

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ علوم زمین

پیش از رنسانس

(قرون ۸ تا ۱۵ میلادی)

بررسی آراء و نظریات زمین‌شناختی

دانشمندان بزرگ ایرانی

در تمدن اسلامی

محمد ضیایی

سرشناسه : ضیایی، محمد، ۱۳۵۳

عنوان و نام پدیدآور : تاریخ علوم زمین پیش از رنسانس (قرون ۸ تا ۱۵ میلادی) بررسی آراء و نظریات زمین‌شناختی دانشمندان بزرگ ایرانی / محمد ضیایی.

مشخصات نشر : مشهد - محمد ضیایی، ۱۳۹۷

مشخصات ظاهری : ۲۴۷ ص : مصور، جدول.

شابک : 978-622-00-1725-7 : ۱۷۰۰۰ تومان

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

موضوع : زمین‌شناسی - تاریخ

موضوع : Geology - History

موضوع : علوم زمین

موضوع : Earth sciences

موضوع : دانشمندان علوم زمین

موضوع : Earth scientists

رده بندی کنگره : ۱۳۹۷ ۲ ت ۹ ض / ۱۱ QE

رده بندی دیویی : ۵۵۰/۹

شماره کتابشناسی ملی : ۵۴۵۱۴۹۳

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
الف	مقدمه
ب	فصل اول : درآمدی بر زمین شناسی
ب	سرآغاز
ث	علوم زمین پیش از تمدن مسلمین
ش	علوم زمین در تمدن اسلامی
غ	تقسیم بندی علوم و جایگاه علوم زمین
۲	فصل دوم : رابطه علوم زمین با نجوم - طب و کیمیا
۲	ارتباط علوم زمین با نجوم
۸	الف) پدیده های نجومی و رویدادهای زمینی
۱۳	ب) تاثیرات اجرام سماوی بر زمین
۲۰	ارتباط علوم زمین با طب و عقاید گوناگون در این زمینه
۲۲	علوم زمین و کیمیاگری
۲۴	فصل سوم : بررسی آثار علوم زمین در تمدن اسلامی
۲۴	تقسیم بندی آثار علوم زمین دانشمندان ایرانی در تمدن اسلامی
۳۶	نوآوری های زمین شناسی دانشمندان ایرانی در تمدن اسلامی
۳۹	اصلاحات مسلمین
۴۱	فصل چهارم : بزرگترین زمین شناسان مسلمان
۴۱	بیرونی ، مبرزترین زمین شناس تا قبل از رنسانس
۴۳	الف) قاعده بیرونی در تعیین محیط و شعاع زمین

۴۴	ب (تحقیق بیرونی درباره دره سند
۴۵	پ (نظر بیرونی در مورد صحرای عربستان و بیابان خوارزم
۴۷	ت (یافتن طول و عرض جغرافیایی توسط بیرونی
۴۸	ث (حرکت زمین از دیدگاه بیرونی
۵۲	ج (بیان احتمال وجود خشکیهای دیگر در نیمکره جنوبی زمین توسط بیرونی
۵۴	ح (تقسیمات زمین در آثار بیرونی
۵۶	خ (جهت یابی و قبله یابی
۶۰	د (بیرونی بنیانگذار علم ژئودزی
۶۲	شرح حال مختصری از زندگانی ابوریحان بیرونی
۶۴	برخی از آراء و نظریاتی درباره بیرونی
	کرجی ، مهندس بزرگ مسلمان (در روشهای تراز یابی و آب یابی واستخراج آبهای زیر
۶۵	زمینی)
	فصل پنجم : بررسی چند مسأله مهم علوم زمین در آثار دانشمندان اسلامی
۹۰	الف - توضیح پدیده های زمین شناسی براساس بینش اسلامی
۹۳	بررسی چند مسأله مهم علوم زمین در آثار مسلمین
۹۳	۱- نظریه حرکت وضعی در میان مسلمین
۹۸	۲- آراء معتقدین به سکون زمین
۱۰۲	۳- حرکات زمین
۱۰۷	۴- محاسبه ارتفاع یک کوه
۱۱۰	۵- چشمه های فورانی (آرتزین - تحت فشار)
۱۱۴	۶- منابع آب چشمه ها و رودها
۱۱۸	۷- چشمه های ایستاده
۱۱۹	۸- حرکت آبهای زیر زمینی

- ۹- شناسایی مکان و نوع آبهای زیر زمینی (هیدروژئولوژی) ۱۲۰
- ۱۰ چشمه های کف بستری و یا حاشیه ای ۱۳۰
- ۱۱ جزر و مد ۱۳۳
- ۱۲ شکل زمین ۱۴۰
- ۱۳ ساختمان و جنس زمین ۱۴۵
- ۱۴ ابعاد زمین ۱۴۹
- ۱۵ کوهزایی و پدیده های رسوبی ۱۵۲
- ۱۶ فصلهای سال ۱۵۷
- ۱۷ تغییرات طول روز و شب ۱۶۴
- ۱۸ تاریخ و عمر زمین ۱۶۶
- فصل ششم : پیشرفتهای مسلمین در برخی از شاخه های علوم زمین ۱۷۲**
- الف - کانی شناسی و معدن ۱۷۳
- ۱- کانی شناسی پیش از اسلام ۱۷۳
- ۲- کانی شناسی در عصر اسلام ۱۷۴
- ۳- دسته بندی آثار کانی شناسی و معدنی دانشمندان مسلمان ۱۷۵
- ۴- اعتقاداتی در مورد کانیها ۱۷۷
- ۵- تقسیم بندی مواد معدنی ۱۸۰
- ۶- شناسایی کانیها ۱۸۱
- ۷- تعیین وزن مخصوص کانیها ۱۸۲
- ۸- تکوین معادن ۱۹۲
- ۹- توضیحاتی درباره تکوین معادن بر اساس نظریات امروزی ۱۹۷
- ۱۰ - مکانهایی که معادن در آنها بوجود می آیند (در نظر دانشمندان مسلمان) ۱۹۸
- ۱۱ - مکانهای تکوین معادن بر اساس فرآیندهای کنساز ۲۰۱

- ۱۲ - استخراج معادن ۲۰۱
- ب - هواشناسی و علم کائنات جو (ائورولوژی و متئورولوژی) ۲۰۵
- ۱- علم کائنات جو یا متئورولوژی در آثار اسلامی ۲۰۵
- ۲- هواشناسی در تمدن اسلامی ۲۱۳
- ج - زلزله شناسی ۲۱۷
- ۱- زلزله شناسی در تألیفات اسلامی ۲۱۷
- ۲- زلزله شناسی و پژوهشهای زلزله شناختی در تمدن اسلامی ۲۱۹
- ۳- اثرات زلزله ۲۲۴
- ۴- یاد کردی از مهمترین زمین لرزه های ایران ۲۲۵
- د - تکنولوژیهای کاربردی استخراج آبهای زیر زمینی در تمدن اسلامی ۲۲۷

پیوست

مقدمه

علم محصول اندیشه و تلاش تمامی ملت‌ها برای بهتر زیستن؛ در گذر قرون و اعصار است. با این وجود به شهادت تاریخ و تصدیق محققان بزرگ تاریخ علم؛ نقش دانشمندان ایرانی در طول زمانی سده‌های هشتم تا یازدهم میلادی که به نام دوران ((تمدن اسلامی)) نامیده می‌شود در پیشبرد تاریخ علوم و فناوری ساختن درخت معرفت و دانش بشری، قابل توجه است. نتایج و دستاوردهایی که منابع مهم علمی و مآخذ عمده برای رنسانس علمی در اروپا گردید. زبان علم در آن زمان عربی بوده و در جغرافیای گسترده‌ای به کار می‌رفته است از جمله در ایران بزرگ آن روزگار و این موضوع نباید باعث اشتباه در ملیت دانشمندان بزرگ تاریخ علم در تمدن اسلامی گردد.^۱ در این نوشتار کوتاه؛ به بررسی آراء و نظریات دانشمندان بزرگ تمدن اسلامی که تقریباً همه آنها ایرانی بوده‌اند در موضوع علوم زمین و فناوری‌های مرتبط؛ پرداخته می‌شود. موضوعی که در آثار تاریخ علوم کمتر بدان پرداخته شده است.

محمد ضیایی

تابستان ۱۳۸۰

مشهد-ایران

^۱ بزرگترین و میرزترین آثار علمی تمدن اسلامی متعلق به دانشمندان مسلمان ایرانی است. جرج سارتن محقق بزرگ تاریخ علوم در نامگذاری عصرهای علمی به نام دانشمندان بزرگ چنین آورده است:

- ۱- عصر جابرین حیان - نیمه دوم قرن هشتم میلادی
- ۲- عصر خوارزمی - نیمه اول قرن نهم میلادی
- ۳- عصر رازی - نیمه دوم قرن نهم میلادی
- ۴- عصر مسعودی - نیمه اول قرن دهم میلادی
- ۵- عصر ابوالوفاء بوزجانی - نیمه دوم قرن دهم میلادی
- ۶- عصر بیرونی - نیمه اول قرن یازدهم میلادی
- ۷- عصر خیام - نیمه دوم قرن یازدهم میلادی که از میان ایشان تنها جابرین حیان غیر ایرانی است *

فصل اول

درآمدی بر زمین شناسی

سرآغاز

زمین شناسی کلمه ای است فارسی که معادل آن در زبان انگلیسی و بین المللی Geology (ژئولوژی) است. این کلمه مرکب از دو لغت یونانی ((Geo)) بمعنای زمین و ((Logos)) بمعنی علم یا منطق است .

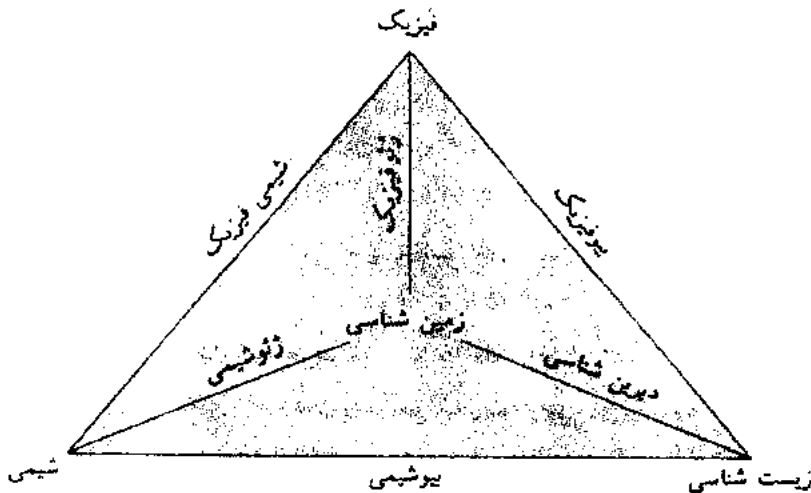
زمین شناسی یکی از رشته های علوم طبیعی است که درباره زمین و ساختارها و مواد سازنده آن ، پدیده های گوناگون آن ، شکل های طبیعی و ریخت شناسی زمین ، تاریخ رخداد های مهم در زمین و دیگر گویهای آن ، سیر تحول و تکامل موجودات زنده در طی میلیون ها سال ، پیدایش دریاها و تکوین پوسته جامد زمین و نیز پیدایش جو و مباحث دیگر می پردازد .

امروزه به سبب پیشرفت سریع علوم و ارتباط نزدیک و تنگاتنگی که بین رشته های گوناگون علوم بوجود آمده ، زمین شناسی تقسیمات بسیاری یافته است .
به طور کلی تقسیمات زیر را می توان برای این علم قائل شد :

زمین شناسی فیزیکی - زمین شناسی تاریخی - فسیل شناسی - رسوب شناسی - بلور شناسی و کانی شناسی - سنگ شناسی - چینه شناسی (درباره تاریخ زمانی و چگونگی پیدایش رسوبات) - زمین شناسی ساختمانی ، زمین شناسی مهندسی -

ژئومورفولوژی (مطالعه تغییرات سطحی زمین) - ژئوشیمی (تحقیقات درباره ترکیب شیمیایی زمین) - ژئوفیزیک (تحقیق خواص فیزیکی زمین) - هیدروژئولوژی (در مورد آبهای زیرزمینی) - هیدرولوژی (آب شناسی سطحی زمین) - زلزله شناسی - زمین شناسی نفت - علاوه بر این شاخه ها ، رشته های دیگری نیز وجود دارند که از زمین شناسی منشعب شده اند .

شکل زیر رابطه زمین شناسی را با علوم دیگر به طرز ساده توضیح می دهد :



شکل ۱-۱ . رابطه زمین شناسی با علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی

علوم زمین پیش از تمدن مسلمین

زمین شناسی پیش از مسلمین که مهمترین آن آثار یونانیان بوده و مأخذ مسلمین نیز شده

بود ، بیشتر جنبه فلسفی داشته و در عین آنکه به پژوهش در طبیعت پرداخته می شد اما به مقولات عمومی فلسفی بی شباهت نیز نبوده است .

این شیوه حتی در تمدن اسلامی نیز توسط برخی دانشمندان مسلمان دنبال می شد و ایشان با مطالعه آثار ترجمه شده ، هر چند مطالب خرافی و موهوم آن را نپذیرفتند ولی از شیوه و مشرب فلسفی آن آثار تأثیر گرفتند (مشائیان که مبرزترین ایشان ابن سیناست) . مهمترین تألیفات پیش از مسلمین متعلق به ارسطو و تئی چند از دانشمندان دیگر یونان بوده که در زمان خود درصدر تألیفات علمی آن روز قرار داشت .

ابن الندیم برخی از این آثار را همراه مترجمان آنها درالفهرست خود آورده است :

- کتاب سماع طبیعی (فیزیکا): تألیف ارسطو، مترجمان - ابوروح صابی ، یحیی بن عدی ، قسطابن لوقا.

- کتاب السماء والعالم : تألیف ارسطو، مترجمان- ابن بطریق،حنین بن اسحاق ، ابوشرمی ، یحیی بن عدی.

- کتاب الکون و الفساد : تألیف ارسطو ، مترجم - حنین بن اسحاق

- آثار علویه : تألیف ارسطو ، مترجم - ابوشرمی .

دیگر آثاری از این دست عبارتند از :

- درباره کیهان : احتمالاً متعلق به ((ثوفراستوس)) (۲۸۷-۲۷۲ قبل از میلاد مسیح)

- درباره سنگها : متعلق به ((ثوفراستوس))

- کتاب مثنور و لوگیکا (کائنات جو - هواشناسی) .

- کتاب فی الطلوع و الغروب : تألیف اوطولوقوس .

- کتاب ((بعد الشمس والقمر)) : تألیف ارسطرخس - منجم معروف یونانی (قرن ۳ قبل از میلاد) که گویا وی به حرکت زمین به گرد خورشید معتقد بوده است . خواجه نصیر الدین طوسی این کتاب را ترجمه کرده است .

- کتاب الاحجار : منسوب به ارسطو ، ترجمه ((لوقابن سراپیون)) (این کتاب به سبب آمیخته بودن بیش از حد با مطالب غیر علمی و خرافی ، استاد بزرگ بیرونی انتساب آنرا به ارسطو مشکوک دانسته است) .

البته در آثاری که انتساب آنها به ارسطو جای هیچ شکی ندارد نیز خرافات و مطالب باطل و پوچ وجود دارد ولی این موضوع را باید به حساب زمان گذاشت . فقدان وسایل و امکانات و جمود عقلی و فکری را در نظر بگیریم .

در نظر یونانی هر چیزی در طبیعت دارای روح و شخصیتی مانند انسان بود و در کنار آن خدایان نیز با تواناییهای بسیار برای عناصر مهم طبیعت قرار داشتند . گیا خدای زمین ، اورانوس خدای آسمان ، اربوس خدای تاریکی زیر زمین . اکیانوس خدای آبهای محیطه اندیشه متضاد با این اساطیر ، فلسفه ملطیه بود که در تلاش برای تدوین نظریه ای برای پیدایش جهان بدور از اساطیر و افسانه ها بود .

تالس زمین را روی آب شناور می دانست و اوهمان کسی است که نوشته اند یک کسوف را پیش بینی کرد .

نظریه ای دیگر زمین را مسطح و گرد در هوا شناور می دانست ، آسمان گنبدی مانند کلاه می بر گرد زمین می چرخید . سکون زمین و گردش خورشید گرد آن نیز بیان می شد . نظریه ای نیز پیدایش منظومه شمسی و ستارگان را چنین بیان می کرد : کره ای از آتش گرداگر هوایی که بر زمین احاطه دارد همچون پوست گرداگرد درخت شکل گرفت و سپس به صورت توپهایی از آن جدا شد و بدینسان خورشید و ماه و ستارگان را پدید آوردند . تمام موجودات زنده با ظهور و گسترش تدریجی از درون رطوبت اولیه و تحت تأثیر

گرمای خشک کننده بر روی زمین پدیدار شدند. نخستین موجود زنده ای که بدینگونه پدیدار شد ماهی بود. پیدایش خاک از آب و آب از ابر و ابر از هوا تحت تأثیر سرما در نظر گرفته می شد. منشأ هر چیزی از خاک بود و سرانجام نیز به خاک بر می گشت. نور ماه از خورشید بود و خورشید و ماه و تمام ستارگان سنگهای قرمز داغی فرض می شدند که اثیر یا کره آتش گرد آنها می چرخید. ماه خاکی و دارای پستی و بلندی بوده است. منشأ آب رودخانه ها و نیز آب گودالهای زیرزمین باران است.

ارسطو زمین را مرکز جهان می دانست که پیرامون آن لایه های هم مرکز آب، هوا، آتش و خاک قرار داشت. افلاک متحرک بودند که حرکت فلک نخستین، حرکت افلاک دیگر را معین می کرد.^۲

از دیگر آثار پیشینیان مسلمانان، کتاب پلین رومی است که آن هم مطالب غیر علمی به حد وفور دارد. پلین در مورد آتشفشان ((وزوو)) و ژرژ آگر یکولادر رده بندی کانیها و فسیلها به پژوهش پرداخته بودند.

ذکر این نکته ضروری است که از لحاظ ارزش علمی، آثار زمین شناسان مسلمان بسیار برتر از آثار پیشینیان ایشان است و نمی توان ادعا کرد که آثار علمی گذشته معلم خوبی برای دانشمندان مسلمان بوده است.

اگر در نوشته های دانشمندان مسلمان جستجو کنیم اکثریت قریب به اتفاق مطالب غیر علمی را در جاهایی می یابیم که مشرب فلسفی بیشتر غالب بوده است. یک دانشمند مسلمان که در مورد تحلیل پدیده های طبیعت مشرب فلسفی دارد بیشتر دچار اشتباه شده است تا آنکس که فقط به تجربه به عنوان ابزار تحلیل پدیده های طبیعی اعتقاد دارد.

^۲ تاریخ فلسفه در اسلام - تفکر یونانی - سید محمد شریف - ترجمه دکتر جلال الدین مینویی .

زمین شناسی پیش از مسلمین فقط محدود به آثار یونانی نیست . ولی مهمترین منبع مأخوذه برای مسلمین آثار یونانی بوده است . مفهوم مأخذ بدان معنا نیست که مسلمین این آثار را برای نگارش تألیفات خود سودمند یافته اند . در تمامی تألیفات مسلمانان بسیار کم به مطالبی بر می خوریم که کاملاً برگرفته از دانش یونانی است و در مواردی اندک تأثیر علم یونانی را در این رشته بر محقق مسلمان می یابیم .

مثلاً در تقسیم تحقیقات و نامگذاری آثار و کتب و تصحیح و کامل کردن برخی پژوهشهای گذشتگان .

اگر بتوان بزرگترین زمین شناس یونانی را ((ارسطو)) دانست (به سبب آنکه آثار او بیش از دیگران در تمدن اسلامی ترجمه و نشر یافته بود) فقط در مواردی می توان تأثیر ارسطو را بر دانشمندان مسلمان یافت که مشرب فلسفی ارسطو در بیان پدیده های طبیعت ، منطبق بر مرام دانشمند اسلامی باشد . این رویه را در مورد ابن سینا در شرح سکون یا حرکت زمین می بینیم . ابن سینا که نمود یک فیلسوف مشائی است ، از نظریه ارسطو در سکون زمین دفاع می کند ولی بیرونی چنین نیست چرا که نمونه کامل یک محقق تجربی است . موضوع دیگر آنست که زمین شناسی پیش از مسلمین و حتی پیش از میلاد مسیح الصلوات نه تنها محدود به یونان نبوده است بلکه گستره این علم در یونان نسبت به برخی تمدنهای دیگر در درجه پایین تری قرار داشته است . چرا که علم زمین شناسی در یونان بیشتر جنبه فلسفی یا هنری داشته است ولی برای مثال در چین ، جامه ای علمی بدان پوشانیده بودند . چینی ها اولین کسانی بودند که لرزه نگار را اختراع کردند . لرزه نگارهای امروزی بر پایه و اساس همان لرزه نگار اختراعی چینیها استوار است . منظم ترین جداول جزرومد رانیز چینیها در قرن نهم میلادی ساختند . در مورد چیستی سنگواره ها و بقایای مواد زنده نیز ظاهراً ایشان پیشگامند . چینیان باستان ، علت حرکات فلک و سیارات را وجود باد شدید در فضا می دانستند .

در تمدنهای دیگر باستانی ایران و هند و مصر نوآوری‌هایی در این رشته انجام نگرفته بود و همان یافته‌های عمومی آن روزگار در مورد پدیده‌های طبیعی زمین، با کمی تغییرات وجود داشت. این تغییرات نیز مربوط به تفاوت اعتقادات و افسانه‌های رایج در آن سرزمینها می‌شد. در ایران باستان استخراج معادن و ذوب فلزات بیش از سایر نقاط رواج داشته است و اولین آثار عملیات ذوب فلزات و استخراج فلز از سنگ معدن در ایران بدست آمده است. موارد ذیل در پیش از اسلام در این علم شناخته شده بود:

- در مورد جزر و مد و علت آن که ماه بود.^۳

- کرویت زمین. احتمالاً اولین فردی که این موضوع را بیان کرد فیثاغورث (۵۸۲ - ۴۹۷ ق. م) بود. در افسانه‌هایی کهن تر بر کرویت زمین اشاره شده است.

- اندازه‌گیری محیط زمین (دقیقترین آن توسط اراتوستن یونانی انجام گرفته بود. قرن ۳ پیش از میلاد مسیح).

- اندازه‌گیری فواصل زمین از ماه و خورشید و نیز ماه از خورشید (دقیق ترین این اندازه‌گیری توسط ابرخس یونانی، قرن ۲ پیش از میلاد انجام گرفته بود). البته با تفاوت‌های زیاد نسبت به یافته‌های امروزی.

- حرکت زمین، اولین کسی که این مطلب را بیان کرد آریستارخوس ساموسی (۲۵۰ - ۳۲۰ ق. م) بوده است. او به مرکزیت خورشید معتقد بوده است.^۴

- پژوهشهایی در مورد کانیها و کاربردهای آنها - (آنچنانکه برخی از آن کاربریها هنوز رایج است)

^۳ البته فقط می‌دانستند که ماه در این پدیده نقش دارد، برخی نور آنرا و برخی حرارت ماه را در جزر و مد مؤثر می‌دانستند - جاذبه ماه را نیوتن بیان کرد.

^۴ «حرکت زمین» و «سکون زمین» دو نظریه در مقابل هم بوده که هر یک طرفدارانی داشته است اما دلایل علمی ارائه نشده بود. به ویژه در مورد رأی بر حرکت زمین. ظاهراً نظریه «سکون زمین» بر بنیانهای محکم تری استوار بوده است هر چند آن دلایل هیچیک بر اصول علمی متعارف امروزی منطبق نیست. گویا معتقدین به حرکت زمین فقط خواسته‌اند در مقابل نظریه به ظاهر صائب «سکون زمین» احتمال مخالف آنرا مردود ندانسته باشند.

- اختلاف مدت فصول ، طول سال ، مواضع انقلابین و اعتدالین و بروج دوازده -
گانه توسط تالس میلوسی و دیگران .
- این موارد یافته های صحیحی بود که در پیش از اسلام بدان دست یافته بودند .
هر چند به طور ناقص و در برخی موارد با اندکی اشتباه . دانشمندان مسلمان با بهره گیری
از این یافته ها و خارج ساختن مطالب غیر حقیقی ، و تصحیح آنها به تکامل این علم کمک
شایانی کردند .^۵

علوم زمین در تمدن اسلامی

- در مورد آثار علوم زمین در تمدن اسلامی و در میان تألیفات مسلمین باید گفت که به این
علم بسیار کمتر ارزشی داده شده است . نجوم ، فلسفه و پزشکی پرداخته شده است .
آثار علمی زمین شناسی دانشمندان مسلمان محدود به کتابهایی است که در مورد کانیها
نوشته شده و همچنین مطالبی پراکنده در کتابها و رساله هایی به نام ((آثار علوی)) یا ((آثار
علویه)) که در مورد علم کائنات جو است و نیز کتابهای ((عجایب نامه ها))، در آثار
نجومی و ریاضیات و فلسفی نیز مطالبی در این علم وجود دارد . در آثار جغرافیایی^۶
مسلمانان در مورد تقسیمات زمین و اشکال آن و در ((جواهرنامه ها)) در مورد گوهرها

^۵ هر چند تأثیر دانشمندان مسلمان در تحول این علم نسبت به اقدامات ایشان در سایر علوم مثل
ریاضیات و نجوم ، کمتر است لیکن این به سبب موقعیت این علم در تمدن اسلامی بوده است . به مبحث
((زمین شناسی در تمدن اسلامی)) رجوع شود .

^۶ جغرافیا در تعاریف دانشمندان مسلمان به علم نگارش زمین و وصف احوال طبیعی ، انسانی ، اقتصادی
و اجتماعی و نیز علمی که در احوال اقالیم ۷ گانه در ربع مسکون و پیدایش شهر ها و مشخصات طبیعی
آنها مثل کوهها ، دریاها و رودخانه ها بحث می کند اطلاق می شده است .

وسنگها نیز بیشترین مطالب درباره زمین شناسی و شاخه های آن دیده می شود. علاوه بر اینها به تعداد انگشت شمار، رسائلی در مورد برخی پدیده های زمین شناسی وجود دارد مثل رساله جزر و مد کندی و رساله ((سکون الارض او حرکتها)) از بیرونی. علت توجه کمتر دانشمندان مسمان به این رشته نسبت به سایر علوم، متمایز بودن این علم از چند بعد است:

- اول از بعد دینی و مذهبی آن است - چه نسبت به دیگر علوم، با دین و مذهب رابطه چندان توجیه پذیری نداشته است. برای توضیح کوشش و تحقیق در نجوم و ریاضیات، می توانیم انگیزه عمل هر چه بهتر به برخی فرامین دینی را به یاد آوریم. تعیین جهت قبله برای انجام فریضه نماز، تعیین حساب ماهها برای یافتن شهور مورد نظر و موارد دیگر از این جمله است و یا جغرافیا و جهانگردی که در واقع با انجام فریضه حج صورت می گرفته است.

- دوم زمینه اقتصادی و بازرگانی است. هر چند این جنبه در جوهر شناسی (گوهر شناسی) و کانی شناسی مصداق دارد ولی در مورد شاخه های دیگر آن کمتر نمود دارد. کانی شناسی اسلامی بسیار پیشرفت داشته و کتابهایی که به عنوان ((جواهر نامه)) ها و یا با نامهای دیگر در این زمینه به رشته تحریر در آمده اند فراوانند.

- سوم جنبه فلسفی این علم است. در آثار یک دانشمند تجربی چنین نگرشی به چشم نمی خورد اما بالعکس یک فیلسوف طبیعی دان، در نظریه حدوث عالم، چرخش زمین، مرکزیت زمین و غیره، چنین رویه ای را آشکار می سازد.

و در نهایت مسأله کاربردی بودن این علم است - به سبب کاربری کم و عدم ظهور کافی در جامعه، آنچنانکه باید رشد نمی یافته است - در حالیکه طب چنین نبوده است.

تقسیم بندی علوم و جایگاه علوم زمین

در مورد تقسیم بندی علوم و جایگاه زمین شناسی ذکر این نکته لازم است که تقسیم بندی امروزی علوم بر اساس برقراری رابطه میان کل و جزء که منقسم از کل است، می باشد در حالیکه در تقسیمات گذشته چنین نیست.

دانشمندان مسلمان در تقسیمات خود از علوم بر اساس تفکرات خود رفتار می کرده اند. گروهی تجربی و گروهی دارای تفکرات فلسفی مشائی بوده اند و طبعاً در این گروه دوم سلسله مراتب امروزی رعایت نشده است، هرچند آن علم دارای شاخه های شناخته شده باشد. در مورد زمین شناسی هیچ نامی بنام ((معرفه الارض)) یا ((علم الارض)) نیامده است و فقط می توانیم از موارد ذیل یاد کنیم که اشاره به موضوعات این علم دارد: سنگ شناسی - گوهر شناسی و معدن شناسی.

در تقسیمات زیر از علوم نیز اشاراتی به برخی شاخه های علوم زمین آمده است:

کیمیگری و شیمی (در شاخه کانی شناسی)

نجوم (درباره رابطه میان زمین و ماه و خورشید و تعیین فواصل میان آنها)

طب و پزشکی و صیدنه یا گیاه شناسی دارویی (شناختن خواص دارویی کانیها و ترکیب آنها)

علم فلاحت (یا کشاورزی) (در شاخه آب شناسی و خاک شناسی)

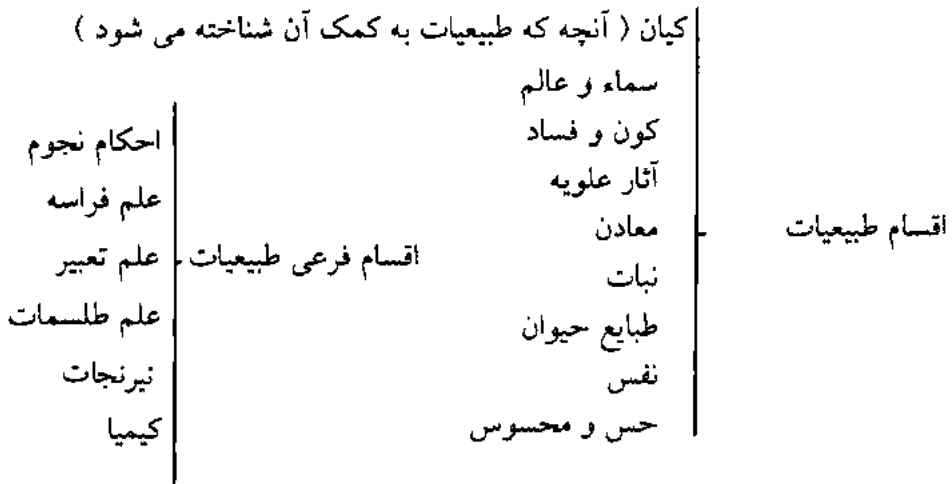
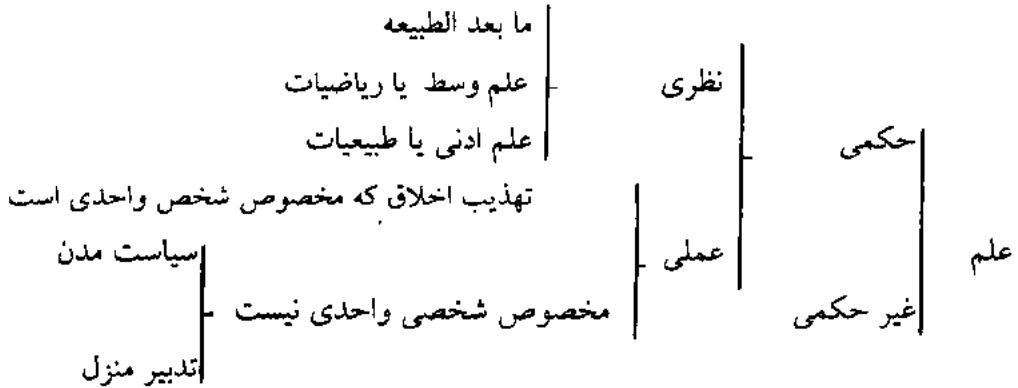
علم آثار علوی (کائنات جو) (که درباره رعد و برق و رنگین کمان و شهاب و نزولات جوی بحث می کند و به طور کلی به آنچه در آسمان روی می دهد و برخی پدیده های زمینی می پردازد) .

مهمترین تقسیمات علوم بدین ترتیب است:

تقسیم بندی علوم توسط ابن سینا (قرن ۴ و ۵ هجری)

ابن سینا علوم را به ۲ دسته کلی ۱- حکمی ۲- غیر حکمی تقسیم می کند.

- علوم حکمی : علمی که احکامشان در تمام برهه های زمان جاری است .
 - علوم غیر حکمی : علمی که احکامشان در تمام برهه های زمان جاری نیست .
- و بدین ترتیب تقسیمات را ادامه می دهد :



- در تقسیم بندی ابن سینا از علوم ، علوم زمین ، از علوم حکمی است (یعنی با گذشت زمان احکامشان تغییر ناپذیر است)^۷.

فخر الدین رازی فیلسوف ، طبیب و متکلم بزرگ قرن ۶ هجری علوم را به ۶۰ نوع تقسیم کرده و از شماره ۱ تا ۶۰ برشمرده است که از جمله تقسیمهایی که به زمین شناسی مربوط است عبارتند از :

شماره ۲۳ : علم طبیعیات : در بیان حرکت جسم لذاته ، در اثبات صانع و در حقیقت طبیعت

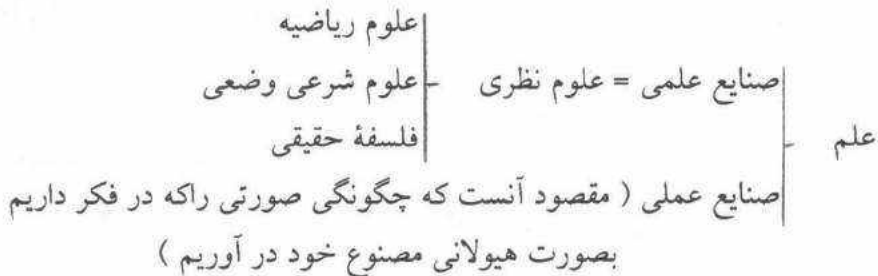
شماره ۲۸ : علم صیدنه : در بلسان در مشک و در عود

شماره ۳۰ : علم شیمی : در اقسام معدنیات در کیفیت تکون ۷ گوهر و در صفت کیمیا

شماره ۳۱ : علم معرفه الاحجار : در یاقوت ، در لعل و در زمرد و در فیروزه و سنگهای قیمتی

شماره ۳۳ : علم فلاح

- تقسیم بندی علوم در نظر اخوان صفا^۸ : در رسائل خود چنین آورده اند :



^۷ این تعریف را برای زمین شناسی می توان معادل نظریه ((یونیفر میتار یانیسم)) دانست . این نظریه بیان می کند که عوامل تغییر شکل دهنده زمین در طول زمان تغییرات یکسانی را موجب می شوند .

^۸ اخوان صفا (برادران پاک) انجمن سری بودند (در قرن ۵ و ۴ هجری) که در جهت نشر عقاید شیعی و اسلامی می کوشیدند. رساله ای از این گروه نیز باقی است که در صفحات آینده بدان خواهیم پرداخت .
اعضاء این گروه متفاوت ذکر شده اند .

کتابت و قرائت لغت و نحو	علوم ریاضیه
حساب و معادلات	
شعر و عروض	
سحر	
کیمیا	
حیل	
جرکف و صنایع	
بیغ و شرا و سیر و اخبار	

علم التنزیل	علوم شرعی
علم تأویل	
علم روایات و اخبار	
علم فقه و سنن	
علم مواعظ و زهد و تصوف	
علم تأویل خوابها	

هندسه	ریاضیات
عدد (حساب)	
نجوم	
موسیقی	

صناعه - شعر	منطقیات
خطابه	
جدل	
برهان	
مغالطه	

علم فلسفه حقیقی

طبیعیات

طبیعیات

- بیان مفهوم ماده - صورت - حرکت زمان ، مکان و غیره
- علم افلاک و کواکب و ارکان اربعه (اساسهای ۴ گانه که پایه و اساس فلک پنداشته می شد)
- کون و فساد (آفرینش و تباهی) که معرفت ماهیت جواهر ارکان اربعه است .
- آثار علوی که معرفت کیفیت آثار سماوی و تغییرات هواست

- تکوین معادن که معرفت جواهر معادن است

علوم نفسانی و عقلانی

علوم الهی .

- ماهیت طبیعت
- اجناس نباتات
- کیفیت تکوین حیوانات واصناف آنها که معرفت بتمام اجسامی که میخورند و می آشامند و حرکت می کنند و حس می نمایند .
- ترکیب بدن انسان
- حس و محسوس
- پیدایش و نمو نطفه
- خاصیت لذات
- علت اختلاف لغات و رسم الخط ها و عبارات
- در قول حکما به اینکه انسان عالم صغیر است
- نشو و نمای نفوس جزئی در بدن انسان
- طاقت انسان در کسب معارف و علوم
- حکمت مرگ و زندگی

- ابونصر فارابی (قرن ۳ هجری) در کتاب ((احصاء العلوم)) که موضوع آن تقسیم بندی علوم است چنین آورده است ^۹ :
- فصل اول : علم زبان و بخشهای آن
 - فصل دوم : علم منطق و بخشهای آن
 - فصل سوم : علوم تعلیمی که عبارتند از حساب و هندسه و علم مناظر و علم نجوم تعلیمی و علم موسیقی و علم انتقال و علم حیل
 - فصل چهارم : علوم طبیعی و بخشهای آن و علم الهی و بخشهای آن
 - فصل پنجم : علوم مدنی و بخشهای آن و علم فقه و علم کلام
 - علم طبیعی را نیز به ۸ بخش بزرگ تقسیم کرده است :
- ۱) بررسی مبادی و اعراض وابسته به این مبادی است که تمام اجسام طبیعی خواه بسیط خواه مرکب در آنها مشترک هستند . ۲) بررسی اجسام بسیط است . ۳) بررسی کون و فساد و اجسام طبیعی ۴) بررسی مبادی اعراض و انفعالاتی است که تنها مخصوص عناصر است و به ترکیبات آنها ارتباطی ندارد . ۵) بررسی درباره اجسامی است که از عناصر ترکیب شده اند . ۶) بررسی چیزهایی است که در آنها اجسام مرکب و اجسام متشابه الاجزایی که خود آنها جزء اجسام مختلف الاجزاء نیستند مشترک هستند و آن اجسام معدنی است . ۷) بررسی چیزهایی است که انواع گیاهان در آن مشترک هستند . ۸) بررسی چیزهایی که در انواع حیوان مشترک هستند .
- بخش ششم از این تقسیم بندی معرف علوم زمین است که البته فقط به شاخه سنگ شناسی و معدن شناسی آن اشاره کرده است .
- تقسیمات دیگری نیز برای علوم ذکر شده است که اکنون به چند مورد دیگر اشاره می کنیم :

^۹ ترجمه احصاء العلوم - ترجمه خدیو جم - انتشارات بنیاد فرهنگ ایران - چاپ تهران ۱۳۴۸

<p>علوم ساحری و طلسمات علم اسرار حروف علم کیمیا علم هندسه علم حساب علم موسیقی علم نجوم و احکام نجومی</p>	<p>منطق طب علوم طبیعی فلاحت علوم ما بعد الطبیعی یا الهیات علم مقادیر یا تعالیم</p>	<p>عقلی (۱) علوم</p>
<p>علم تصوف - علم زبان عربی (لغت ، بیان - نحو ، ادب) علم قرآن - علم حدیث و علم رجال - علم کلام - علم فقه</p>	<p>علم تصوف - علم زبان عربی (لغت ، بیان - نحو ، ادب) علم قرآن - علم حدیث و علم رجال - علم کلام - علم فقه</p>	<p>نقلی</p>
<p>بی ذهن و خارج از ذهن = مانند طب (ویازمین شناسی)</p>	<p>نظری با ذهن = منطق عملی</p>	<p>(۲) علوم</p>
<p>غیر آلی = یعنی خود مقصود است نه آنکه وسیله و ابزار دیگری باشد آلی = ابزار تحصیل اهداف دیگری است - مانند ریاضیات (و یا زمین شناسی)</p>	<p>غیر آلی = یعنی خود مقصود است نه آنکه وسیله و ابزار دیگری باشد آلی = ابزار تحصیل اهداف دیگری است - مانند ریاضیات (و یا زمین شناسی)</p>	<p>(۳) علوم</p>
<p>غیر عربی = مانند طب - ریاضیات (زمین شناسی)</p>	<p>عربی غیر عربی = مانند طب - ریاضیات (زمین شناسی)</p>	<p>(۴) علوم</p>

شرعی	(۵) علوم
غیر شرعی = مانند علوم ریاضیات - طب و ... (زمین شناسی)	
حقیقیه	(۶) علوم
غیر حقیقیه = مانند زمین شناسی	
در اثبات آنها نیاز به دلیل شرعی نیست = عقلی مثل زمین شناسی	(۷) علوم
نقلی	
جزئیه = این علم جزئی از یک علم دیگر است مثل زمین شناسی که جزئی از علوم طبیعی است	(۸) علوم
غیر جزئیه	

فصل دوم

رابطه علوم زمین با دانشهای نجوم ، طب و کیمیاگری

ارتباط علوم زمین با نجوم^۱

زمین سیاره ای که در آن زندگی می کنیم از حیث بزرگی پنجمین و از نظر فاصله سومین سیاره منظومه شمسی است . در منظومه شمسی که در کهکشان راه شیری وجود دارد خورشید به همراه ۹ سیاره ، تعدادی قمر ، سیارک و دنباله دار وجود دارد و هر کهکشان نیز شامل میلیونها و یا میلیاردها ستاره (عمدتاً) است . خورشیدستاره مرکزی و قلب منظومه شمسی است و همه اجرام دیگر منظومه شمسی بدور آن گردش میکنند .

سیاره های منظومه شمسی از نظر نزدیکی به خورشید عبارتند از :

عطارد (تیر) - زهره (ناهید) - ارض (زمین) - مریخ (بهرام) - مشتری (برجیس) - زحل (کیوان) اورانوس-نپتون وپلوتون^۲ - همه سیارات منظومه شمسی تقریباً در یک صفحه بدور خورشید گردش میکنند .

اگر جابجایی سیارات را به خوبی رصد کنیم در می یابیم که همه آنها ، و از جمله ماه و خورشید ، در روی دایره ای در آسمان حرکت می کنند . این دایره را دایره البروج مینامند .

^۱ در آثار نجومی مسلمین نیز بیشترین مطالب پراکنده در مورد علوم زمین به چشم می خورد .

^۲ دانشمندان مسلمان ۳ سیاره اورانوس - نپتون و پلوتون را نمی شناختند . این سیارات در همین سه قرن اخیر شناخته شد .

