‌ای هر نقطه از استوا به سمت شمال یا

جنوب بر حسب درجه است (و یا زاویه‌ای که هر نقطه روی زمین در مرکز زمین با استوا می‌سازد). هر نقطه در روی

زمین بوسیله طول و عرض جغرافیایی و فرازای آن مشخص می‌شود. طول جغرافیایی: فاصله زاویه هر نقطه از نیمروزان

(نصف النهار longitude) پایه به سمت خاور یا باختر است (در سال ۱۸۸۴ نیمروزان گرینویچ، طول جغرافیایی

صفر انتخاب شد).
۱۰ - مختصات جغرافیایی (geographical coordinates): هدف طول و عرض و فرازای هر نقطه بر روی

زمین است. نگاه کنید به پی نوشت ۹ برای طول و عرض جغرافیایی.

۱۱ - انگاره زمین‌ساخت برکه‌ای (Plate Tectonics): انگاره‌ای است که در دهه ۱۹۶۰ برای نخستین بار

پس از بررسیهای ژرف زمین‌فیزیکی (geophysics: دانش فیزیک گوی زمین)، زمین‌ساختی (tectonics):

دانش بررسی دگرریختیهای - deformation - سنگها و جنبشهای پوسته جامد زمین با گشش - faulting -

و چین خوردگی - folding) و لرزه‌شناسی زمین لرزه ها earthquake seismology برای روشن کردن چگونگی

زایش کوهها، دگرریختی پوسته جامد زمین، و فرگشت (evolution) گوی زمین معرفی و به اثبات رسید و دگرگونی بزرگی در دانش زمین و کاوش گوهرها و کانهای آن بوجود آورد (نگاه کنید به: J. T. Wilson 1965, 1966, Alfred Lothar Wegener 1967, 1968, Bullard et al 1965, Jackson et al 1968). با وجود این که این انگاره در سال ۱۹۱۵ معرفی شد، ولی آلفرد وگنیز (Alfred Lothar Wegener) در سال ۱۹۱۵ برای نخستین بار در آلمان پس از دیدن شباهت کرانه باختری آفریقا با کرانه خاوری امریکای جنوبی، اعلام نمود که این دو بر، در زمانی دور به هم چسبیده بوده و سپس از هم جدا و کم‌کم از یکدیگر دور شده‌اند. بدین ترتیب انگاره رانش برها (Continental drift) پایه‌گذاری شد که یکی از ابزارهای انگاره زمین‌ساخت برگه‌ای شد.

بر پایه انگاره زمین‌ساخت برگه‌ای، سنگ کره‌گویی زمین (lithosphere) شامل پوسته جامد زمین - crust - و گوشته بالایی - upper mantle - بایشینه ستبرای ۱۰۰ کیلومتر) به برگه‌های (plates) یا به گفته درست بیرونی، پاره‌هایی از پوسته جامد زمین) گوناگونی تقسیم شده که بر روی گوشته گداخته زمین (mantle) شناور بوده و این برگه‌ها نسبت به یکدیگر در حال جنبش و حرکت به سه راه زیر می‌باشند. در این صورت هر نقطه در روی گوی زمین در سه جهت فضایی، دارای مختصات گوناگونی در زمانهای گوناگون زمین‌شناسی می‌باشد. مرز برگه‌ها در روی گوی زمین شبکه به هم پیوسته‌ای را می‌سازند که در راستای آنها ۹۵٪ لرزه‌خیزی گوی زمین روی می‌دهد. بدین ترتیب زمین‌ساخت برگه‌ای، گویای دگرریختیهای آنی جنبش در مقیاس بزرگ سنگ کره‌گویی زمین است.

الف - جنبشهای کششی (extensional, constructive, or, divergent): که دو برگه نسبت به یکدیگر از هم دور می‌شوند. مانند دو برگه‌ای که در آسه (axes) میانی اقیانوس اطلس از هم دور می‌شوند. ۲۱٪ مرز برگه‌های گوی زمین از این گونه است.

ب - جنبشهای فشاری (compressional, destructive, or, convergent): که دو برگه به هم فشار وارد می‌آورند. چنان که دو برگه و یا یکی از برگه‌ها از جنبش پوسته اقیانوسی (oceanic crust) باشد، یکی از برگه‌های اقیانوسی به زیر دیگری فرو می‌رود (فرورانش subduction)، و در برگه قاره‌ای ممکن است کوه زاده شود (چون کوههای مکران در جنوب ایران و یا کوههای باختر امریکا). در حالی که در برگه قاره‌ای (continental) باشند، فشار وارده بر هم، سبب زایش کوه می‌گردد (چون فلات ایرانزمین، آلپ و هیمالیا). ۲۰/۵٪ مرز برگه‌های گوی زمین از این گونه است.

ب - جنبشهای راستالغزی (strike slip, conservative, or, transform): که برگه‌ها در کنار یکدیگر می‌لغزند (مانند پهنه گسله سن آندریاس San Andreas در کالیفرنیا). ۱۴٪ مرز برگه‌های گوی زمین از این گونه است (۴۴/۵٪ مانند، دارای جنبش مایل - ترکیبی از دو جنبش - می‌باشند).

۱۲ - زمین‌فیزیک (geophysics): دانش فیزیک زمین.

۱۳ - زمین‌شناختی (geologic): وابسته به دانش زمین (geology).

۱۴ - لرزه‌شناسی زمین لرزه‌ها (earthquake seismology).