پس دایره البروج مسیر حرکت ماه و خورشید و سیارات در کره آسمان یا کره سماوی است.^۱

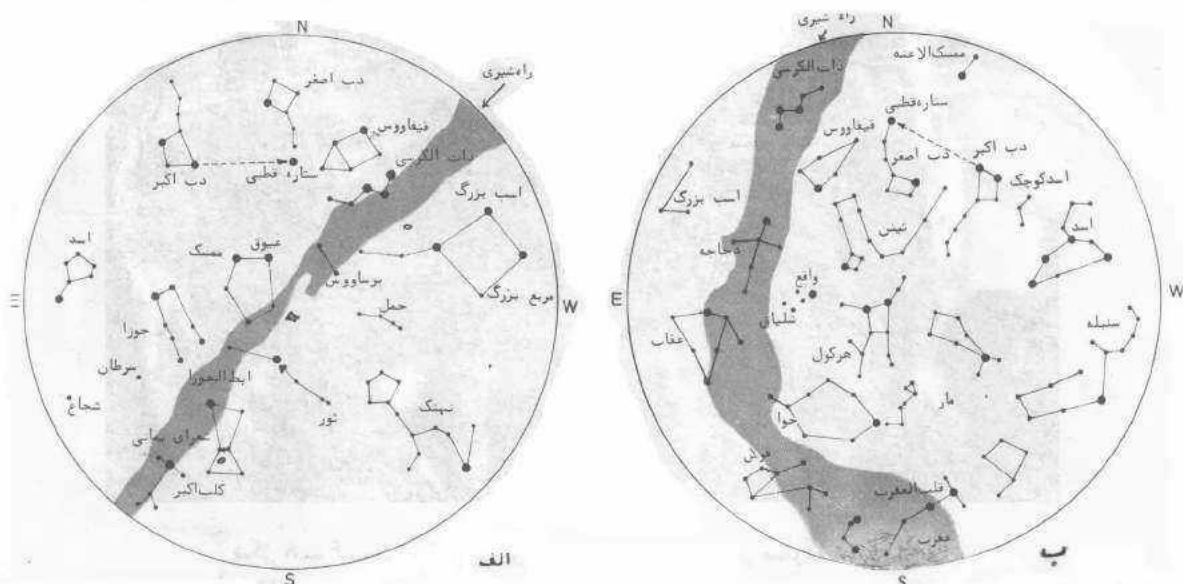
کره سماوی، کره ای است فرضی که همانند گنبد در بالای سر ما قرار گرفته است و ما تمام ستارگان و اجرام سماوی را در سطح این کره می بینیم. اگر محور چرخش زمین را امتداد دهیم، کره سماوی را در دو نقطه شمال و جنوب قطع می کند. این نقاط را قطب های شمال و جنوب سماوی می نامند. همچنین اگر صفحه استوایی کره زمین را امتداد دهیم، کره سماوی را در یک دایره عظیمه قطع می کند که آن را استوای سماوی می نامند. دایره البروج نیز دایره عظیمه ای است که با استوای سماوی $۲۳\frac{۱}{۲}$ درجه ($۲۳\ ۳۰'$) اختلاف دارد.^۲ نقاط تقاطع دایره البروج و استوای سماوی را نقاط اعتدالین می نامند و خورشید در اول بهار در اعتدال بهاری و در اول پاییز در اعتدال پاییزی است. در این مواقع طول روز و شب برابر است. ۳ ماه بعد از اعتدال بهاری، انقلاب تابستانی رخ می دهد. در این هنگام، روز بیشترین طول و شب کوتاهترین طول را دارد. برعکس در انقلاب زمستانی که سه ماه بعد از اعتدال پاییزی فرا می رسد، طول شب به بیشترین مقدار و طول روز به کمترین مقدار می رسد.

در آسمان شب، ستاره های زیادی را در نقاط مختلف کره سماوی می بینیم. از قدیم، دسته های مختلفی از این ستاره ها را به صورت گروههایی خاص در نظر گرفته و اسامی خاصی به آنها داده اند. این گروههای فرضی را صورت فلکی می نامند که جمعاً ۸۸ صورت فلکی می باشد. دانشمندان مسلمان به این موضوع پرداخته اند و اسامی آنها در

^۱ دایره البروج با همین تعریف در آثار دانشمندان اسلامی دیده می شود.

^۲ این مورد همان تعریف میل کلی است - دانشمندان مسلمان با این مفهوم آشنا بوده اند. دقیق ترین این عدد را ((خجندی)) دانشمند بزرگ قرن چهارم هجری بدست آورد ($۲۲\ ۲۲'$) که فقط ۲ دقیقه با مقدار بدست آمده کنونی متفاوت است.

بیشتر موارد همان نامهایی است که اکنون رایج است^۱



شکل ۱-۱ - صورتهای فلکی نیمکره شمالی در تابستان (الف) و زمستان (ب)

دایره البروج از میان دوازده صورت فلکی می‌گذرد و منطقه نوارمانندی که همه صورتهای فلکی دایره البروج را دربرمی‌گیرد منطقه البروج می‌نامند. هریک از صورتهای فلکی منطقه البروج را یک برج می‌گویند.

((ماه)) معادل برج است و برجهای محل حرکت خورشید (ظاهراً) می‌باشند. این برجهای از آغاز تا انتهای سال عبارتند از: حمل-ثور-جوزا-سرطان-اسد-سنبله-میزان-عقرب-قوس-جدی-دلو-حوت.

^۱ در این مبحث مهمترین و کاملترین اثر، صور الکواکب عبدالرحمن صوفی اصفهانی است. گفتنی است از سحابی همراه السلسه اولین بار عبدالرحمن صوفی یاد میکنند که کهکشان عظیمی است درخارج از کهکشان راه شیری (قرن چهارم هجری).

زمان آغازین سال یا زمان تحویل سال ، وقت دخول خورشید به برج حمل است (البته ظاهراً) روی همین اصل تقویمها به وجود آمدند . دقیقترین تقویم کنونی ، تقویم ایرانی است که بنیان آنرا دانشمندانی چون بیرونی و خیام گذاردند . به قولی تقویم ایرانی هشتصد مرتبه دقیقتر از تقویم میلادی است .

تاریخ پیدایش زمین جدای از تاریخ پیدایش منظومه شمسی نیست . بر طبق نظریه ای که اکنون مورد پذیرش قرار گرفته است ، منظومه شمسی از یک ابر بزرگ گاز و غبار ، که آنرا سحابی اولیه می نامند شکل گرفته است . این سحابی رفته رفته متراکم شده و در قسمت مرکزی آن خورشید به وجود آمده است . قسمت‌های بیرونی که همچون هاله ای درگرداگرد بخش مرکزی قرار گرفته بوده اند به توده های مستقل و جداگانه ای تراکم یافته اند و هر کدام به صورت سیاره ای در آمده اند . از باقیمانده مواد سحابی نیز سیارکها و دنباله دارها شکل گرفته اند ^۱ .

پس جنس این سیارکها و دنباله دارها همانند جنس زمین است . از روی جنس همین سیارکها که قابل دسترس ترین اجرام سماوی بعد از زمین هستند توانسته اند مواد درونی زمین را بشناسند . جنس این سیارکها که به شکل سنگهای غول آسایی گاهی بر روی زمین می افتند ، بیشتر از آهن و نیکل می باشد . جالب است که اولین فردی که به این موضوع اشاره نموده، ابن سینا دانشمند مشهور مسلمان است .

عمر منظومه شمسی را در حدود ۴۶۰۰ میلیون سال تخمین زده اند ^۲ . زمین پس از طی دورانهای طولانی به شکل امروزی در آمده است .

^۱ البته تئوریهای دیگری نیز در این باره وجود دارد .

^۲ براساس جدیدترین یافته ها که در اوایل سال ۲۰۰۱ میلادی توسط گروهی از دانشمندان اعلام شد عمر منظومه شمسی را نزدیک به ۴ برابر این مقدار اعلام کرده اند که البته تنها یک نظریه است .

وجود این دوره ها از مطالعات زمین شناختی و با بررسی رسوبات و لایه های مختلف نواحی گوناگون زمین و سنگواره های به جای مانده مشخص شده است .

خط استوا ، خطی است که زمین را به دو نیمکره شمالی و جنوبی که مساوی هم هستند تقسیم می کند . این خط نسبت به مدار فرضی حرکت انتقالی زمین ۲۳ درجه و ۲۷ دقیقه انحراف دارد که همیشه در طول حرکت انتقالی زمین مقدارش ثابت است و این مایل بودن زمین ، تغییر فصول را ایجاد کرده است .

چرا که در میزان زاویه تابش و فاصله خورشید از مناطق مختلف در زمانهای متفاوت ، مؤثر است . اگر در نیمکره شمالی تابستان باشد در نیمکره جنوبی زمستان خواهد بود و بالعکس . روی اصل موقعیت زمین در فضا ، از نظر آب و هوایی چهار منطقه مشخص در روی زمین در نظر گرفته شده است که عبارتند از :

۱- منطقه حاره : بین مدار رأس السرطان و مدار رأس الجدی در دو طرف خط استوا گسترده شده است و دارای آب و هوایی گرم و بارانهای بسیار بخصوص در نواحی نزدیک به اقیانوسهاست .

۲ - منطقه معتدله شمالی : که از مدار رأس السرطان تا مدار قطبی شمالی ادامه داشته و دارای آب و هوای مختلف و گوناگون در هر یک از نواحی مربوط به خود می باشد که به صورت کلی از آب و هوایی معتدل برخوردارند .

۳- منطقه معتدله جنوبی : از مدار رأس الجدی تا مدار قطب جنوب را در بر می گیرد و دارای آب و هوای نسبتاً معتدلی است .

۴- منطقه منجمد شمالی : بین مدار قطبی شمال و نقطه قطب را در بر می گیرد دارای آب و هوای سرد و خشک همراه با یخبندانهای دائمی در نزدیکی قطب شمال می باشد .

۵- منطقه منجمد جنوبی : دارای آب و هوای سرد و خشک بوده و در نزدیکی قطب

یخبندان دائمی است و تقریباً همه قطب جنوب را پوششی از یخ فرا گرفته است . محیط زمین بر روی خط استوا ۴۰۷۲۳ کیلومتر است در حالیکه محیط روی مدار نصف النهار ۳۹۹۴۴ کیلومتر است . قطر قطبی (منطبق بر محور قطبی) ۱۲۷۱۴ کیلومتر و قطر استوایی ۱۲۷۵۶ کیلومتر است. این اعداد می رساند که کره زمین ، کره کامل نیست بلکه اندکی بیضوی شکل است .

فاصله زمین از خورشید ۱۴۹۵۹۷۸۹۲ کیلومتر و از ماه ۳۸۴۴۰۳ کیلومتر فاصله دارد . نورخورشید ۸ دقیقه و ۱۹ ثانیه طول می کشد تا به زمین برسد . زمین ۲ حرکت دارد : یکی حرکت وضعی که شبانه روز را بوجود می آورد و دیگری حرکت انتقالی است که سال را بوجود می آورد .

از جمله مسائل مهم نجومی که به زمین نیز مربوط می شود می توان از موارد زیر نام برد :

۱- اعتدالین و انقلابین

۲- نقطه اوج خورشید و زاویه میل (زرقالی نخستین منجم مسلمان اسپانیایی (اندلسی) است که دلیل صریح حرکت نقطه اوج خورشید را نسبت به ثوابت بیان کرد).

۳- کُلف خورشید (ابن رشد به این موضوع برای اولین بار پرداخت)^۱ .

۴- شرح دقیق شفق و فلق (توسط ابن هیشم) .

۵- حرکت سوم ماه (واریاسیون) مابین احتمال است که اولین فردی که به این موضوع پی برده است ، ابوالوفا بوزجانی دانشمند بزرگ ایرانی در کتاب مجسطی بوده باشد نه تیکو براهه^۲ .

^۱ عبقریه العرب ص ۸۴ - کلف لکه های سیاه و تاریکی هستند که در سطح خورشید وجود دارند . دمای آنها بسیار پایین تر از نقاط دیگر خورشید است و قطر آنها گاهی به هزاران کیلومتر می رسد .

^۲ رجوع کنید : بوزجانی نامه - استاد ابوالقاسم قربانی و محمد علی شیخان - تهران ۱۳۷۱ - انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی ص ۹ الی ص ۱۲ .

۶- تغییر معادله زمان و اختلالات در تقسیم بندی زمانی امروزی بعد از گذشت زمانهای بسیار زیاد (بتانی در قرن ۶ این پدیده را شرح داده است).

الف) پدیده های نجومی و رویدادهای زمینی

در برخی از آثار علمی گذشته، اشاراتی مبنی بر وجود رابطه ای میان پدیده های نجومی و رویدادهای طبیعی زمین می یابیم. مهمترین نمونه این اعتقاد درباره خسوف و خسوف به عنوان پدیده ای نجومی از یک طرف با زمین لرزه که یک رویداد زمین است از سوی دیگر وجود دارد. این نظریه بیان می کند که خسوف و خسوف و زلزله تقریباً در یک محدوده زمانی همانند و گاهی همزمان روی می دهند.

باید گفت که تا امروز هیچ نظریه ای که چنین روابطی را به روش علمی و تحقیقی به اثبات برساند ارائه نشده است.

پایه و اساس اعتقاد به اینگونه رابطه ها، ظهور خسوف یا خسوف قابل توجه به همراه زلزله های مخوف در طول یک سال یا کمتر می باشد ولی در اکثر مواقع محدوده زمانی میان این پدیده ها نزدیک به یک سال است و این دستاویز پیروان این نظریات بوده است.

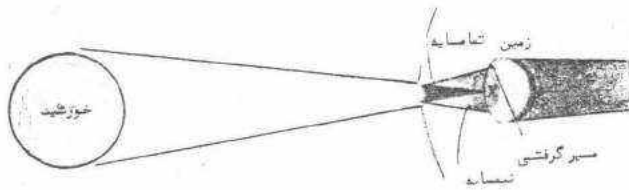
اما باید به این نکته توجه کرد که خسوف و خسوف و زلزله پدیده هایی به نسبت کوتاه هستند و به ندرت طول زمان رویداد آنها به یک ساعت می رسد. می دانیم که یک سال ۳۶۵ روز و اندی است که بر حسب ساعت چنین است:

$$\text{ساعت } ۸۷۶۰ = ۳۶۵ \times ۲۴ - \text{ یعنی یکسال } ۸۷۶۰ \text{ ساعت است.}$$

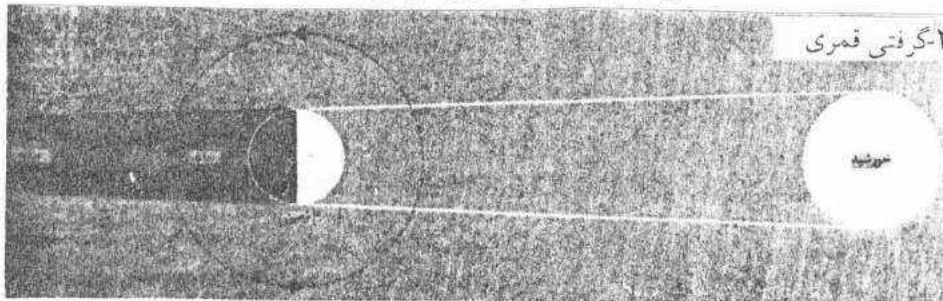
$$۱ \text{ ساعت} = \text{طول زمانی بروز زلزله} + \text{طول زمانی یک خسوف یا خسوف}$$

بسادگی قابل درک است که میشود در طول این ۸۷۶۰ ساعت : ۱ ساعت یا ۲ ساعت پدیده هایی مثل زلزله ، کسوف و خسوف یا غیره روی دهد و هیچ مسأله ای نیست که میان این پدیده ها ۱۰ ساعت فاصله افتد یا ۸۰۰۰ ساعت یا کمتر و یا بیشتر و بسیار طبیعی است که این پدیده ها که عمر عمومی و متداول آنها دقایقی بیش نیست ، در طول ۸۷۶۰ ساعت ظهور داشته باشند. پس اینکه در طول این مدت ، شدید ترین زلزله و کسوفی کامل روی دهد ، هیچ چیز را درباره رابطه میان اینها به ما نشان نمی دهد .

لازم به ذکر است که هیچگونه اطلاعاتی که پایه و اساس علمی داشته باشد و در آنها به رویداد همزمان کسوف و زلزله یا خسوف و زلزله اشاره شده باشد بدست ما نرسیده است . هر چند این نکته را نیز باید توجه داشت که حداقل صدها مورد گزارش اینچنین لازم داریم تا بتوانیم نظریه وجود رابطه میان یک پدیده نجومی با زمین لرزه را مطرح کنیم و نیز چنانچه گفته شد باید کاملاً همزمان باشند . یعنی حداکثر فاصله آنها به ساعت انگشت شمار باشد . درباره کسوف و خسوف باید گفت که دانشمندان مسلمان به گونه ای دقیق به شرح این دو پدیده پرداخته اند. کسوف یا ((خور گرفت)) قرار گرفتن سایه ماه بر روی خورشید است و خسوف یا ((مه گرفت)) واقع شدن سایه زمین بر روی ماه است . در هر دوی این پدیده ها ماه و زمین و خورشید در یک راستا قرار دارند .

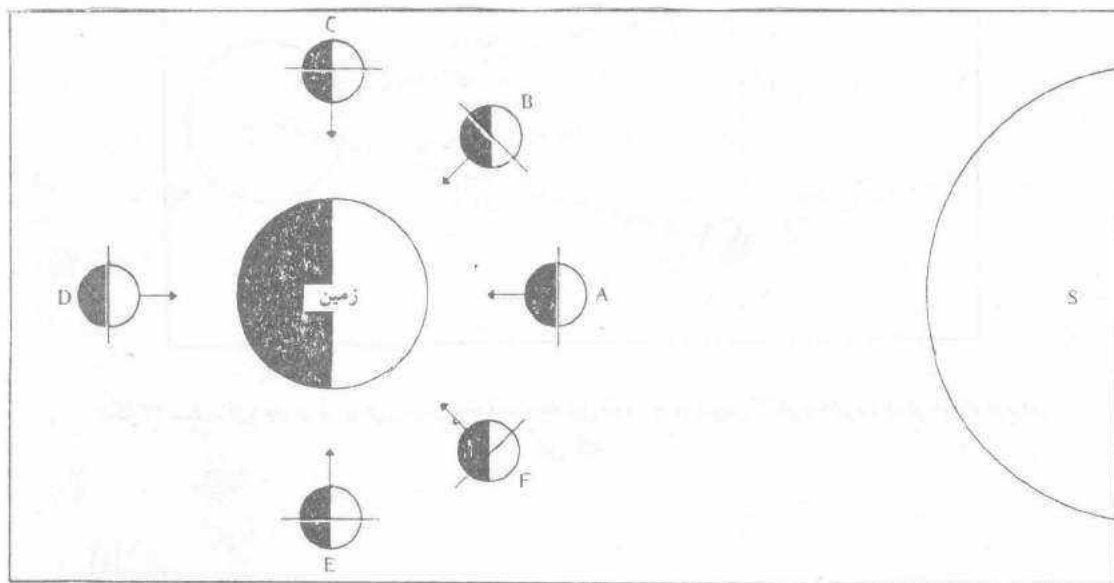


شکل ۲-۲. هندسه یک گرفتگی کلی خورشیدی (بدون مقیاس)



شکل ۲-۳. گرفتگی قمری

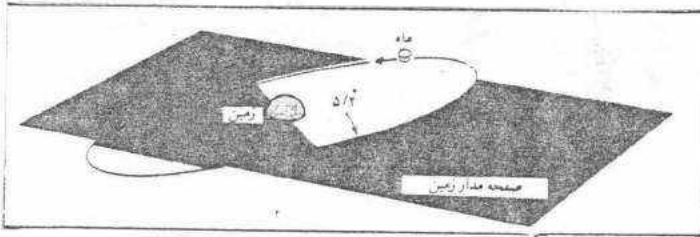
برای اینکه ماه خورشید را بپوشاند و گرفتگی خورشیدی روی دهد باید هم جهت با خورشید باشد یعنی یا باید ماه نو باشد و یا با خورشید و زمین در یک راستا باشد.



شکل ۲-۴- قسمت‌های نامرئی و تاریک ماه سایه دار نشان داده شده است. خط قهوه‌ای، حد منطقه مرئی را نشان می‌دهد

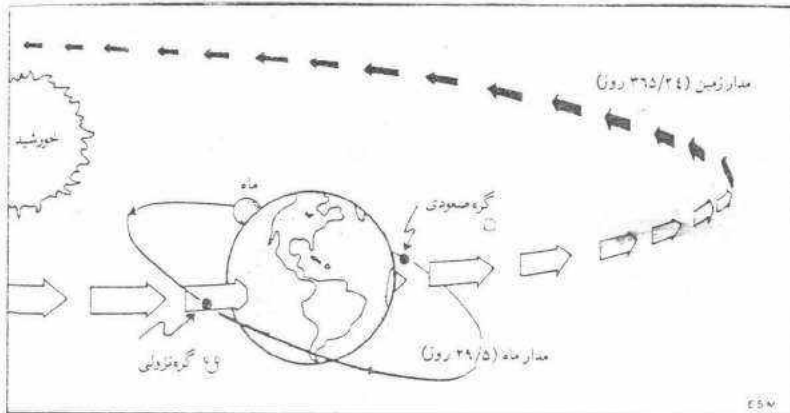
برای ایجاد گرفتگی ماه و خسوف، ماه باید در مقابل خورشید قرار بگیرد یعنی در حالت ماه کامل یا بدر باشد. بنابراین گرفتگی‌ها فقط در ۲ حالت ماه نو و ماه کامل روی می‌دهد.

به دلیل تمایل مدار ماه نسبت به مدار زمین که حدود $5/2$ درجه می باشد ماه نو و ماه کامل در بیشتر طول سال ، در خارج از صفحه مدار زمین قرار می گیرد و اگر مدار ماه دقیقاً در صفحه مدار زمین به دور خورشید قرار می گرفت در هر ماه نو یک گرفتگی خورشیدی و در هر ماه کامل یک گرفتگی ماه به وجود می آمد .



شکل ۲-۵- تمایل صفحه مدار ماه با صفحه مدار زمین

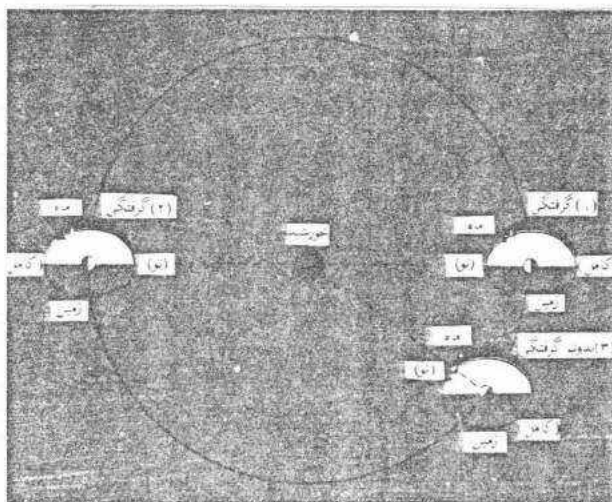
اگر ماه کامل یا ماه نو هنگامی رخ دهد که ماه در یکی از گره های مدارش یا نزدیک آن قرار داشته باشد ، یک گرفتگی اتفاق خواهد افتاد .
گره های محل تلاقی صفحه مدار ماه و صفحه دایره البروج را نقاط گره گویند که یکی از آنها گره شمالی و دیگری گره جنوبی نامیده می شود .



شکل ۲-۶ - گره های ماه

خطی که از مرکز زمین می‌گذرد و گره‌های مدار ماه را به هم متصل می‌سازد به خط گره موسوم است.

اگر جهت خورشید در امتداد یا تقریباً در امتداد خط گره‌ها باشد هنگامی که ماه در نزدیکی یک گره قرار گیرد، ماه نو یا کامل صورت گرفته و در نتیجه یک گرفتگی حاصل می‌شود.



شکل ۲-۷. یعنی که خورشید در امتداد یا تقریباً در امتداد خط گره‌ها قرار داشته باشد.

ماه نیمی از زمان لازم برای طی مدار خود را در بالای دایره البروج و نیم دیگر را در پایین آن می‌گذراند. گره صعودی نقطه گذر ماه را به بخش بالایی مدارش گویند و گره نزولی نقطه ای است که در آن، ماه به مدارش در پایین صفحه دایره البروج وارد می‌شود. گره صعودی را با Ω و گروه نزولی را با علامت \cap نشان می‌دهند.

با توجه به شکل، جهت‌های مدار ماه و خط گره‌ها در خلال گردش زمین به دور خورشید نسبتاً ثابت باقی می‌مانند، بنابراین در مدار زمین درست دو نقطه A, B وجود دارند که در آن نقاط، جهت خورشید در امتداد خط گره‌ها قرار می‌گیرد. تنها در خلال زمانهایی از سال (تقریباً به فاصله ۶ ماه) که خط زمین - خورشید تقریباً در امتداد خط گره‌ها قرار

می گیرد، احتمال دارد گرفتگی ها رخ دهند. این زمانها ((موسم گرفتگی)) نامیده می شوند. به علت نوسانات مدار ماه، خط گره ها به تدریج بر روی دایره البروج در جهت غرب حرکت می کنند و یک دوره کامل را در ۱۸/۶ سال طی می کند، لذا موسم گرفتگی در هر سال ۲۰ روز زودتر رخ می دهد.

جدول ۱-۲- طلوع و غروب تقریبی ماه

اهله ماه	طلوع	غروب
۱- ماه نو	۶ صبح	۶ بعدازظهر
۲- هلال	۹ صبح	۹ بعدازظهر
۳- تربیع اول	۱۲ ظهر	۱۲ شب
۴- بدر	۶ بعدازظهر	۶ صبح روز بعد
۵- تربیع آخر	۱۲ شب	۱۲ ظهر روز بعد

(ب) تأثیرات اجرام سماوی بر زمین

عقیده به تأثیر اجرام سماوی بر رویدادهای زمینی سابقه ای دیرین دارد، پدیده هایی نظیر جزر و مد، کان سازی و پیدایش معادن و تکوین گوهرها، خلقت موجودات و سعادت و نحوست زندگی آدمیان و اوضاع آب و هوایی و تغییرات جوی و فصول و روز و شب و غیره تحت تأثیر سیارات و ماه و خورشید پنداشته می شدند که در چند مورد از جمله جزر و مد عقیده ای صحیح است و از دیر باز تأثیر ماه را بر این رویداد دریافته بودند. در مورد تأثیر خورشید بر اوضاع آب و هوا و جو و تغییرات زمانی زمین نیز عقاید صحیح و درستی ابراز کرده اند، حتی آنها که به مرکزیت زمین معتقد بوده اند.

امادرمواردی که البته بیشترین آن نظریات بوده است، آراء باطل و نادرستی میباشند که با دانسته های امروزی، هیچ سازگاری ندارد مانند تکوین گوهرها و معادن تحت تاثیر هفت کوکب. مسلمین علاوه بر تأثیر موقعیت نجومی زمین در منظومه شمسی بر رویدادهای زمین شناسی آن، به بررسی نسبتهای موجود میان زمین و دیگر سیارات توجه داشته اند. ابوریحان بیرونی در التفهیم به این موضوع پرداخته و نتایج تحقیقات دیگران را یادآوری نموده و جدولی را از یافته های خود ارائه داده است. جدول بیرونی چنین است.^۱

جدول ۲-۲.

ستارگان سیاره	فرسنگهای بُعد ستارگان نزدیکترین از زمین بدانکه فرسنگهای نیمه قطر زمین ۱۱ ۹ ۱۰۸۱	فرسنگهای قطر ستارگان بدانکه فرسنگهای قطر زمین ۱۱ ۷ ۲۱۶۳	فرسنگهای تن ستارگان مکسر بدانکه کره زمین بدان ۳۳ ۱۴ ۱۶۶۷۴۴۲۴۲
قمر	۳۶۲۵۹ فرسنگ	۶۳۹/۵ فرسنگ	۴۱۶۸۶۰۶ ۴
عطارد	۶۹۴۰۷ فرسنگ	۴۵/۲۵ فرسنگ	۱۲۸ ۴۰
زهره	۱۸۳۶۵۷ فرسنگ	۶۴۲/۵ فرسنگ	۴۳۵۳۸۷۷ ۲۶
شمس	۱۲۵۴۶۳۹ فرسنگ	۱۱۹۳۶ فرسنگ	۲۷۹۰۱۸۶۹۸۹۷ ۴۳
مریخ	۱۳۶۳۳۶۱ فرسنگ	۱۰۴۵۲/۱۰ فرسنگ	۲۴۱۱۷۷۹۱۵۱ ۳۰
مشتری	۹۹۱۹۴۴۳ فرسنگ	۹۸۸۰/۶ فرسنگ	۱۵۸۷۹۶۱۰۰۱۹ ۲۹
زحل	۱۷۹۱۴۲۴۱ فرسنگ	۹۷۷۲/۴ فرسنگ	۱۵۳۶۳۷۰۲۸۶۷ ۵۹
فرسنگهای دورترین بعد زحل	بیست و دو هزار هزار و چهارصد و هفتاد و چهار هزار و سیصد و نود و چهار فرسنگ و یکی از یازده جزو فرسنگ		

^۱ التفهیم: صفحه ۱۵۸

البته این اعداد که بیرونی آورده و نظایر اینها مثلاً ارقامی که خواجه نصیر در تحریر مجسطی بطلموس آورده و غیره با دانسته های امروزمین ما بسیار تفاوت دارد ولی به هر حال بیانگر پیشرفت روشهای نجومی و نیز توانائیهای ایشان در این زمینه ها می باشد .
جدول نسبتهای میان سیارات وزمین (مقایسه آنچه که امروزه میدانیم با آنچه که دانشمندان مسلمان نوشته اند) : جدول ۲-۳.

اجرام سماوی	قطر (به کیلومتر)	نسبت قطر جرم سماوی به زمین بر حسب تحقیقات امروزی (تقریبی)	نسبت قطر آن به زمین بر طبق نظر اخوان صفا (تقریبی)
عطارد	۴۰۰۰	۰/۳۱	۲۸۱/۱
زهره	۱۲۲۵۰	۰/۹۶	۲۱۰۲/۷
ماه	۳۴۷۶	۰/۲۷	۷۱/۱
مریخ	۶۷۰۰	۰/۵۲	۱۷۵/۷
مشتری	۱۴۲۸۰۰	۱۱/۲	۲۸۶۶۸/۷
زحل	۱۱۹۳۰۰	۹/۳	۴۳۸۷۴/۱
اورانوس	۵۱۵۰۰	۴/۰۵	—
نپتون	۴۹۰۰۰	۳/۸۵	—
پلوتون	۴۰۰۰	۰/۳۱	—

چنانچه ملاحظه میشود میان اعداد امروزی و آنچه که اخوان صفا (و دیگران) نوشته اند اختلاف بسیار است .

اندازه های اقطار اجرام سماوی در رسائل اخوان صفا چنین آمده است :

قطر الأرض	۲۱۶۷	فراسخ	قطر شمس	۴۹۹۰۰۳۷	فراسخ
قطر هوا	۷۸۲۱۲	فراسخ	قطر مریخ	۳۸۰۸۴۱	فراسخ
قطر قمر	۱۵۴۲۵۷	فراسخ	قطر مشتری	۶۲۱۲۵۱۵۹	فراسخ
قطر عطارد	۶۰۹۳۲۷	فراسخ	قطر زحل	۹۵۰۷۵۲۲۹	فراسخ
قطر زهره	۴۵۵۶۶۳۷	فراسخ	قطر فلک الكواكب الثابتة	۱۴۷۰۹۳۲۲۹	فراسخ

افضل الدین محمد مرقی کاشانی دانشمند و عارف قرن ششم هجری در کتاب مصنفات خود که به زبان فارسی نگاشته است می نویسد ؛ ((و جمله اختران که به نظر بر توان شمرد داندگان هزار و بیست و یک کوکب شمرده اند ثابت و هفت دیگر رونده زحل و مشتری و مریخ و خورشید و زهره و عطارد و قمر - و هزار و کسر که ثابتند همه با هم جنبند بی اختلاف و اما مقدار عظم اختران رونده ؛ جرم ماه چند یک جزو است از سی و نه جزو زمین (یک سی و نهم جرم زمین) و جرم عطارد چند جزوی از بیست و دو جزو زمین (یک بیست و دوم جرم زمین) و جرم زهره چند جزوی از سی و هفت جزو زمین (یک سی و هفتم جرم زمین) و جرم خورشید چند صد و شصت و شش بار و کسری زمین و جرم مریخ چند یک بار و نیم زمین و ثمنی (بیش از ۱/۵ برابر) و جرم مشتری چند نود و پنج بار (۹۵ برابر زمین) و جرم زحل چند نود و یک بار زمین (۹۱ برابر زمین))) .

در مورد تعیین مؤلفه های طولی نجومی ، باید از دانشمند بزرگ قرن دوم و سوم هجری ، (احمد بن عبدالله مروزی) معروف به حبش حساب یاد کنیم .

اودر مرو خراسان به دنیا آمد . پسر او (ابو جعفر بن حبش) نیز از منجمان بزرگ بود . از مهمترین کارهای او ، جدول بندی مقایسه روز برای سیارات و خورشید و ماه بوده است . همچنین تهیه جداولی در ۴ ستون برای انحراف کلی ماه و معادلات آنها و محاسبه طول نجومی سیارات و همچنین ابداع شیوه های نوین برای تعیین مؤلفه های طول نجومی بوده است .

مروزی در سال ۲۵۰ و به قولی در سال ۲۶۰ هجری قمری در گذشت .

از دیگر دانشمندانی که در تعیین فواصل سیارات همت گماردند می توان از بزرگانی چون ابوالعباس احمد بن محمد بن کثیر فرغانی (قرن ۳ و ۴ هجری) ، ابو عبدالله محمد بن جابر بن -

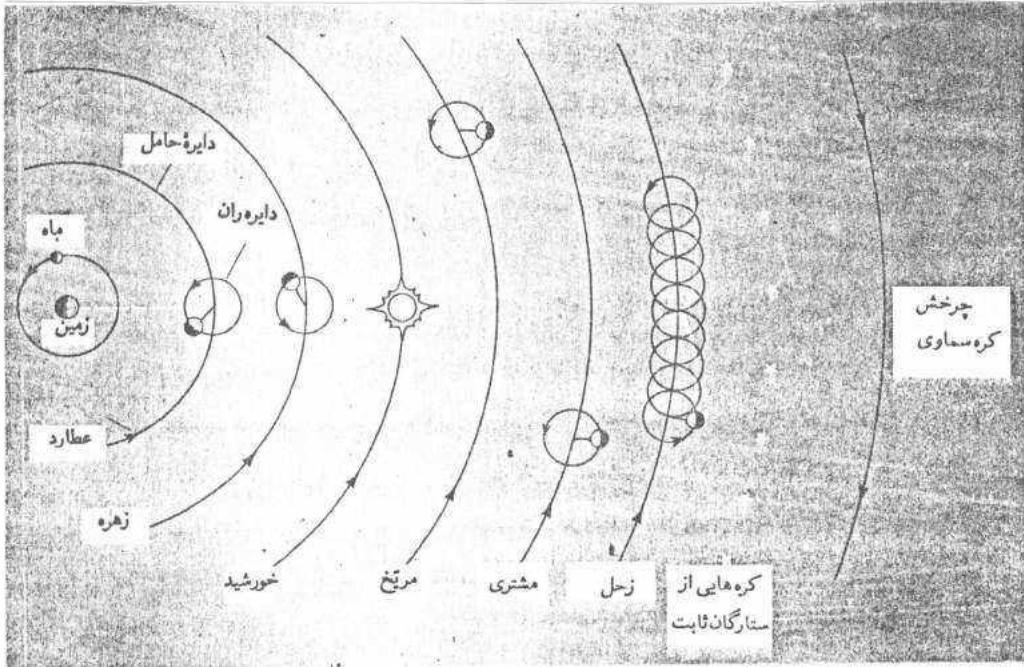
سنان بتانی (متوفی سال ۳۱۷) و ابوالفرج عبری یاد کرد^۱. اندازه هایی که ایشان به ویژه فرغانی بدست آورده اند تا زمان کپرنیک مورد قبول بوده است. اما مورد قبولترین فواصل در ممالک اسلامی متعلق به سه رصدگر مشهور مسلمان یعنی عبدالرحمان بن عمر صوفی رازی (قرن ۴ و ۳ هجری) و ابوالحسن علی بن ابی سعید بن یونس مصری (متوفی سال ۴۰۰) و الف بیک شاهزاده معروف قرن ۸ هجری می باشد. در زمینه نجوم باید ازدو دانشمند دیگر مسلمان یعنی ابن رشد پیشگام بررسی کلف خورشیدی و زرقالی که علت حرکت نقطه اوج خورشیدی رانسبت به ثوابت بیان کرد یاد کنیم. اینک اندازه هایی را که فرغانی و بتانی و ابوالفرج عبری بدست آورده اند ذکر میکنیم:

جدول ۲-۴.

فواصل حداکثر بر حسب شعاع زمینی	فرغانی	بتانی ^۱	ابوالفرج عبری
ماه تا زمین			
عطارد تا زمین	۱۶۷	۱۶۶	۱۷۴
زهره	۱۱۲۰	۱۰۷۰	۱۱۶۰
خورشید	۱۲۲۰	۱۱۴۶	۱۲۶۰
مریخ	۸۸۷۶	۸۰۲۲	۸۸۲۰
مشتری	۱۴۴۰۵	۱۲۹۲۴	۱۴۲۵۹
زحل	۲۰۱۱۰	۱۸۰۹۴	۱۹۹۶۳

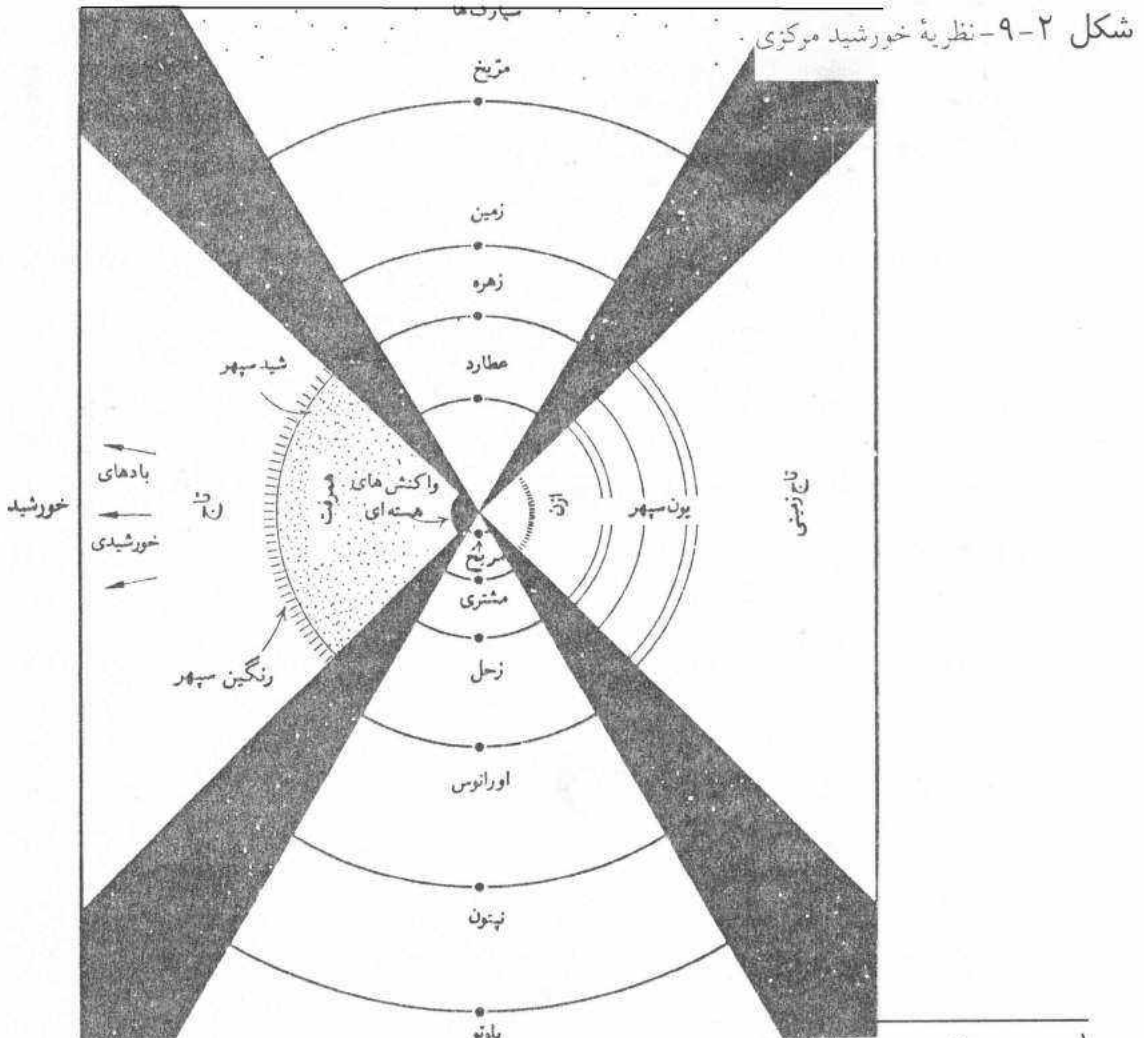
^۱ از میان منجمان بزرگ اسلامی باید بتانی (قرن سوم هجری) را بحق متحول کننده دانش نجوم دانست چنانکه «نلیتو» او را معرفی میکند: «بتانی توانست تمایل دایره البروج و طول مدت سال خورشیدی و فصول مختلف و حرکت واقعی و متوسط خورشید را با وضوح کامل تعیین کند. او توانست برای همیشه عقیده جزمی بطلمیوس مربوط به تغییرناپذیری بودن فاصله خورشید از زمین را طی دایره البروج درهم شکند و ثابت کند که این فاصله تابع حرکت تقدیمی اعتدالین و در نتیجه معادله زمان تابع تغییر بطنی است که یک قرن بطول می انجامد. نامبرده برخلاف عقیده بطلمیوس ثابت کرد که قطر ظاهری زاویه ای خورشید متغیر است و امکان کسوفهای حلقوی وجود دارد این دانشمند بسیاری از مسیرهای گردش ماه و سیارات را تصحیح کرد و به تدوین تئوری جدید و بسیار هوشمندانه ای برای تعیین شرایط رؤیت ماه نو توفیق یافت. او تخمین بطلمیوس در مورد حرکت تقدیمی اعتدالین را تصحیح کرد» - دایره المعارف اسلامی - مجلد اول - صفحه ۶۹۸

تصویر جهان بر طبق نظر معتقدان به سکون زمین که پذیرفته شده از سوی برخی دانشمندان مسلمان بوده است، عموماً مشابه نظام هیأت بطلیموسی است. شکل زیر اساس نظام هیأت بطلیموسی است:



شکل ۲-۸- زمین مرکزی به اعتقاد بطلیموس «جهان بطلیموسی»

نظریه زمین مرکزی تا زمان ((نیکولای کپرنیک)) مورد قبول بود و فقط کپرنیک بود که با نظریات نوین خود مبتنی بر مرکزیت خورشید، نظریه ((زمین مرکزی)) را متزلزل ساخت^۱.



^۱ در عین حال برخی نظریه ((خورشید مرکزی)) را به دانشمندان مسلمان منسوب می نمایند و معتقدند که کپرنیک پس از آشنایی با آثار مسلمین ، این نظریه را که برخی دانشمندان اسلامی آنرا مطرح کرده بودند ، معقول و موافق یافت .

ارتباط علوم زمین با طب و عقاید گوناگون در این زمینه

یک نکته قابل توجه و فور مطالب کانی شناسی (که از شاخه های مهم علوم زمین است) در آثار طبی و پزشکی گذشته است .

کانی شناسی علمی است که به سبب برخی عوامل از قدیم مورد توجه بوده است و یکی از این عوامل ، اعتقاد به خواص دارویی و درمانی کانیها بوده است .

این اعتقاد پایه و اساس کتابهایی می شده که در اصل در طب تألیف شده ولی دارای مطالب بسیاری در رشته کانی شناسی بوده اند .

اگر بخواهیم تمامی این آثار را برشمریم، حتماً مقدور نخواهد بود ولی به برخی از مهمترین آنها اشاره می کنیم :

الجماهر: بیرونی - صیدنه: ابوریحان بیرونی و ذکریای رازی - خواص الاحجار: حنین بن اسحاق
منافع الحجر : عطارد بن محمد حاسب - جواهر الاشباه : کندی - خواص الاحجار :
عزالدین ابراهیم سویی و آثار دیگر .

چنانکه گفتیم اگر بخواهیم به تمامی این کتابها اشاره کنیم باید اکثریت قریب به اتفاق تألیفات طبی و دارویی گذشتگان را ذکر کنیم .

همچنین در این مورد باید به اعتقاد به تأثیر فصول چهارگانه و اوضاع آب و هوایی بر امراض و بیماریهای انسان اشاره کنیم .

در گذشته چنین معتقد بودند که وضع جوی بر بسیاری از بیماریها ، شدت و ضعف و فراگیری و شیوع آن مؤثر است که البته عقیده ای صحیح است و امروزه صحت چنین نظریه ای مشخص شده است . از مهمترین کتابهایی که در این زمینه نوشته شده عبارتند از :

((فی الخریف و الربیع)) اثر ذکریای رازی (از این کتاب نسخه ای پیدا نشده ولی در

فهرست او آمده اند و خود نیز یاد کرده است) ^۱.

رازی در این کتاب اشاره می کند که در پاییز بیماری زیادتر و انتشارش شدیدتر است.

((رساله فی العله التي لها يحرق الثلج و يقرح)) درباره تأثیر برف بر بدن و اینکه بدن را می سوزاند یا همان سرمازدگی امروزی ^۲.

و نیز باید از اثر وزین دانشمند بزرگ ایرانی ابن سینا در طب یعنی "قانون" یاد کنیم.

در مورد رابطه علم آب شناسی که از شاخه های زمین شناسی است با طب نیز در آثار اسلامی، تألیفاتی مشاهده می کنیم و طبیبان چندی به این موضوع پرداخته اند از جمله جرجانی در ذخیره خوارزمشاهی و اغراض الطیبه والمباحث العلالیه و رازی در رساله فی المیاه.

در ذخیره خوارزمشاهی جرجانی در مورد تأثیر چشمه های معدنی بر بدن انسان به بحث نشسته است. برای مثال می نویسد: ((و آبهای معدنها چون معدن کبریت و معدن آهن و مس و گوگرد و نفت و زاگ و زرنیخ هر یک طبع آن معدن دارد. اما آب معدن آهن همه احشاء را سود دارد خاصه معده را و گرده را و باه را زیادت کند و سپرز را بگذارد و آب معدن مس بدو نزدیک باشد کام و دهان و چشم را که رطوبت غلیظ دارد و گوش را که از وی تری پلاید سود دارد و آب معدن زر از همه معدنها بهتر باشد و آب معدن سیم بدو نزدیک باشد و آب معدن گوگرد بهق و برص را و آماس بندها را و تقرس را و گندمه را که بتازی ((ثلول)) گویند و درد عصب را و فالج و کر را و بریون را که به تازی قوبا گویند و ریشهای سر را و دشواری آب نافتن را و گرده و مئانه را و در درحم راسود دارد)) ^۳.

^۱ مؤلفات و مصنفات ابوبکر محمد بن ذکریای رازی - دکتر محمود نجم آبادی - تهران - چاپ دانشگاه تهران

- ۱۳۷۱ ص ۱۲۵

^۲ همان - ص ۱۶۶

^۳ ذخیره خوارزمشاهی - اسمعیل بن حسن الحسینی جرجانی - انتشارات انجمن آثار ملی - چاپ

دانشگاه تهران - ۱۳۵۰ - بکوشش دکتر جلال مصطفوی - صفحه ۶۳

البته این تأثیرات که او به چشمه های معدنی نسبت داده به تحقیق معلوم نشده است و بعید است او خود همه را به تجربه آموخته باشد. در مورد تصفیه آبها نیز سخن گفته و روش ((اسمز معکوس)) را که امروزه کاربرد در تصفیه خانه ها دارد برای تصفیه آبها معرفی می کند. ((..... یکی آنست که او را بسیار بار بپالایند بخرقه های دوتوی پاکیزه و یا اندر سفالهای نو کنند تا از وی بترآود))

در کتابهای جواهر نامه که مجموعه بزرگی از آثار کانی شناسی مسلمانان می باشد نیز مطالب طبی یافت می شود و به بسیاری از کانیها، خواصی نسبت داده شده که در اکثریت موارد، صحت ندارد چنانکه بیرونی در الجماهر، به رد آنها پرداخته است.

علوم زمین و کیمیاگری:

رابطه کیمیاگری و کانی شناسی که از شاخه های علم زمین شناسی است، روشن است. نظریه تکوین معادن و اینکه اصل همه کانیها و جوهرها از کبریت (گوگرد) و زیق (جیوه) است و دیگر کانیها از تبدیل و استحاله این دو عنصر به وجود می آیند، مطابق آراء کیمیاگران پدید آمده است و اساس خود را از اندیشه آنان گرفته است. حتی دانشمندان بزرگی که به کیمیا اعتقاد نداشته اند مثل ((کندی))، ((ابن سینا)) و ((بیرونی)) این نظریه تکوین معادن را پذیرفته اند.

اصولاً در قدیم درباره تکوین معادن همین نظریه رایج بوده و از زمان ارسطو قدمت دارد. اما این نظریه امروزه باطل است و پذیرفته نیست.

از کتابهایی که به هر دو علم اشاره دارد می توان از اثر ذیل نام برد:

علل المعادن اثر ذکریای رازی.

رازی نمونه کامل یک کیمیاگر است که به تبدیل و استحالة فلزات بی ارزش به طلا معتقد بوده و برای رسیدن به این هدف ، سالیان چندی را به آزمایش پرداخته ولی بعدها به طب روی آورده است .

در آثارش می توان نگاهته هایی را نیز در علم زمین شناسی یا معرفه الارض یافت . در مورد تأثیرات طبی اوضاع جوی و شناسایی آبها و رابطه آنها با بیماریها ، رازی دقیقترین شرحها را آورده و صاحب علمی ترین آراء است که با یافته های امروزی ما بسیار شبیه است .

فصل سوم

بررسی آثار علوم زمین در تمدن اسلامی

تقسیم‌بندی آثار علوم زمین دانشمندان ایرانی در تمدن اسلامی

مهمترین کتابهایی که در آنها به این علم پرداخته شده را می‌توان به چند بخش تقسیم نمود :

- ۱- کتابها و رساله هایی که فقط در مبحثی از این رشته تألیف شده اند (مانند رساله جزر و مد کندی)
- ۲- جواهر نامه ها (مانند عرائس الجواهر و نفایس الاطایب کاشانی)
- ۳- کتابهای طبی (ذخیره خوارزمشاهی جرجانی)
- ۴- آثار کیمیاوی (علل المعادن رازی)
- ۵- تألیفات نجومی (التفهیم بیرونی)
- ۶- کتابهای علوم طبیعی مثل آثار علوی (مانند رساله آثار علوی اسفزاری- قراضه طبیعات ابن سینا)
- ۷- کتابهای جغرافیایی (مانند اخبار الزمان مسعودی)
- ۸- آثار پراکنده که بصورت گردآوری از علوم می باشد مثل فرخ نامه ها- نزهت نامه ها و غیره. مانند رسائل اخوان صفا- التحصیل بهمینار- فرخ نامه جمالی یزدی- عجائب نامه همدانی- نزهت نامه علائی ابی الخیر.

اینک به شرح نمونه ای از هر یک از موارد فوق می پردازیم :

- ۱- عرائس الجواهر و نفایس الاطایب : تألیف ابوالقاسم عبدالله کاشانی تألیف شده در سال ۷۰۰ هجری قمری است . این کتاب در ۲ قسمت آمده است :
- قسمت اول : در معرفت جواهر هجری معدنی - قسمت دوم : در معرفت عطر و اطایب

قسمت اول شامل ۳ مقاله به نامهای حجریات - جواهر متوسط و فلزات ۷ گانه است و قسمت دوم در دو مقاله ((اجناس عطرها)) و ((در ترکیب و معاجین عطرها)) می باشد. و هر مقاله نیز شامل چندین باب است .

در خاتمه نیز فصلی را به صنعت کاشی گری اختصاص داده که بسیار قابل توجه است و به نظر می رسد مؤلف ، در این فن استاد ترین در زمان خود بوده است .

هنر بدل چینی سازی که « غذاره » نیز نامیده می شد در برخی سرزمینهای اسلامی بسیار توسعه یافته بود ، به ویژه در قرون هفتم و هشتم هجری در کاشان به شدت رواج یافته و کارخانه بسیار بزرگی در این شهر قرار داشت ، رؤسای این کارخانه ، پدر و سپس برادر ابوالقاسم عبدالله کاشانی مؤلف عرایس الجواهر و نفایس الاطایب بودند .

مؤلف در این کتاب بسیار از آثار خواجه نصیر به ویژه تنسوخ نامه او تأثیر گرفته و حتی مطالب و تقسیمات کتاب او بسیار شبیه به اثر خواجه نصیر است ولی در عین آنکه از بسیاری مانند بیرونی، رازی و جابر بن حیان نام می برد از خواجه نصیر هیچ ذکر نکرده است . درجایی می گوید : ((و جابر ابن حیان گوید که پاره [ای] مقناطیس [مقناطیس] داشتم مقدار صد درم سنگ آهن بر می داشت چون روزگاری بر آن بگذشت بیشتر از هشتاد مثقال بر نمی داشت . در قوت او نقصان پدید آمده بود))^۱ .

چنانکه می دانیم امروزه مشخص است که قدرت جذب آهن ربا با گذشت زمان تحلیل یافته و حتی قطبهای آهن ربا تغییر جهت می دهد .

۲- اخبار الزمان : تألیف مسعودی (در قرن ۴ هجری) جزو آثار جغرافیایی است .

مؤلف در تحت عناوینی چون ((ذکر عمر دنیا)) ((ذکر الارض و مافیها)) و ((ذکر البحر

^۱ عرایس الجواهر و نفایس الاطایب - ابوالقاسم عبدا... کاشانی - بکوشش ایرج افشار - سلسله انتشارات انجمن

المحیط وما فيه من العجائب)) به برخی مباحث زمین شناسی پرداخته است. ولی مطالب صحیح و مطابق دانش امروز چندان وجود ندارد.

۳- التفهیم: تألیف وزین ابوریحان بیرونی (قرن ۴ و ۵ هجری)

از جمله تألیفات نجومی است که هم به زبان عربی و هم به زبان فارسی نگاشته شده است و در جاهایی از کتاب به طور پراکنده به زمین شناسی و مسائل مربوط به آن پرداخته است.

۴- علل المعادن: تألیفات ابوبکر محمد بن ذکریای رازی (قرن سوم هجری) که تألیفی کیمیای است ولی به موضوع معدنها نیز پرداخته است.

۵- ذخیره خوارزمشاهی: اثر جرجانی (قرن ۶ هجری) - به اثر طبی آبهای معدنی توجه کرده است.

۶- رساله فی المد و الجزر: کندی * این رساله فقط در زمینه جزر و مد که یکی از مسائل مهم زمین شناسی است تألیف شده است.

۷- التحصیل بهمینار (قرن پنجم هجری) * ترجمه این کتاب به نام ((جام جهان نما)) از مترجمی ناشناخته در دست است.

بهمینار این اثر را در ۳ کتاب آورده است:

کتاب اول: در علم منطق کتاب دوم: در علم مابعد الطبیعه کتاب سوم: در علم طبیعی و کتاب سوم در ۴ مقاله آمده است:

- مقالات اول: در مقدمات امور اشیاء طبیعی بروجهی کلی و این فن موسوم است به سماء طبیعی
- مقالات دوم: در معرفت اجسام فلکی و نفوس و عقول ایشان و این فن مشهور است به سما و عالم
- مقالات سوم: در معرفت بسایط و عناصر مرکب و در معنی کون و فساد و آثار علوی و معادن و هر آنچه بدین ماند.

- مقالات چهارم: در علم نفس و بقاء او در حال معاد و بدین مقاله این کتاب ختم گردید

هر مقاله نیز در چندین فصل آمده است .

و مقالت سوم نیز در ۷ فصل آمده که فصل هفتم که موضوعات آن تقریباً مطابق موارد بحث این نوشته است چنین می باشد ؛ ((در غیم وهاله و قوس و قزح و ریاح و زلزال و شهب و کواکب ذوات الاذباب و منابع میاه و معادن و لون آسمان و هر آنچه مشا کل اینها بود))^۱ .

۸- رسائل اخوان صفا (قرن ۵و۴ هجری)

((اخوان صفا یا برادران پاکی)) انجمنی سرری و پنهانی بوده اند که البته افراد آن نیز کاملاً شناخته نشده اند. در برخی منابع چنین آمده اند : ابوسلیمان محمد بن معشر بتی - ابوالحسن علی بن هارون زنجانی - ابو احمد مهرجانی عوفی - زید بن رفاعه . در منابع دیگر : ابوسلیمان مذکور در فوق معروف به مقدسی - ابوالحسن علی بن هرون الصابی - ابواحمد نهرجوری - عوفی البصری و زیدبن رفاعه . علاوه براینها ، کسان دیگری نیز نام برده شده اند: مسکویه رازی-بوزجانی-زهرای- ابو سعیدبهرام- ابن شاهویه - ابن بکر - ابن حجاج الشاعر - شوخ شیعی - ابن عبید الکاتب . هدف این انجمن توسعه علوم و معارف دینی بوده است و به علوم دیگر نیز توجه داشته اند و به احتمال زیاد، انجمن شیعی بوده اند .

در رسائل اخوان صفا مجموعه ای از علوم دیده می شود . در زمین شناسی ، موارد ذیل نیز مانند اکثر تألیفات طبیعی مسلمین آمده است :

- ۱- اعتقاد به کرویت زمین ۲- نظریه ربع مسکون ۳- چگونگی تکوین معادن و تأثیر اجرام سماوی ۴- شرح تاثیرات آب چشمه ها بر زمین و خاکی که از آن عبور می کنند .

^۱ ترجمه التحصیل بهمینار - مترجم نا شناخته - به اهتمام عبدالله نورانی و محمد تقی دانش پژوه .

یک نکته منحصر به فرد، اعلام این رأی است که بین شدت جزر و مد و شکل بستر کف دریا، رابطه ای وجود دارد که البته صحیح است.

این رساله در ۴ موضوع علمی است که عبارتند از: ریاضیات-طبیعیات-الهیات و علوم عقلی^۱.
 ۹- رساله آثار علوی حکیم اسفزاری: (ابوحاتم مظفر بن اسماعیل اسفزاری - قرن ۵ و ۶ هجری)
 ((آثار علوی)) یا همان علم کائنات جو، دانشی است که درباره پدیده های جوی طبیعی بحث می کند و قدمت آن به آثار ارسطو بر می گردد.

کتابها و رساله های دیگری نیز به همین نام در میان مجموع تألیفات مسلمانان می یابیم. دانشمندان مسلمان در همین نمونه کتابها دقیقترین و علمی ترین نظرات را درباره قوس و قزح (اسفزاری)، رنگ آسمان (کندی) و جزر و مد و موج (اسفزاری و اخوان صفا) و بادهای ارائه داده اند.

کتاب آثار علوی اسفزاری در ۳ مقاله و به زبان فارسی چنین آمده است:

مقاله اول بر ۱۳ باب:

- باب ۱: اندر باران و کیفیت قطرات او
- باب ۲: اندر برف و کیفیت قطرات او
- باب ۳: اندر ژاله و کیفیت و هیأت او [ژاله = تگرگ]
- باب ۴: اندر شبنم و چگونگی پدید آمدن او
- باب ۵: اندر رعد و برق و کیفیت ایشان
- باب ۶: اندر باد و کیفیت پدید آمدن او
- باب ۷: اندر حریق و چگونگی تولد او
- باب ۸: اندر کواکب منقضه
- باب ۹: اندر شمس و ذات الذوانب [ذات الذوانب = ستاره های دنباله دار]
- باب ۱۰: اندر نیازک و عصی
- باب ۱۱: اندر قوس و قزح و چگونگی پدید آمدنش

^۱ رسائل اخوان صفا و خلان الوفاء - دار بیروت - طبع بیروت ۱۴۰۳ هجری قمری

باب ۱۲ : اندر هاله و کیفیت تولد او
باب ۱۳ : اندر صاعقه و چگونگی او

مقاله دوم : اندر حادثه که بر روی زمین افتد و آن هفت باب است :

- باب ۱ : اندر چگونگی تولد کردن کوهها
- باب ۲ : اندر جویها و رودها
- باب ۳ : اندر بیرون آمدن چشمه ها
- باب ۴ : اندر زلزال
- باب ۵ : اندر باز نمودن آنکه روی آبها بسیط مستوی نیست
- باب ۶ : اندر تر شدن زمین و فرو شدن آب و بر آمدن از جای نامعهود
- باب ۷ : اندر سنگ شدن خاک و گل ، و خاک و گل سنگ شدن

مقاله سوم : اندر حادثه هایی که در زیر زمین افتد و آن هفت باب است :

- باب ۱ : اندر چگونگی تولد زینق [یعنی جیوه]
- باب ۲ : اندر چگونگی تولد کبریت [یعنی گوگرد]
- باب ۳ : اندر انواع زاجات
- باب ۴ : اندر تولد ملاح
- باب ۵ : اندر تولد نوشادر و شب
- باب ۶ : اندر تولد هفت گوهران که آنها فلزات خوانند
- باب ۷ : اندر اعراضی که سبب خاصیت چیزهاست

۱۰ - قراضة طبیعیات (منسوب به ابن سینا)

این کتاب یکی از اثرهای قدیمی فارسی در علوم طبیعی است . در ۴ فصل به این نامهامیباشد:

۱- اندر مسائل حیوانی ۲- اندر مسائل نباتی ۳- اندر مسائل معدنی ۴- اندر مسائل نواتر

فصل سوم که درباره کانیها و سنگهاست ۱۰ باب بوده که در آن به بررسی کانیها و سنگها پرداخته و هر باب به صورت یک سوال و جواب آن آمده است .

۱۱- نزهت نامه علایی (شهرداد بن ابی الخیر (قرن پنجم هجری))

یکی از آثار علمی فارسی است و در زمینه های علمی گوناگون جانور شناسی - گیاه شناسی - کیمیا - ریاضیات و نجوم و منطق و آثار علوی و زمین شناسی آمده است هر چند مطلب در خور توجه ندارد و بیشتر مطالب کتابهای دیگران را جمع آوری نموده است و به ویژه از رساله آثار علوی اسفزاری برخی مطالب را کاملاً تکرار کرده است .

فصول این کتاب به ۷ می رسد که عبارتند از :

فصل اول : اندر چگونگی تولد کردن کوهها

فصل دوم : اندر جویها و رودها

فصل سوم : اندر چشمه ها

فصل چهارم : اندر زلزال

فصل پنجم : اندر باز نمودن که روی آبها بسیط نیست

فصل ششم : اندر زیر بودن زمین و فرو شدن آب و در آمدن از جایی که معهود نباشد

فصل هفتم : اندر سنگ شدن خاک و گل و خاک شدن سنگ و گل

تاریخ تألیف این کتاب بین سالهای ۴۹۰ تا ۴۹۵ هجری بوده است .

۱۲ - فرخانمه : تألیف ابوبکر مطهر جمالی یزدی (قرن ۶ هجری)

این اثر یکی از کتابهای فارسی قدیمی است و چنانکه مؤلف خود گفته از کتب دیگر جمع آوری نموده است. این کتاب در ۱۶ مقاله است .

- ۱- در منافع انسان و بهایم ۲- در منافع طیور و حشرات ۳- در منافع اشجار و اسپر-
- غم و بقول ۴- در حشایش و اوراق ۵- در صموغات ۶- در جواهر و اجساد و
- احجار ۷- در معرفت داروها ۸- در خاصیت روغنها و علم فراست ۹- در معرفت
- اکتاف و مدخل نجوم و معرفت موافقت ۱۰- در اختلاج [اعضاء] و الفاظ پهلوی و جدول
- حیوه و ممت ۱۱- در محلول کردن زر و مروارید و طلق ۱۲- در صفت زهرها و

ترباقها و حیلث که در آن کنند . ۱۳ - در اعجوبات که خداوند رزق نمایند . ۱۴ - در خواتیه الکواکب ۱۵ - در ادعیه الکواکب ۱۶ - در دخنه و زی حاجت خواه در این کتاب مطالب خرافی فراوان دارد و به جز در چند مبحث ، مابقی هیچ صحت ندارد .

۱۳ - عجائب نامه : محمد بن همدانی (قرن ۶ هجری)

- عجائب نامه ها کتابهای چندی هستند که در مورد عجائب زمین و مکانها و موجودات بحث می کند . از جمله مهمترین عجائب نامه ها عبارتند از :

عجائب نامه : محمد بن محمود همدانی (قرن ۶ هجری) (عجائب المخلوقات و غرائب الموجودات) این کتاب در ۶۶ مورد به عجائب پدیده های طبیعی واقلم می پردازد . و البته اکثراً غیر واقعی و خرافی است .

عجائب هند : ناخدا بزرگ شهر یار رامهرمزی (قرن ۴ هجری)

تحفت الغرائب : محمد بن ایوب طبری (قرن ۵ هجری)

عجائب الغرائب : غرائب الموجودات ، ذکریای قزوینی (قرن ۷ هجری)

- این کتابها کمتر دارای نکات مثبتی است و بیشتر مملو از خرافات و موهومات است . (مهمترین آثار اسلامی^۱ که در این علم و شاخه های آن آمده و یا به آن پرداخته شده است :

۱- آثار الباقیه عن القرون الخالیه : ابوریحان بیرونی ، در این کتاب بیرونی برای اولین بار چشمه های آرتزین یا تحت فشار را شرح می دهد و علت فوران آب را بیان می دارد .

۲- تحقیق ماللهند : ابوریحان بیرونی ، بیرونی در این کتاب به دره سند اشاره می کند و برای اولین بار این مطلب را بیان میکند که این مکان زمانی از آب دریا پوشیده بوده است .

۳- التفهیم : بیرونی ۴ - قانون مسعودی : بیرونی ۵ - سکون الارض او حرکتها : بیرونی ،

^۱ چنانکه گفته آمد اثری بدین نام معرفه الارض یا علم الارض وجود ندارد لیکن مقصود پرداخته شدن به این رشته و یا شاخه های آنست .

بیرونی در مورد پذیرفتن حرکت زمین یا سکون آن دچار شک میشود. لیکن چنانکه از نوشته هایش آشکار است به حرکت زمین متمایل است (در صفحات آینده این موضوع را بیشتر بررسی خواهیم کرد). ۶- تحدید النهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن : بیرونی (بیرونی در این کتاب نظریه ربع مسکون را باطل معرفی می کند و احتمال وجود خشکی و حیات در نیمکره جنوبی را برای اولین بار مطرح می کند). ۷- الجواهر فی معرفه الجواهر : بیرونی ۸- مقاله فی استخراج قدر الارض برصد الانحطاط الافق عن قلیل الجبال : بیرونی ۹- افراد المقال فی امر الاظلال : بیرونی ۱۰- مقاله فی النسب التی بین الفلزات و الجواهر فی الحجم : بیرونی (در این کتاب به تعیین وزن مخصوص کانیها و فلزات پرداخته است که بسیار نزدیک به اندازه های امروزی است) (آثار ذیل متعلق به ابوریحان بیرونی بوده است ولیکن تاکنون بدست نیامده است و چنانکه از نامشان پیداست در این رشته مباحثی داشته اند). ۱۱- مقاسیم الاقالیم ۱۲- مقاله فی صفه اسباب السنخونه الموجوده فی العالم و اختلاف فصول السنه ۱۳- فی اختلاف الواقع فی تقاسیم الاقالیم ۱۴- فی ابطال ظنون فاسده خطرت علی قلوب بعض الاطباء فی امر الکواکب الحادته فی الجوا^۱ ۱۵- تحدید المعموره و تصحیحها فی الصوره آثار دیگر بیرونی در این زمینه ؛ ۱۶- فی استیعاب الوجوه الممكنه فی صنع الاسطرلاب : بیرونی ، بیرونی در این رساله و رساله فی التطریق الی استعمال فنون الاسطرلاب در مورد حرکت زمین و سکون فلک سخن گفته است و نظر ابوسعید سجزی در این مورد را آورده است. ۱۷- فی التطریق الی استعمال فنون الاسطرلاب : بیرونی ۱۸- الاسطرلاب : بیرونی ۱۹- مفتاح العلم الهیئه : بیرونی ۲۰- انباط المیاه الخفیه: کرجی (در مورد استخراج آبهای زیر زمینی)

^۱ بیرونی چنانکه در این مقاله اشاره کرده و این مقاله را بدان نامیده است کاملاً با این اعتقاد که کواکب بر روی انسان و طبیعت اثر سعادت یا نحوست دارند مخالف است، او هر چند یک منجم است اما اصلاً به احکام نجوم و نحوست و سعادت ستارگان و سیارات اعتقاد ندارد .

(کرجی دانشمند بزرگ ایرانی در قرن ۴ هجری است . کرجی در این کتاب در مورد آبهای زیر زمینی و چگونگی یافتن و استخراج آبها سخن می گوید . یک نکته قابل توجه در این کتاب شرح چشمه های شبه جزیره ای و کف بستری توسط کرجی است که برای اولین بار مطرح می شده است . همچنانکه بیرونی اولین شارح چشمه های آرتزین است کرجی نیز نخستین شارح چشمه های کف بستری یا حاشیه ای است - در صفحات آینده این مطلب را شرح خواهیم داد .) ۲۱ - رساله فی المیاه : ابوبکر محمد بن ذکریای رازی (در این کتاب از اقسام آبها بحث نموده و از دیدگاه طبی به شرح آنها پرداخته است) . ۲۲ - شفاء در طبیعیات : ابن سینا (در این کتاب ابن سینا برای نخستین بار شرحی دقیق از جنس شهابسنگها بدست می دهد . او نخستین کسی است که دریافته که جنس شهابسنگها عمدتاً از آهن است) ۲۳ - رساله فی معرفه ابعاد القلل : کندی (قرن ۲ هجری) ۲۴ - رساله فی المد و الجزر : کندی ۲۵ - کتاب الليل و النهار : تحریر نصیر الدین طوسی (مشتمل بر ۲ مقاله و ۳۳ شکل) (و یا الايام واللیالی) ۲۶ - مقاله فی اتخاذ کره تدور بذاتها بحرکه مساویه لحرکه الفلک و معرفه العمل بها ساکنه و متحرکه : ابوالفتح عبدالرحمان خازنی ۲۷ - اختیارات مسیر القمر : خواجه نصیر الدین طوسی (خواجه این کتاب را به صورت شعر آورده است و در آن به تأثیرات ماه بر زمین نیز اشاراتی دارد) ۲۸ - الامطار و الرياح و تغییر الاهویه : ابومعشر بلخی ۲۹ - طبائع البلدان و تولد الرياح : ابومعشر بلخی ۳۰ - کتاب الارضین و المیاه و الجبال و البحار : ابوعثمان سعدان بن مبارک مکفوف ۳۱ - میزان الحکمه : ابوالفتح عبدالرحمان خازنی (در آن در مورد وزن مخصوص اجسام و کانیها و ساختن ترازویی برای این کار سخن گفته است) ۳۲ - صوره الارض یا رسم افریقیه : خوارزمی ۳۳ - رسائل : ابن سینا ۳۴ - المساکن : خواجه نصیر الدین طوسی ۳۵ - خواص الاحجار : حنین بن اسحاق (قرن ۳) ۳۶ - منافع الحجر : عطارد بن محمد الحاسب ۳۷ - علل المعادن : ابوبکر محمد بن ذکریای رازی ۳۸ - فی المعادن : ابن -

- سینا ۳۹ - کتاب الحجر : ابن سینا ۴۰ - رساله مسمى بلوازم الامکنه : دریافتن فصول چهارگانه سال ، حکیم عمر خیام نیشابوری ۴۱ - رساله ای در ((علت اختلاف هوای بلاد و اقالیم)) : حکیم عمر خیام نیشابوری ۴۲ - کتاب جرمی النیرین و بعدیها : تحریر خواجه نصیر الدین طوسی ۴۳ - تحریر طلوع و غروب : خواجه نصیر الدین طوسی ۴۴ - رساله فی ربع المسکون : کندی ۴۵ - صور الاقالیم : ابوزید بلخی (قرن ۳ و ۴ هجری) ۴۶ - رساله فی الاحتیال لمعرفة مقدرای الذهب و الفضة فی جسم مرکب منهما : خیام (که بر پایه وزن مخصوص آنها نوشته شده است) ۴۷ - الازمنه و الاهویه : ابوبکر ذکریای رازی ۴۸ - فی ان مرکز الارض ینبوع البرد : رازی ۴۹ - فی عله الجذب حجر المغناطیس : رازی ۵۰ - رساله فی البحث عن الارض الطبیعه هی طین ام الجر : رازی ۵۱ - اراء الطبیعیه : رازی ۵۲ - کتاب سبب وقوف الارض وسط الفلک : رازی ۵۳ - کتاب الاحجار : جابر بن حیان (قرن ۲ هجری) ۵۴ - کیمان المعادن : جابر بن حیان ۵۵ - کتاب الارض : جابر بن حیان
- برخی آثار دیگر اسلامی که به این رشته نیز پرداخته شده است ۵۶ - جواهر نامه : محمد بن مبارک شاه قزوینی (قرن ۱۰ هجری) ۵۷ - المقاصد السنیه فی معرفه الاجسام المعدنیه : تقی الدین مقریزی (قرن ۹ هجری) ۵۸ - عرایس الجواهر و نفائس الاطایب : ابوالقاسم عبدالله کاشانی (قرن ۷ و ۸ هجری) ۵۹ - جواهر نامه سلطانی : محمد بن منصور دشتکی (قرن ۹) ۶۰ - کتاب الارضین : محمد بن خاله برقی قمی (از اصحاب امام رضا علیه السلام است) ۶۱ - المقامه الیاقوتیه فی انواع الجواهر : جلال الدین سیوطی (قرن ۱۰) ۶۲ - جواهر الاشباه : کندی (قرن ۳) ۶۳ - رساله فی انواع الجواهر : کندی ۶۴ - رساله فی لغت الجواهر و معادنها : کندی ۶۵ - الجوهرتین العقاقین : ابومحمد همدانی ۶۶ - نزهه النفوس و الافکار فی خواص الموالید الثلاثه : ابومحمد همدانی ۶۷ - فرخ

- نامه : ابوبکر مطهر جمالی یزدی (قرن ۶) ۶۸- ذخیره خوارزمشاهی : جرجانی (قرن ۶)
 در فصولی درباره آبهای چشمه های معدنی سخن گفته است ۶۹ - اغراض الطیبه :
 جرجانی ۷۰ - نزهه القلوب : حمدالله مستوفی (قرن ۷) ۷۱ - نزهت نامه علایی :
 شهردان ابن ابی الخیر (قرن ۶) ۷۲ - رساله آثار علوی : خواجه ابو حاتم مظفر بن
 اسماعیل اسفزاری (قرن ۵ هجری) ۷۳ - التحصیل : بهمینار (شاگرد معروف ابن سینا)
 ۷۴- ارشاد الزراعه : قاسم بن یوسف ابونصری هروی (قرن ۱۰ هجری) ۷۵ - عجایب
 نامه : محمد بن محمود همدانی (قرن ۶ هجری) ۷۶ - عجائب هند : ناخدا بزرگ
 شهریار رامهر مزی (قرن ۴ هجری) ۷۷ - تحفت الغرائب : محمد بن ایوب طبری (قرن
 ۵ هجری) ۷۸ - عجائب المخلوقات و غرائب الموجودات : ذکریای قزوینی (قرن ۷
 هجری) ۷۹ - احسن التقاسیم : مقدسی (قرن ۴ هجری) ۸۰ - المسالک و الممالک :
 ابن خرداد به (قرن ۳ و ۲) ۸۱ - المسالک و الممالک : ابن حوقل (قرن ۲)
 ۸۲ - المسالک و الممالک : اصطخری (قرن ۳ و ۴) ۸۳- حدود العالم من المشرق الی
 المغرب : مؤلفی ناشناخته (قرن ۴ هجری) (تألیف شده در سال ۳۷۲ هجری) ۸۴ - نفایس
 الفنون فی عرائس العیون : شیخ بهایی (قرن ۹) ۸۵ - بیان الصناعات : ابوالفضل حبیش
 بن ابراهیم متطبب (قرن ۶ هجری) ۸۶ - مروج الذهب : مسعودی (قرن ۴)
 ۸۷ - اخبار الزمان : مسعودی ۸۸ - جامعه المبادی و الغایات : ابوعلی حسن مراکشلی
 (قرن ۷ هجری) ۸۹ - قراضة طبیعیات : ابن سینا ۹۰ - تنسوخ نامه ایلخانی : خواجه
 نصیر الدین طوسی ۹۱ - جواهر نامه : منسوب به خواجه نصیر الدین طوسی ۹۲- الفلاح
 النبطیه : ابن وحشیه ۹۳ - خواص الاحجار من الیواقیت و الجواهر : عزالدین ابراهیم
 سویدی (قرن ۷ هجری) ۹۴ - نزهه النفوس : بیرونی ۹۵ - علل الافلاک : احمد بن
 کثیر فرغانی (قرن ۳) ۹۶ - الاعلاق النفیسه : ابوعلی احمد بن عمر بن رسته
 اصفهانی (قرن ۳ هجری) ۹۷ - الافکار فی خواص الموالیه الثلاثه و المعادن و النبات

والاحجار: بیرونی ۹۸ - کتاب الانواء: ابن قتیبه دینوری (قرن ۳ هجری) ۹۹ -
 اساس العلل الاولیه یا سرآغاز جهان: احمد بن موسی شاکر خراسانی ۱۰۰ - حرکت
 الفلک الاولی: محمد بن موسی شاکر خراسانی ۱۰۱ - کتاب فی اولیه العالم: محمد بن
 موسی شاکر خراسانی

نوآوری‌های زمین‌شناسی دانشمندان ایرانی در تمدن اسلامی

درباره نوآوری‌های دانشمندان مسلمان در رشته زمین‌شناسی به طور محدود فقط به برخی از
 آنها در برخی تألیفات تاریخ علوم اشاره شده است.

اما موارد ذیل هر چند دانشمندان اسلامی به درستی به شرح و توضیح آنها پرداخته‌اند و
 نظریات کاملاً متقن و صحیحی ارائه کرده‌اند لیکن در هیچ کتابی ذکر نشده است.
 این موارد چنینند:

- شرح چشمه‌های ایستاده - شرح چشمه‌های حاشیه‌ای و کف بستری - توضیح
 نشانه‌های بروز زلزله - دریافتن رابطه میان شدت جزر و مد با شکل بستر دریا - رابطه
 کوهزایی و زلزله - و ...

برخی از مهمترین ابتکارات و نوآوری‌های زمین‌شناسان مسلمان عبارتند از:

۱- اثبات احتمال حرکت وضعی زمین و نه سکون آن^۱ (بیرونی-ابوسعیدسجزی-محمد بن
 جریر^۲ - سامانی (ساقانی))

۲- توجیه علمی چشمه‌های آرتزین (بیرونی)

^۱ در مورد حرکت زمین چند تن از دانشمندان قبل از اسلام نیز نظر داده بودند.

^۲ این محمد بن جریر کاملاً شناخته شده نیست.

- ۳- احتمال وجود خشکیهایی در نیمکره جنوبی زمین (بیرونی - ابراهیم بن سنان بن ثابت بن قره قرن ۳ و ۴ هجری)
- ۴- تعیین دقیقترین اندازه های وزن مخصوص کانیها و سنگها (بیرونی - خازنی)
- ۵- ساخت دقیقترین ترازوها برای تعیین وزن مخصوص اجسام (بیرونی - خازنی - خیام - و نیز ذکریای رازی)^۱
- ۶- شناختن جنس شهابسنگها (ابن سینا)^۲
- ۷- شرح چشمهای حاشیه ای دریاها و کف بستری (توسط کرجی)^۳ (در کتاب انباط المیاه الخفیه)
- ۸- طراحی دقیق ترین نقشه ها از مناطق مختلف زمین و نقشه های جهانی (بیرونی - کرجی - ابن عمید (قرن ۴ هجری) - ادریسی مراکشی (قرن ۶ و ۷ هجری)) (بیرونی را در علم ژئودزی که در همین موضوع است اولین دانشمند و در حقیقت بنیانگذار این علم می دانند) .
- ۹- تعیین بسیار دقیق طول و عرض جغرافیایی برخی شهرها (بیرونی - ابن عمید و ...)
- ۱۰- دریافتن این موضوع که نقطه اوج خورشید وضع ثابتی ندارد (در قرن سوم هجری)
- ۱۱- اثبات اینکه میل کلی (زاویه ای که نصف النهار و فلک البروج بر آن یکدیگر را قطع می کنند) به تدریج کاهش می یابد (توسط خجندی (قرن ۴ هجری) مقدار میل کلی به تحقیق خجندی ۲۳ درجه و ۳۲ دقیقه و ۲۲ ثانیه بود که تنها ۲ دقیقه با مقدار کنونی متفاوت است) .

^۱ یک نوع از این ترازوها را نیز ارشمیدس دانشمند یونانی (قرن ۳ قبل از میلاد) ساخته بود .

^۲ ابن سینا اولین کسی است که می گوید سنگهایی بر روی زمین که جنس آنها بیشتر از آهن است همان شهابسنگهای آسمانی هستند که بر روی زمین افتاده اند .

^۳ کرجی اولین کسی است که این چشمه ها را شرح می دهد .

- ۱۲ - بیان یکی از روشهای پیش بینی زلزله^۱ (کرجی)
- ۱۳ - دریافتن رابطه میان شدت جزر و مد با شکل بستر دریا^۲ (توسط اخوان صفا)
- ۱۴ - تعیین منبع آب چشمه ها و رودخانه ها (توسط بیرونی - بیرونی منابع آب چشمه ها و رودخانه ها را نزولات جوی معرفی کرد. در حالیکه پیشینیان معتقد به سرد شدن بخارات درون زمین و تشکیل آنها بودند. امروزه نظریه بیرونی به اثبات رسیده است).
- ۱۵ - ارائه دلایل علمی واثبات جایگزینی دریاها با خشکیها، پیشروی و پسروی (بیرونی - ابن سینا)
- ۱۶ - شرح اوضاع آب و هوایی در قطب و تعیین اختلاف ساعات شبانه روز در مناطق مختلف (بیرونی)
- ۱۷ - ارائه نظریات نوین درباره کوهها و کوهزایی (ابن سینا پیدایش کوهها را نتیجه زمین لرزه نیز می داند)^۳.
- ۱۸ - شرح چگونگی روشهای رسانیدن آبهای زیر زمینی به سطح زمین توسط چاهها و قناتها (کرجی)
- ۱۹ - شرح علت حرکت آبهای زیر زمینی و عوامل آن^۴ (بیرونی - کرجی)
- ۲۰ - تعیین دقیقترین مقدار محیط زمین (توسط بیرونی که امروزه از آن به عنوان قاعده بیرونی یاد می کنند).
- ۲۱ - پرداختن به مسأله تاریخ و عمر زمین (بیرونی - مسعودی)

^۱ کرجی در انباط المیاه الخفیه اشاره میکند که پیش از زلزله، تغییراتی در جهت حرکت آبها روی میدهد.
^۲ جزر و مد در دریاها و وسیع بسیار ضعیف و در خلیجها و تنگه ها که شکل بستر کف فشرده و کم عمق تر است، شدید می باشد.

^۳ چنانکه امروزه می دانیم یکی از علل اصلی ظهور برخی کوهها، لغزیدن صفحات پوسته زمین در کنار هم و رانده شدن یک صفحه به سمت بالاست، در همین حاشیه صفحات، زمین لرزه ها فراوانتر از سایر نقاط وجود دارند.

^۴ بیرونی علاوه بر عامل تخلخل، عامل ترشح را نیز در حرکت آبهای زیر زمینی معرفی می کند.

- ۲۲ - شرح رسوبات کف دریا و بستری (توسط ابن سینا - اخوان صفا)
- ۲۳ - توضیح رابطه میان وضع آب و هوا با طول و عرض جغرافیایی - اشاره به تأثیر عوامل توپوگرافیک در آب و هوا (بیرونی و دیگران)
- ۲۴ - شرح چشمه های ایستاده (بهمنیار)
- ۲۵ - ارائه نظریات نوین در علم هواشناسی (رکندی)
- ۲۶ - ارائه روشهای جدید برای یافتن آبهای زیر زمینی (کرجی)
- ۲۷ - تعیین طول درجات خط نصف النهار (اولین بار در بیت الحکمه مأمون این کار انجام گرفت که طول یک درجه ، ۵۶ میل و دو سوم میل معین شد که فقط نیم میل از اندازه دوران ما بیشتر است) .
- در حقیقت باید گفت مسلمین دانش پیشینیان را تکامل و تعالی بخشیدند و به علم جلوه و نمودی نوین بخشیده آنرا از خرافات و ابهامات رهانیدند .
- در زمین شناسی این رویه آشکارتر است . چرا که از مهمترین ویژگیهای این علم ، جنبه تجربی بودن آنست .