۱۵ - تیشتر (تیشتر یا تیشتر (Theshtira): ایزد تندر و آذرخش و ابرهای سیاه باران‌زا در ایران باستان که در جنگ با دیو گجسته خشکی به نام «آپ اوشه» (لپوش، لپوش (Apaosha) با پاره کردن ابرها، باران می‌ساخت.

۱۶ - بهار، مهرداد، ۱۳۶۲ - پژوهشی در اساطیر ایران، پاره نخست، متنها و یادداشتها. انتشارات توس، ۸۶، ۳۲۶ رویه.

۱۷ - گزیده‌های زاداسپرم (Zadesparam): کتابی است که در آن از سه دوره بنیادی فرگشت جهان مزدیسنا، آفرینش، یورش نیروهای بدی، الهام دین و رویدادهای پس از مرگ، سرنوشت فردی روان انسانی پس از مردن و رستاخیز، در پایان جهان گفتگومی شود. نگاه کنید به: موله، م. ۱۳۶۳ - ایران باستان. برگردان ژاله آموزگار. انتشارات توس، ۱۲۴ رویه؛ راشد محصل، م. ت. ۱۳۶۶ - گزیده‌های زاداسپرم. مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۶۲ رویه.

۱۸ - چهار آتشچ سبندینه آتش، آب، باد (هوا) و خاک (زمین). از باورهای دست کم دوره مهرپرستی (ایزد میترا) یعنی زمانی است که انسان در فلات ایرانزمین در دوره شکار و رزی (پیش از آغاز دوره کشاورزی، دست کم نزدیک ۶۰۰۰ سال پیش به نظر فریدون جنیدی) بسر می برده است.

۱۹ - بربریان، م. (ماتوگیان)، ۱۳۶۹ - «انگاره باد زندانی، یونانی ست یا ایرانی؟»، کهنترین انگاره چگونگی رویداد زمین لرزه و گسلش در گوی زمین. مجله ایران شناسی، مریلند، امریکا، سال ۲، شماره ۴، رویه های ۸۳۴ تا ۸۴۵.

۲۰ - تنش (stress).

۲۱ - در روزهایی که درباره چگونگی نوشتن این نوشتار می اندیشم و از اندیشه بیرونی در شگفت بودم، به هنگام پیاده روی در پارک کرانه ای Mission Bay سنده گوه امریکا، به تابلویی در کنار باریکه پیاده روی باریک برخوردیم به این نوشته که: «در این جایگاه ۵۲ درخت خرما به یادبود ۵۲ آمریکایی که نزد ایرانیان از ۴ نوامبر ۱۹۷۹ تا ۲۰ ژانویه ۱۹۸۱ به گروگان گرفته شده بودند، کاشته شده است». دیدم که نواده های ابرمردان تاریخ دانش و فرهنگ ادب به چه راهی کشانده شده اند و گروگان گیری و گروگان گیریها و سپس جنگ یهوده هشت ساله با عراق چه چهره ای از ما ایرانیان بر اندیشه مردم عادی آمریکایی، که هر روز از کنار این نوشته می گذرند کشیده است.

۲۲ - هم ایستادی (isostasy): انگاره تعادل قطعه های شناور سنگ کره (lithosphere) در داخل سست کره (asthenosphere): کره زیر سنگ کره که بخش بالایی گوشته زمین - upper mantle - را می سازد. سنگها در سست کره خمیره ای بوده و در نتیجه پدیده هم ایستادی قطعه های سنگ کره در سست کره انجام می شود.

۲۳ - کوهزایی (orogeny): فرایند زمین ساختی زایش، بالیدن و رویش کوهها بوسیله چین خوردگی (folding)، گسلش (faulting) و برخاستگی (uplift)، که برای نخستین بار در دنیای باختران بوسیله Boune (1874) و Gilbert (1890) عنوان شد. زمین لرزه (earthquake) آنی از جنبش مترگ کوهزایی (رستن کوهها از زمین) است که در اثر آزاد شدن ناگهانی کارمایه الاستیکی (elastic) انباشته شده در سنگهای پوسته جامد زمین روی می دهد.

۲۴ - زمین ساخت جوان و کاری (active, or, neo-tectonics).

۲۵ - برخاستگی (uplift): بالیدن و برخاستن آهسته بخشهایی از پوسته جامد زمین، همانند رستن گیاهان، که در اثر جنبشهای زمین ساختی (چین خوردگی و گسلش) صورت می گیرد.

۲۶ - تهنراز (base level): رویه فرخی تعادلی در زیر رودخانه ها که پایین تر از آن رویه، رودخانه عمل فرسایش (erosion) و تخریب (کندن زمین) را انجام نمی دهد.

۲۷ - نگاه کنید به:

Berberian, M., and King, G.C.P., 1981 - *Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran*. Can. J. Earth. Sci., 18(2), 210-265.

_____ , 1983 - *Continental deformation in the Iranian Plateau (Contribution to the seismotectonics of Iran, part IV)*. Geol. Surv. Iran, 52, 625 p (in English).

۲۸ - نگاه کنید به رویه ۳۵ نوشتار زیر:

_____ , 1981 - "Active faulting and tectonics of Iran," In H.K. Gupta and F.M. Delany (eds.), *Zagros-Hindukush - Himalaya Geodynamic Evolution*. Geodynamic Series, volume 3, 5-32, Am. Geophys. union.

۲۹ - زمین پیمایی (= نقشه برداری survey).