اصلاحات مسلمین :

- برخی مواردی را که می توان جزء اصلاحات دانشمندان مسلمان در این رشته در نظر گرفت عبارتند از :

- ۱- جزر و مد و علت آن (بیرونی - اسفزاری - اخوان صفا و ...)
 - ۲- دست یافتن به حرکت کند .
- (حرکت کند : پیش افتادن زمان برابری شب و روز است - دانشمندان مسلمان در قرن سوم هجری این پدیده را دریافتند و میزان آن را هر ۷۰ سال یک درجه محاسبه کردند که به

- میزان کنونی که هر ۷۲ سال یک درجه است بسیار نزدیک است - یونانیان باستان به این مسأله پی برده بودند و مقدار آن را هر ۶۶ سال یک درجه می دانستند .
- ۳- در مورد مسیر حرکت سیارات- دانشمندان مسلمان مسیر حرکت سیارات را مشخص کردند.
- ۴- شروح دقیقی که در مورد رابطه میان وضعیت قرار گرفتن خورشید نسبت به زمین و اوضاع آب و هوایی زمین ارائه داده اند .
- ۵- اصلاحاتی که در مورد تقسیمات زمین انجام داده اند (تقسیمات جغرافیایی با مدارات و نصف النهارات ، موقعیت قطب و استوا و مناطق معتدلیه) و بطلان نظریه ربع مسکون ، ۷ اقلیم و ۷ دریا .
- ۶ - اندازه زمین : شعاع ، محیط و مساحت زمین
- ۷ - اصلاحات مسلمین در مورد کانیها و سنگهای قیمتی و خصوصیات و مشخصات آنها .
- ۸ - شروح مسلمین در علم هواشناسی ، چگونگی پیدایش بادهای ، نزولات جوی ، هاله ، قوس قزح و غیره که در حقیقت با نظریات پیشینیان قابل مقایسه نیست . هر چند کاملاً صحیح و درست نیز نمی باشد .

فصل چهارم

بزرگترین زمین شناسان مسلمان

بیرونی ، مبرزترین زمین شناس تا قبل از رنسانس^۱

بدون تردید ابوریحان بیرونی (قرن ۴ و ۵ هجری ، ۳۶۲ - ۴۴۰ هجری) بزرگترین و برجسته ترین دانشمند علوم زمین در تمدن اسلامی است. مهمترین ابداعات مسلمین در این رشته بوسیله ابوریحان انجام گرفته است .

هر چند وی کتابی که فقط به این رشته پردازد نوشته و در فهرست آثار خود که در ادامه فهرستی که بر تالیفات رازی پدید آورده (بنام ((فی فهرست کتب محمد بن زکریا رازی))) و مجموع نگاشته هایش را به ۱۰ دسته تقسیم نموده به رشته زمین شناسی و حتی شاخه ای از آن اشاره نکرده است لیکن می توان این موضوع را محتمل دانست که شاید تا آن زمان (سال ۴۲۷ هجری - در سن ۶۵ سالگی بوده است) پژوهشی در این رشته پدید نیآورده و یا آنکه استاد اعظم ، آنها را در خور توجه (در این فن) نمی دانسته است . مهمترین تالیفات بیرونی که در حقیقت از برجسته ترین آثار علمی تمدن اسلامی است و در آنها به

^۱ بیرونی در مغرب زمین بعد از قرون وسطی به نام البرون ((Alberon)) مشهور شده است .

این رشته پرداخته است عبارتند از :

آثار الباقیه ، التفهیم ، ماللهند ، الاسطرلاب ، استیعاب وجوه الممكنه فی صنعہ الاسطرلاب ، قانون مسعودی ، فی التطریق الی الاستعمال الفنون الاسطرلاب ، تحدید النہایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن ، سکون الارض أو حرکتها .

ابوریحان بیرونی یکی از نخستین دانشمندان مسلمان است که به نظریه حرکت وضعی زمین پرداخته است . دیگر دانشمندان مسلمان که به این مسأله توجه کرده اند تا آنجا که می دانیم عبارتند از : ابوسعید احمد بن محمد بن عبدالجلیل سجزی ، ابوحامد احمد بن محمد ساقانی و محمد بن جریر .

ابوریحان در چندین اثر خود به این موضوع توجه کرده و درباره آن به بحث نشسته است و این نشان می دهد که این دانشمند واقعاً به امکان حرکت زمین معتقد بوده است . (در تحقیق ماللهند ، در استیعاب الوجوه الممكنه فی صنعہ الاسطرلاب ، در قانون مسعودی ، در فی التطریق الی استعمال فنون الاسطرلاب و در سکون الارض او حرکتها) .

هر چند در پایان ، بیرونی نظری قطعی در این باره نمی دهد ولی این موضوع نشان دهنده روحیه والای تجربی و اندیشه ژرف و توانایی اوست^۱ .

^۱ در مورد نظرات بیرونی در مورد حرکت وضعی زمین در بخشهای بعدی سخن خواهیم گفت .

الف) قاعدهٔ بیرونی در تعیین محیط و شعاع زمین^۱

یکی از ابتکارات و نوآوریهای وی تا زمان خویش، محاسبهٔ دقیق محیط کرهٔ زمین بوده که بسیار نزدیک به مقداری است که امروزه بدست آمده است. روش او به نام ((قاعدهٔ بیرونی)) مشهور است.

بیرونی این روش خود را در کتاب ((الاسطرلاب)) آورده است:

((... و برای دانستن آن؛ روشن ذهنی هست که با برهان، صحت آن اثبات می شود ولی عمل کردن آن به علت خردی اسطرلاب و کوچکی مقدار چیزی که بر آن بنا می شود دشوار است و راه کار آن آنست که بر قلعهٔ کوهی مشرف بر دریا، بر دشت همواری بالا روی و غروب خورشید را رصد کنی و از این راه مقدار انحطاطی را که گفتیم بدست آوری و ارتفاع کوه را در جیب مستوای زاویهٔ ممتد زاویهٔ انحطاط ضرب کنی و سپس حاصل را بر جیب منکوس خود زاویهٔ انحطاط تقسیم کنی و خارج قسمت را در بیست و دو ضرب و حاصل را بر هفت تقسیم کنی تا از این راه مقدار محیط زمین را بنا بر واحدی که بر آن ارتفاع کوه را اندازه گرفته ای بدست آوری ...))^۲

این روش کاملاً صحیح است و اختلاف مقدار بیرونی با اندازهٔ کنونی به سبب نامناسب بودن وسایل کار و عدم دقت زیاد آنها بوده است. در عین حال این اختلاف عددی بسیار جزئی است. مقداری را که بیرونی برای محیط زمین تعیین کرد ۴۶۰۰۰ کیلومتر بوده است که با مقدار کنونی حدود ۱۱۰ کیلومتر اختلاف دارد. بیرونی همچنین شعاع زمین را نیز

^۱ از دیگر دانشمندانی که دربارهٔ تعیین ابعاد زمین فعالیت داشتند می توان از خالد بن عبدالملک مروزی، سندن علی، علی بن عیسی اسطرلابی، یحیی بن ابی منصور، حبش الحاسب و غیره نام برد که به دستور مأمون عباسی به این کار پرداختند.

^۲ به نقل از بررسیهایی دربارهٔ ابوریحان بیرونی - بمناسبت هزارهٔ ولادت او - چاپ ۵۲ - تهران - ص ۳۷۹

محاسبه کرده است .

محاسبات تعیین شعاع زمین بر اساس روش بیرونی چنین است :

O قله کوه

∇ OCT قائم الزویه

OA ارتفاع کوه = h

انحطاط افق (بیرونی گفته است) ∠ HOC

OH ⊥ OT

OC مماس بر زمین

متمم همد $\angle HOC + \angle TOC = 90^\circ$

$$\angle HOC = \angle OTC = \alpha$$

$$\sin \angle TOC = \cos \alpha = \frac{R}{R+h}$$

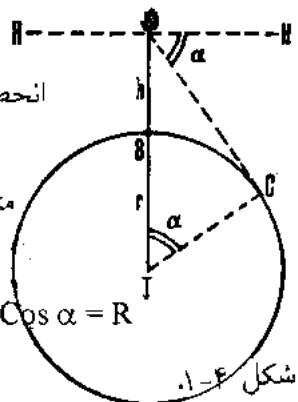
شعاع زمین

$$R \cos \alpha + h \cos \alpha = R$$

$$R(1 - \cos \alpha) = h \cos \alpha \Rightarrow R = h \cdot \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

معادله بیرونی :

جیب منکوس = شعاع منهای جیب تمام زاویه مفروض^۱



(ب) تحقیق بیرونی درباره دره سند

ابوریحان بیرونی نخستین کسی است که بیان می کند ((دره سند احتمالاً بستر دریایی قدیمی بوده که به تدریج توسط رسوبات پر شده است)) .
بیرونی در ((تحقیق ماللهند)) می گوید^۱ :

((و خاک هند از این زمینهاست که از جنوب دریایی که ذکر آن بیاوردیم محیط بدان است و از دیگر سوی ها این کوههای برآمده و رودها نیز بدان همی ریزد . بل چون به گاه

^۱ محاسبات برگرفته از کتاب ((تاریخ نجوم اسلامی)) - نلینو - ترجمه استاد احمد آرام - ۱۳۴۹ - تهران

^۲ تحقیق ماللهند-ابوریحان بیرونی-ترجمه منوچهر صدوقی سها - ج اول- مؤسسه مطالعات و تحقیقات

مشاهدت در آن بیندیشی و در سنگهای تابان موجود در آن تاجائیکه به حفره ها می رسد که به نزدیکی کوهها و شدت جریان آنها عظیم است و به گاه دوری و سستی جریان [آب] خرد و به گاه رکود و نزدیکی خشکی گاه ها و نیز دریا ، سنگ ریزه جز این نتوانی تصور کرد که این خاک در قدیم دریا بوده است و از آورده های سیل ها خشک گردیده ...)) .

پ) نظر بیرونی در مورد صحرای عربستان و بیابان خوارزم

بیرونی در کتاب ((تحدید النهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن)) می گوید^۱:

((این بیابان عربستان که می بینیم . نخست دریا بوده و سپس پر شده است و نشانه های آن هنگام کندن چاهها و حوضها آشکار می شود چه در آن چینه هایی از خاک و ریگ و قلوه سنگ دیده می شود و نیز پاره های سفال و شیشه و استخوان بدست می آید که ممکن نیست کسی آنها را به عمد در زیر خاک پنهان کرده باشد ، همچنین سنگهایی بیرون می آید که چون آنها را بشکنند صدفها و حلزونها و چیزهایی که گوش ماهی نامیده می شود به نظر می رسد که یا برحال خود باقی است یا آنکه پوسیده و از میان رفته و جای خالی آنها به شکل اصلی دیده می شود ... و چنین سنگی را که در میان گوش ماهی است در بیابان شنی میان جاجرم و خوارزم نیز می بینیم . این بیابان در گذشته همچون دریاچه ای بوده است چه گذرگاه جیحون یعنی نهر بلخ بر آن بوده و از کنار شهری به نام بلخان می گذشته و بطلمیوس در کتاب ((جاورغافیا)) محل ریختن آن را در دریای ((اُرقانیا)) [اورکانیا - گرگان] نزدیک همین شهر نوشته است و میان ما و بطلمیوس نزدیک ۸۰۰ سال زمان فاصله است و در آن زمان ، جیحون از همین جا که اکنون بیابان است از محلی میان

^۱ ترجمه احمد آرام - انتشارات دانشگاه تهران - ۱۳۵۲ - ص ۲۱ و ۲۰

زم و آمونیه می گذشته و شهرها و روستاهایی در آن بوده تا برسد به بلخان آباد می داشته و میان جاجرم و سرزمین قوم خزر به دریا می ریخته است . سپس در گذرگاه آن بستگی پیدا شد و آب آن به سوی سرزمینهای قوم غز پیچید و کوهی راه بر آن گرفت که اکنون دهن شیر (فَمُ الْأَسَد) خوانده می شود و مردم خوارزم آنرا ((بند شیطان)) می نامند . آب در اینجا روی هم انباشته شده و بالا آمد چنانکه آثار تلاطم امواج بر بلندیهای این کوه هنوز آشکار است و چون فشار و سنگینی آن از اندازه ایستادگی سنگهای سست کوه گذشت آن را شکافت و نزدیک یک منزل در آن پیش رفت و سپس به جانب راست به سوی فاراب پیچید و درگذرگاهی افتاد که هم اکنون به ((ذغالی)) خوانده می شود سپس مردمان بر دو کرانه آن بیش از ۳۰۰ شهر و روستا ساختند که نشانه های آن تاکنون بر جای مانده است .

و برای این بستر پس از مدتی همان پیش آمد که برای بستر اول پیش آمده بود . بسته شد و آب به سوی چپ و سرزمین قوم بجناک پیچید و درگذرگاهی افتاد به نام ((دره مزرد بست)) که در بیابان میان خوارزم و جرجان بود . در اینجا نیز مایه آبادی سرزمینهای فراوان در مدتی دراز شد که آنها نیز ویران شدند و مردمانشان بر کرانه دریای خزر کوچیدند و قوم ((آلان و آسی)) اینان هستند که زبانشان آمیخته ای از خوارزمی و بجناک می است .

پیشتر اندکی از آب این رود به خوارزم می رفت و از میان محلی که به سنگها بسته شده بود و اکنون در آغاز های دشت خوارزم است می گذشت و پالوده می شد ولی سپس همه آب به سوی خوارزم روان شد و آن بندر سنگی را شکافت و همه آن سرزمین را آب گرفت و آن را دریاچه ای ساخت و آب رود ، به سبب فراوانی و تنیدی جریان آلوده به گل بود و چون گسترده می شد گلهای آن فرو می نشست و نخست در مصب آن خشکی پیدا شد و سپس خشکی بیشتر شد و دریاچه دورتر رفت تا همه خوارزم از زیر آب بیرون آمد و آن دریاچه که پیوسته دورتر می شد ، سرانجام به کوهی رسید که نمی توانست آنرا

از پیش راه خود بردارد و بدین سبب به سوی شمال و به سرزمینی پیچید که اکنون ترکمانان در آن جای دارند و فاصله میان این دریاچه و درهٔ مزد بست که چندان زیاد نیست به صورت خلایبی درآمده است که اینک آنرا به ترکی (قیزدنگزی) (دریای دختر) مینامند...))

ت) یافتن طول و عرض جغرافیایی توسط بیرونی

بیرونی را باید یکی از بزرگترین متخصصان فن مساحی و نقشه برداری دانست . اندازه های نقشه های او بسیار دقیق و در خور توجه و برتر از آثار مهمترین همکاران او چون کرجی و ابن عمید است . اعدادی را که او برای طول و عرض برخی نقاط بدست آورده از لحاظ دقت ، فوق العاده است . اینک به چند مورد اشاره می کنیم :

جدول ۴-۱.

محاسبات بیرونی				محاسبات امروزی			
عرض	طول نسبت به بغداد			عرض	طول نسبت به بغداد		
شهر ری ۳۵	۳۴	۸	۵	۳۵	۳۵	۷	۱
بغداد ۳۳	۲۵	-	-	۳۳	۲۰	-	-
بلخ ۳۶	۴۰	۲۱		۳۶	۴۶	۲۲	۲۴
دمشق ۳۳	۳۰	۱۰		۳۳	۳۰	-۸	۷
غزنین ۳۳	۳۳	۲۴	۲۲	۳۳	۳۳	۲۴	-۲
نیشابور ۳۶	۱۰	۱۵	-	۳۶	۱۳	۲۴	۲۳
مکه ۲۱	۴۰	-۳	-	۲۱	۲۶	-۴	۳۷
شیراز ۲۹	۳۶	۸	۳۳	۲۹	۳۸	۸	۸

^۱ برگرفته از کتاب دیده ها و اندیشه ها - ۱۲ مقاله و سخنرانی - پروفیسور فضل ... رضا - ۱۳۵۴ - تهران ص ۲۰۰

ث (حرکت زمین از دیدگاه بیرونی

بیرونی را باید یکی از نخستین دانشمندانی دانست که به مسأله حرکت زمین و عدم سکون آن ، به صورتی علمی و محققانه توجه کرده است . استاد اعظم در چندین کتاب خود به این موضوع اشاره کرده و این خود نشان دهنده اهمیت این مسأله نزد اوست . بیرونی در تحقیق ماللهند می گوید :

((.... اما قول ((پلس)) در [باب] زمین [این است] که محور ممسک آن است و مراد آن نمی دارد که محوری موجود است [که] اگر نبودی زمین ساقط می آمدی و چگونه چنین گوید به حالیکه می بیند که شهرهای چهارگانه به اطراف زمین مسکون است و این است موجب نزول اثقال بر زمین از جمیع جوانب ؟ ولکن مذهب وی در این [باب آنست] که حرکت آنچه که بر محیط [افتاده] است علت سکون آنی است که به مرکز است و حرکت در کره ، جز بر دو قطب نباشد و خط موهوم واصل به میانه آن دو محور باشد و [بدینسان [توگویی که او می گوید که حرکت آسمان نگاهدارنده زمین است به مکان خویش و گرداننده آن [حرکت] طبیعی بهر آن [زمین ، چندانکه] نتواند که جز بدان باشد و آن بر محور حرکت است واز پس آن بر میانه آن از آنروی که ممکن است که [نیز] سایر اقطار کره را محور پنداشت که بالقوه چنین است و اگر در میانه نبودی وجود محوری از آن ممکن می آمدی و تو گویی که در صورت متکی بر محورهاست .

اما سکون زمین نیز که یکی از مبادی علم هیأت است و حل شبهات عارض بدان مشکل ، معتقد آنان [یعنی هندوان] است ^۱ .))

در ادامه می گوید : ((بر همگوت)) به ((براهم سدهاند)) گوید که برخی از مردمان

^۱ تحقیق ماللهند - ابوریحان بیرونی - ترجمه منوچهر صدوقی سها - ج ۱ - ص ۲۲۴

پنداشته اند که حرکت نخستین به معدل النهار نباشد و همانا مر زمین را بود و ((براهم)) آنان را رد کرده است .

بدینکه این [امر] موجب آن است که پرنده چون از آشیانه خویش به سوی باختر پرد بدان باز نیاید^۱ و چنان است که او می گوید : آنگاه ((برهمگویت)) به جایی دیگر از آن گوید که اصحاب ((آرجهد)) می گوید که زمین متحرک است و آسمان ساکن و در رد بر آنان آورده اند که اگر این [معنی راست] بودی درختان و سنگها از آن سقوط می کردی و ((برهمگویت)) راضی بدین نباشد و گوید که این [معنی] ملازم آنان نیست و تو گویی این معنی از سرانجذاب ائقال به مرکز خویش گوید [اینک] ما پنداشتیم که این [معنی] راست است و زمین بدین عدد از نفسها به یک دوره تام به سوی خاور همی گردد بداندسان که آسمان همی گردد [حال برگوکه] چیست عائق از موازنه و موازات در آن ؟ از سویی دیگر حرکت دورانی زمین قادح در شیئی از علم هیئت نیست بل امور آن با این علی السواء از پی یکدیگر در می آید و همانا از جهاتی دیگر مستحیل است و از اینجای بدین باب از سر تحلیل ، سخت تر شکوک افتاده است و فضلاؤ متأخر از پی قدما خوض در آن را با نفی ، بسیار گردانیده اند و گمان می بریم که مابا آنان [بدین باب] به کتاب ((مفتاح العلم الهیثه)) فزون سخن گفته باشیم [البته] به معنی نه کلام^۲ .

^۱ از جمله دانشمندان اسلامی که این نظریه را نیز بررسی کرده اند باید از علی بن عمر کاتبی (دبیران قرن ۷ هجری) نام برد او در کتاب « عین القواعد فی المنطق والحکمه » ذیل عنوان « حکمه العین » به بحثی پیرامون حرکت وضعی زمین پرداخته است . او نظریه مربوط به عقب ماندن پرنده ای که در مسیر گردش زمین پرواز می کند را مردود دانسته است و بدین استدلال تکیه دارد . این نظریه هم مطرود بود چون ریشه ای ماوراء الطبیعی داشت .

^۲ همان صفحه ۲۲۵

در کتاب ((تحديد النهايات الاماكن لتصحيح مسافات المساكن)) در انتهای مبحث اول مینویسد: ((... پیش از این از حال زمین و جابجا شدن پاره هایی بر سطح آن و در نتیجه آن جابجا شدن پاره های میانین به سبب آن و لزوم حرکت کلی زمین بر این جهت سخن گفتیم که بر اثر تغییر پیدا کردن فاصله ها از مرکز کلی، طبیعت و آب و هوای نواحی تغییر می پذیرد. اکنون می گوئیم این حرکت هر چند اتفاقی و بی قاعده و در زمان اندک، اندک باشد ممکن است بر امتداد قطره های کلی به تدریج صورت پذیرد یا بر 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 با پیدایش سبب آن که انتقال یکباره سنگینها از جایی به جای دیگر است صورت پذیرد و این حرکت ممکن است در مبادی علم هیئت همچون میل 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 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 را افزایش می دهد یا از آن می کاهد. ولی رصد های مکرر نشان داده است که چنین خللی پیش نمی آید...)). اما واقعاً چنین خللی وجود دارد و میل کلی به تدریج در حال کم شدن است چنانکه خجندی دانشمند مسلمان در قرن ۴ هجری به این موضوع اشاره کرده است.

بیرونی شاید به ۲ دلیل در مورد حرکت وضعی زمین مردد بوده است (نه اینکه رد کند) یکی همین مورد که میل کلی را ثابت دانسته است و نیز یک مورد دیگر که در قانون مسعودی بدان اشاره کرده و آن استدلال اینست که اگر زمین در حال حرکت بود با توجه به بزرگی زمین، پس اجسام موجود در روی زمین می بایست به هوا پرتاب شوند. لیکن با توجه به دیگر آثار این دانشی مرد می توان تمایل او را به نظریه حرکت وضعی

زمین مشاهده کرد .

در ادامه می نویسد :

((و اما عرضهای شهرها 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 است و اما تأثیر این حرکت در طول در صورتیکه حرکت به سوی مشرق یا مغرب باشد ناچیز است ولی اگر به سوی شمال یا جنوب باشد زیان آن بیشتر می شود چه قوسهای مشابه چون با یکدیگر مبادله شود اختلاف آنها آشکار می گردد و تفاوت اندازه آنها هویدا می شود ...))^۱

یک نکته دیگر آنست که در قدیم برخی دانشمندان معتقد به حرکت برخی نقاط زمین بودند برای مثال برخی به حرکت قطبین معتقد بوده و برخی دیگر مرکز زمین را متحرک می دانستند اما عمومیت اعتقاد به سکون زمین بوده است . بیرونی در کتاب ((استیعاب الوجوه الممكنه فی صنعہ الاسطرلاب)) می گوید :

((از ابوسعید سجزی اسطرلابی بسیط دیدم که از شمالی و جنوبی مرکب نبود و آنرا ((زورقی)) نامیدی آن عمل زیاده مرا پسند افتاد ، ویرا تحسین کردم چه آنرا بر اصلی قرار داده قائم بذات . بنیان آن عمل و مدار آن صنعت بر عقیدت مردمی است که ارض را متحرک دانسته و حرکت شبانه روزی را بفلک منسوب ندانسته اند . قسم با جان خود که آن عقیدت شبهه ایست که تحلیلش در نهایت دشواری است و قولی است که رفع و ابطالش در کمال صعوبت است . مهندسین و علماء هیئت که اعتماد و استناد ایشان بر خطوط مساحیه است در نقض آن شبهت و رد آن عقیدت بسی ناچیز و تهی دست باشند و

^۱ تحدید النهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن - انتهای مبحث اول

هرگز دفع آن شبهه را اقامت برهان و تقریر دلیلی نتوانند نمود و این معنی مایه طعن ایشان نشود زیرا که حرکت مرثیه را چه از ارض دانند و چه از سماء شناسند در هر حال بضاعت ایشان را زیانی نرسد ...)) .

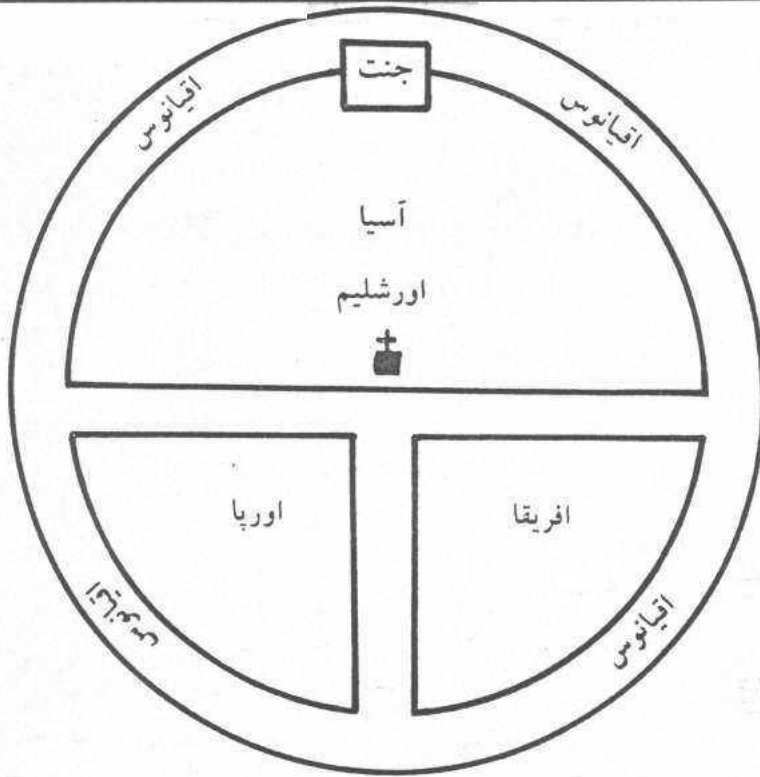
این بیانات کاملاً نشان دهنده اعتقاد بیرونی به حرکت وضعی زمین است هر چند در هیچ جای از آثار خود این اعتقادش را به صراحت نگفته است . همچنین در ماللهند می گوید :
 ((... به علاوه حرکت زمین ، به هیچ وجه ارزش نجوم را از بین نمی برد چون تمام پدیده های نجومی را میتوان طبق هر دو نظریه بیان کرد. لکن دلایل دیگری وجود دارد که این نظریه را امکان پذیر می سازد ...)) .

ج) بیان احتمال وجود خشکیهای دیگر در نیمکره جنوبی زمین توسط بیرونی^۱

در گذشته تصور می شد که زمین فقط دارای یک ربع مسکون در نیمکره شمالی و مشتمل بر ۷ اقلیم و ۷ دریاست و نیمکره جنوبی کاملاً پوشیده از آب است .
 نقشه های چندی که به ویژه توسط دانشمندان یونانی درباره تقسیمات خشکی و پراکندگی خشکیها تهیه شده بود قابل مقایسه با نظریات دانشمندان مسلمان نبوده است .

^۱ ماللهند - صفحه ۱۳۹

^۲ این خشکیها از جمله قاره آمریکا و استرالیا بعد از رنسانس در نتیجه تحقیقات دریانوردان اروپایی کشف گردید .



شکل ۴-۲- نقشه معروف جهان به اسم Tino



شکل ۴-۳- نقشه بطایفه تینو

ابوریحان بیرونی اولین کسی بود که احتمال وجود خشکیهای دیگری را در نیمکره جنوبی و به غیر از ربع مسکون مطرح نمود. این موضوع را وی در چندین کتاب خود آورده است. در تحقیق ماللهند در قسمت ((در صورت آسمان و زمین به نزد اختران شماران آنان هندی)) به صراحت وجود خشکیهای دیگری را در نیمکره غیر معمور زمین که همان نیمکره جنوبی است بیان می کند.

در کتاب تحدیدالنهايات الاماکن و التفهیم نیز این موضوع را بیان کرده است.

ح) تقسیمات زمین در آثار بیرونی

بیرونی در التفهیم چنین آورده است: سطح معدالنهار مر زمین را بدو نیم کند و زآن بریدن او دایره می باشد بر زمین نام او خط الاستوا است و یکی نیمه زمین بشمال بود و دیگر بجنوب. اگر دایره بزرگ بر روی زمین بر هم گیری، چنانک بر قطب خط الاستوا بگذرد این دایره هر یکی را از آن دو نیمه زمین بدونیم کند و جمله زمین چهار یکها شود، دو از آن شمالی و دو جنوبی و آبادانی زمین آنکسان که بدانستند باشتیاق نفس، چنان یافتند که از یکی ربع از دو ربع شمالی نفزود پس او را ربع معمور و ربع مسکون نام کردند^۱ و همچنانست همچون جزیره یی از میان آب بیرون آمده و گرد بر گرد او دریاهاست و اندرین ربع آنچه مردمان بدوهمی رسند و آنرا همی بسپرند از دریایها و جزیره ها و کوهها و جویها ... و بیابانهای معروف آنکه شهرها و دیههاست، با آنکه از وی سوی قطب شمال پاره ای ماند خراب از افراط سرما و برفها یک بر دیگر نشسته ...))^۲

((... عرض بلد چیست؟ کوتاهترین بعدی است او را از خط استواسوی شمال. زیرا که شهرها

^۱ بیرونی خود معتقد به این فرض نبوده است

^۲ التفهیم - ابوریحان بیرونی - صفحه ۱۶۶

اندر این ناحیت اند.

طول بلد چیست؟ بعدش است از نهایت آبادانی. خواهی این بعد را بمعدل النهار یا خط استواگیری و خواهی بدان مدار که ایشانرا موازی است زیرا که پاره های متشابه یک از دیگر نیابت دارند

چه چیز دیگرگونه شود بدو شهر که عرضشان یکی بود و طول بخلاف؛ هیچ چیز دیگرگونه نشود اندر این دو شهر جز وقتها. آنشهر که شرقی است و این آن بود که طولش بزرگتر بود... و اندر آن دو شهر طبع هوا یکی باشد اگر چیزی دیگر نیوفتد یکی را از جهت نهاد از دریا یا کوه یا ریگ یا بلندی یا مغاکی و اگر از این هیچ نبود ناچاره طبع یکی بود.

چه چیز دیگرگونه شود بدو شهر که عرضشان مخالف بود و طول یکی؛ نیم روز و نیم شب بهر دو شهر بیکی وقت باشد و نیز چون آفتاب بسر حمل آید و بسر میزان و هر کوکبی که او را میل نبود بهر دو شهر بیکی وقت برآیند و بیکی وقت فرو شوند. فاما آفتاب یا ستاره چون او را از معدل النهار میل بود اگر سوی جنوب بود بر آمدن او بنخستین شهر آنکه عرضش کمتر است پیش از برآمدنش بود بشهر دوم آنکه عرضش بیشتر است و فرو شدنش بشهر نخستین از پستر بود زبر آمدنش و فرو شدنش بشهر نخستین از پستر بود زبر آمدنش بدوم شهر و فرو شدنش بنسختین شهر پیشتر بود از فرو شدنش بشهر دوم و این پیشین و پسین را یکی اندازه نیست همیشه ولکن بهر مداری دیگرگونه باشد و آنگاه اندرین دو شهر اندازه یک روز با شب بعینه که نه راست باشد هم مختلف بودند وسعت مشرقها و ارتفاع و سایه نیمروزان و عدد ستارگان ابدی الظهور و ابدی الخفاء همه مختلف بودند و بشهر دوم هوا ناچاره سردتر بود اگر از نهاد چیزی نیوفتد از آنچه بر شمردیم تا چو گرگان وری باشد که عرض گرگان از عرض ری بیشتر است ولیکن هوای گرگان گرمتر است از

هوای ری و همچنین غزنین سردسیر و بغداد گرمسیر است و عرض هر دو یکی است...^۱) در این نوشتار، محقق بزرگ، به اختلاف در عرض و طول جغرافیایی شهرها و تأثیرات آن بر وضع آب و هوایی آنها پرداخته است. و نیز به تأثیر عوامل توپوگرافیک (دریا، کوه، بیابان و غیره) بر وضع آب و هوایی مناطق مجاور اشاره نموده است.

ح) جهت یابی و قبله یابی

در موضوع جهت یابی و قبله یابی، ابوریحان بیرونی مهمترین آثار را دارد. بیرونی چندین کتاب (۶ کتاب) را فقط به همین مبحث یعنی تعیین جهت پرداخته است و یک روش ابداعی نیز ارائه کرده که امروزه به ((روش بیرونی)) معروف است.

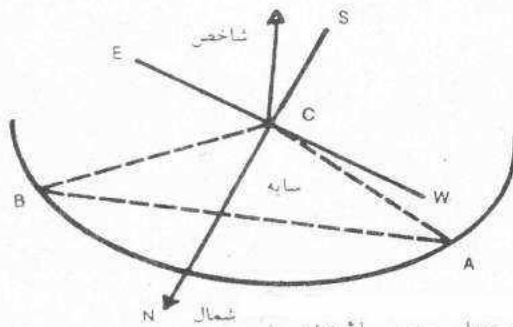
در جهت یابی به طریقه ساده چنین فرض می شود که اگر طوری بایستیم که خورشید در هنگام طلوع در سمت راست ما و در هنگام غروب در سمت چپ ما باشد روبه روی ما شمال و پشت سر جنوب خواهد بود ولی فقط در دو موقع از سال چنین روشی کاملاً صحیح است و آن در هنگام اعتدالین بهاری و پائیزی است، چرا که در این دو روز از سال است که خورشید دقیقاً در نقطه شرق طلوع و در نقطه غرب غروب می کند. لذا تعیین جهات از روی طلوع و غروب خورشید چندان دقیق نمی باشد.

روشهای چندی در جهت یابی بکار می رود که عبارتند از: ۱- راستای شمال و جنوب با تعیین قطبهای جغرافیایی ۲- جهت یابی با استفاده از ستاره قطبی ۳- استفاده از ظهر خورشیدی ۴- استفاده از زاویه سمت خورشید ۵- جهت یابی به وسیله ماه ۶- استفاده از

^۱ التفهیم - صفحه ۱۷۲ - ۱۷۳

ساعت خورشیدی ۷- جهت یابی با استفاده از قطب نما ۸- استفاده از ساعت در جهت یابی و روشهای دیگر .

در جهت یابی روشی نیز هست که به روش ابوریحان بیرونی مشهور است و این روش چنین است : یک میله عمودی را به عنوان شاخص در نظر گرفته طول سایه آن را معلوم می کنیم ، زمان این کار باید پیش از ظهر باشد ، سپس به مرکزیت پای شاخص و به شعاع طول سایه ، نیمدایره ای رسم می کنیم هنگامیکه در بعداز ظهر سایه بلندتر شد و به نیم دایره رسید ، محل تقاطع را علامت می زنیم ، سپس وتر نیم دایره را رسم می کنیم تا مثلی متساوی الساقین ایجاد شود و سپس عمود منصف وتر را رسم می کنیم ، که همین خط ، راستای شمال و جنوب را نشان می دهد که جهت شمال جهت سایه است . خطی که عمود بر این راستا و به همان مرکزیت پای سایه رسم شود جهت شرق - غرب را نشان می دهد . هنگامیکه سایه شاخص به کمترین میزان خود برسد ، خورشید در نقطه اوج خود خواهد بود و ظهر خورشیدی همان موقع است .



شکل ۴-۴- جهت یابی به وسیله شاخص

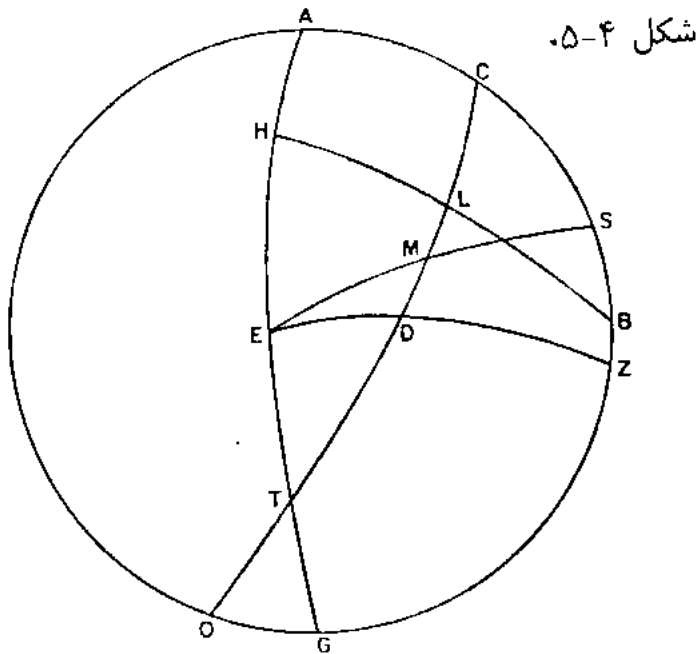
از جمله روشهای قبله یابی می توان از راههای زیر نام برد : استفاده از مثلثات کروی - استفاده از زاویه انحراف - روش ترسیمی - استفاده از کره جغرافیایی و

بیرونی در مورد قبله یابی و روشهای آن در کتاب ((تحدید النهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن)) نیز پرداخته است . او در این کتاب از چند روش یاد کرده که از طریق مثلثات کروی در جهت یافتن قبله اقدام می شود :

((چون بخواهیم جهت قبله را یابیم ، جیب متمم عرض شهر خود را در جیب اختلاف طول آن با مکه ضرب می کنیم و سپس حاصل ضرب را بر جیب کلی تقسیم می کنیم که خارج قسمت جیب عمود است ، قوس نظیر این جیب را بدست می آوریم و جیب تمام آن را حساب می کنیم و آنگاه حاصل ضرب جیب عرض شهر خودمان را در جیب کلی بر آن تقسیم می کنیم . خارج قسمت جیبی است که قوس نظیر آن را می یابیم و تفاضل میان آن و عرض مکه را حساب می کنیم و جیب تمام این تفاضل را در جیب تمام عمود ضرب می کنیم ، حاصل ضرب را بر جیب کلی تقسیم می کنیم و قوس جیب بدست آمده را می یابیم و جیب تمام آن را بدست می آوریم ، حاصل ضرب جیب تمام عرض مکه در جیب اختلاف دو طول را بر این جیب تمام تقسیم می کنیم آنچه بدست می آید جیب دوری سمت مکه از خط نصف النهار در شهر ماست که در نماز به همان اندازه از خط نصف النهار منحرف می شویم تا رو به مکه ایستاده باشیم ...))

و برهان آن چنین است ؛ ABG افق غزنه است با قطب AEG و E نصف النهار آن است با قطب غربی B بدان جهت که مکه در مغرب آن واقع است و BH ربع معدالنهار با قطب T .

^۱ تحدید النهایات الاماکن - صفحه ۲۳۶ تا صفحه ۲۳۹ - مطالب داخل کروش از مترجم است .



چون دایره نصف النهار TL مکه را رسم کنیم HL اختلاف طول [مکه و غزنه] می شود، LM را برابر با عرض مکه جدا می کنیم که در این صورت نقطه M سمت الرأس مردم مکه خواهد شد.

بر دو نقطه M و E دایره عظیمه ای رسم می کنیم که امتداد قبله بر روی همان است و اگر S محل تقاطع این دایره با افق [غزنه] باشد، همین نقطه سمت قبله است که بعد آن از نقطه A که جنوب غزنه است قوس AS و از مغرب اعتدال قوس SB می شود.

دایره نصف النهار مکه را امتداد می دهیم تا CMO قسمتی از آن باشد که بالای افق ما است و بر قطب O و به شعاع ضلع مربع دایره EDZ را رسم می کنیم که بر دو دایره CMD و CSO قائم است نسبت جیب TE که متمم عرض غزنه است به جیب عمود ED، همچند نسبت جیب ربع [دایره] TH است به جیب HL، که از آن رو عمود ED که

مجهول است و نیز متمم ZD آن معلوم می شود و نسبت جیب OT که متمم DT است به جیب TG که متمم ET است ، همچند نسبت جیب ربع OD است به جیب DZ متمم عمود که از اینجا قوس OT معلوم می شود . LT و DO هر دو ربع دایره است و چون قسمت مشترک میان آنها یعنی DT را حذف کنیم TO مساوی LD می شود پس تفاضل میان DL و عرض مکه یعنی MD و نیز متمم آن MC معلوم است و نسبت جیب MC به جیب MS که ارتفاع مکه در شهر [غزنه] نام دارد ، همچند نسبت جیب ربع CD است به جیب متمم عمود ZD ، که از آن MS معلوم می شود و متمم آن ME دوری میان شهر ما و مکه است و نسبت جیب ME به جیب MT متمم عرض مکه ، همچند نسبت جیب زاویه ETM اختلاف طول است به جیب زاویه TEM که از آنجا زاویه TEM معلوم می شود ولی جیب این زاویه برابر است با جیب متمم (مکمل) آن تا دو قائمه یعنی زاویه HES که اندازه آن همان قوس AS یعنی دوری سمت قبله از نقطه جنوب است و این بود آنچه می خواستیم بیان کنیم)) .

در ادامه نیز از ۲ روش دیگر قبله یابی یاد کرده است که آنها هم در اساس شبیه روش فوق می باشند^۱ .

(د) بیرونی بنیانگذار علم ژئودزی

ابوریحان بیرونی را باید یکی از پیشگامان علم ژئودزی یا زمین پیمایی و علم مساحی زمین و در حقیقت بنیانگذار این علم دانست . آثاری که او در این زمینه و نیز موضوعات نقشه

^۱ ریاضی دانان مسلمان نامهای نسبتهای مثلثاتی را چنین آورده اند : جیب = سینوس ، جیب تمام = کسینوس ، ظل = تانژانت ، ظل تمام = کتانژانت ، قطر ظل = سکانت ، قطر ظل تمام = کسکانت ، بنیانگذار سکانت و کسکانت ، ابوالوفای بوزجانی دانشمند بزرگ ایرانی (قرن ۱۰ میلادی) است .

کشی و جغرافیای ریاضی نگاشته است عبارتند از تحقیقات و پژوهشهای او در تهیه نقشه هایی از برخی مناطق ، تصحیح نامه هایی که او بر برخی تألیفات دیگران نوشته است ، روشهای نوین او در تعیین قبله و جهت یابی ، تحقیقات او در اندازه گیریهای زمینی ، (محیط و شعاع زمین ، ارتفاع کوه ، طول قوس یک درجه و غیره) و پژوهشهای دیگر .

برخی از مهمترین تألیفاتی که او در این زمینه ها نگاشته است چنین اند ؛

- ۱- تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن
 - ۲- استعمال دوائر السموت لاستخراج مراكز البيوت
 - ۳- اعتبار مقدار الليل والنهار في جميع الارض لتعريف كون السنه يوماً تحت القطب بغير تشكيل.
 - ۴- تهذيب الاقوال في تصحیح العروض و الاطوال
 - ۵- تصحیح الطول و العرض لمساكن المعمور من الارض
 - ۶- تعيين البلد من العرض والطول كلاهما
 - ۷- استخراج قدر الارض بر صد انحطاط الافق عن قتل الجبال
 - ۸- اختلاف ذرى الفضل في استخراج العرض و الميل
 - ۹- الاجوبه والاسئله لتصحیح سمت قبله
 - ۱۰- ايضاح الادله على كيفية سمت القبلة
 - ۱۱- تهذيب شروط العمل لتصحیح سموت القبل
 - ۱۲- تقويم القبلة بئست بتصحیح طولها و عرضها
 - ۱۳- الانبعاث لتصحیح القبلة
 - ۱۴- تلافی عوارض الزله في كتاب دلائل القبلة
- و آثار دیگر که بصورت پراکنده در آنها به این موضوع علمی توجه نموده است مانند قانون مسعودی و ...

علاوه بر اینها باید از ساخت کره جغرافیایی توسط بیرونی یاد کنیم. بیرونی خود می گوید که ((نیمکره ای به قطر ده ذراع ساخته که بر روی آن طولها و عرضها را از روی مسافت

بیرون آورده است .^۱))

روش بیرونی درتسطیح کره و ترسیم نقشه های جغرافیایی قابل توجه است و همچنین درباره روش ترسیم برصفحات اسطرلاب (استریوگرافیک) اثری به نام ((تسهیل التصحیح الاصطرلابی والعمل بمركباته من الشمالی و الجنوبی)) به رشته تحریر در آورده است.^۲

شرح حال مختصری از زندگانی ابوریحان بیرونی

ابوریحان محمد بن احمد از اهالی خوارزم بوده است و چون در بیرون از ناحیه خوارزم پا به عرصه وجود گذاشته ، لقبش بیرونی گردید^۳ و ما او را به نام ((ابوریحان بیرونی)) می شناسیم و در مغرب زمین او را به نام البرون ((Alberon)) شناخته اند .

چنانکه در زندگینامه اش آورده اند ، در دوران نوجوانی در خوارزم برای یک دانشمند یونانی ، نمونه های گیاهان و دانه ها و میوه ها را گرد می آورده و از همان زمان به مطالعه طبیعت شوقی وافر داشته است .

نجوم و ریاضیات را نزد ابونصر عراقی فرا گرفت و با استادان بزرگ و دانشمندان دیگر از جمله ابن سینا که در آن زمان در خوارزم می زیست گفت و شنود داشته است . در این زمان هر دو دانشمندان جوانی بوده اند .

بیرونی در سن ۲۵ سالگی به خراسان و از آنجا به ری و طبرستان و جرجان (نزدیک

^۱ تحدید النهایات الاماکن - ترجمه فارسی استاد احمد آرام - صفحه ۱۶

^۲ بیرونی در ادامه فهرستی که در آثار رازی (محمدبن ذکریا) آورده ، نام این کتاب را نیز متذکر شده است .

^۳ هنوز نیز این لقب در خراسان متداول است و به کسانی که در خارج از شهر و در روستاها زندگی می کنند علاوه بر اسامی و القاب خود ایشان بیشتر ((بیرونی)) گفته می شود . پس این دلیل که برای لقب ابوریحان آورده شده ، صحیح تر است .

گرگان کنونی) رفت و در آنجا در دربار ((امیر قابوس وشمگیر)) بسر برد. کتاب وزین و ارزشمند ((آثار الباقیه عن القرون الخالیه)) را در آنجا و در سن ۲۸ سالگی پدید آورد. در این زمان دعوت وزارت امیر قابوس وشمگیر را رد کرد و پس از چند سالی به خوارزم مراجعت نمود.

اوایل قرن پنجم هجری پس از تسلط محمود غزنوی در خوارزم به دربار سلطان محمود غزنوی در غزنین رفت و تا پایان عمر در دستگاه غزنویان ماند. هر چند شرح ناملازمات و ناخوشیهایی را که بر او از سوی سلطان محمود رفت، نوشته، با این حال ((بیرونی)) این امکان مساعد برای تحقیق و مطالعه را به ویژه در مورد تاریخ ملتها و آداب و رسوم و عقاید آنها با همراهی محمود غزنوی در بیشتر جنگهای او، از دست نداد چنانکه در سفرش به هند، به همراهی محمود، تحقیق مالهند را نوشت که نتیجه ۱۳ سیزده سال پژوهش او در هند است. پس از مرگ محمود، بیرونی کتاب ((قانون مسعودی)) خود را به نام پسر او یعنی ((مسعود غزنوی)) به نگارش در آورد که مجموعه ای مدون و عظیم از علوم معتبر آن روز می باشد.

آثار بیرونی در ریاضیات، نجوم، گاهشماری و تاریخ و تقویم ملتها، جغرافیا، فیزیک، گیاه شناسی و زمین شناسی است. اوبه زبانهای عربی، فارسی و سانسکریت سخن می گفت. در تمامی این آثار، به شیوه علمی و محققانه او در بررسی پدیده های طبیعی که مبتنی بر تجربه و مشاهده است بر می خوریم. این مرام و مسلک علمی، بیرونی را نه متعلق به هزار سال پیش بلکه او را دانشمندی امروزی و همیشگی نمایانده و افکار او را همیشه تازه و جدید نشان می دهد.

در آثار خود با هر گونه افسانه گرایی و اعتقادات واهی و باطل به مبارزه برمی خیزد و از این دیدگاه تألیفات او از هر دانشمند دیگری پاک تر است.

نقش او را در بسیاری از نوآوریهای علمی در زمین شناسی و ریاضیات و نجوم در تمدن اسلامی، می بینیم.

ابوریحان محمد بن احمد بیرونی در سن ۷۷ سالگی در سال ۴۴۰ هجری قمری در غزنه وفات کرد. آرامگاه او اکنون در غزنه در شمال افغانستان قرار دارد.

برخی از آراء و نظریاتی دربارهٔ بیرونی :

بیرونی بدون تردید یکی از بزرگترین دانشمندانی است که تاکنون پا به عرصهٔ وجود گذارده و چنانکه ((بروکلمان)) می گوید ؛ وی وسعتمندترین دانشمند چند علمی و پر فن ترین آنان در داخل قلمرو تمدنی است که بدان منتسب است ((و ((زاخارو)) او را بزرگترین خردمند متفکر تاریخ شناس می داند .

((جرج سارتن)) که عصری از تاریخ علوم را (نیمهٔ اول قرن ۱۱ میلادی) به نام او نامیده می گوید ؛ بیرونی ، پژوهشگری فیلسوف و جغرافی دان و نه تنها از با فرهنگترین فرهیختاران ، بلکه از بزرگترین بزرگان اسلام و از کبیرترین دانشمندان جهان علم بوده است .

((ساخت)) دربارهٔ بیرونی می نویسد : حقیقت اینکه ، شجاعت فکری بیرونی ، و عشق او به آگاهی علمی و دوری اش از خیال پردازی و دوستار حقیقت بودن و بی پروایی و رک گویی همهٔ این صفات در قرون وسطا ، یکتا و بی همتاست و برآستی و واقعاً که ؛ یک نابغهٔ نوآور و بینشمندی همه سونگر ، با دیدی تیز بینانه بوده است .

((اسمیت)) می گوید : بیرونی هوشمندترین دانشمند روزگار خود در ریاضیات بوده و غربیان از بابت معلومات خویش دربارهٔ هند و آثار برجستهٔ آنجا در دانشها ، مدیون وی هستند .

((کسارادو)) دربارهٔ بیرونی می نویسد : در قرون وسطی ، به شخصیتی تراز اول ، بسیار فرهیخته و روشنفکر ، که مقامی برجسته در میدان پژوهشهای علمی یافته است می رسیم

یعنی همان شخصیت بیرونی که با وجود بُعد زمان ، اندیشه هایش در این روزگار ، تازه و جوان می نماید .

وی از مرزهای زمان خود ، تا آنجا که به روزگار ما و معیارهای ما مرتبط می گردد فراتر رفته است . چرا که سرشت تفکر و عقاید او ، متجددانه بنظر می آید . وی ناقدی تیزبین و ژرف نگر و حریص در بحث و بررسی معرفت بوده و در این مقام ، همپایه متفکران بزرگ می باشد ، که رشته های متعدد معرفت را فرا گیرد هم کرده اند . فیلسوف ، مورخ جهانگرد ، زبان‌دان ، تاریخ‌دان و خبر شناس ، شاعر ، ریاضی دان ، منجم و جغرافی دان بوده . در رشته های این معارف ، کتابها نوشته و ذوقی فلسفی و شوقی به حل مسائل پیچیده نمایانده است . در قرون وسطی ، نام این دانشمند بزرگ در اروپا - و در یک مقیاس ملی - با اندک تحریفی به گونه Maitre Aliboran (استاد بیرونی) زبانزد شده است)^۱ .

و نیز کراچکوفسکی چنین می گوید: ((بیرونی اندیشه پویا را با دانش بی انتها یکجا گرد آورده است))^۲ .

کرجی، مهندس بزرگ مسلمان (در روشهای ترازیبی و آب یابی و استخراج آبهای زیر زمینی)

- ابوبکر محمد بن الحسن الحاسب کرجی دانشمند بزرگ مسلمان ایرانی در قرن پنجم هجری است. در مورد شیوه های استخراج آبهای زیر زمینی و حفر قنات یا کاریز ، کرجی

^۱ نقل از کتاب زندگینامه بیرونی - دکتر علی الشابی - ترجمه پرویز اذکایی - ۱۳۵۲ - تهران - صفحه ۷۱-۷۶ -

^۲ تاریخ الادب الجغرافی نقله صلاح الدین عثمان هاشم صفحه ۲۵۱

بزرگترین طراح این شیوه هاست .

کتابی را که او در این فن نگاشته به نام ((انباط المیاه الخفیه ^۱)) است که در مورد آبهای زیر زمینی ویافتن آنها و چگونگی استخراج آنها بحث نموده است .

از او ۱۲ کتاب دیگر وجود دارد که در زمینه ریاضیات است . برخی از آنها عبارتند از : بدیع فی الحساب - کافی فی الحساب - علل الحساب الجبر و المقابله - الفخری - مختصر فی الحساب و المساحه - و از آثار او که اکنون در دست نیست ؛ العقود و الابنیه (درباره مهندسی ساختمان و پل سازی و قنات سازی است) فی حساب الهند - فی الاستقراء - کتاب الوصایا - و کتاب الدور و نوادر الاشکال .

ولی مهمترین اثر کرجی در خارج از موضوع ریاضیات ، همین ((انباط المیاه الخفیه)) است . هر چند از عمر تألیف آن نزدیک به ۱۰ قرن می گذرد ولی برخی نظریات و آراء کرجی به ویژه در مورد حفر قنات یا کاریز و ترازابی ، بسیار جدید می نماید و حتی هنوز قابل استفاده و بکارگیری است ^۲ .

^۱ این کتاب به کوشش پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی و کمیسیون یونسکو در تهران و با ترجمه حسین خدیوچم در سال ۱۳۷۳ در تهران به چاپ رسید . کرجی در این کتاب در بسیاری موارد از بیرونی تأثیر گرفته است . در جاهایی از کتاب خود که از اقوال و گفته های افراد دیگر استفاده کرده و از ایشان به نام ((پیشینیان)) یاد می کند ، بیشتر به نظر می رسد منظور او ((بیرونی)) است . توضیح او در مورد چشمه های آرتزین ، شرح شکل کروی زمین با وجود کوهها و بلندیها و پستیهای زمین و برخی گفته های دیگر او ، شبیه اقوال و نظریات بیرونی است .

^۲ برخی محققین تاریخ علوم نام این دانشمند بزرگ را ((کرجی)) ذکر کرده و اصل او را از محله ((کرج)) بغداد آورده اند . تا آنجائیکه در سال ۱۹۳۳ پروفیسور ((جورجیو لوی دلاویدا)) با تحقیقات ارزنده خود این انتساب را مردود دانست ((دلاویدا)) از روی چندین نسخه خطی از کتابهای کرجی که در کتابخانه های مختلف دیده بود ، نام او را ((کرجی)) یافت نه ((کرجی)) و مشخص نمود که این دانشمندان ((کرج)) منطقه ای در نزدیکی ((ری)) بوده است . (همان شهر کرج امروزی) .

گذشته از این در برخی آثار کرجی به وضوح ایرانی بودن او را در می یابیم به ویژه در جایی که او از بغداد سخن می گوید نشانه آنست که مؤلف آن سطور ، برای نخستین بار است که با آن شهر و مردم آن منطقه دیدار می کند .

چنانکه گفته شده مهم‌ترین وجه تمایز کرجی، توجه دقیق و علمی او در مورد قنات‌هاوشیوه‌های احداث آن است.

قنات بدون تردید اولین بار توسط ایرانیان باستان پدید آمده. در حال حاضر نیز بر اساس آمار موجود حدود ۲۷۰۰۰ رشته قنات در ایران وجود دارد که شامل حدود ۱۵ درصد تخلیه کل آب‌های زیر زمینی کشور می‌باشد و از این نظر کشور ما در صدر قرار دارد. همین امر، حاکی از دانش پیشرفته گذشتگان و کوشش دانشمندان ما در این زمینه است.

قنات یا همان کاریز، مجرای زیر زمینی و تقریباً افقی است به طول نسبتاً زیاد به طوریکه با آن آب مناطق آبدار مرتفع و کوهستانی را از دامنه آنها به مناطق پست و بی آب منتقل می‌کنند. کرجی در این باره می‌گوید ((... باید بدانی که بهترین محل برای حفر کاریز جلگه‌های دامنه کوههایی است که دارای رطوبت و برف دائمی باشند یا زمینهایی که میان دره‌های این کوهها واقع شده باشند پس از این دو محل صحراهایی که به سلسله جبال مرطوب و طولانی مربوط می‌شوند برای احداث کاریز مناسب و مفیدند ...))

مباحث کتاب کرجی در این زمینه عبارتند از: ((حفظ استقامت نقبهای زیر زمینی - شیوه حفرچاههایی که در انتهای نقبهای پیچ و خم دار قرار گرفته‌اند - در نگهداری کاریز از خرابی - شیوه گشودن مجاری مسدود شده - درباره تحویل گرفتن کار از مقیمان)).

از برخی مطالب این کتاب چنین بر می‌آید که وی عامل اصلی جریان آب زیر زمینی را نیروی جاذبه زمین و شیب زمین می‌داند. البته او از لفظ جاذبه نامی نمی‌برد و فقط از ((میل به درون رفتن)) سخن می‌گوید. در فصلی از کتاب، کرجی درباره ترازهایی که برای تعیین اختلاف ارتفاع زمینهایی که می‌خواهند کاریز در آنها احداث نمایند سخن می‌گوید و می‌نویسد:

((... من ترازوی بهتر از همه این ترازها اختراع کرده‌ام که برای اندازه‌گیری راحت تر و

دقیق تر است . مشخصات این میزان چنین است که صفحه گرد یا چهارگوشه ای از برنج یا چوب سخت انتخاب می کنند و در وسط آن سوراخ معتدلی ایجاد می کنند و لوله ای برنجین به اندازه یک وجب و نیم یا اندکی کمتر یا بیشتر بر می گزینند که در نهایت راستی و محکمی باشد و فراخی سوراخ آن به اندازه حجم سوزن جوال دوز باشد این لوله را در وسط صفيحه بوسیله محوری که بتواند در سوراخ مذکور دور بزند نصب می کنند که به شکل عضاده اسطربلاب می شود ... به این صفيحه رزه ای متصل می کنند که رشته یا حلقه ای برای آویختن دارد . آنگاه چوبی انتخاب می کنند که در سرش میخی سرشکافته کوفته اند و صفيحه را با آن میخ می آویزند ... آنگاه تخته ضخیم چهار گوشه ای [شمشه] را که طولش به اندازه قامت مردی که دستش را بلند کرده است باشد ، انتخاب می کنی ... در قسمت بالای این تخته به اندازه یک قبضه و نیز در قسمت پایینش نیز به همین اندازه خالی می گذارند و داخل در تقسیم بندی نمی کنند . در قسمت بالا یعنی انتهای تقسیم بندی ، به شیوه ای علامت قرمز یا سفید یا سیاه می گذارند ... تا از مسافت دور بخوبی دیده شود ... آخرین خط از خطوط تقسیم شده در سمت بالای تخته قائمه این علامت رنگین را به دو نیمه مساوی تقسیم می کنند . در روی خط پایینی نیز علامتی مانند بالا چنان رسم می کنند که آخرین خط تقسیم شده زیرین از مرکز این علامت عبور کرده باشد ... برای این چوب شمشه مانند ، طوقی چهارگوش درست می کنی که دهانه این طوق درست به اندازه حجم چوب باشد بطوری که حلقه در جای خود نلغزد در روی ضلعی از این حلقه که بر سطح نقشدار شمشه در حرکت است علامتی مانند همان علامتها روی چوب بدقت رسم می کنند . آنگاه نخي از ابریشم یا کتان - که خوب تاییده و محکم شده باشد - ... تهیه می کنند طول این نخ باید یکصد ذراع یا بیشتر باشد ... تعیین طول نخ به اندازه قوه دید چشم نگرنده بستگی دارد ... در دو سر این نخ دو حلقه نصب می کنند یکی از دو حلقه را بر گرد چوب نقشداری می اندازند که می تواند بر روی آن پایین و بالا

رود. حلقه دیگر در دست مردی است که نخ را می کشد و از چوب به اندازه طول نخ دور می شود و نیز تراز - یعنی صفحه مذکور - در دست اوست، برای تراز کردن، حلقه ای را که در سر نخ بسته است با تراز برمی داری و در محلی که اندازه گیری باید از آنجا شروع شود قرار می گیری و به همکاری دستور می دهی که شمشه نقشدار را بردارد و به اندازه طول نخ که یک سرش به حلقه بسته شده و آن حلقه در روی چوب نقشدار در حرکت است از تو دور شود، هر یک از شما دو نفر که در محلی بلندتر قرار گرفته باشد حلقه نخ دار را روی زمین می گذارد و آن دیگری که در محل پایین تر جای گرفته، حلقه نخ دار را چندان بالا می گیرد که امتداد نخ یا مشاهده تقریبی با سطح افقی موازی گردد و این توازی با افق با نگرش مرد ثالثی که به وسط نخ می نگرد معلوم و شناخته می شود. پس از آنکه نخ با سطح افق موازی شد آنکس که تراز در دست اوست، اگر در محل پایین تر واقع شده است از سر نخ، سنگی به سوی زمین رها می کند و هر جا که سنگ قرار گرفت سر چوبی را که صفحه تراز از آن آویخته است در آنجا قرار می دهد بطوریکه کاملاً قائم باشد... اما اگر آن شخص در محل بلندتر واقع شده بود چوبی را که تراز به آن آویخته است در محل سر نخ بر روی زمین قرار می دهد و صفحه را رها می کند که به حالت طبیعی معلق شود و آرام بگیرد. سپس این مرد از سوراخ لوله به سوی چوب نقشدار می نگرد و لوله را بر گرد محور آن چندان می چرخاند که امتداد آن از علامت پایین صفحه مقابل بگذرد و علامت از سوراخ لوله دیده شود و این در صورتی است که نگرنده در مکانی پست تر از مکانی باشد که چوب نقشدار به فاصله طول نخ در جهت دیگر - یعنی همان جهتی که می خواهی اندازه گیری را در آن سمت ادامه دهی - قرار گرفته باشد... پس از آنکه تراز یاب از این کار فارغ شد با تراز به جهت دیگر میرود و به مقدار طول نخ از شمشه فاصله می گیرد تا یکی از دو سر نخ که در دست اوست در جهتی که می خواهد اندازه گیری کند مستقیم یا غیر مستقیم قرار گیرد آنگاه نخ را آنقدر

می کشد که با سطح افق ... تقریباً موازی گردد اگر سر نخ‌ی که در دست اوست در هوا واقع شده بود از سر نخ سنگی به سوی زمین رها می کند تا محل نصب پایه میزان را بشناسد. اگر ... بر روی زمین قرار گرفت پایه تراز را در محل سر نخ نصب می کند و از درون سوراخ لوله به سوی شمشه نقشدار می نگرد در حالی که شخص شمشه دار بدون آنکه شمشه را جابجا کند روی آن را یعنی طرفی که دارای علامت است به سوی او گردانیده باشد و به شمشه دار دستور می دهد که طوق نامبرده را بالا و پایین ببرد تا علامت روی طاق از سوراخ دیده شود، پس از آنکه این علامت دیده شد. فاصله میان مرکز این علامت و میان مرکز علامتی را که از محل اول بوسیله نگریستن از سوراخ لوله معین شده بدست می آوری (و این دو فاصله را از هم کم می کنی) باقیمانده هر چه بود همان ارتفاع است و برتری یکی از این دو محل را مسلم می دارد. این دو محل عبارتند از مکانهای شمشه و میزان (این مراحل را تکرار می کنی تا آنکه به نتیجه مطلوب بررسی و هرگاه علامت طوق در وسط شمشه نقشدار قرار گیرد کفایت می کند) ... اگر محل اندازه گیری بطوری پُر شیب و فراز باشد که شمشه دار از نظر اندازه گیر ناپدید شود نخ را کوتاه میکنند و آن رابه اندازه ای در می آورند که شمشه دار از چشم تراز یاب پنهان نشود ...))^۱ کرجی همچنین در این کتاب به توضیح ابزاری می پردازد که با آن می توان ارتفاع کوهها را محاسبه کرد.

شرح این وسیله را در صفحات آینده می آوریم (در بحث بررسی چند مسأله مهم زمین شناسی - موضوع محاسبه ارتفاع یک کوه) .
کرجی در فصول پایانی کتاب خود به چگونگی حفر و نگهداری قنات پرداخته است .

^۱ انباط المیاه الخفیه - کرجی - ترجمه حسین خدیو جم - انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی و دفتر یونسکو در تهران - ۱۳۷۳ - صفحه ۱۰۹ تا ۱۱۴ .

در باب ((شناسایی شیوهٔ احداث کاریز)) می نویسد: ((اگر از مطالبی که ذکرش گذشت اطلاع حاصل کردی و خواستی کاریزی احداث کنی و در جستجوی محل مناسب بر آمدی ، باید بدانی که بهترین محل برای حفر کاریز جلگه های دامنهٔ کوههایی است که دارای رطوبت و برف دائمی باشند یا زمینهایی که میان دره های این کوهها واقع شده باشند . پس از این دو محل ، صحراهایی که به سلسله جبال مرطوب و طولانی مربوط می شوند برای احداث کاریز مناسب و مفیدند .

اگر چنین موضعی برای حفر کاریز پیدا کردی از آن چشم مپوش و اگر صحرائی پیدا شد که از کوههای نامبرده بدور است ولی دارای گیاهان شاداب فراوان است و سبزیهایی که بر وجود آبهای زیر زمینی گواهی می دهند در آن زیاد است به حفر بپرداز ، زیرا مقدار آبهای پنهانی در زیر این زمینها همیشه یکنواخت است و کمی باران و برف در کاهش آنها مؤثر نیست . با دانستن مطالبی که ذکرش گذشت انتخاب محل مناسب برای ایجاد کاریز آسان می نماید .

ممکن است حفر کاریز را در هنگام کم آبی آغاز کرد ، یعنی در دو ماه شهریور و مهر . اگر خاک زمین قنات سست نباشد می توان نقبهای آن را از حد معمول طولانی تر و فراختر احداث کرد و اگر خاکش سست و بی دوام باشد باید نقب را تنگ بگیرند و کف آن را بصورت مدور و غیر مسطح در آورند . اگر در طول و عرض سطح زمینی زهاب و چشمه های فراوان وجود داشته باشد کاریزهای موجود در این نوع زمین پر آب خواهد بود ، مخصوصاً اگر خاک زمین مایل به سیاهی باشد .

هرگاه محل مناسب پیدا کردی از موضعی که می خواهی آنجا را دهانه یا مظهر قنات قرار دهی ، از پایین به بالا تراز می گیری تا به محلی که می خواهی گمانه چاه را در آنجا حفر کنی برسی . سپس گمانه چاه را حفر می کنی و چون به آب رسیدی ، اگر ارتفاع سطح آب

درون گمانه چاه از ارتفاع مظهر یا دهانه قنات بلندتر بود، آن محل را برای احداث قنات اساس و مبداء قرار می دهی اما اگر گمانه چاه در ارتفاعی هم سطح دهانه کاریز به آب نرسید، برای حفر، گمانه چاه دیگر را با ترازگیری مجدد انتخاب می کنی و تا فاصله دورتری جلو می روی تا به نتیجه مطلوبی که وصف کردم برسی. هرگاه محل مناسب برای حفر گمانه چاه - به شیوه ای که گفتم - یافتی، نقبهایی که از محل گمانه به طرف پایین حفر می شود در خشکی خواهد بود و نقبهایی که به سمت بالا امتداد می یابد در منبع و مخزن واقع می شوند. اگر ممکن شود که قنات را در زمین سخت احداث کرد نباید در قسمت‌های سست به حفر پرداخت و اگر در موقع حفر در قسمت خشکی به خاک بدبو برخورد شود، باید مجرا را عوض کنند، ...))^۱

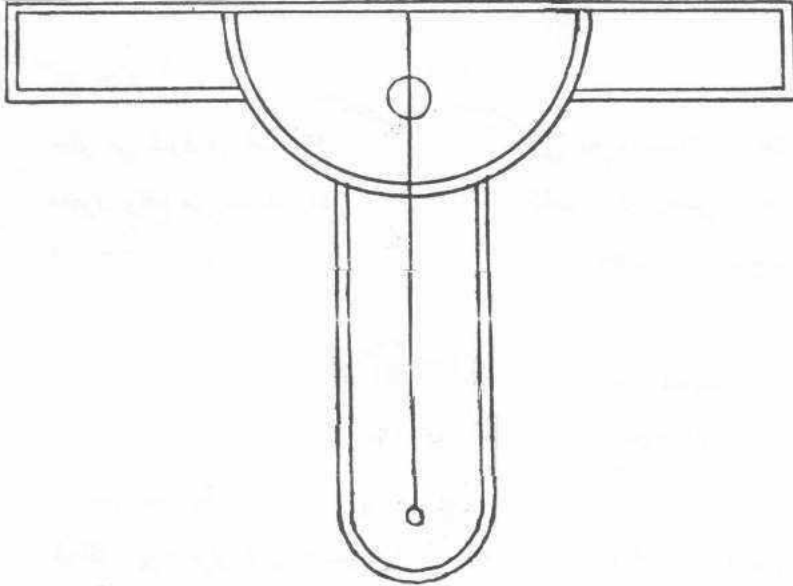
روشی را که کرجی شرح داده است طریقه سنتی حفر قنات است که حتی امروزه نیز بکار گرفته میشود و البته روش نوینی برای حفر قنات نیز وجود دارد که علاوه بر روش سنتی است. مراحل حفر یک قنات به طریقه سنتی چنین است؛

گمانه زنی - تراز کشی - تعیین نقاط میله ها، جهت کوره و طول پشته ها (کوره = محل تلاقی ته چاهها را به قنات کوره گویند) - چاه کنی - کوره کنی - دوپیل کنی (چاههایی است در مجاورت میله های چاه که برای تهویه کامل کوره حفر می شود) - تشخیص جهت در زیر زمین.

باب دیگر درباره ((حفظ استقامت نقبهای زیر زمینی)) است. کرجی می نویسد: ((... برای حفظ این یکنواختی (یکنواختی راستای نقب)، چوبی که طولش سه ذراع و مقطعش مربعی به عرض چهار انگشت باشد بر می گزینی، بر سر این چوب، چوب دیگری را بصورت عمود بر آن نصب می کنند که ارتفاعش در حدود یک ذراع است. از بالای عمود

^۱ انباط المیاه الخفیه - ترجمه خدیو جم - صفحه ۱۳۹-۱۴۱

شاقولی با نخ نازک می آویزند. در قسمت زیرین عمود که روی چوب نامبرده قرار گرفته، سوراخی به شکل نیمدایره ایجاد میکنند تا هرگاه شاقولی از عمود نامبرده آویخته شد در جوف آن قرار گیرد و بر روی عمود خطی قائم در راستای طول چوب از محل سوراخ شاقول رسم می کنند.

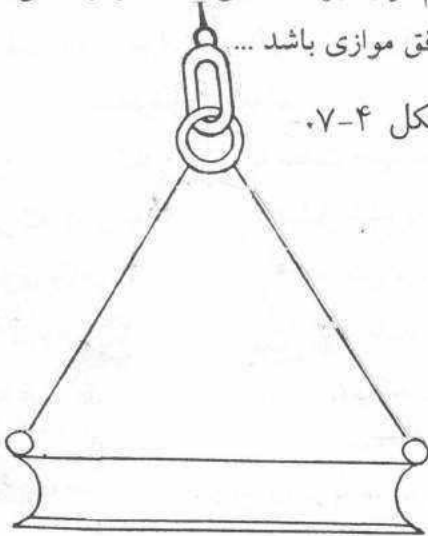


شکل ۴-۶.

این چوب را مقنی همراه خود بر می دارد و حفر اولین نقب یا کوره را در ته چاه آغاز می کند. پس از آنکه یک ذراع حفر شد این چوب را در کف چاه و کف نقب حفر شده می گذارد. اگر اندکی از آن زیادی بود، در نقب یا کوره دیگر داخل می شود و آنجا به نخ شاقول می نگرد. اگر نخ شاقول روی خط ترسیم شده بر عمود قرار گرفت عمل انجام شده صحیح است ولی اگر نخ به سمتی مایل شده بود، آن طرف از سمت دیگر پایین تر است، پس آن محل را به اندازه ای که با کف چاه تراز و برابر گردد بالا می آورند یا به مقداری که باعث اشتباه شده پایین می برند... اما بهتر از تمام اینها آنست که لوله ای برنجین تهیه کنند که دهانه اش به فراخی سر انگشت کوچک و طولش در حدود یک وجب و نیم باشد. باید در دو سر این لوله دو رزه یا دو حلقه نصب شده باشد و در هر

حلقه زنجیری نازک یا مفتولی یک تکه قرار دهند و دو سر دیگر این مفتولها را به یکدیگر وصل کنند. طول این دو مفتول باید به یک اندازه و هر یک در حدود یک و نیم باشد و باید در محل اتصال این دو مفتول حلقه ای و میخی وصل کنند. لوله پس از آنکه از حلقه میخرداری آویخته شد باید در خط مستقیم قرار گیرد و خطی که از مرکز داخل لوله می گذرد می بایست در تمام طول لوله با سطح افق موازی باشد ...

شکل ۴-۷.

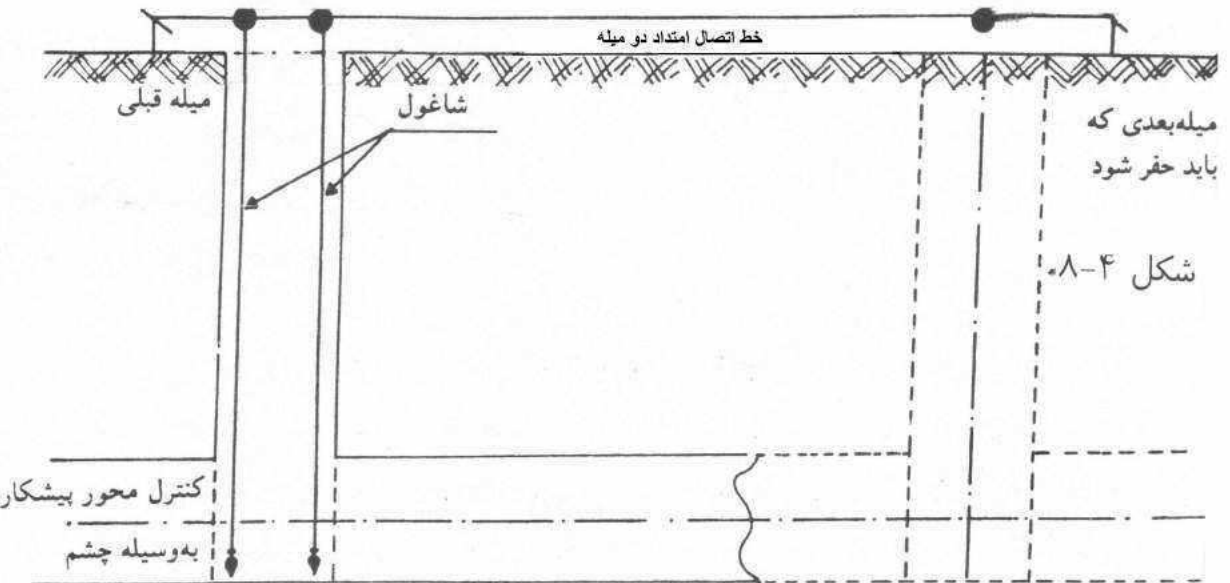


... [حال اگر] خواستی بوسیله این ابزار، راستای نقب را در خشکی مستقیماً نگاه داری و حفر قنات در امتداد چاهی معین نباشد و بخواهی از اعوجاج نقب جلوگیری کنی، راه کار این است: یک ذراع و نیم از نقب را در جهت مورد نظر حفر می کنی، آنگاه لوله را از وسط سقف قسمت حفر شده می آویزی و از سوراخ لوله به سوی چاهی که حفر نقب را از آنجا آغاز کرده است می نگری. در مقابل سوراخ لوله بر کنار چاه گلوله ای کوچک به اندازه بلوط یا بزرگتر، با نخی می آویزی. ارتفاع این گلوله از کف چاه باید به اندازه ارتفاع لوله آویخته از سقف از کف چاه باشد تا این گوی از سوراخ لوله قابل رؤیت باشد، آنگاه حفاری را شروع می کنی و هر وقت قسمتی از نقب را حفر کردی، لوله را در قسمت حفر شده به شیوه ای که گفته شد از سقف می آویزی و از سوراخ آن در حالیکه به گوی

آویخته نامبرده نشانه گیری شده است ، می نگری . اگر گوی را دیدی و توانستی لوله را به جانب آن نشانه گیری کنی ، عمل حفاری درست انجام شده ولی اگر این نشانه گیری ممکن نشد به خطا رفته ای . در این صورت از جانب چهارگانه می نگری یعنی از جهات لوله ، تا دریابی که کدام جهت از گوی منحرف شده است ، اگر گوی در سمت بالا قرار گرفته باشد کف نقب بالا آمده است و اگر در جهت پایین بوده باشد کف نقب گود شده است و اگر به طرف راست منحرف شده باشد در سمت راست زیاد روی شده و اگر به طرف چپ منحرف شده باشد حفاری به سمت چپ متمایل شده است . در تمام این حالات در خلاف جهتی که گوی به آن سمت متمایل شده به حفاری ادامه می دهی ... اما اگر بخواهی نقب را به سوی چاهی معلوم و معین حفر کنی ، بر سطح زمین نخ می کشی و در امتداد چاهی که نقب از آنجا شروع می شود و چاهی که باید نقب به آن منتهی شود چنان می کشی که این نخ دهانه هر دو چاه را به دو نیمه تقسیم کند و از مرکز هر دو بگذرد . آنگاه از این نخ دو نخ به درون چاه شروع کار می آویزی که طول هر کدام یک ذراع از ژرفای چاهی که نقب از آنجا شروع می شود کمتر باشد . سپس حفاری نقب را شروع می کنی و هر قسمت که حفر شد از آخرین نقطه حفر شده با یک چشم به سوی آن دو نخ می نگری . اگر دیدی که نخ اول روی نخ دوم واقع شده و آن را پوشانیده است عمل حفاری درست انجام شده و اگر خلاف این بود ، به خطا رفته ای . در این صورت عمل حفر را به طرفی که نخ اول ، یعنی نخ نزدیکتر به تو ، متمایل شده است می گردانی و امتداد می دهی . اگر حفاری در قسمت خشکی بود ، و مقداری از نقب را در راستای دو نخ حفر کردی ، سپس لوله را به شیوه ای که گفتم می آویزی طوری نشانه می گیری که از سوراخ آن ، دو نخ را مانند یک نخ (یعنی کاملاً روی هم منطبق بینی) . آنگاه گوی نامبرده را به شیوه ای که گفتم در مقابل سوراخ لوله می آویزی و نخها را بر میداری و طبق دستور قبلی به حفاری ادامه می دهی . در این صورت حتماً بدون انحراف و اشتباه به چاه مورد نظر خواهی رسید . اما اگر حفر

نقب در قسمت آبدۀ قنات باشد ، انجام این امر از قسمت خشکی آسانتر خواهد بود ، زیرا سطح آب در قنات ، مقدار پستی و بلندی را نشان می دهد . در اینجا مقنی باید تنها راستای مسقیم را در نظر بگیرد تا به سمت چپ و راست منحرف نشود . پس از آنکه حفر قنات به پایان رسید ، باید ژرفای آبش در اول و آخر ، یک اندازه باشد و آسمانه آن بر یک استقامت پیش رفته باشد و مقدار شیب کف قنات باید از آغاز منبع تا اول دهانه یا مظهر در هر فرسخ تقریباً یک ذراع باشد .^۱))

روشهای فوق که کرجی برای تعیین و تشخیص جهت در زیر زمین ارائه کرده است تقریباً همان روشهایی است که در شیوه های سستی امروزه به کار گرفته می شوند .



اما در صورت وجود پیچ و خمها و انحرافهایی در مسیر ، روش جهت یابی تفاوت خواهد کرد . کرجی در این باره می نویسد : ((هرگاه نقب چاهی از چاههای قنات را حفر کردی

^۱ همان - صفحه ۱۴۲ - ۱۵۰

و بواسطهٔ موانعی که در سد راه بود، نقب منحرف شد یا پیچ و خم برداشت و سر انجام به محلی رسید که لازم است روی آن محل، چاهی دیگر حفر کنی باید پرگاری چوبین یا آهنین تهیه کنی که دو سطح خارجی مقابل با دو سطحی از آن که روی همه قرار می‌گیرد کاملاً صاف و مستوی باشد.

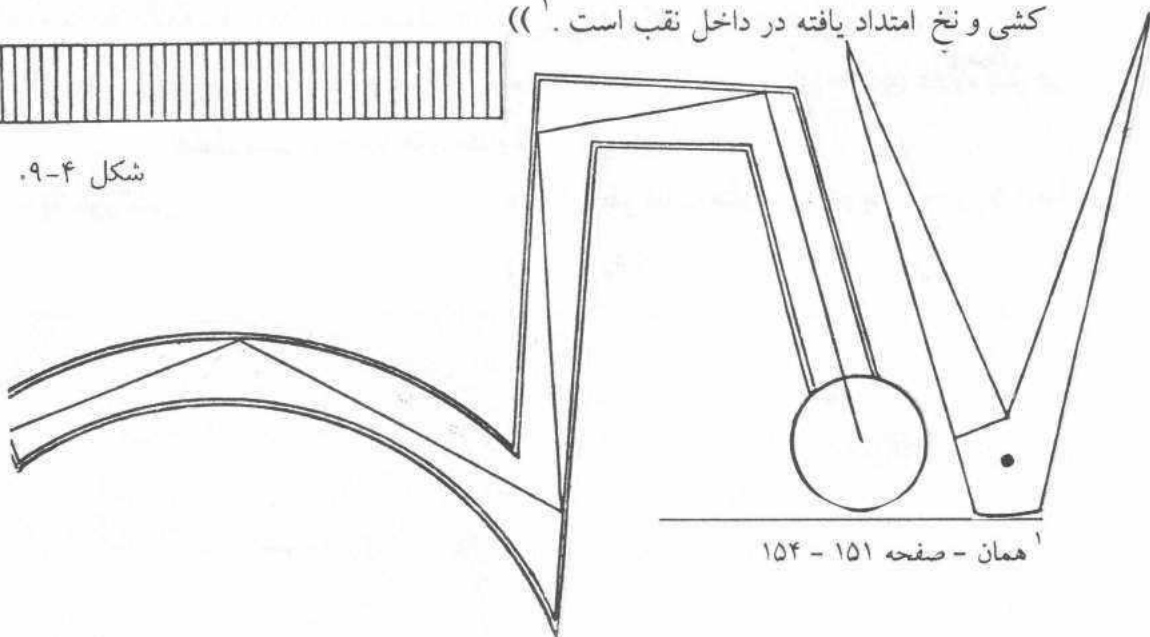
آنگاه خط کشی که به قسمتهای متساوی دقیق تقسیم بندی شده - بهر مقدار که می‌خواهد باشد - بر می‌گزینی و سپس داخل چاهی که حفر نقب از آنجا آغاز شده می‌شوی. نخ را از وسط آن چاه در نقب پیچ و خم دار تا آنجا که ممکن است و کج نمی‌شود می‌کشی، پس از آنکه به محل کجی رسیدی و نخ به کنار نقب گیر کرد، در آن محل میخی می‌کوبی و نخ را در حالی که به اعتدال کشیده شده به آن میخ می‌بندی. آنگاه باقیمانده را از سر پیچ رد می‌کنی تا به نقطه کج شدن دیگر نقب بررسی، در آن محل نیز میخ دیگری می‌کوبی و نخ را به شیوه ای که گفتیم به آن می‌بندی. همچنین در تمام پیچ و خمهای نقب به شیوه ای که گفته شد، عمل می‌کنی. ... تردیدی نیست که رشته پیوسته نخ در محل اتصال هر میخ زاویه ای ایجاد می‌کند. این زاویه را با خط کش و پرگار اندازه می‌گیری. شیوهٔ این کار چنین است؛ لولای پرگار را در محل اتصال نخ به میخ قرار می‌دهی و دهانهٔ پرگار را چندان باز می‌کنی تا دو سطح خارجی آن روی دو نخ که از محل میخ به سمت چپ و راست امتداد یافته قرار گیرند. پس از آنکه دو پایهٔ پرگار روی دو نخ قرار گرفت، گشادگی پرگار را با خط کش مدرج اندازه می‌گیری و اندازهٔ آن را یادداشت می‌کنی. به همین شیوه اندازهٔ تمام زاویه‌هایی را که در محل آن میخها ایجاد شده از روی قسمتهای خط کش بدست می‌آوری و یادداشت می‌کنی ... آنگاه اندازهٔ طول نخ را از وسط چاه تا محل میخ اول بدست می‌آوری و نیز مقدار آن را از محل میخ اول تا میخ دوم تعیین می‌کنی و بدین شیوه ادامه می‌دهی تا طول نخ را در محل آخرین میخ و انتهای نقب یعنی مرکز چاهی که می‌خواهی آنرا حفر کنی، بدست آوری. سپس اندازهٔ قسمتهای اول و دوم

و سوم ... نخ را تا محلی که انتهای نخ به آنجا بسته شده یادداشت می کنی .
 آنگاه از چاه بیرون می آیی و در این چاه دو نخ را که به انتهای هر یک از آنها شاقولی بسته
 باشد از چوبی که روی دهانه چاه قرار گرفته می آویزی . چوب روی چاه باید در
 امتدادی باشد که نخهای دو شاقول متصل به آن ، هنگام نگرستن از محل اولین میخ
 داخل نقب روی هم قرار گیرند و یکی دیده شوند .

آنگاه بر سطح زمین ، در راستای چوبی که روی دهانه چاه قرار گرفته ، نخ می کشی که
 فاصله یک سر آن تا سر دیگرش - که مرکز چاه قرار دارد - مساوی با اولین طول نخ اندازه
 گرفته شده در داخل نقب باشد . آنگاه امتداد نخ را چندان منحرف می کنی که زاویه ای به
 اندازه نخستین زاویه داخل نقب ایجاد شود . سپس از آنجا نخ را به اندازه قسمت دوم می
 کشی و در این نوبت نیز زاویه ای برابر با دومین زاویه زیرین ایجاد می کنی و به این کار
 ادامه می دهی تا نخ امتداد یافته روی زمین به همان صورتی در آید که در داخل نقب از پیچ
 و خمها عبور کرده بود . انتهای این نخ محل حفر چاه است . شکل زیر ، نمودار پرگار، خط-
 کشی و نخ امتداد یافته در داخل نقب است .^۱



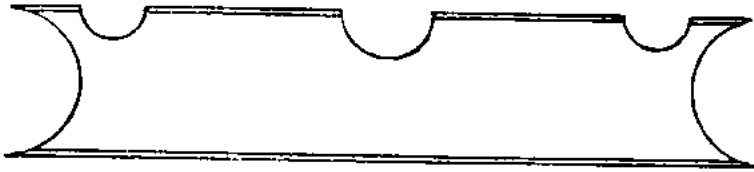
شکل ۴-۹.



^۱ همان - صفحه ۱۵۱ - ۱۵۴

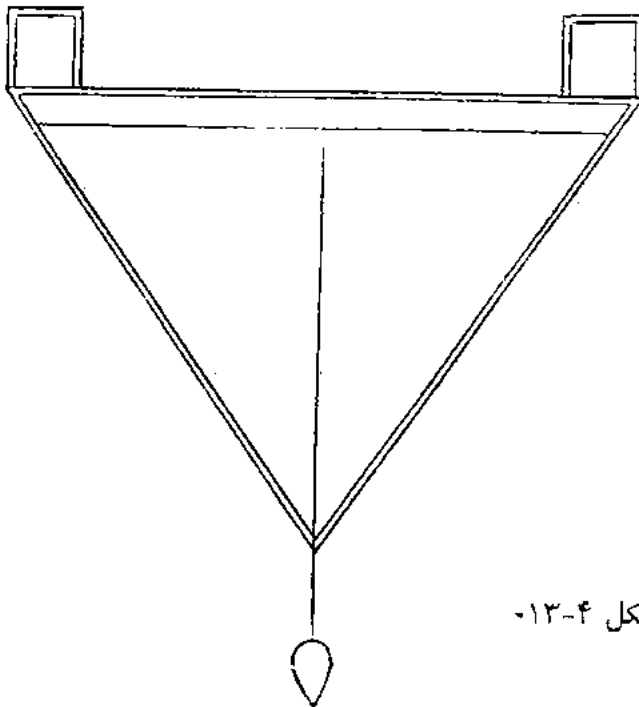
- ۱- عمق سطح آبهای زیر زمینی در آنها خیلی زیاد نباشد .
 - ۲- وجود رودخانه در یک منطقه که سازند آبدار توسط این رودخانه تغذیه شود .
 - ۳- در حریم چاه یا قنات دیگری نباشد .
 - ۴- شیب کمی به سمت مظهر قنات باشد تا آب تحت تأثیر نیروی جاذبه ظاهر شود .
 - ۵- در کوهپایه قرار داشته باشد .
 - ۶- وجود آبهای زیر زمینی قطعی شده باشد .
 - ۷- سازند آبدار بالاتر از نقطه مظهر قنات باشد .
- کرجی در بابی از کتاب خود به نام ((در بیان ترازهایی که بوسیله آنها زمین را تراز می کنند)) به شرح ابزارهایی که برای این کار استفاده می شود ، پرداخته و تراز اختراعی خود را نیز توضیح داده است و مینویسد :
- ((در زمینهایی که کاریز احداث می کنند ، برای شناختن مقدار ارتفاع محلی از محل دیگر که با آن فاصله کم یا زیاد دارد ، زمین را وزن [= تراز] می کنند و این کار با ترازوها [= ترازها] صورت می گیرد . یک نوع تراز ، لوله ای است که از شیشه یا چوب سخت یا نی کلفت درست شده است . این لوله باید کاملاً راست و ضخامت سراسر آن به یک اندازه باشد ، همچنین سطوح داخل و خارج آن نیز کاملاً با یکدیگر موازی باشد . طول لوله باید یک وجب و نیم ، یا اندکی کمتر باشد . فراخی دهانه این لوله نیز باید به اندازه ای باشد که تقریباً انگشت کوچک در آن جای گیرد . در دو طرف این لوله دو سوراخ به یک اندازه و در نقطه وسط آن سوراخی به فراخی یک انگشت ایجاد می کنند . این سوراخهای سه گانه باید در یک ردیف و بر یک خط باشند آنگاه دو نخ بر میگزینند که طول هر یک پنج ذراع - به اندازه ذراع دست - یا اندکی کمتر یا بیشتر باشد . این دو نخ را باید از ابریشم یا کتان رشته و تابیده شده تهیه کنند و آنها را موم اندود کنند تا کش نیاید سپس هر یک از نخها را در یکی از دو سوراخی که در دو جهت لوله قرار دارد

ببندند . این است شکل آن لوله :



شکل ۴-۱۲

نوع دیگر صفيحه [= صفحه] كوچكى است [مثلث شكل] كه از روى يا از چوب سختى كه پيچيدگى نيمى پذيرد ساخته شده است . اين صفحه بايد تا حد امكان سبك باشد تا بر استقامت خود باقى بماند . دو ساق صفحه متساوى است و در دو طرف قاعده آن دو رزه [زرفين] يكسان چنان نصب شود كه چون خطى از مركز سوراخ يكى از دور رزه به مركز سوراخ رزه ديگر امتداد يابد ، آن خط با قاعده موازى باشد ، فاصله اين دو بايد تا حد امكان اندك باشد .

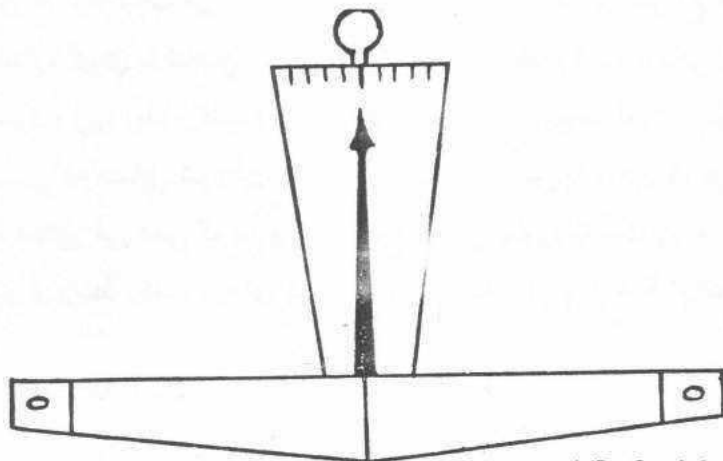


شکل ۴-۱۳

خط قاعده بوسیله عمودی به دو قسمت مساوی تقسیم می شود. این عمود نیمساز زاویه ای است که دو ساق صفيحه آن را در میان گرفته است. آشکار است که این خط قاعده را به دو قسمت مساوی تقسیم میکند. آنگاه در نقطه تقاطع عمود منصف با قاعده سوراخ ریزی ایجاد می کنند و از آن نقطه شاقولی را با نخ نازک ابریشمین که از عمود نامبرده به اندازه دو انگشت یا بیشتر، بلندتر باشد می آویزند. وزن شاقول باید به اندازه سه درهم و جنس آن از برنج یا سرب باشد. آنگاه نخ را به درازی سی ذراع بر می گزینند و [با گذراندن آن از رزه ها] صفيحه را در وسط آن قرار می دهند بگونه ای که از هر یک از رزه ها نیمی از نخ بیرون آمده باشد و این است شکل آن (شکل بالا).

تراز نوع دیگر به شکل شاهین ترازو است. برای این کار شاهین آهنین - و تا حد ممکن سبک - اختیار می کنند ولی نباید چنان باشد که از سستی آهن کج شود. طول شاهین یک وجب و نیم است و طول زبان آن نیز به همین اندازه یا اندکی کمتر است و رکاب شاهین باید تنگ و ظریف باشد.

از نقطه زیرین شاهین شاقولی به وزن تقریبی پنج درهم با نخ نازک می آویزند که وزنه آن را صاف و خدنگ ساخته باشند. در دو سر شاهین حلقه هایی نصب می کنند و در هر حلقه نخ می بندند یا آنکه برای بستن نخ، دو سر شاهین را سوراخ می کنند. (شکل مقابل).

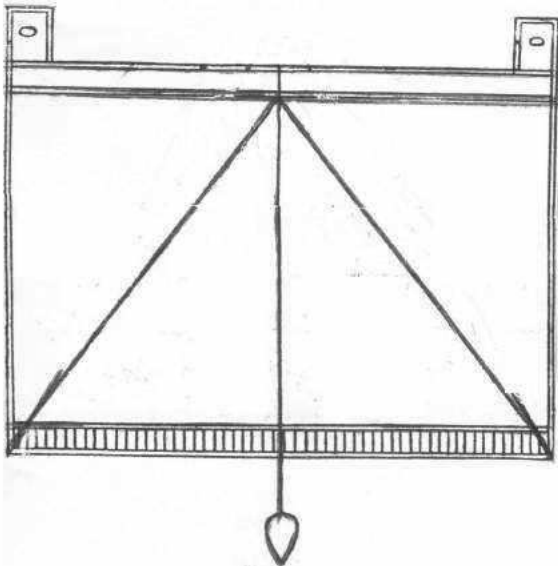


شکل ۴-۱۴.

شیوه تراز کردن با این ترازها : پس از آن دو قطعه چوب [با مقطع] مربع و راست و متوازی السطوح انتخاب می کنی که ارتفاع هر یک حدود شش وجب یا کمتر باشد . این چوبها را قائمه می نامند [شمشه امروزی] آنگاه هر قائمه را به مردی می سپاری و به یکی از آن دو مرد دستور می دهی که قائمه را در محلی نگاه دارد که اندازه گیری از آنجا شروع می شود و دیگری را در جهت مقابل تراز قرار می دهی چنانکه هر دو چوب و تراز بر یک استقامت باشند . سپس دستور می دهی نخ را که هر یک از دو سر آن بر رأس یکی از قائمه ها قرار گرفته است باشند ، البته قائمه ها باید بر خطی که با سطح افق موازی است عمود باشند و برای این کار از رأس هر قائمه شاقولی با نخ نازک می آویزند و بر سر هر قائمه زرفین نازکی نصب می کنند که نخ شاقول در آن بسته شود . اگر تراز کردن بوسیله لوله انجام شود باید همراه خود ظرفی پر از آب داشته باشی و نیز پنبه ای که آن را خیس کنی و در سوراخ وسطی لوله بفشاری تا قطرات آب در سوراخ بچکد . اگر آب از هر دو طرف لوله در یک لحظه بیرون بیاید ، ارتفاع دو سمت میزان که قائمه ها در آنجا نصب شده یکی است . اما اگر آب فقط از یک سوراخ خارج شود ، آن محلی که قائمه اش برابر سوراخی است که آب از آن بیرون آمده ، ارتفاعش از محل دیگر کمتر است ، پس به کسی که قائمه دیگر در دست او است دستور دهی که نخ را از سرقائمه ، اندک اندک پایین بیاورد و تو پیوسته در سوراخ لوله ، آب می چکانی تا آنکه خروج آب از هر دو سوراخ همزمان شود ...

اما اندازه گیری با شاهین ترازو ؛ این شیوه با انحراف رکاب به یکی از دو جهت شناخته می شود ، زیرا زبانه رکاب این ترازو در زیر شاهین آویخته است . بنابراین رکاب ترازو به هر سمتی که متمایل شود آن محل پایین تر است . پس به مردی که در نقطه بلند تر قرار گرفته دستور می دهی که نخ را اندک اندک پایین بیاورد تا آنکه زبانه در وسط رکاب قرار گیرد و از وسط رکاب ذره ای پس و پیش نباشد . در این هنگام اندازه ارتفاع برای تو مشخص می شود ...

ترازهایی که من اختراع کرده ام ؛ پس از این می گوئیم : اگر خواستی ترازى بکار ببری که در آن به کشیدن نخ نیازمند نباشد بلکه اندازه ارتفاع بر روی صفحه تراز مشخص شود باید صفحه سبک و چهار گوشه ای از چوب یا برنج که دارای دو رزه باشد - بر شیوه ای که گفتم - انتخاب کنی و در نزدیکی رزه ها خطی مستقیم ترسیم کنی و در وسط این خط سوراخی ریز احداث کنی و از مرکز این سوراخ عمودی بر این خط رسم کنی که به ضلع مقابل این خط در صفحه برسد . سپس در طرف دیگر صفحه خطی مستقیم چنان رسم می کنی که با آن عمود زاویه قائمه بسازد . این خط رو به روی خطی است که در آن طرف صفحه ، نزدیک رزه ها رسم کرده بودی . آنگاه از سوراخ نامبرده شاقولی با نخ نازک می آویزی . و آن چهار ضلعی که نیمی از صفحه است باید با آن چهار ضلعی که یکی از دو قائمه و نخ بر آن محیط می شود متشابه باشد بلکه بهتر است که تا اندازه ای ، نسبت اندازه نیمی از خط بلندتر به عمود ، بیشتر باشد از نسبت اندازه نخ به قائمه ، آنگاه به شیوه ای که گفتم دو قائمه اختیار میکنی و [بجای نخ] زنجیری از مس یا آهن بر شیوه ای که می گوئیم تهیه می کنی تا در هنگام اندازه گیری و کشیدن کش نیاید و طول آن افزوده نشود ، در صورتی که باز یاد کشیدن بر طول نخ افزوده می گردد.....^۱)) شکل ترازى که کرجی ساخته است :



شکل ۴-۵

^۱ انباط المیاء الخفیه - ترجمه حسین خدیو ج
ص ۹۱-۱۰۲

در ادامه ، کرجی از یک تراز دیگر نیز که اختراع کرده است سخن می گوید .

((مشخصات این میزان چنین است که صفيحه گرد يا چهار گوشه ای از برنج يا چوب سخت انتخاب میکنند و در وسط آن سوراخ معتدلی ایجاد می کنند و لوله ای برنجين به اندازه یک وجب و نیم يا اندکی کمتر يا بیشتر بر می گزينند که در نهایت راستی و محکمی باشد و فراخی سوراخ آن به اندازه حجم سوزن جوال دوز باشد . این لوله را در وسط صفيحه بوسیله محوری که بتواند در سوراخ مذکور دور بزند نصب می کنند که به شکل عضاده اسطربلاب می شود . اگر این لوله از قطر صفحه بلندتر باشد عیبی ندارد . به این صفيحه رزه ای متصل می کنند که رشته يا حلقه ای برای آویختن دارد . آنگاه چوبی انتخاب می کنند که در سرش میخی سر شکافته کوفته اند و صفيحه را به آن میخ می آویزند . این چوب باید در نهایت راستی ساخته شود و طولش چهار وجب باشد تا هر گاه صفيحه را از آن آویختی و بر قدمه‌های نشستی چشمت به محاذات سوراخ لوله که بر روی صفيحه قرار گرفته است باشد ... آنگاه تخته ضخیم چهار گوشه ای [شمشه] را که طولش به اندازه قامت مردی که دستش را بلند کرده است باشد ، انتخاب می کنی و این اندازه تقریباً نه وجب است ... طول یکی از رویه های این تخته را به شصت قسمت مساوی و هر یک از این قسمتها را تا آنجائیکه ممکن است به قسمتهای کوچکتری تقسیم می کنند . در قسمت بالای این تخته به اندازه یک قبضه و نیز در قسمت پایینش نیز به همین اندازه خالی می گذارند و داخل در تقسیم بندی نمی کنند . در قسمت بالا یعنی انتهای تقسیم بندی ، ... علامت قرمز یا سفید یا سیاه می گذارند ... تا از مسافت دور بخوبی دیده شود

آخرین خط از خطوط تقسیم شده در سمت بالای تخته قائمه ، این علامت رنگین را به دو نیمه مساوی تقسیم می کنند . در روی خط پایینی نیز علامتی مانند بالا چنان رسم می کنند که آخرین خط تقسیم شده زیرین از مرکز این علامت عبور کرده باشد ... برای این چوب

شمشه مانند ، طوقی چهار گوش درست میکنی که دهانه این طوق درست به اندازه حجم چوب باشد ... آنگاه نخى از ابریشم یا کتان - که خوب تائیده و محکم شده باشد ... - تهیه می کنند . طول این نخ باید یکصد ذراع یا بیشتر باشد زیرا چشم قادر است از فاصله یکصد ذراع علامتهای نامبرده را بخوبی ببیند ... در دو سر این نخ دو حلقه نصب می کنند ، یکی از دو حلقه را بر گرد چوب نقشدار می اندازند که می تواند بر روی آن پایین و بالا رود . حلقه دیگر در دست مردی است که نخ را می کشد و از چوب به اندازه طول نخ دور می شود و نیز تراز - یعنی صفيحه مذکور - در دست اوست ، برای تراز کردن حلقه ای را که در سر نخ بسته است با تراز برمی داری و در محلی که اندازه گیری باید از آنجا شروع شود قرار می گیری و به همکارت دستور می دهی که شمشه نقشدار را بر دارد و به اندازه طول نخى که یک سرش به حلقه بسته شده و آن حلقه در روی چوب نقشدار در حرکت است از تو دور شود . هر یک از شما دو نفر که در محلی بلندتر قرار گرفته باشد حلقه نخ دار را روی زمین می گذارد و آن دیگری که در محل پایین تر جای گرفته ، حلقه نخ دار را چندان بالا می گیرد که امتداد نخ با مشاهده تقریبی با سطح افق موازی گردد و این ترازى با افق با نگرش مرد ثالثی که به وسط نخ می نگرند معلوم و شناخته می شود . پس از آنکه نخ با سطح افق موازی شد آن کس که تراز در دست اوست ، اگر در محل پایین تر واقع شده است از سر نخ ، سنگی به سوی زمین رها می کند و هر جا که سنگ قرار گرفت سر چوبی را که صفيحه تراز از آن آویخته است در آنجا قرار می دهد ، بطوری که کاملاً قائم باشد و به هیچ سمت مایل نباشد . اما اگر آن شخص در محل بلندتر واقع شده بود چوبی را که تراز به آن آویخته است در محل سر نخ بر روی زمین قرار میدهد و صفيحه را رها می کند که به حالت طبیعی معلق شود و آرام بگیرد .

سپس این مرد از سوراخ لوله به سوی چوب نقشدار می نگرند و لوله را برگرد محور آن چندان می چرخاند که امتداد آن از علامت پایین صفحه مقابل بگذرد و علامت از سوراخ

لوله دیده شود و این در صورتی است که نگرنده در مکانی پست تر از مکانی باشد که چوب نقشدار به فاصله طول نخ در جهت دیگر - یعنی همان جهتی که می خواهی اندازه گیری را در آن سمت ادامه دهی - قرار گرفته باشد پس از آنکه تراز یاب از این کار فارغ شد با تراز به جهت دیگر می رود و به مقدار طول نخ از شمشه فاصله می گیرد تا یکی از دو سر نخ که در دست اوست در جهتی که می خواهد اندازه گیری کند مستقیماً یا غیر مستقیماً قرار گیرد ... اگر سر نخ که در دست اوست (در این حالت) در هوا واقع شده بود از سر نخ سنگی به سوی زمین رها می کند تا محل نصب پایه میزان را بشناسد .

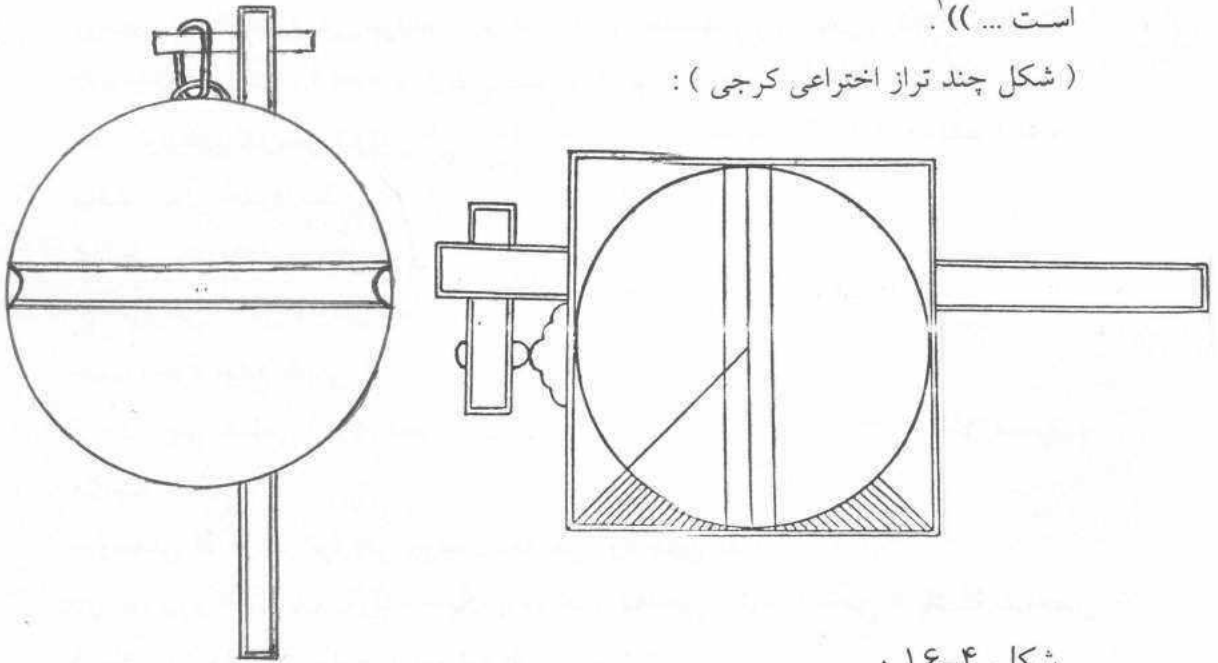
اگر سر نخ که در دست اوست بر روی زمین قرار گرفت پایه تراز را در محل سر نخ نصب می کند و از درون سوراخ لوله به سوی شمشه نقشدار می نگرد . در حالی که شخص شمشه دار بدون آنکه شمشه را جابجا کند روی آن را، یعنی طرفی که دارای علامت است به سوی او گردانیده باشد و به شمشه دار دستور می دهد که طوق نامبرده را بالا و پایین ببرد تا علامت روی طوق از سوراخ لوله دیده شود . پس از آنکه این علامت دیده شد ، فاصله میان مرکز این علامت و میان مرکزی را که از محل اول بوسیله نگرستن از سوراخ لوله معین شده، بدست می آوری (واین دوفاصله را ازهم کم می کنی) باقیمانده هر چه بود ، همان ارتفاع است و برتری یکی از این دو محل را مسلم می دارد .

این دو محل عبارتند از مکانهای میزان و شمشه پس این دو اختلاف را یادداشت می کنی و به آن کسی که میزان در دست اوست دستور می دهی که به اندازه طول نخ به پیش برود . باقی کار در مورد شناختن پستی و بلندی زمین به همان شیوه ای است که شرحش گذشت (به این کار ادامه می دهی تا آنکه به نتیجه مطلوب برسی و هرگاه علامت طوق در وسط شمشه نقشدار قرار گیرد کفایت می کند) ...

و اگر محل اندازه گیری بطوری پر شیب و فراز باشد که شمشه دار از نظر اندازه گیر ناپدید شود نخ را کوتاه می کنند و آن را به اندازه ای در می آورند که شمشه دار از چشم تراز یاب

پنهان نشود به شرط آنکه در مرتبه دوم هم فاصله میان اندازه گیر ، یعنی آن کس که تراز در دست اوست تا محل شمشه به همان اندازه ای باشد که در اولین مرحله تراز یابی بوده است ...))^۱.

(شکل چند تراز اختراعی کرجی) :



شکل ۴-۱۶ .

روشهای کرجی و ابزار اختراعی او حتی امروز نیز قابل استفاده و بکارگیری است . البته دقت کاربری آنها نسبت به روشهای امروزی غیر قابل مقایسه است . گذشته از این ، در پروژه های مهم کاربردی ندارد . بطور کلی تراز یابی علم تعیین اختلاف ارتفاع نقاط است . برخی از روشهای مهم دقیق امروزی در تراز یابی عبارتند از :

۱- تراز یابی به وسیله دوربین تئودولیت - (دقت کمتر از ۰/۰۰۱ متر)

^۱ همان - صفحه ۱۰۹ - ۱۱۵

- ۲- ترازیبی به وسیله دوربین نیوو (با دقتی بیشتر از دوربین تنودولیت- این نوع ترازیبی ، ترازیبی مستقیم یا ترازیبی ((نیولمان)) نام دارد .
- روشهای مختلف ترازیبی نیولمان عبارتند از ؛ (بر حسب نوع ترازیبی و شرایط منطقه)
- الف - ترازیبی ساده (اختلاف ارتفاع کمتر از ۴ متر)
- ب - ترازیبی تدریجی (وقتی فاصله ها بسیار زیاد شود که خواندن اعداد شاخص مقدور نباشد . یعنی حدوداً بیش از ۱۰۰ متر باشد یا در صورت وجود شیب زیاد ، وجود موانع و شرایط جوی نامناسب مثل مه و رطوبت و بارندگی)
- ج- ترازیبی متقابل (وقتی محل قرار دادن دوربین در وسط دو ارتفاع امکان پذیر نباشد ، به سبب وجود موانع طبیعی)
- د - ترازیبی شعاعی (برای محاسبه همزمان ارتفاع چندین نقطه مثلاً در مناطق هموار و مناسب)
- وسایلی که در کار ترازیبی نیولمان بکار می رود چنین اند ؛
- دوربین نیوو - سه پایه دوربین - یک یا دو عدد شاخص - تراز شاخص - پاشنه شاخص (سکل) - دفترچه نیولمان (فرم ترازیبی نیولمان) .
- دقت روش ترازیبی نیولمان به ۰/۰۰۱ متر می رسد . روشهای جدیدتری نیز وجود دارد که در پروژه های مختلف مهندسی کاربرد دارد و دقت آنها بیشتر از روشهای فوق است .

فصل پنجم

بررسی چند مسأله مهم علوم زمین در آثار دانشمندان اسلامی

الف - توضیح پدیده های زمین شناسی بر اساس بینش اسلامی :
در توجیه و شرح علل پدیده های زمین شناسی دانشمندان مسلمان، در آثار ایشان مانند سایر اندیشمندان ملل گوناگون ۳ شیوه گوناگون را می توان دریافت که عبارتند از :

۱- نگرش دینی

۲- مشرب فلسفی

۳- راه تجربه و پژوهش

- برخی دانشمندان مسلمان که در فلسفه از پیروان ارسطو بوده و به نام مشائیان معروف اند در شرح پدیده های طبیعی زمین ، در برخی مواضع براهین فلسفی آورده اند در حالیکه هیچ مناسبتی میان آنها وجود نداشته و چه بسا نظریه علمی که آنان به کمک دلایل فلسفی سعی در اثبات آن داشته اند بطور کلی اشتباه بوده است. نمونه این شیوه را در آثار ابن سینا می یابیم و واضح ترین شکل آنرا اثبات نظریه سکون زمین و نیز مرکزیت زمین توسط او و دلایلی را که برای این نظریه آورده است .

- بینش دینی علت پدیده های طبیعی را بدون هیچ واسطه ای به خدا می رساند ، این پدیده روی داده است به وسیله خدا یا احتمالاً بواسطه ملائک و جن. البته در ادیان توحیدی علت العلل همه پدیده ها خداوند یکتا ست ولی هر معلول طبیعی یک علت طبیعی دارد که

بر طبق قانونهایی در طبیعت رخ می دهند و آن علت نیز ممکن است علت دیگری داشته باشد و همین رشته ادامه می یابد تا به علت العلل حقیقی یعنی خداوند منتهی گردد. توجیه علل پدیده های طبیعت بر اساس این نگرش در آثار اسلامی بسیار کمتر از آثار دیگر فرهنگها به چشم می خورد و این به نظر می رسد به سبب تعلیمات و معارف آن باشد که در قرآن آمده است و یا به توسط پیامبر این دین تعلیم شده است. در مورد پدیده های طبیعی قرآن کریم اشارات فراوانی دارد و حتی دقیقترین یافته های علمی امروز منطبق با برخی آیات قرآن کریم است مانند توسعه یافتگی و انبساط دائم جهان و کھکشانها که در قرآن کریم نیز اشاره شده است یا سیر ماه در جایگاههایش و حرکت زمین و ... از نمونه هایی است که در قرآن آمده است.

در قرآن کریم در مواردی از خداوند به عنوان " رب المشرقین و المغربین " یاد می شود که دوشمال و مغرب در صورتی تصویر می شود که زمین کروی و در حال دوران به گرد خود باشد، تنها در این صورت است که وقتی خورشید از جایی طلوع کند در جای دیگر در حال غروب است و بالعکس. یا جائیکه قرآن زمین را تشبیه به ذلول می کند (سوره ملک - آیه ۱۵) - با توجه به معنی ذلول (شتر رامی که حرکت می کند) یا وقتی زمین را به گهواره (مهد) تشبیه می کند اشاره به حرکت زمین دارد. دو مواردی قرآن کریم دقیقترین اشارات علمی را آورده است برای مثال در سوره فرقان آیه ۵۵ می فرماید: " و هو الذی مرج البحرين هذا عذب فرات و هذا ملح اجاج و جعل بینهما برزخاً و حجراً محجوراً " ((و اوست که بهم آمیخت دو دریا را، این شیرین است بسیار شیرین و این شور است بسیار شور و گردانید میان آنها حایلی و مانعی صاحب منع)).

همچنین در سوره الرحمن آیه ۱۹ و ۲۰ می فرماید: " مرج البحرین یلتقیان برزخ لا یبغیان " روان کرد دو دریا را بهم برسند میانشان حایلی است که زیادی بهم نمی کنند.

- این دو مورد که قرآن کریم اشاره کرده است در طبیعت روی می دهد .

قرآن کریم ، خورشید و ماه و کرات آسمانی را نیز در حال حرکت معرفی می کند در سوره یس آیه ۳۸ می فرماید : " و الشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم و القمر قدرنه منازل حتى عادلاً لعرجون القديم لا الشمس ينبغى لها ان تدرك القمر و لا الليل و سابق النهار و كل فى فلك يسبحون "

(خورشید به سوی قرارگاه خود روان است این است تقدیر خداوند شکست ناپذیر دانا . برای ماه منزلگاههایی قرار دادیم تا سر انجام به شکل شاخه خمیده خشکیده ای باز آید . نه خورشید را سزد که به ماه برسد و نه شب از روز پیش می افتد و هر یک در مدارى شنا- ورنند) .

علاوه بر این ، موارد بسیاری نیز هست که هر چند در قرآن کریم اشاراتی آمده است ولی هنوز برای ما مبهم و پوشیده است و این به سبب نقصان و ناکافی بودن علوم است .
برای مثال به ۳ مورد اشاره می کنیم :

(سوره رعد آیه ۲ " الله الذى رفع السموات بغير عمد ترونها " خداوند است که آسمانها را بر افراشت برستونهایی بدون آنکه آنها را ببینید (سوره ذاریات - آیه ۴۹) " و من كل شىء خلقنا زوجین لعلکم تذکرون " از هر چیزی زوج آفریدیم شاید بیاد خدا آئید (سوره الرحمن - آیه ۳۹) : " فاذا انشقت السماء فکانت ورده کالدهان " پس چون چاک چاک کرد آسمان را پس ^۱ شود گلگون چون روغن زیت . و موارد دیگر ...

^۱ شاید اشاره به وجود سیاهچاله ها باشد -

نکته ای را که باید بدان توجه کرد آنست که در آثار دانشمندان مسلمان بسیار به ندرت به موضوعی بر میخوریم که ایشان در بیان آن پدیده علمی به قرآن استشهاد کنند^۱ و این شاید به دلیل آن بوده است که آنان قرآن را به عنوان سخن وحی و یک کتاب دینی که به اعتقادات دنیایی، اخروی و دستورات شرعی محدود است می دانستند. اما توجه کنیم که قرآن کریم در هر زمینه ای قابل توجه است هر چند حقیقت قرآن جدای از آنهاست.

شرح پدیده ها و رویدادهای طبیعت بر اساس تجربه و پژوهش، صحیح ترین روش و همان روش علمی می باشد. در این طریقه، نه نیازی به برهانهای فلسفی پیچیده است و نه احتیاج به دخالت دادن نیروهای غیر طبیعی. مقام خالق نیز در جایگاه علت العلل بودن خود همچنان حفظ می شود و کوشش فقط در جهت علل واسطه است.

((بررسی چند مسأله مهم علوم زمین در آثار مسلمین))

۱- نظریه حرکت وضعی در میان مسلمین

- اولین و محکمترین سند ما در مورد وجود چنین نظریه ای در میان مسلمانان، توجه به برخی از مهمترین آثار علمی مسلمین است و به ویژه آثار ابوریحان بیرونی - گذشته از این اسناد که در صفحات قبل بررسی شد در مواردی پراکنده نیز می توان به مدارکی از این دست برخورد.

ابولحسن علی بن عمر مراکشی دانشمند بزرگ مسلمان در قرن هفتم هجری در کتاب خود (جامع المبانی و الغایات فی علم المیقات) می گوید: "ابوریحان بیرونی گفته است که

^۱ تنها ۱ مورد را دیده ام - بیرونی در تحدید النهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن در بیان عمر و تاریخ زمین (حدث عالم) صفحات ۱۶ تا ۱۸ به قرآن رجوع کرده است و این آیه را آورده است "یوما عند ربک کالف سنه مما تعدون" و "فی یوم کای مقدار خمسین الف سنه"

مخترع این اسطرلاب (منظور اسطرلاب زورقی است) ابوسعید سجزی بوده و آن اسطرلاب مبنی بر این فرض است که کره سماوی به استثنای سیارات هفتگانه ثابت است. بیرونی گفته است که این شبهه ایست که حل آن دشوار است و این امری است که ابو علی بن سینا بطلان آن را در کتاب شفا و رازی بطلان آن را در کتاب ملخص و بسیاری از کتابهای دیگرش بیان کرده است^۱.

البته از ابن سینا و رازی بعید نیست که این فرضیه را مردود بدانند چه ایشان بیش از آنکه یک دانشمند تجربی باشند فلاسفه ای بزرگ هستند و با این مسأله برخوردی فلسفی کرده از نظریات فلاسفه ای چون ارسطو در این مورد پیروی کرده اند. کارا دوو محقق بزرگ تاریخ علوم، در کتاب متفکران اسلام این گفته مراکشی را نقل نموده است و تاکید کرده که اصل ثابت بودن زمین امری قطعی در مشرق زمین نبوده بلکه به عکس، این مسأله در حدود قرن ۴ مورد بحثهای فراوان قرار گرفته است.

در همین قرن چهارم که کارادوو اشاره می کند علاوه بر بیرونی و سجزی، دانشمند دیگری نیز در این زمینه نظری دارد و آن ابوحامد احمد بن محمد ساقانی^۱ معروف به اسطرلابی است که در اوایل قرن چهارم در خراسان رشد و نمو یافت.

بیرونی در آثار الباقیه از ساقانی یاد کرده و او را ستایش کرده است.

حتی گفته شده که ابو سعید سجزی نظرات ساقانی را در ساختن اسطرلاب زورقی بکار گرفته است و در مواردی نیز اسطرلاب سجزی را شبیه اسطرلاب ساقانی دانسته اند.

^۱ نام او را صغانی و چغانی نیز آورده اند، او از دهکده ساقان در مرورود خراسان زاده شد و در سال ۳۷۹ هجری قمری در بغداد در گذشت.

علت اینکه ساقانی را اسطرلابی نامیده آنست که یک نوع مخصوص اسطرلاب ساخت . علاوه بر این دانشمندان ، فقط می توان از محمد بن جریر (۹) نام برد (شخصیتی که اطلاعی از او در دست نیست) .

به هر حال در مورد اولین کسی که این نظریه را مطرح ساخت و یا اسطرلابی بر این اساس طرح ریخت ، توافقی وجود ندارد .

نلیئو پژوهشگر بر جسته تاریخ علم به متن کتاب ابوالحسن علی بن عمر مراکشی اشاره کرده و خاطر نشان ساخته که از این نوشته نمی توان به روشنی دریافت که این اختر شناس مسلمان حقیقتاً به نظریه مورد بحث اعتقاد داشته و یا در ساختن اسطرلاب مزبور از آن به عنوان یک فرض بهره برده است . نلیئو همچنین می گوید که هیچ اختر شناس مسلمان دیگری را نمی شناسد که بر این نظریه معتقد بوده باشند .

در عین حال نمی توان به گفته یک یا چند نفر استناد کرد مگر آنکه دلیل محکم ارائه شود . باز هم بهترین سند ما ، آثار گذشتگان است . در این آثار ما یقین می یابیم که چنانچه نلیئو می اندیشد نیست چرا که کسانی معتقد به این نظریه به جز بیرونی و سجزی بوده اند .

بیرونی در کتاب " فی الاستیعاب الوجوه الممكنه فی صناعه الاسطرلاب " و نیز در کتاب " فی التطریق الی الاستعمال فنون الاسطرلاب " اشاره به این گروه یا حداقل " شخص " می کند هر چند متأسفانه نامی نمی برد .

در رساله نخستین " فی الاستیعاب الوجوه الممكنه فی صناعه الاسطرلاب " پس از اشاره به اسطرلاب ساخته سجزی " اسطرلاب زورفی " اعلام می کند که صحه گذاشتن او از آن جهت بوده است که نظریه ای که این اسطرلاب بر اساس آن ساخته شده (حرکت وضعی زمین) با نظریات بعضی سازگاری دارد که بر آن اند که حرکت قابل رویت جهان ناشی از حرکت زمین است نه آسمان .

واقعاً معلوم نیست که منظور بیرونی از لغت " بعضی " چه کسی یا چه کسانی است آنچه مسلم است مسلمان بوده اند چه در غیر این صورت نام آنها را به احتمال زیاد می آورد . در کتاب دوم خود " فی التطریق الی استعمال فنون الاسطرلاب " به فرد دومی اشاره می کند که چنین اسطرلابی ساخته بوده است و آن جعفر بن محمد جریر است - ولی متأسفانه از این فرد اطلاع دقیقی نداریم .

بیرونی همچنین می نویسد که اختر شناس برجسته ای را می شناسد که به دفاع از نظریه حرکت وضعی زمین برخاسته است اما نام او را فاش نمی کند!

آنچه مسلم است اینست که این دانشمند متعلق به تمدن اسلامی بوده است زیرا اگر غیر این بود حتماً نامش را می آورد، چنانکه در قانون مسعودی ابتدا از شاگردان هندی آریابهااتا به عنوان هواداران این نظریه یاد می کند. این افراد به ۲ نوع حرکت معتقد بودند یکی حرکتی که به ظاهر از شرق به غرب است و زمین چنین حرکتی دارد و دیگری حرکتهای ستارگان که عکس اینست و از غرب به شرق است - بیرونی از نسبت دادن دو حرکت متفاوت در آسمان پرهیز می کند و آنرا باطل می داند.

آن اختر شناس ناشناس که بیرونی فقط بدان اشاره کرده است برای حمایت از نظریه گردش زمین ، در برابر هواداران بطلمیوس ، نظریه نوینی را مطرح می کند که بر اساس آن جسم جدا شده از زمین (یعنی جسم واقع در هوا) دو حرکت دارد :

^۱ به نظر می رسد ، این فرد ساقانی است چون از جعفر بن محمد جریر و سجزی نام برده است و تنها فردیکه احتمالاً پیرو این نظریه بوده ساقانی است و ساقانی را بیرونی می شناخته است . در هنگام مرگ ساقانی ، بیرونی ۱۷ ساله بوده است و از او چند بار یاد کرده و او را تمجید نموده است. ساقانی چنانکه بیرونی می گوید ستاره شناس برجسته ای بوده است .

- ۱- حرکت مستدیر = که با آن در حرکت کلی یعنی حرکت زمین سهیم است .
 - ۲- حرکت مستقیم = حرکتی که جسم طی می کند تا به سوی جوهری که از آن برخاسته جذب شود .
- جسم پس از جدایی از زمین و پس از انقطاع حرکتی که آن را از زمین جدا کرده است ، دارای حرکتی است که حرکت مستدیر علت آنست یعنی نقطه ای از سطح زمین که جسم نسبت به آن در وضعیت عمودی است همواره ثابت می ماند .
- در صورت حذف این حرکت ، جسم می بایست به طرف غرب نقطه اولیه کشیده شود . پیامد این نظریه اینست که خط سقوط جسم عمود بر زمین نیست بلکه به جانب شرق تمایل دارد .
- اما خود بیرونی همچنانکه گفته شد بین پذیرش یکی از این دو نظریه مردد بود - ولی آنچه مسلم است در بیشتر جاهای آثارش می توان تمایل او را به فرضیه حرکت وضعی زمین دریافت ولی در مهمترین و تنها جایی که از سکون زمین دفاع کرده در قانون مسعودی است .
- استدلال او بر اساس محاسبه ای است که درباره بزرگی اندازه زمین انجام داده است . محاسبه ای که به وی امکان داد تا سرعت ناشی از حرکت زمین را در طی ۲۴ ساعت بدست آورد . سرعتی که به سبب آنکه بسیار زیاد بود از نظر بیرونی نمی تواند برای زمین صحت داشته باشد چرا که نمی تواند به حرکت‌های دیگری در همان جهت شرق و غرب (مثل حرکت پرتابه ها ، پرواز پرندهگان و غیره) اضافه شود . (بر طبق نظریه اختر شناس ناشناس مسلمان) .
- بیرونی در قانون مسعودی چنین مباحثی را آورده است :

(مقاله الاولى)

الباب الاول = فى اخبار عن هياه الموجودات الكليه فى العالم باجمال و ايجاز للتوطئه

: العالم بکليه جرم مستدير الشكل

: الاثير العالم المتحرك و اثرات الحركة

الباب الثانى

الاصل الثانى = الارض كره الشكل حساً

الاصل الثالث = موضع الارض من الكل هو وسط الماء ادله بطلميوس

الاصل الخامس = بطلان حركت الارض المکانى (در رد نظريه حركت وضعى زمين)

الباب الرابع فى تحديد الايام و الليل منها و النهار

تعيين ابتداء اليوم

- در مقاله چهارم نیز به موضوعات بروج و ماهها ، زاویه میل ، تقسیمات زمین به مدارات و نصف النهارات و روابط بین تقویم و تقسیمات زمین و جایگاه زمین در فضا ، تعیین قبله و تعیین طول و عرض جغرافیایی پرداخته است .

۲- آراء معتقدین به سکون زمین

بزرگترین دانشمندانى که به این موضوع معتقد بوده اند عبارتند از : ابن سینا - ابوبکر محمد ذکریای رازى - فخر الدین رازى - اخوان صفا - ابن رسته اصفهانی - احمد بن محمد فرغانى و بسیاری دیگر ... ایشان کسانی بوده اند که به حتم و بر اساس آثار و تألیفات شان به سکون زمین پایبند بوده اند .

برخی از ایشان به سبب مشرب فلسفى و دنباله روى از فلسفه ارسطویى چنین مى اندیشیدند مثل ابن سینا و ذکریای رازى - و دیگران احتمالاً بر اساس نظریات دیگران و یا تحقیق و پژوهش به این نتیجه رسیده بودند .

در مورد علل و اسباب این سکون زمین برخی پابندی خود را به این نظریه فقط اعلام کرده اند و بسیار معدود ذکر این اسباب و عوامل را می بینیم. ابن سینا در شفاء و رازی در ((ملخص)) و " کتاب سبب الوقوف الارض وسط الفلک " از معدود مواردی است که دلالی را آورده اند و از لحاظ علمی برخی از آنها (نه همه آنها) امروزه صحیح به نظر نمی رسد لیکن در خور توجه است.

در اینجا دلائل ابن سینا را که در شفا آمده است ذکر می کنیم^۱:

۱- زمین از هر طرف غیر طرف محل سکونت ما نامتناهی است بدین جهت هیچ جای حرکت در فضا بر او نیست .

۲- زمین بجاذبه آسمانها به یک نسبت در این بین بقسر ساکن شده است .

۳- دفع اجسام لطیف و قوی مافوق او از تمام اطراف آنرا ساکن گردانیده است و بقوة دافعه اجسام فوق زمین سکون قسری یافته است .

۴- زمین جسم ثقیل است، اجرام لطیف فلکی و عنصری بر آن کافی شده و به او ترفع جسته و آنرا در خود راه نمی دهند لذا ساکن شده است .

۵- زمین چون ثقیل مطلق است، مکان ثقل مطلق مرکز عالم است و ثقیل مضاف که آب است روی خاک و خفیف مطلق که آتش است جانب محیط عالم ، مکان طبیعی اوست و خفیف مضاف که هواست زیر آتش قرار گیرد و جسم در مکان طبیعی خود همیشه ساکن خواهد بود و حرکت وقتی کند که از مکان طبیعی خارج شود مانند سنگ و برف و باران که از بالا بر زمین بالطبع افتند .

آراء رازی نیز بالطبع شباهت بسیاری به این دلائل دارد چرا که هر دو از پیروان فلسفه مشائی اند.^۲

^۱ مشابه این نظریات را اخوان صفا در رسائل خود آورده و سکون زمین را معتبر دانسته اند .

۲- هر چند دو کتاب نامبرده از او را که در این باره مطالبی آورده نیافتیم.

چنانکه در مورد بیرونی گفته آمد او به ۲ دلیل (که اگر صحیح بود کاملاً منطقی و علمی می شد) به سکون زمین اعتقاد یافته هر چند به حرکت زمین نیز تمایل داشت و درحقیقت میان این دو نظریه همچنان مردد و مشکوک مانده بود تا در گذشت .

دو دلیلی که بیرونی آنها را پایه و اساس سکون زمین می دانست چنین اند :

۱- ثابت بودن میل کلی-در حالیکه امروزه می دانیم ثابت نیست و در حال تغییر است . بیرونی مقادیر و اعداد متفاوت را که به میل کلی از سوی دانشمندان چندی نسبت داده شده بود آورده و نتیجه کار خود را نیز ذکر میکند و نظریات دیگران را معتبر نمی داند. در مورد حرکت زمین شرط آنرا تغییر اندازه میل کلی معرفی می کند و سپس ثابت بودن آنرا یاد آوری کرده و نتیجه می گیرد حرکت زمین نمی تواند صحت داشته باشد .

۲- دلیل او در مورد شدت حرکت زمین است. در صورتیکه شبانه روز را به حرکت زمین نسبت دهیم ، سرعت حرکت زمین زیاد نتیجه خواهد شد . در نتیجه اجسام روی زمین باید به فضا پرتاب شوند ، لذا روی این اصل ، حرکت زمین را منتفی دانسته است . چنانچه بیرونی اشاره کرده است حرکت زمین بر روی اجسام متحرک تاثیر می گذارد البته او این تاثیر گذاری را بسیار شدید دانسته و همچنین بر اجسام غیر متحرک نیز موثر دانسته است در حالیکه چنین نیست.

او به تاثیر حرکت زمین بر بادهای نیز اشاره کرده است . امروزه ما میدانیم که حرکت وضعی زمین باعث پیدایش نیرویی به نام نیروی کورولیس می شود. این نیرو اجسام متحرک را در نیمکره شمالی به سمت راست مسیر اولیه و در نیمکره جنوبی به سمت چپ مسیر خود منحرف می کند .

در حقیقت اگر زمین ساکن می بود طوفانهای بسیاری رخ می داد که زندگی را غیر ممکن می ساخت و علت آن اختلاف دمای زیادی می بود که میان قسمت تاریک و روشن زمین وجود می داشت ، بادهای و طوفانهای شدیدی روی می داد و بدتر از همه آنکه این حالات دائمی بود .

اخوان صفا نیز در رسائل ، دلائل خود را بر نظریه سکون زمین آورده اند که مشابه دلائل ابن سینا است . برهانهایی که اخوان ذکر کرده اند ، چنین است :

۱- وارد شدن نیروی جذب بر زمین به میزان مساوی از تمامی جهات و نیز نیروی دفع مساوی به نیروی جذب از تمام جهات و به میزان مساوی باهم .

۲- نیروی جذب و کشش در مرکز زمین که سبب کشش اجسام و اجزاء زمین به نقطه مرکزی آن شده است و باعث ایجاد یک کره واحد شده است (این نظریه منطبق بر نظریه جاذبه عمومی نیوتن است اما باید گفت از لحاظ تفکر علمی و برداشت منطقی با قانون نیوتن فاصله ها دارد) .

۳- سنگین تر بودن خاک (زمین) از آب ، هوا و آتش - لذا خاک زیر قرار می گیرد، سپس آب بعد از آن هوا و در انتها آتش جای می گیرد .

۴- اینکه زمین در جایی قرار می گیرد که لایق آنست. پس باریتعالی زمین را در مرکز افلاک قرار داده است چون جایگاه مخصوص و شایسته زمین آنجاست - همچنانکه برای سیارات و ماه و خورشید جایگاه شایسته آنان در نظر گرفته شده که همانا حول زمین است .^۱
به هر ترتیب نظام هیئت بطلمیوسی هرچند توسط برخی دانشمندان مردود شناخته شده بود ولی تا قرن ۱۶ میلادی پا بر جا بود تا آنکه بنیان آن توسط نیکولای کپرنیک فرو ریخت هرچند با توجه به آثار او آشنایی وی رابا آثار مسلمین به وضوح می یابیم .

^۱ رسائل اخوان صفا - چاپ بیروت - متن عربی

نظام هیئت بطلمیوسی مبتنی بر مرکز زمین و همچنین گردش ۷ سیاره از جمله ماه و خورشید به دور زمین روی مدارهای معینی می باشد .

همچنین کره سماوی نیز به گرد خورشید دوران می کند ولی در جهت مخالف خورشید و ماه و دیگر سیارات .

نکته ای را که باید بیان کنیم آنست که اساس نظریه هیئت بطلمیوسی یعنی " مرکز بودن زمین " چه در نظریه سکون زمین و گردش سیارات و کره سماوی و خورشید و ماه به گرد زمین و چه در نظریه حرکت زمین به گرد خودش و سکون اجرام سماوی اطراف آن، برقرار بوده است. یعنی در هر دو نظریه ، مرکزیت زمین مقبول بوده است و فقط بحث در این مساله بوده است که زمین می چرخد یا اجرام اطراف آن .
افتخار بطلان نظریه زمین مرکزی به کپرنیک می رسد .

۳- حرکات زمین

بررسی حرکات زمین نسبت به یک مبدأ به ظاهر ساکن ولی در واقع در حال حرکت ، غیر ممکن است ولی به هر حال می توان حرکات زیر را که مجموعه ای از حرکات نقاط زمین در نظر گرفته می شود به زمین نسبت داد :

۱- حرکت چرخشی زمین به دور خودش

۲- حرکت انتقالی زمین گرد خورشید

۳- حرکت تقدیمی و نوسانی محور زمین

۴- حرکت زمین به همراه منظومه شمسی در کهکشان

۵- حرکت کل اجزاء کهکشان راه شیری و حرکات دیگر در مقیاسهای وسیعتر .

سه حرکت اولی خاص زمین است که به تنهایی آنها را انجام می دهد .

حرکت چرخشی زمین به دور خودش یا حرکت وضعی و حرکت تقدیمی زمین در جهان باستان و تمدن اسلامی شناخته شده بودند.

حرکت انتقالی به سبب آنکه نظریه زمین مرکزی را نقض کرده و به جای آن نظریه خورشید مرکزی را در نظر می گرفت و توسط کپرنیک ارائه شد پیش از کپرنیک مورد توجه نبوده است .

حرکت وضعی زمین را برخی از دانشمندان یونانی و دانشمندان مسلمان مطرح کرده بودند. از پیروان این نظریه در تمدن اسلامی می توان از این افراد نام برد عبدالجلیل سجزی - محمد بن خریز - بیرونی و احتمالاً ابوحامد ساقانی - اینان حرکت زمین به گرد خودش و در عین حال به مرکزیت زمین اعتقاد داشته اند که در مبحث قبل بررسی شد .

از مهمترین نتایج حرکت وضعی زمین که دانشمندان مسلمان به آنها اشاره کردند چنین می توان نام برد:

۱- پیدایش شبانه روز (برخی آنرا نتیجه حرکات خورشید و سیارات به دور زمین می پنداشتند)

۲- انحراف پرتابه (ابوریحان در رساله ای به نام فی استیعاب الوجوه الممكنه فی صناعه الاسطرلاب به این موضوع که از اعتقادات یک ستاره شناس برجسته مسلمان است اشاره کرده است .

۳- اختلاف ساعت (این نتیجه را دانشمندان مسلمان (برخی از آنها) به حرکت خورشید و سیارات به گرد زمین نسبت می داده اند. البته به غیر از آنها نیکه به حرکت زمین معتقد بوده اند).

- از دیگر نتایج شناخته شده حرکت وضعی چنین است :

۱- انحراف بادها ، (بادهای آلیزه) ،

۲- انحراف جریانهای دریایی

- دومین حرکت زمین که شناخته شده بود حرکت تقدیمی یا نوسانی زمین است. اولین کسی که به این موضوع پی برد ابرخس در قرن دوم پیش از میلاد بوده است اما او نتوانست علت این امر را توضیح دهد. دانشمندان مسلمان نیز در این مورد، کاری نکردند تا آنکه نیوتن به صورت علمی ثابت کرد که حرکت تقدیمی زمین به علت نیروی گرانی خورشید و ماه ایجاد می شود.

تمایل مدارهای حرکتی ماه و خورشید نسبت به صفحه ستونی زمین باعث این پدیده می شود. در حقیقت محور چرخش زمین در هر ۲۵۸۰۰ سال، یک دایره کامل در فضا به وجود می آورد.

از نتایج حرکت تقدیمی می توان از تغییر راستای محور زمین نام برد که از روی همین موضوع ابرخس به حرکت تقدیمی زمین پی برد. نتیجه دیگر: تغییر موضع اعتدال بهاری است.^۱

^۱ بیرونی به تاثیر حرکت وضعی زمین (اگر وجود دارد) بر روی بادهای اشاره کرده است ولی معتقد است که این حرکت باعث ایجاد بادهای بسیار شدید می شود - چنانکه حیات را به خطر می اندازد البته این انحراف وجود دارد ولی بسیار جزئی است (تحت تاثیر نیروی کوریو - و لیس حاصل از گردش وضعی زمین)

در حقیقت اگر زمین ساکن می بود حیات بر روی آن غیر ممکن می شد. به علت تغییرات شدید آب و هوایی در دو سوی کره زمین طوفانها دائمی و همیشگی. البته این نتایج را به حرکت سیارات و خورشید و ماه به دور زمین نسبت می داده اند (آنهایکه زمین را ساکن می دانستند) - و آنهایکه زمین را متحرک و دارای حرکت وضعی می دانستند این نتایج را معلول حرکت وضعی زمین معرفی می کردند.

حرکت انتقالی زمین در حقیقت از لحاظ تاثیرات بر زمین، مهمترین حرکت زمین است و آن حرکت زمین به گرد خورشید است که در یک مدار بیضی شکل صورت می گیرد و خورشید همواره در یکی از دو کانون بیضی جای می گیرد. این حرکت در خلاف جهت عقربه ساعت است.

بسیاری از نتایج حرکت انتقالی زمین را دانشمندان گذشته به حرکت سیارات و خورشید به دور زمین نسبت می دادند و البته به تمایل محور زمین معتقد بوده اند. برخی از مهمترین نتایج حرکت انتقالی زمین عبارتند از:

۱- اعتدالین (بهاری و پاییزی)

۲- انقلابین (تابستانی و زمستانی)

۳- اختلاف زمان روز و شب

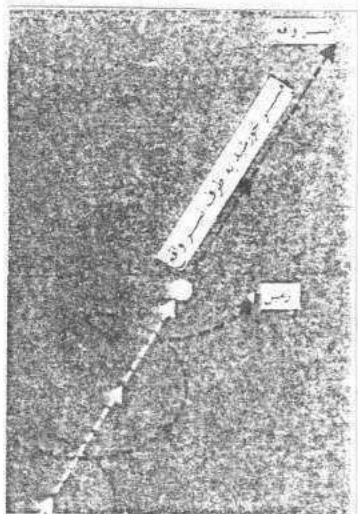
۴- پیدایش فصول

۵- مناطق آب و هوایی گوناگون در زمین

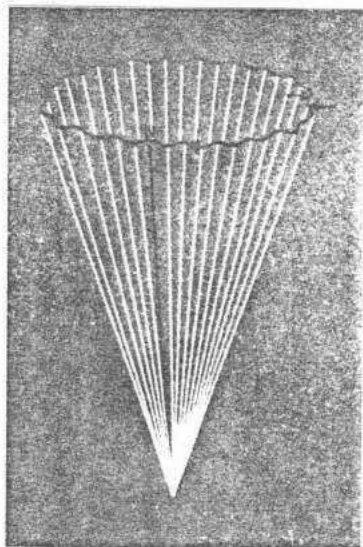
دانشمندان اسلامی به این نتایج اشاره کرد و به شرح آنها پرداخته اند.^۱

- از دیگر حرکات زمین رقص محوری آنست که به تنهایی آنرا انجام می دهد و محور چرخش آن منتقل میشود. مدت زمان انجام یک دور کامل این چرخش ۲۶۰۰۰ سال می باشد علت این حرکت، نیروی گرانشی ماه است.

^۱ البته این نتایج را به حرکت سیارات و خورشید و ماه به دور زمین نسبت می داده اند (آنهائیکه زمین را ساکن می دانستند) - و آنهائیکه زمین را متحرک و دارای حرکت وضعی می دانستند این نتایج را معلول حرکت وضعی زمین معرفی می کردند.



شکل ۵-۲- حرکت ماریجی زمین



شکل ۵-۱- رقص محوری محور زمین

۴- محاسبه ارتفاع یک کوه

در مورد یافتن ارتفاع یک کوه بیرونی در کتاب "تحدید النهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن" شیوه دقیق و جالب خود را ارائه می کند:^۱

" و اما برای یافتن ارتفاع کوه که یکی از گونه های شناختن ابعاد است ، سطح چهارگوش با زاویه های قائمه همچون مربع ABCD به اندازه یک ذراع^۲ در یک ذراع می سازیم و دو ضلع AB و AD را به هراندزه از قسمتها که از حیث مقدار و شماره با یکدیگر برابر باشد تقسیم می کنیم در دو گوشه B و G دو میخ قائم بر سطح مربع استوار می کنیم و بر گوشه D عضاده ای دارای دو هدفه یا دو میخ که طول هر یک از آنها برابر با قطر مربع است و جای یکی از آنها را می توان تغییر داد قرار می دهیم . فرض می کنیم ارتفاع کوه EZ و سطح افق ZG باشد این اسباب را به صورت قائم بر سطح افق قرار می دهیم و آن را چندان بالا و پائین می بریم تا چون از زاویه G در آن بنگریم دو میخ G و B قله E کوه را پوشانند اسباب را در این وضع ثابت می کنیم و از نقطه D سنگی فرو می اندازیم و محل فرو افتادن آن را در H می یابیم سپس اندازه فاصل G و محل فرو افتادن سنگ را بر حسب تقسیمات ضلع مربع بدست می آوریم آنگاه به قطب D باز می گردیم و عضاده را چندان پایین و بالا می بریم .

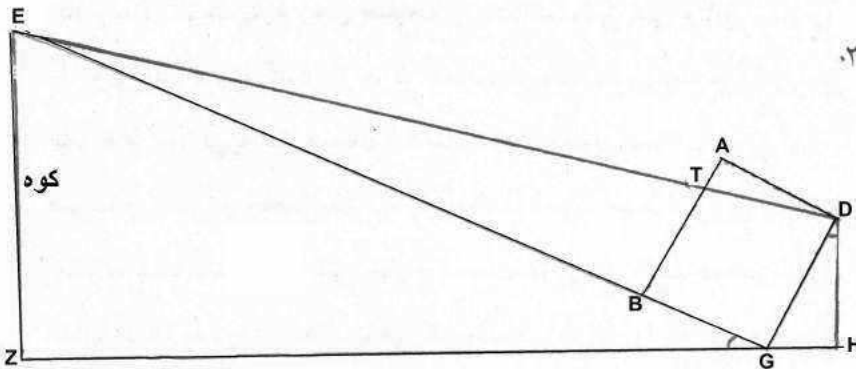
تا قله را از دو هدفه ببینیم یا هر دو میخ آن را پوشانند و چنان نماید که (شعاع گذران بر قله) بر نقطه T گذشته است پس از تشابه دو مثلث DAT و EGD نسبت TA به AD همچند نسبت DG به GE خواهد شد پس شماره تقسیمات AD را در DG که مساویند یک ذراع

^۱ ترجمه احمد آرام - چاپ دانشگاه تهران - ص - ۱۹۴-۱۹۲

^۲ برای مقدار ذراع با مقیاسهای کنونی نظرات متفاوت است - نلیثو محقق بزرگ ایتالیایی مقدار آن را ۴۹۹۲ میلی متر می دارند .

است ضرب و حاصل را بر شماره تقسیمات AT قسمت می کنیم که اندازه GE را در DG که مساوی یک ذراع است ضرب و حاصل را بر شماره تقسیمات AT قسمت می کنیم که اندازه GE بر حسب ذراع بدست خواهد آمد و نسبت GE به EZ همچنین نسبت DG به GH است چه مجموع دو زاویه DGH و EGZ و نیز مجموع دو زاویه EGZ و GEZ هر دو یک قائمه است پس چون زاویه EGZ را که مشترک است حذف کنیم زاویه بازمانده DGH با زاویه GEZ و بنابر آن زاویه GDH با زاویه EGZ برابر می شود پس چون EG را در GH ضرب و حاصل را بر شماره تقسیمات ضلع مربع DG قسمت کنیم EZ که مطلوب است معین خواهد شد ."

بیرونی در ادامه گوید همین روش را در مورد قله " نندنه " در هندوستان بکار گرفته است .



شکل ۵-۳.

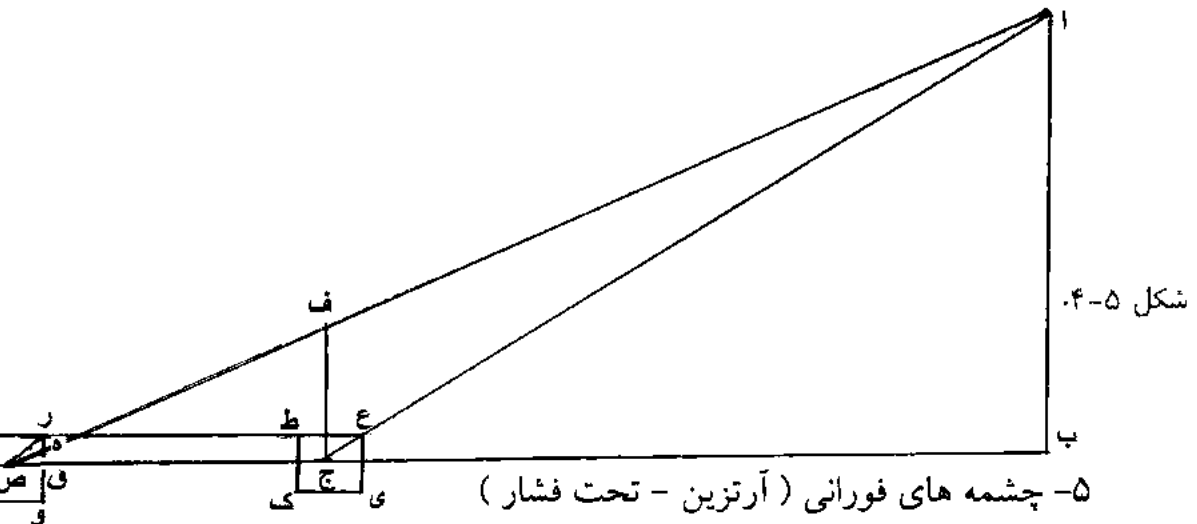
در مورد محاسبه ارتفاع کوهها ، کرجی مهندس بزرگ مسلمان نیز در کتاب " انباط المیاء الخفیه " شرحی را آورده است : " اگر بخواهی ارتفاع کوه را - چه دور باشد چه نزدیک - بشناسی - و می دانی که ارتفاع کوه عبارت است از طول خطی که بصورت قائم از قله کوه بر سطح زمین فرود می آید ، تا آنجا که سطح افقی مار { منطبق } بر محل ایستادن تو را که در زیر کوه امتداد یافته باشد قطع کند و نیز اگر بخواهی فاصله میان خود و قله کوه را بشناسی ، به طریق ذیل عمل می کنی :

دو محلی را که در یک سطح هستند انتخاب می‌کنی و اسباب را بر پایه آن می‌آویزی، آنگاه قاعده حامل را در نزدیکترین فاصله با کوه قرار می‌دهی و سپس لوله را با نگاه به جانب قله کوه نشانه می‌گیری و محلی را که پهلوی لوله بر طول تقسیم شدهٔ صفیحه قرار گرفته علامت می‌گذاری پس از آن در همان راستا از آن مکان دور می‌شوی بطوری که پایه قائم مار بر قله کوه و دو نقطه دید اول و دوم بر یک امتداد باشند و شناختن این امر آسان است اسباب را روی زمین قرار می‌دهی و لوله را با نگاه به قله کوه نشانه‌گیری می‌کنی و محلی را که کنار لوله روی آن واقع می‌شود علامت می‌گذاری.

آنگاه اجزایی را که میان دو علامت قرار گرفته اند بدست می‌آوری و اختلاف آنها را یادداشت می‌کنی و نیز اجزاء فاصله شده میان طرف خط موازی با افق و علامتی را که خار لوله در نوبت دوم روی صفیحه را یادداشت می‌کنی و این را از روی تقسیماتی که آن را برای این اندازه‌گیری از مرکز اسباب آویخته باشی پیدا می‌کنی پس از آن فاصله میان کنار خط موازی با افق و میان علامت دوم در طول مسافتی که به آن اندازه عقب رفته‌ای ضرب می‌کنی و حاصل ضرب را بر مقدار اجزاء خط موازی با افق که از مرکز میزان حساب شده تقسیم می‌کنی خارج قسمت هر چه باشد محفوظ اول نامیده می‌شود و اندازه آن را به ذراع یادداشت می‌کنی. سپس اجزائی را که اندازه‌گیری فاصله میان مرکز اسباب و علامت اول بدست آمده در محفوظ اول ضرب می‌کنی و حاصل ضرب را بر اجزاء موجود میان دو علامت اول و دوم تقسیم می‌کنی و حاصل ضرب را بر اجزاء موجود میان دو علامت اول و دوم تقسیم می‌کنی خارج قسمت هر چه بود عبات است از فاصله میان مکان اول با راس کوه حسب ذراع، آنگاه اجزاء نصف خط موازی سطح افق را در فاصله میان مرکز اسباب و میان مرکز علامت اولی ضرب می‌کنی حاصل ضرب هر چه بود عبارت است از فاصله پایه خط قائم مار بر قله کوه بر روی سطح افقی مار بر موضع

اول تا این موضع، و چون مربع آن را از مربع فاصله میان قله کوه و مکان اول کم کنی و جذر آن را بگیری، حاصل جذر عبارت خواهد بود از ارتفاع کوه!
 کرجی در ادامه به شرح چند روش درباره تعیین فاصله میان قله های دو کوه یا دو شاخص مرئی و فاصله یک نقطه تا قله یک کوه می پردازد.

شکل زیر موید روش کرجی در موارد فوق است:



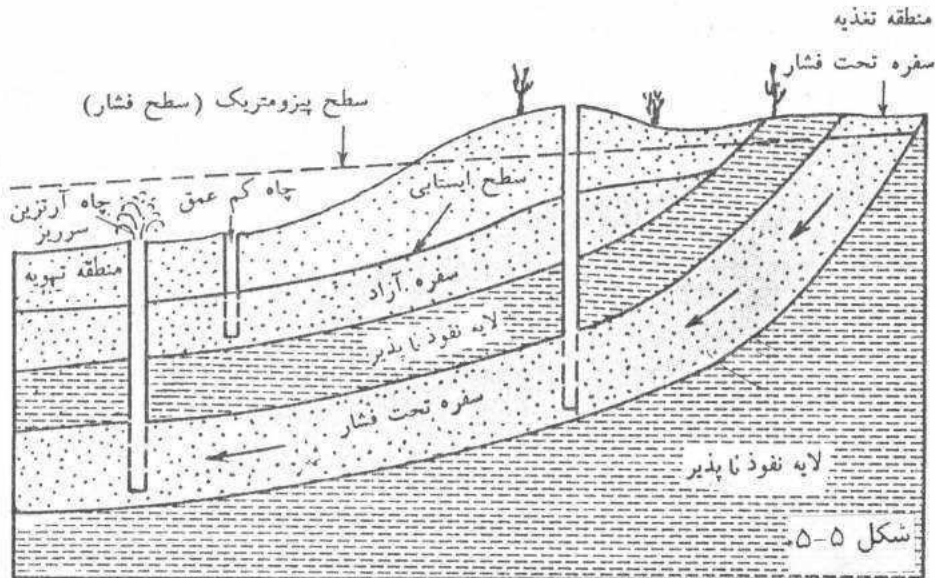
۵- چشمه های فورانی (آرتزین - تحت فشار)
 - این چشمه ها و چاهها، چشمه هایی هستند که منابع تغذیه کننده آب آنها بالاتر از سطح آب می باشد.
 ابوریحان بیرونی عین همین مطالب را در آثار الباقیه خود آورده است.

^۱ انباط المیاه الخفیه - کرجی - ترجمه حسین خدیو - پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی - کمیسیون ملی یونسکو در ایران - تهران ۱۳۷۳ - ص ۱۲۰ تا ص ۱۳۳

- در یک چاه آرتزین که منبع آب آن یک سفره آب زیر زمینی است سطح آب زیر زمینی در این سفره بالاتر از سطح نقطه ای از چاه است که به آب رسیده باشد. برای ایجاد چنین پدیده ای باید ۲ شرط برقرار شود :

- ۱- آب چاه باید به سفره ای مایل محدود شود و یک سر آن به سفره مرتبط باشد .
 - ۲- سفره تحت فشار یعنی معمولاً محدود شونده از سوی لایه های نفوذ ناپذیری باشد .
- با سوراخ شدن این لایه ، فشار باعث بالا آمدن آب می شود .
چاه یا چشمه آرتزین بر ۲ گونه است :

- ۱- جریانی = با فوران خارج می شود (سطح فشار بالاتر از سطح زمین یا دهانه چاه است)
- ۲- غیر جریانی = دهانه چاه بالاتر از سطح فشار است و لذا آب را باید از سطح فشار به سطح زمین (دهانه چاه) تلمبه کرد (در حقیقت فوران وجود دارد ولی در سطحی پائین است و قابل دسترس نیست) .



اولین شروحي که بر این چشمه ها نوشته شده توسط دو دانشمند مسلمان ابوریحانی بیرونی و ابوبکر محمد کرجی می باشد. بیرونی (۳۶۲ - ۴۴۰ هجری قمری) در آثار الباقیه و کرجی (قرن چهارم و اوایل قرن پنجم هجری و از معاصران بیرونی) در انباط المیاه الخفیه .

اما باید دانست اولین شرح را بیرونی نگاشته هرچند کرجی حدود ۳۰ سال پیش از بیرونی بدرود حیات گفته است ولی باید به مهمترین اصل در این مورد یعنی سال تألیف آن آثار توجه کرد. آثار الباقیه در سال ۳۹۰ هجری قمری تألیف شده است و انباط المیاه الخفیه بعد از سال ۴۰۷ هجری (یعنی زمانیکه کرجی به نزد ابوغانم معروف بن محمد وزیر رفته است) به نگارش در آمده است .

کرجی در این کتاب می نویسد :

"... بنابراین هرچاهی که در پیشگاه کاریز باشد و ارتفاع دهانه اش از ارتفاع آب انباشته شده در مادر چاه کمتر باشد در صورتی که آب در آن جمع شده باشد، آن آب از دهانه چاه بیرون می آید و بر روی زمین جاری می گردد. علت این امر آنست که محل خروج آب از چاه ظهور آن بر سطح زمین از محل منبع یا (مادرچاه) پایین تر است همچنین است حال بچاهی که فوران می کند یا چشمه ای که در ارتفاعات پدید می آید و در یاچه هایی که من دیده ام"^۱

البته این دریاچه ها که کرجی می گوید دیده است دقیقاً معلوم نیست منظورش چه نوع دریاچه هایی و با چه کیفیتی بوده است .

^۱ انباط المیاه الخفیه - کرجی - ص ۶۴

شاید منظور او پدیده " کالدرا " باشد. کالدرا حفراتی هستند در دهانه آتشفشانها که اگر آتشفشان فعالیت نداشته باشند و این حفره از آب نزولات جوی مملو شود در یاچه دهانه ای به وجود می آید البته این پدیده معدود است .

کرجی در ادامه می گوید : "اگر اتفاق افتد که در ته چاه منبعی نیرومند و پر مایه وجود داشته باشد و محل آن منبع از دهانه چاه بلندتر باشد در چنین حالتی اگر برای جمع شدن آب همانطور که گفته عمل شود، آب از دهانه چاه بیرون می آید و این امر نادر و کمیاب است ." این توضیح ، شرح چاههای آرتزین است .

ابوریحان در فصل ۱۳ آثار الباقیه در شرح این پدیده ها چنین می گوید :

"...اما فوران چشمه ها و صعود آب بسمت بالا علتش این است که خزانه آن از خود چشمه ها بالاتر جای دارد مانند فوارات معمولی و گرنه آب هرگز بسوی بالا جز اینکه منبع آن بالاتر باشد نخواهد رفت ...

آری ممکن است که آب از چاهها در فواره صعود کند ولی پس از آنکه در چاه آبهای قابل فوران جمع شده باشد ، چه برخی از چاهها اینطور است که آب از اطراف آن بتوسط ترشح جمع می شود و مأخذش از آبهای نزدیک بآن است و سطوح زمین هایی که آب از آنجا در درون چاه جمع شده با آب آن در گودی فوران می یابد و این امر بیشتر در زمینهای نزدیک روی زمین فوران داد که بر سطح ارض جاری شود و این امر بیشتر در زمینهای نزدیک بکوه که دریاچه و رودخانه ژرف و عمیق واسطه نباشد اتفاق می افتد و چون مأخذ آب از خزانه ای که از سطح زمین بالاتر است باشد آب را اگر محصور کنند فوران خواهد یافت و اگر خزانه آن پائین تر باشد نمی توان آب را فوران داد و یا جریان داد و گاه اتفاق می افتد

که خزانه آب در منبعی است که هزاران ذرع بالاتر از آن جایی است که می خواهیم آب را جریان دهیم و این قبیل آبها امکان دارد که در رؤس قلعه ها و مناره ها صعود کند ...^۱.

۶ - منابع آب چشمه ها و رود ها

- در مورد منشأ آب چشمه ها و رود ها نظرات متعددی ابراز شده است. نظر ارسطو این بود که بخار آب موجود در هوا به داخل زمین نفوذ میکند و با همراه بخارات دیگر موجود در درون زمین، در غارهای سرد زیر زمینی تقطیر یافته و آب مورد نیاز چشمه ها را تأمین میکند.

نظریه دیگری منشأ آب چشمه ها و رود ها را اقیانوس معرفی میکند ولی دلیل اینکه چگونه نمک آن از بین می رود و یا آنکه به ارتفاعات و کوهها صعود میکند را نمی تواند بیان کند.

در اواسط قرن هفدهم میلادی ((پیر پرالت)) فیزیکیان و زمین شناس فرانسوی پس از اندازه گیری مقدار آبی که بر حوضه رود خانه ((سن)) در طی چندسال می بارید و محاسبه میانگین نزولات سالانه و مقدار آبدهی رود و نیز اندازه گیری مقدار تقریبی تبخیر آب، فرضیه نا کافی بودن آب باران را برای پیدایش چشمه ها رد کرد. پژوهشهای دیگر نیز فرض نا کافی بودن نزولات برای آب چشمه ها و رود ها را نقض کرد.

امروزه مشخص شده است که منشأ چشمه ها و رود ها، آب منطقه اشباع و منشأ اصلی آنها نیز نزولات جوی است. یعنی همانگونه که بیرونی در عین آشنایی با نظرات و فرضیه های پیشینیان خود در این باره ابراز نظر کرده بود.

بیرونی در فصل ۱۳ آثار الباقیه درباره تغییرات دبی (یا آبدهی) رود خانه ها و قناتها و چشمه ها بحث می کند و در ادامه که به ساختمان و چگونگی چشمه های آرتزین

^۱ آثار الباقیه - ترجمه اکبر دانا سرشت - فصل ۱۳

(تحت فشار) می پردازد در مورد آبدهی رودها و منابع چشمه ها و رودها نیز چنین توضیحاتی آورده است :

((سبب زیاد و کم شدن آب رودخانه ها و قنوات و چشمه سارها : زیاد شدن آبها در جمیع ادویه و انهار به یک حالت نیست بلکه اختلاف بزرگی با هم دارند چنانچه جیحون هنگامی آبش زیاد می شود که دجله و فرات و غیره رو به کمی میروند و علت این است که هر رودخانه ای که منبع آن در نواحی سرد سیر باشد آب آن در تابستان زیاد تر و در زمستان کمتر است زیرا بیشتر آبهای اصلی آن از چشمه سارها جمع می گردد و رطوبتهایی که در کوههایی که این رودخانه ها از آن بیرون می آید و یا از آنجا می گذرد سبب زیادت و نقصان آب این رودخانه ها می گردد و علت زیادت این است که رطوبت و برفها و شبنمهای محل عبور این رودخانه ها در زمین فرو میروند و پوشیده نیست که رطوبات نامبرده در اول بهار و زمستان از اوقات دیگر زیادتر پیدا می شود و به جهت برودت و سرما و یا شمالی بودن این مواضع بحال خود باقی می ماند و چون هوا گرم شد برفها آب می گردد و رود جیحون مد می یابد و آب آن زیاد می گردد. اما منبع دجله و فرات از مواضعی است که زیاد شمالی نیستند به همین علت یخها و برفهایی که باید در اوایل بهار منجمد باشند در منابع این دو رود آب می شوند و سبب زیادتی آب می گردند. اما رود نیل زمانی رو به زیاد می گذارد که آب دجله و فرات کم می شود چه سر چشمه نیل از جبال قمر است که نواحی جنوب در پشت اسوان که از شهرهای حبشه محسوب است واقع است ... و بدیهی است که در چنین حال رطوبتها منجمد نمی گردد و اگر زیادتی آب نیل از جهت برف و باران باشد معلوم است که بمجرد بزمین رسیدن آب می شوند و سبب فزون و مد آب رود نیل می گردند و اگر از جهت آب سرچشمه های آن باشد آب این چشمه ها در زمستان زیاد تر می گردد و بالتیجه آب نیل در تابستان مد می یابد زیرا چون آفتاب

بسمت الرأس ما نزدیک گردد از جایهایی که محل خروج رود نیل است دور می گردد و بالطبع برای آن مواضع زمستان خواهد بود ...

بسیار روشن است که در زمستان بیشتر از تابستان برف و باران بزمین می آید و در کوهها بیشتر از زمینهای صاف واقع می شود و چون برف و باران بزمین آمد و آب شد مقداری از آن سیل می گردد و باقی مانده آن در مخازن کوهها جمع می گردد و از منافذ و سوراخ هایی که چشمه نام دارد کم کم خارج می شود و چون ماده آن در زمستان زیادتیر است آب این چشمه ها نیز زیاد می شود (...)).^۱

در مورد منابع آبهای چشمه ها و رود ها برخی دیگر از دانشمندان مسلمان اظهار نظر کرده اند که برخی نظرات ارسطو را پذیرفته اند (مانند بهمینار شاگرد معروف ابن سینا در قرن پنجم هجری در کتاب خود التحصیل) و برخی دیگر مانند حمد ... مستوفی دانشمند قرن هفتم هجری آراء بیرونی را قبول دانسته اند .

- مسعودی در التنبیه و الاشراف خود در این باره می نویسد :

((... کسانی درباره رود ها و چشمه ها خلاف کرده اند که آغاز و پیدایش آن از کجا بوده است گروهی بر آنند که منبع همه رود ها یکیست و آن دریای اعظمست که دریای شیرین است و این بجز دریای اقیانوس است . گروهی بر آنند رود ها در زمین به منزله رگهای بدن است و گروه دیگر گفته اند آب می بایست بر سطح زمین باشد و چون زمین یکنواخت نبوده و بالا و پست داشته آب به اعماق زمین رفته و چون آب در عمق و قعر

^۱ در مورد علت طغیان نیل در چند جای دیگر نیز مطالبی می یابیم، از جمله اخوان صفا در رسائل خود همین دلائل بیرونی را ذکر می کنند - " و اما عله نیل مصرفی ایام الصیف ... هذا النهر - بحری من الجنوب الی الشمال و مبدأ جریانہ من وراء خط استوا ، حیث یکون الشتاء عندنا ، یکون صیفاً هناک و فی الصیف عندنا یکون هناک فتکون فی ذلک الوقت کثره الامطار هناک)) .

زمین محصور شده به علت غلظت زمین که در زیر به آب فشار می آورد به جستجوی منفذی بوده و چشمه ها و رود ها از آنجا آمده است و گاه باشد که آب در دل زمین از هوای موجود آنها تولید شود زیرا آب عنصر مستقل نیست بلکه از عفونتها و بخارهای زمین تولید می شود و در این باب سخنان بسیار گفته اند (...)).^۱

حمد... مستوفی (قرن ۷ هجری) در نزه القلوب در فصل ((صفت مخارج انهار و عیون ابار)) می نویسد: ((در مقدمه گفته شد که بخاری که از کوه سفلی به قوت حرارت متصاعد می شود و در آن قوت مائیت غالب بود ثقالت مائی آن را باز می گرداند و اگر هوا معتدل بود چون بزمین رسد باران بود و اگر هوا سرد بود بعد از آنکه آن ابخره (بخارها) با هم جمع شده باشد و قطرات گشته منجمد شود و ژاله بود و اگر هوا سخت سرد بود و مجال ندهد که در مراجعت قطرات او مجتمع گردد هم در خوردی آنها بفسراند برف باشد و چون بارندگی بزمین فرود آید در رود و بمنافذش و طبع خشکی زمین مانع نفوذ او پیدا شود در اجوف زمین مجتمع گردد و کثرت اجتماع آن را صعود لازم گرداند هر جا زمین سخت تر باشد مدخل خروج نتواند کرد مایل اطراف شود و هر جا زمین سست یابد بیرون آید چشمه باشد و اگر در اطرافش قوت نداوت قوی بود لایزال روان باشد و اگر ضعیف باشد چون هوا گرم شود از اطراف ندی منقطع گردد و آن چشمه خشک شود و چون آن چشمه ها بسیار بهم پیوندند و روان شوند رود باشد و آب رود را مایه بزرگ از آب باران و گدازش برف است و تگرگ است که به اجواف زمین فرو شود تا بر ظاهرش روان گردد و چون آب رودها در گوی جمع شود آنها دریا خوانند و از آبهای روان و ساکن هر چه از پایاب بگذرد و آدمی را با شنا افکند آنها هم دریا خوانند و همچون دور دولابی

^۱ التنبیه و الاشراف - مسعودی - ترجمه ابوالقاسم پاینده.

لايزال ابخره از بخار متصاعد می شود و بر آسمان رفته از آن بارندگی حاصل می آید و بر روی زمین روان می گردد ...^۱.

۷- چشمه های ایستاده

یک نوع از انواع چشمه ها ، چشمه های ایستاده نام دارد .

در این چشمه ها ، آب آنها در سطح دهانه چشمه است و هیچ جریانی ندارد (مثل چاه آب) - در این چشمه ها ، فشار جریان آب (یا همان فشار فوران آب) مساوی فشار هواست لذا آب هیچگونه فوران یا جریانی ندارد مگر آنکه به سبب برداشته شدن آب از دهانه آن ، مقدار آب کاهش یابد و فشار جریان آب کمی بیش از فشار هوا شود . اینگونه چشمه ها معدود و چندان دارای اهمیت نیستند .

بهمینار شاگرد معروف ابن سینا در میان دانشمندان اسلامی اشاره به این پدیده کرده است .
بهمینار در کتاب خود التحصیل چنین می گوید :

((اما میاه عیون ایستاده : چون از وی چیزی بر کشی ، بدل آن در حال بر جای آید و آن از آن بود که بخار که مادت آب بود اندفاع می کند تا بدان مبلغ رسد که بر آن استقرار بود او را ، چون بدان مبلغ رسید در ثقل چنان شود که ابخره در تحت او بود تمکن آن ندارد که آن را اقلال کند پس چون سدی بود بر روی او (چنانکه زمین پیش از حفر آن) چون از آن ثقل قدری ناقص شود آن بخار مندفع از زیر تصعید کندزی بالا))^۲.

^۱ نزه القلوب - حمدا... مستوفی - صص ۳۰۷ و ۳۰۸

ادامه مباحث این کتاب عبارتند از : در ذکر بخار و بخیرات (دریاها و جزیره ها) - در ذکر ولایات طرف الشرقیه - در ذکر ولایات نصف الغربیه - در ذکر عجائب

^۲ ترجمه التحصیل بهمینار (جام جهان نمای) - ص ۵۱۷

۸- حرکت آبهای زیر زمینی

مهمترین آثاری که در این باره نوشته شده است عبارتند است: انبساط المیاه الخفیه - اثر ابوبکر محمد بن الحسن الحاسب کرجی (قرن ۵ هجری) و آثار پراکنده بیرونی (به ویژه آثار الباقیه و التفهیم)

کرجی در ((انبساط المیاه الخفیه)) می نویسد:

((پس همچنانکه آبهای روی زمین قسمتی جاری و قسمتی ساکن هستند، آبهایی که در زیر زمین قرار دارند نیز در بعضی جاها - مانند نهرها - جاری هستند و در بعضی جاهای دیگر - مانند دریا - ساکن و آرامند)) .

امروزه نیز سفره های زیر زمینی را بر ۲ نوع (از جهت حرکت) تقسیم بندی کرده اند:

۱- سفره های ساکن

۲- سفره های متحرک

حرکت آبهای زیر زمینی نیز متغیر و از ۱ تا ۲ متر در روز می رسد .

در ادامه صفحه ۳۹ می گوید: ((گواه بر آنچه گفتیم پیدایش چشمه در بیابان پهناوری است که اطرافش زمین خشک است و جز در ژرفای زیاد آبی در آن یافت نمی شود ...))
اینگونه چشمه ها در بیابانها، منطقه محدود کوچک سر سبزی را ایجاد می کند که (واحه) نامیده می شود . و چنانچه کرجی گفته است منبع آب آنها در عمق زیاد و نیز در حالت تحت فشار (یک سفره زیر زمینی تحت فشار) است .

ابو ریحان بیرونی نیز در این مبحث نظریات جدید و صائبی مطرح می کند . او در آثار الباقیه عامل ترشح در حرکت آبهای زیر زمینی را مطرح می کند (علاوه بر عامل تخلخل) .
و همچنین در التفهیم چنین می گوید :

« و آب به زمین فرو نرود اگر زمین خاره بود و اینکه همی ببینیم از فرو شدن آب بزمین از آنست که زمین به هوا آمیخته است^۱»

که منظور منطقه تهویه است که بالاترین منطقه خاک است و در آن هوا در منافذ خاک وجود دارد.

و همچنین در تحدید نهایات الا ماکن می نویسد :

((جای نهاده شدن خاک به طبع زیر آب است ، به این دلیل که خاک در آب ته نشین می شود و فرو رفتن آب در خاک یا زمین به سبب وجود شکافهایی در یخاک است که از هوا پر شده و آب میل آن دارد که از این هوای موجود میان شکافها فرو تر رود))^۲.

حکیم اسفزاری (دانشمند بزرگ قرن پنجم هجری) می گوید :

((... و اما آبها که بر بسیط مختلف بود ، بعضی از مراکز زمین دور تر بود و بعضی نزدیکتر و اگر این معنی نبودی کاریزها بیرون نتوانستندی آوردن و استنباط کاریز آنگاه ممکن بود که آبی باشد در جوار آن زمین و بعد بسیط آن زمین از مرکز زمین کمتر بود از بعد بسیط آن آب (یعنی سطح زمین پست تر باشد) تا چون کاریزها از روی آن آب بر روی آن زمین راند ، آن گذرگاه موازی آفاق نبود و نشیث به سوی زمین بود تا آن آب اندر رو بتواند رفتن و بدان زمین آید))^۳.

۹- شناسایی مکان و نوع آبهای زیر زمینی (هیدروژئولوژی)

- از آثاری که به طور تخصصی به این فن پرداخته اند می توان از اثر زیر نام برد :^۴

^۱ التفهیم - بیرونی - ص ۵۹

^۲ تحدید النهایات الا ماکن - بیرونی - ص ۲۵

رساله آثار علوی - اسفزاری - تحقیق و تصحیح مدرس رضوی - باب پنجم

در حقیقت فقط همین کتاب را یافته ام .

انباط المیاه الخفیه - تألیف کرجی

این کتاب کاملاً مربوط به همین موضوع است. ولی آثار دیگری نیز وجود دارد که در مورد انواع آبها و به طور پراکنده مطالبی در مورد استخراج آبهای زیر زمینی بحث می کند. برخی از این آثار عبارتند از: ^۱

۱- رساله فی المیاه = رازی (ابوبکر ذکریای رازی)

۲- الفلاحه النبویه = ابن وحشیه

۳- ارشاد الزارعه = ابو نصر هروی

- در باره فن استخراج آبهای زیر زمینی که مسلمین به نام ((انباط المیاه الخفیه)) به آن توجه کرده اند، کرجی متخصص مبرز این فن در کتاب بی بدیل خود " انباط المیاه الخفیه " که فقط به این رشته اختصاص داده است چنین می گوید:

((اما بعد، من حرفه ای را پر فایده تر از استخراج آبهای پنهانی نمی دانم. زیرا به کمک این کار زمین آبادان می گردد و زندگی مردم سامان می پذیرد و سود فراوان بدست می آید. پس این کتاب را با تعریف زمین و کیفیت آفرینش آن و چگونگی وضعش در جهان هستی شروع می کنم)). ^۲

- در مورد مکانهای وجود آبهای زیر زمینی، کرجی در بسیاری موارد نظریات درستی را مطرح می کند.

در صفحه ۴۱ انباط المیاه الخفیه می نویسد:

^۱ البته در مورد بحث انواع آبها در کتابهای چندی نیز مطالبی آمده است نظیر ذخیره خوارزمشاهی اثر جرجانی - آثار علوی تألیف اسفزاری و غیره...- اما زمینه اصلی این کتابها موضوعات دیگری است حاجی خلیفه به ۲ کتاب کرجی و ابن وحشیه در کشف الظنون ستون ۱۷۲ اشاره می کند

^۲ انباط المیاه الخفیه - کرجی - مقدمه

((پس از آنچه بیان شد می گوئیم : کوههای سیاه رنگ و پرنم که دارای سنگهای آمیخته به گل باشند بر وجود ابهای درونی گواهی می دهند ... هر چه سنگ کوه نسبت به خاکش افزون تر و سخت تر باشد آب درونی آن کمتر می شود ...))

این سنگهای آمیخته به گل همان ((آبرفت)) است که امروزه می شناسیم .

متن فوق ، در مورد مخروط افکنه ها مصداق دارد و ما می دانیم که در مخروط افکنه ها ، استعداد تشکیل سفره های آب زیر زمینی فراوان است . مخروط افکنه ها توده های آبرفتی مثلثی شکلی هستند که دریای کوهها تشکیل می شوند و رأس آنها به طرف کوه است . در ادامه می نویسد :

((... و بیشتر سلسله کوههای بهم پیوسته که مسافت زیادی از سطح زمین را پوشانیده اند و در میانشان دره هایی وجود دارد که برفها را تا فصل بهار و تابستان از آب شدن حفظ می کنند دارای هر رنگی که باشند پر آب هستند و اگر فرازشان پهن و مسطح باشد پر آب ترند و اگر گیاهانشان خرم و انبوه باشد و درخت فراوان روی آنها رسته باشند پر آب هستند ...))^۱

توضیح یک نوع از مخازن آب زیر زمینی به نام ((مخازن آبرفتی دره ها)) می باشد . این مخازن در دره های بزرگ تشکیل شده و کم عمقند . منبع آب آنها نفوذ باران و برفی است که در این مناطق می بارد و نیز آب رودخانه هاست .

((زمینهایی که ناکشته بر سطح آنها گیاه فراوان وجود دارد ، دارای آب هستند و این آب در ژرفای کم قرار گرفته ...))

- وجود چنین گیاهانی که اکثراً هرز هستند دلیل وجود سفره های آب زیر زمینی در اعماق کم است که عمدتاً از نوع سفره های آزاد هستند .
در ادامه می گوید :

((... و اگر بر سطح زمین اثر مجاری سیل آشکار باشد و این مجاری به دره کوه و بر جستگیا منتهی شود و سیلابهای آن زمین گریز گاهی نداشته باشد آن زمین دارای آب است))^۱

در اینگونه محیطها که مملو از رسوبات آبرفتی هستند و گاهی کف دره ها را با قطر بسیار زیادی فرا گرفته اند منابع عظیمی از آب زیر زمینی وجود دارد که به نام سفره های آبرفتی نامیده می شوند .

وی سپس به شرح گیاهانی می پردازد که وجود آنها در صورتیکه خود رو باشند دلیل وجود آب است .

البته چنین نظری نمی تواند همیشه صحیح باشد و هر مکان که گیاه خود رو داشته باشد الزاماً آبهای زیر زمینی ندارد و بالعکس نیز صحیح است یعنی هر جا که آب زیر زمینی باشد ، گیاه خود رو حتماً نخواهد روئید.

در این باره گیاهانی را که بر وجود آب گواهی می دهند چنین معرفی می کند:^۲

((خرفه - لوخ - تا جریزی - پونه آبی - ترشک - کرفس آبی - گیاهی شبیه به بنفشه که خوشبوی و خوش طعم است و گرگ تیغ نازک شاخه و راست بالاونی نازک میان پر و گاو زبان و کنگر و فاشرا (ماردارو) و پرسیا و شان و گزنه و شیرین بیان و اکلیل الملک و

^۱ انباط المیاه الخفیه - کرجی - ص ۴۲

^۲ انباط المیاه الخفیه - کرجی - ص ۴۴

علفک که عبارتست از لیف حلفا و درخت بنه و علف بوریا و پنچ انگشت و خار شتر و هویج صحرائی و کلم صحرائی و علف هفت بند ((.

گیاهان فوق از جمله گیاهان هرز یا وحشی می باشند. البته کرجی خود در برخی موارد فوق تردید کرده است چون رویش آنها را تنها در کنار آب جاری یا آب راکد که در ژرفای کم باشد ممکن دانسته است.

نکته ای را که باید به آن توجه کرد آنست که بسیاری از علفهای هرز هرگز به صورت وحشی یافت نشده اند یعنی به صورت خود رو که در زمانی طولانی خود را با محیط اطراف و با دگر گونیهای طبیعی و غیر طبیعی و شرایط مساعد یا بسیار نامساعد وفق دهند. در اسامی گیاهانی که کرجی نام برده بسیاری جزو گیاهان هرز هستند مثل خرفه - تاجریزی - کنگر - شیرین بیان و ترشک - این گیاهان احتمال دارد تحت دخالت انسان به وجود آمده باشند مثلاً در یک محیط کشاورزی .

هر چند خود اشاره کرده است ((خرمی گیاه در سطح زمین نیز بر وجود آب گواهی می دهد. البته به شرط آنکه گیاه کشته و آبیاری نشده باشد)).

ولی باید گفت برخی (نه همه آنها) از گیاهان که او نام برده یا اصلاً به صورت خود رو (وحشی) یافت نشده است که دلالت بر وجود منابع زیر زمینی کند و یا آنکه فقط با دخالت انسان یعنی با کشاورزی و آبیاری به وجود آمده اند.^۱

کرجی در ادامه از ۲ روش ساده یافتن آبهای زیر زمینی سخن می گوید :

^۱ بین دو لفظ وحشی و هرز تفاوت است. هرز گیاهی است که بی مصرف است و ناخواسته در محیط رشد کرده است که ممکن است از مصارف غذایی گیاهان مفید بهره برده. ولی گیاه وحشی آنست که خود رو است و هیچ نیازی به مراقبت یا تغذیه ندارد - در یک محیط دور از فعالیت انسان نیز رشد می کند - پس همه گیاهان هرز وحشی نیستند و گیاهان وحشی نیز هرز نیستند.

((... اگر هنگام صبح به سطح زمین بخار فراوان یا مه یا شبنم دیده شود آن زمین دارای آب است و اگر از جوف دره کوه یا بستر رود واقع شده میان دو کوه صدایی مانند زوزه باد شنیده شود قسمت زیر آن ناحیه در صورتی دارای آب است که بر روی آن زمین گیاه و شبنم دیده شود و اگر چنین نباشد آن صدا ، صدای باد است)) .

- در مورد تاریخ آب یابی زیر زمینی ، باید به ۲ روش اشاره کنیم :



اولین و ساده ترین روش ، شنیدن صدای حرکت آب زیر زمینی است. شکل ۵-۶- وسیله غیگو دومین شیوه به وسیله غیب گویان انجام می شده است. این افراد با بدست گرفتن یک وسیله ساده که از دو تیغه آهنی هلالی شکل ساخته شده بود (شکل ۵-۶-)

در روی زمین راه می رفتند و برخی نقاط را از لحاظ داشتن ابهای زیر زمینی مشخص می کرده اند . البته هر چند برخی به باطل بودن این راه معتقد بودند ولی عجیب آنست که در بیشتر موارد اعمال آنها نتیجه می داده است .

امروزه از روشهای نوینی جهت یافتن آبهای زیر زمینی استفاده می شود که علاوه بر توجه به نشانه های رطوبت و وجود بخار و نم در سطح زمین ، عبارتند از :

۱- دریافت صدای جریان آب با استفاده از دستگاه گیرنده " داگوئین "

۲- روشی که بتازگی مطرح شده است - در این روش که بسیار ساده و آسان است از فرستادن یک موج به داخل زمین و تحلیل امواج انعکاس یافته (پس از برخورد به سفره آب زیر زمینی) توسط یک کامپیوتر تحلیل گر و دستگاه ویژه استفاده می شود .

فرستادن امواج به داخل زمین با نواختن ضربه هایی بر روی یک ورقه آهنی که بر سطح زمین قرار داده است انجام می شود .

این صدا به لایه های زمین منتقل می شود و هر گاه به سفره های آبی برخورد کند بر اثر تکان آب و برخورد با لایه های سنگی ، فرکانسهایی به وجود می آید که می توان بوسیله دستگاه ویژه فرکانسها را در یافت و آنها را به اطلاعات مفید تبدیل کرد .

- در فصول بعد کتاب " انباط المیاه الخفیه " کرجی در باره انواع آبهای زیر زمین و منابع آنها بحث می کند و سه منبع را بر می شمرد :

۱- آب اصلی درون زمین که مقدار و حالتش تقریباً ثابت است .

۲- آبی که از تبدیل شدن هوا به آب در زیر زمین ایجاد میشود (منظور از هوا بخار آب است) .

۳- آبی که از برف و باران مایه می گیرد .

- مبحث بعد در مورد راههای شناختن آبهای سنگین و سبک، رقیق و غلیظ ، شیرین و ناگوار از یکدیگر آمده است که حاوی نظرات و روشهای صائب کرجی درباره تعیین آبهای قابل شرب و نیز طریقه اصلاح آبهای فاسد است .

" قسمتی از آنها نوشنده را دچار اسهال مینماید یا آنکه طبیعت او را قبض می کنند، این آبها بر اثر نوع خاکشان مختلف است - بهترین آبها آبی است که بر مسره سنگینی نکند و به سرعت نفوذ کند و زود سرد و گرم شود ."

لزوم سبک یا سنگین بودن آب آشامیدنی و میزان این کیفیت آب هنوز مورد اختلاف است . برخی بر سبک بودن و بعضی بر سنگین بودن آن اصرار دارند ولی ثابت شده است که اگر

مقدار کلسیم یا منیزیم (عناصری که سنگینی آب را سبب می شوند) در آب آشامیدنی زیاد شود مصرف کننده را علاوه بر عوارض چندی دیگر، دچار اسهال می نماید.^۱

- "رساله فی المیاه" ابو بکر محمد بن زکریای رازی، کتابی است که فقط در مورد اقسام آبها بحث می کند و به ویژه از دیدگاه طبی آنها را بررسی نموده است.

بخشهای این کتاب عبارتند از، آب گوارا، آب دریا - آب برف - آب گرم - آب گوگردی - آب مس دار - آب باران - آبهای ردیه - آب سرد - آب های تب آور - آب خالص - آب چشمه - و اقسام آبها بر حسب بدنها و مزاجهای مختلف و استعمال آن در اقسام بیماریها و صفات آنها و ادویه ای که برای اصلاح آنها برای شرب و طبخ به کاربرده می شوند.

- در کتاب "فلاحه النبطیه" روشهایی برای آب یابی آمده است.

مسعودی در "مروج الذهب" می گوید:

((در کتاب فلاحه دیدم که هر که بخواهد نزدیکی آب را بداند زمین را باندازه سه یا چهار زراع بکند و دیگی مسی یا قدحی سفالین بر گیرد و آنرا از داخل بطور یکنواخت پیه آلود کند و باید دیگ گشاده دهان باشد آنگاه پس از غروب خورشید قطعه پشمی سفید که سپیده و افشان باشد بگیرد و سنگی باندازه یک مرغانه (یعنی تخم مرغ) برگیرد و پشم را چون گوی بر آن سنگ پیچد. سپس اطراف گوی را با موم مذاب اندود کند و آنرا به ته دیگی که روغن یا پیه آلوده کرده بچسباند و دیگ را در حفره وارون کند که پشم معلق ماند و موم آنرا نگهدارد و به سبب سنگ آویخته بماند آنگاه بقدر یک و یا دو ذراع خاک روی ظرف بریزد و بگذارد تا شب بر آن بگذرد و صبحگاه پیش از طلوع خورشید خاک را از آنجا پس کند و ظرف را بر دارد. اگر قطرات آب فراوان و نزدیک به یکدیگر بدیوار

^۱ ر-ک - آب شناسی - دکتر جنیدی - چاپ دانشگاه تهران - ۱۳۳۵

ظرف چسبیده و پشم پر آب است آن محل آب دارد و آب آن نزدیک است و اگر قطرات متفرق باشد نه مجموع و نزدیک و آب پشم میان حال باشد آب نه دور است و نه نزدیک و اگر قطره ها دور از هم چسبیده باشد و آب پشم اندک باشد آب دور است و اگر قطرات آب کم یا زیاد اصلاً در طرف و بر پشم دیده نشود در آنجا آب زیاد نیست و زحمت حفر آن نکشد. در بعضی نسخه های کتاب الفلاحه در همین معنی چنین دیدم که هر که خواهد این نکته بداند بخانه های مورچه بنگرد اگر مورچگان درشت و سیاه و کند رفتار باشند باندازه کندی رفتارشان آب به آنها نزدیک است و اگر مورچگان تندرو باشند که به آنها نتوان رسید آب در عمق چهل ذراع است و آب اولی شیرین و خوش و آب دومی سنگین و شور (۹) می باشد و این جمله نشانه ها برای کسی که خواهد آب برآرد و تفصیل این گفتار را در کتاب اخبار الزمان آورده ایم^۱)).

در ابتدا از کتاب دیگری به نام "ارشاد الزراعه" یاد کردیم. این اثر در سال ۹۲۱ هجری قمری توسط قاسم بن یوسف ابونصر هروری تألیف شده است و یکی از معدود رسائل فارسی در علم کشاورزی است. این کتاب در ۸ بخش به نام "روضه" آمده است و بیشتر در مورد اصول کشت و زرع درختان میوه و گیاهانی که مصارف غذایی دارند و شناخت زندگی آنها پرداخته و در بخشهایی درباره یافتن آبهای زیر زمینی به بحث نشسته است. در ابتدای روضه اول می گوید:

" معرفت آنکه زمین آب نزدیک دارد یا نه زمین را سه گز حفر کند و دیگری روئین بروغن چرب کنند (هر روغن که باشد) و قدری پشم پاک بر شکل گروهه مدور کنند و قدری موم بگذارند و نصفی از این گروهه در این موم گذاخته فرو برند و آن را در اندرون دیگ نهند و چنانکه بدیگ متصل شود پس دیگ را سرنگون در حفره نهند و از خاکی که از آن

^۱ مروج الذهب و معادن الجواهر - ابوالحسن علی بن حسین مسعودی - ج ۱- ۱۲۷ و ۱۲۸

بیرون آید، آن حفره را پر سازند و یکشب بگذارند و روز، پیش از طلوع آفتاب آن دیگ را بیرون آورند، اگر آن پشم پر آب باشد و دیگ نمناک بود دلیل آن است که آب دور بود.^۱ (نوع دیگر) زمین را بکنند و دو گز یا سه گز. پس قدری کلوخ از مغز آن بگیرند و در هاون نرم بسایند و در آب باران آغشته کنند، چندانکه آب از سر آن بگذرد و همچنان بگذارند آب صافی شود و اگر طعم آب بحال خود باشد زمین نیک بود و اگر آب شور شود آن زمین شوره زار بود و هر زمین که خاک او را بوی بد بود صالح زراعت نبود و زمینی که شور بود در آن هیچ درخت نیاید مگر درخت خرما و نی و غیرا.

(نوع دیگر) زمین را مقداری بکنند و همان خاک را در آن حفر کنند اگر خاک از آن حفره زیاد آید آن زمین نیک بود و اگر آن خاک با حفره برابر کند آن زمین میانه بود و اگر از آن حفره کمتر آید آن زمین بد بود...^۲

مؤلف کتاب در ادامه به ذکر انواع خاک و کیفیت زراعت در آنها می پردازد.

در روضه دوم در مورد تاثیر منازل ماه بر آب و هوا و زراعت و در روضه های بعد فقط درباره کاشتن و زراعت غله و درختان میوه و صیفی جات سخن می گوید.

- البته به روشهای یافتن آبهای زیر زمینی و یا زمینهای دارای آبهای زیر زمینی که تا اینجانام بردیم و دانشمندان مسلمان به آنها اشاره کرده اند، نمی توان کاملاً اطمینان داشت هرچند ممکن است در برخی موارد نتایج صحیح بدست دهد و لی روشهایی علمی نیست.

^۱ کلمه دور بود به نظر نزدیک بود صحیح است - در ترجمه دور بود آمده است.

^۲ ارشاد الزراعه - قاسم بن یوسف ابونصری هروی - اهتمام محمد مشیری - انتشارات دانشگاه

- در جدول ۵-۱، تقسیم بندی سازندها از نظر هدایت و نفوذ آب و توانایی ایجاد سفره های آب زیر زمینی آمده است :

نام سازند	هادی	نیمه هادی	غیر هادی
مخلوطی از شن و ماسه	■		
ماسه دانه درشت	■		
ماسه دانه ریز	■		
ماسه خیلی دانه ریز	
ماسه سنگ - بصورت سنگ		-----
بصورت لایه- در میان سنگهای دیگر اغلب دارای شکاف	■		
سنگهای رسی بصورت سنگ			■
در میان لایه های سنگی دیگر	-----	■	■
سنگ نمک بصورت سنگ			■
در میان لایه های سنگی دیگر			■

جدول ۵-۱.

۱۰- چشمه های کف بستری و یا حاشیه ای

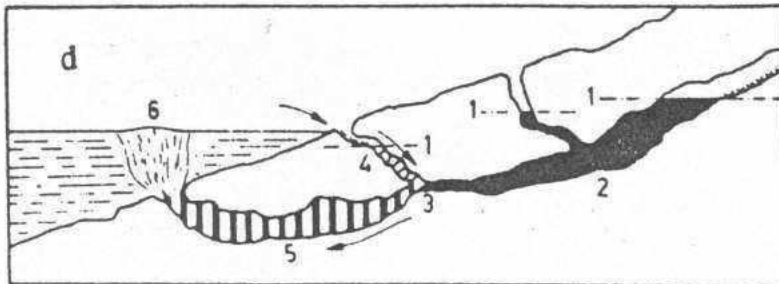
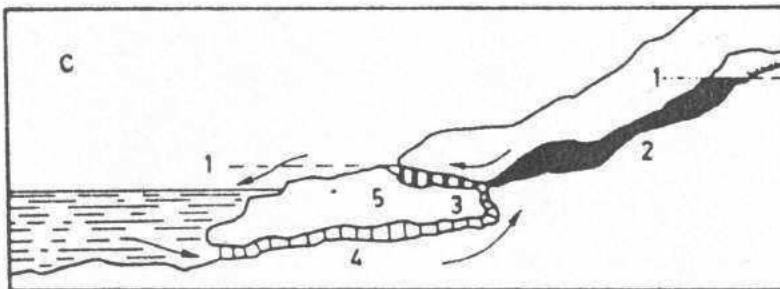
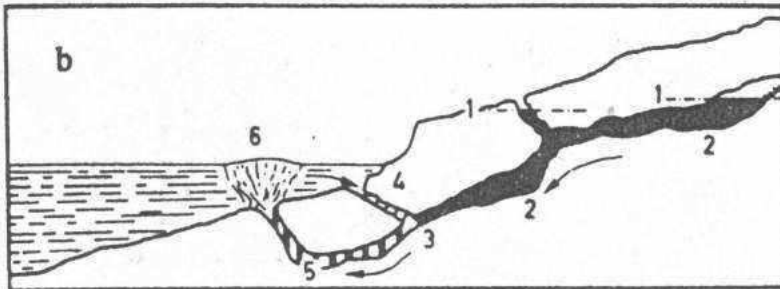
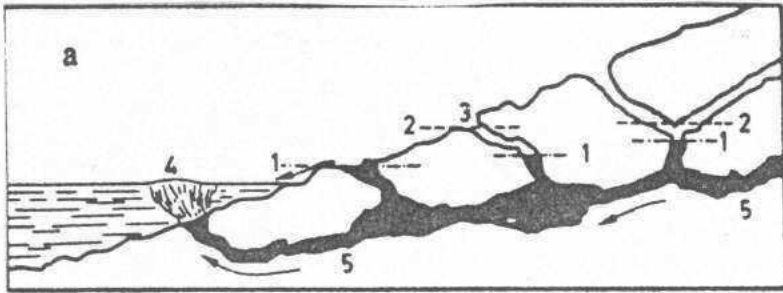
این چشمه ها از انواع چشمه های طبیعی هستند که در طبیعت به طور محدود و معدود وجود دارند. آب این چشمه ها (مثل سایر چشمه های طبیعی) شیرین است و ممکن است املاح معدنی به حد وفور داشته باشد، ولی نکته حائز اهمیت در مورد این چشمه ها ، نزدیکی آنها به دریاها و یا حتی ظهور آب آنها از کف دریاست و چنانکه می دانیم آب دریا شور است. لذا چگونگی پیدایش آنها جالب توجه است .

نخستین کسی که به این چشمه ها اشاره کرده است " کرجی " است. او در کتاب خود " انباط المیاه الخفیه " می نویسد :

" شنیدم که در بعضی از جزایر چشمه های بزرگی وجود دارد که آبشان شیرین است و تردیدی نیست که منبع و منشاء آنها آب دریای محیط بر آن جزایر نیست، زیرا سطح آب دریا از سطح جزیره پائین تر است و آب دریا شور است ولی آب چشمه ها شیرین است. بلکه منبع و منشاء این چشمه ها از مکانهای دور دستی است که سطح آنها از سطح این چشمه ها بلندتر است و برفهایی که نام بردیم، بر اثر تابش خورشید آب می شوند و در فصلهای تابستان و زمستان از قسمت زیرین جاری می شوند.^۱

این استدلالات کرجی کاملاً صحیح است و همان است که امروز مشخص شده است. اشکال زبانی به توضیح دهنده این پدیده است :

^۱ انباط المیاه الخفیه - کرجی - فصل اول



شکل ۵-۷. انواع مختلف چشمه های زیر دریایی

۱۱- جزر و مد

در مورد جزر و مد باید گفت این پدیده هر چند بعد از امواج دومین رویداد دریاها بود که شناخته شد ولی علت آن به طور کامل تا زمان نیوتن، توضیح داده نشد. دانشمندان مسلمان فقط به اینکه این پدیده تحت تأثیر ماه است اشاره کردند ولی در هیچ جایی به موضوع ((جاذبه ماه)) که علت حقیقی و عمده جزر و مد است بر نمی خوریم.^۱

حتی پیش از اواخر قرن سوم و اوایل قرن چهارم برخی دانشمندان مسلمان که به توضیح این پدیده پرداخته اند دچار اشتباه شده اند. سپس افرادی چون بیرونی و کرجی، اخوان صفا، و دیگران به این پدیده توجه کردند.

در آثار ایشان، نگرش ژرف و محققانه ایشان را در این زمینه می بینیم. ایشان حتی به شدت و ضعف این پدیده که علت آن قرص کامل و هلالی شدن ماه و یا به طرز گرفتن ماه و زمین و خورشید در فضا نسبت به هم مربوط می شد، اشاره کرده اند.

اصولاً در این پدیده ۳ عامل زیر موثر است:

۱- شکل ماه (وضع اهله آن)

۲- وضع فلکی زمین - ماه و خورشید .

۳- شکل بستر دریا یا خلیج

دانشمندان اسلامی به هر سه این عوامل اشاره کرده اند .

^۱ یک نکته ضروری است ذکر شود و آن اینست که در برخی آثار دانشمندان مسلمان و در برخی زمینه ها که ایشان به تحقیق پرداخته اند اعتقاد به نوعی جاذبه یا میل به کشش در زمین وجود دارد مثلاً در مورد بیان علت فرو رفتن آب نزولات جوی در زمین، یا علت بیرون آمدن آب از کاریزها و قنوات، این نشانه ها را می بینیم اما تا زمان نیوتن از نیروی جاذبه زمین نامی برده نشده است .

در مورد تاثیر شکل بستر دریا یا خلیج متذکر شده اند که جزر و مد دریاهاى وسیع ضعیف است در حالیکه در خلیجهای تنگ و باریک شدید است .

مسعودی (قرن ۳ و ۴ هجری) در مروج الذهب و معادن الجواهر درباره جزر و مد و علت آن می گوید:

" مد یعنی آب به طبیعت خود پیش رود و بر آید و جزر یعنی آب باز گردد و از آنجا که پیش رفته پس نشیند، دریاها ۳ گونه است : از آنجمله دریاهاست که در آنجا جزر و مد باشد و آشکارا رخ دهد . بعضی هست که جزر و مد آن نمایان شود و اندک و پوشیده باشد، دریاها نیز هست که جزر و مد ندارد، دریاهایی که جزر و مد ندارد جزو مد آن به سه علت رخ نمی دهد و بر ۳ گونه است ؛ نخست دریاهاست که مدتی آب در آن بماند و غلیظ شود و مایه نمکش نیرو گیرد و بادها در آن تکوین شود، قسم دوم که از مدار قمر و حدود نفوذ آن بسیار دور باشد و جزر و مد در آن نباشد .

قسم سوم دریاهاست که زمین آن تخلخل بسیار دارد زیرا وقتی زمین دریا متخلخل بود آب از آنجا ها به دریاهاى دیگر نفوذ کند و تخلخل یا بد و بادها که در زمین آن است پیایى رها شود و بادخیز شود و بیشتر سواحل دریاها و جزیره ها چنین باشد.

کسان را در باره علت مد و جزر اختلاف است . بعضی بر آنند که این از ماه است که ماه از جنس آب است و آنرا گرم کند تا منبسط شود و این را به آتش همانند که آب دیگ را گرم کند و بجوش آورد . گاه باشد که آب باندازه نصف یا دو ثلث دیگ باشد و چون بجوش آید در دیگ انبساط یابد و بالا آید و بهم خورد تا بسر رود و مقدار آن بطور محسوس دو برابر شود و وزن آن کاهش پذیرد زیرا از لوازم حرارت است که اجسام را منبسط کند و از لوازم برودت است که اجسام را بهم بر آرد و چنان است که قعر دریاها گرم شود و درزمین آن تفتیدگی افتد و استحاله پذیرد و چون چاههای آب و فاضل آب گرمی گیرد و چون آب

گرم شد منبسط شود و چون منبسط شد فزون شود و چون فزون شد بر آید و هر قسمت آن قسمت‌های دیگر را دفع کند و بسطح آید و از قمر دوری گیرد و بیشتر از گودال خود جا خواهد و چون ماه پر شود فضا بشدت گرم شود و فزونی آب عیان شود و این را مد ماهانه گویند .

گروه دیگر گفته اند اگر جزر و مد همانند آتش بود که چون آب دیگ را گرم و منبسط کند جای بیشتر خواهد و سر ریز شود و چون قعر بی آب ماند . آبی که خارج شده با قفضای طبع به جانب عمق زمین گراید و بناچار باز گردد، چون آب جوشان دیگ و کتری که از گرمای مستمر آتش سر ریز شود اگر چنین بود طبعاً در آفتاب گرمتر می بود و اگر خورشید علت توانست شد می بایست مد با بر آمدن آفتاب آغاز شود و با غروب آن جزر شروع شود. اینان پنداشته اند که جزر و مد دریاها از بخارها نیست که از دل زمین تولید می شود و تولید آن همچنان دوام می یابد تا غلیظ شود و فزونی گیرد و بسبب غلظت ، آب دریا را دفع کند و همچنان دوام یابد تا مایه آن از پایین کاهش گیرد و چون مایه آن کاهش گرفت به قعر دریا باز گردد و علت جزر چنین باشد و مد به شب و روز و زمستان و تابستان در غیبت و طلوع ماه و نیز در غیبت و طلوع خورشید رخ دهد گویند و این محسوس است که وقتی جزر به پایان رسید مد آغاز می شود و چون مد بسر رسید جزر آغاز می شود زیرا توالد بخارها پایان نمی گیرد و وقتی بخارها بیرون شود بخارهای دیگر بجای آن تولید می شود ، بهمین جهت وقتی آب دریا باز گردد و بقعر رود تماس آب با قعر دریا این بخارها تولید شود و پیوسته چنین باشد که چون آب به قعر رود بخار تولید شود و چون بر آید کم شود. گروهی دیگر از اهل دیانتها بر آن رفته اند که هر چه را در طبیعت علت و برهانی شناخته نباشد کار خداست و دلیل توحید و حکمت خدا عز و جل است و مد و جزر را در طبیعت علت و برهان نیست و دیگران گفته اند هیجان آب دریا

همانند هیجان بعضی مزاجهاست که می بیند مزاج دموی و صفرآوری و غیره بطبع تهییج می شود و بسکون می گراید که پیاپی مایه ای بدان می رسد و چون نیرو گرفت متهیج شود باز بتدریج سکون یابد و باز از سرگیرد. گروهی دیگر همه آنچه را گفتیم باطل شمرده و گفته اند: هوای بالای دریا پیوسته با آب مبدل می شود و چون بآب مبدل شود آب دریا فزون شود و بالا آید و بالا آمدن آب دریا همان مد است، وقتی مد رخ داد آب تغییر پذیرد و تنفس کند و به هوا مبدل شود و چنان شود که بود این جزر است و این دائم و مستمر و متعاقب است که آب تبدیل به هوا می شود و هوا تبدیل به آب می شود گویند و تواند بود که این بهنگام پر شدن ماه بیشتر باشد زیرا وقتی ماه پر شود هوا بیشتر از معمول بآب مبدل شود. در حقیقت ماهتاب علت فزونی مد است نه علت اصلی آن زیرا تواند که مد باشد و ماه در محاق باشد چنانچه مد و جزر دریای فارس غالباً هنگام سحرگاهان است.^۱

در این متن مسعودی نظرات متفاوت درباره علل جزر و مد را آورده است که نظریه صحیح همان علت وجود ماه است، البته جاذبه ماه است نه علت دیگر. پر بودن منظور حالت کامل ماه (بدر) است که در این زمان چنانکه مسعودی گفته جزر و مد شدیدترین حالت را دارد.

یک نکته جالب در مورد جزر و مد که در همین اواخر کشف شده است آنست که این پدیده در اثر اصطکاکی که با کف حوزه های اقیانوس پیدا می کند بسان ترمزی عمل کرده و

^۱ در مورد تاثیر ماه بر زمین و موجودات روی زمین مطالعات فراوانی صورت گرفته و حقایق شگفت انیگزی آشکار شده است، در تولد و زایمان (گویا در انقباض رحم نقش دارد) در قاعدگی زنان و تاثیر ماه بر روحيات انسان - از این جمله است .

بر روی حرکت وضعی زمین اثر منفی می گذارد و به طور مداوم این حرکت را کند و کندتر می کند. البته این کند شدن بسیار بسیار ناچیز است.^۱

ستاره شناسان در ۳ قرن متاخر دریافته اند که طول شبانه روز در هر قرن به اندازه ۰/۰۰۲ ثانیه افزایش می یابد و به این ترتیب ظرف صدها میلیون سال بعد حرکت وضعی زمین به صفر خواهد رسید و دیگر شبانه روزی به وجود نخواهد آمد. نیمی از زمین همیشه روز و نیم دیگر همیشه شب خواهد بود.

یک شاهد برای صدق این فرضیه، دانستن این موضوع است که در میلیونها سال پیش طول زمانی شبانه روز کوتاه تر بوده است، یعنی حرکت وضعی زمین سریعتر از امروز انجام می شده است.

در زمان کامبرین یک سال زمین ۴۴۴ شبانه روز ۲۱ ساعته بوده است و در زمان دونین یعنی حدود ۳۵۰ میلیون سال پیش ۴۱۰ شبانه روز و در پرمین (۲۸۰ میلیون سال پیش) یک سال ۳۹۰ شبانه روز بوده است.

اکنون چنانکه می دانیم یک سال تقریباً ۳۶۵ روز می باشد.

این ارقام با پژوهشهایی بر روی صدفهای خوراکی و مرجانها و نیز سایر موجوداتی که در هر سال یک لایه جدید میکروسکوپی می سازند و مطالعه رشد روزانه حلقه های بعضی از سنگواره های خوب حفظ شده و در نتیجه تعیین تعداد روزهای سال بدست آمده است.

۱- شدیدترین کشندها در خلیج های انقباضی و دریاهاى کم عمق (مانند دریای برینگ و آخوتسک) روی میدهند.

- شدت مد (و به تبع آن جزر) به موقعیت ماه و خورشید نسبت به زمین هم بستگی دارد. خورشید نیز بر اساس جاذبه ای که بر زمین اعمال می کند باعث مد می شود، ولی به سبب دوربودن از زمین ، شدت این نیرو ، حتی کمتر از نصف نیروی موثر از سوی ماه می باشد. در طول یک ماه ۳ نوع جزر و مد روی می دهد :

۱- جزرو مد عادی یا متوسط

۲- جزرو مد خورشیدی یا بهاری

۳- جزرو مد حد اقل

- جزر و مد خورشیدی : در طول یک ماه (یعنی زمان یک دور کامل گردش ماه به گرد زمین)

دو بار خورشید در امتداد زمین و ماه قرار می گیرد و در این دو هنگام ، جزر و مد به سبب شدت نیروی جاذبه بر زمین که از سوی ماه و خورشید هر دو انجام می گیرد شدیدتر است و حدود ۲۰٪ بیشتر از جزرو مدهای عادی یا متوسط است. این ۲ مرتبه در زمانهای اول ماه و نیز در روز ۱۴ ماه یعنی در حالت بدر ماه است .

- جزرو مد حداقل : وقتی رخ می دهد که ماه و خورشید نسبت به زمین در حالت عمود قرار می گیرند . در این حالت نیروی جاذبه خورشیدی از میزان جزرو مدی که توسط ماه ایجاد شده اندکی می کاهد، در نتیجه جزرو مدی که ایجاد می شود کمتر از وقتی است که خورشید هیچ تاثیری ندارد .

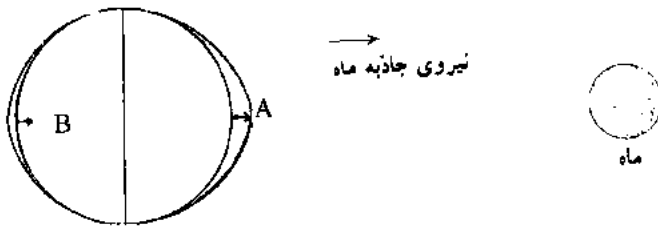
جزرو مد عادی وقتی ایجاد می شود که هیچیک از دو حالت نامبرده در بالا روی ندهد.

نکته ای که باید در مورد جزرو مد توضیح داده شود آنست که علاوه بر آنها ، خشکیها نیز تحت تاثیر این نیروی جاذبه از سوی ماه (و به مقداری خیلی کمتر از سوی خورشید)

جزرو مد می یابند که از آن به عنوان جزرو مد خشکی یاد میشود. این تغییر در خشکی ها به حدود ۲۰ سانتیمتر می رسد .

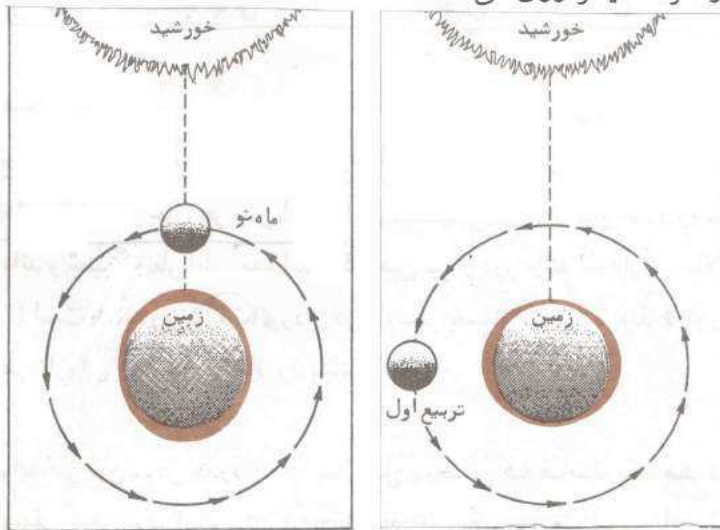
این مقدار و حتی مقادیر بسیار کمتر از این (یک در یک بیلیون) نیز بوسیله دستگاههای پیشرفته امروزی قابل اندازه گیری است .

توضیح این نکته ساده است ، قدرت کشش ماه در طرف دیگر زمین به سبب دور بودن فاصله کمتر است و کمترین میزان نیروی جاذبه ماه مربوط به نقطه پشت به ماه است . طول پیکانهای B,A در شکل زیر بیانگر این موضوع است. طول آنها فقط میزان قدرت جاذبه ماه را نشان میدهد، چون نیروی B ضعیفتر از نیروی نقاط دیگر زمین است ، باعث کشش جسم جامد زمین به خارج از اقیانوس در طرف دور می گردد و این موضوع سبب مد در آن قسمت می شود .



شکل ۵-۸ - در جزر و دو مد بطور همزمان در دو سوی مخالف

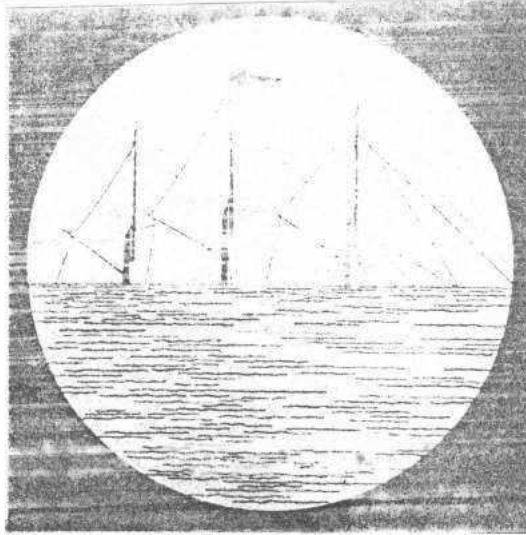
تفاوت نیروی گرانی ماه بین طرف دور و مرکز زمین ، درست همانند تفاوت نیرو بین مرکز و طرف نزدیک است و به همین سبب ارتفاع مد در دو طرف یکسان است . چون نیروی A بیشتر از نیروی B است باعث کشش اقیانوس به خارج از جسم جامد زمین می شود و به همین علت مد در طرف دیگر روی می دهد .



شکل ۵-۹- شدت مد به موقعیت ماه و خورشید نسبت به زمین هم بستگی دارد.

۱۲- شکل زمین :

احتمالاً متفکران یونانی اولین کسانی بوده اند که به کرویت زمین پی برده اند. ارسطو دلیل خود را بر کرویت زمین چنین ارائه می دهد که اگر یک کشتی بر روی دریا از ساحل دور شود به تدریج ابتدا پائین ترین قسمت کشتی و سپس قسمت های بالایی آن از نظرها ناپدید می شود و همچنین است اگر سوار بر کشتی از ساحل دور شویم ابتدا ساحل و سپس درختان آن از نظرها ناپدید می شوند. هنگام نزدیک شدن به ساحل نیز چنین است. ابتدا رتوس درختان آن و سپس ساحل دیده می شود. پس زمین گرد و کروی است.



شکل ۵-۱۰- وقتی به یک کشتی در فاصله دور نگاه می‌کنیم به نظر می‌رسد در حال فرو رفتن در آب است.

دلایل دیگر عبارتند از: شکل سایه زمین بر هنگام خسوف بر روی ماه - تغییر در مشاهده تعداد ستارگان وقتی که بر روی زمین سیر می‌شود.

دانشمندان مسلمان تقریباً بطور اتفاق بر کرویت زمین معتقد بوده‌اند.^۱

در این مورد باید اضافه کرد این رأی بر اساس تحقیقات و پژوهشهای بسیاری بویژه توسط جغرافی دانان مسلمان پایه گرفت. تهیه نقشه‌های بسیاری از مناطق زمین توسط مسلمین مؤید این موضوع است و هر چند این نقشه‌ها نواقص زیادی دارد.

از مهمترین جغرافی دانان مسلمان که به این زمینه پرداخته‌اند می‌توان از این افراد نام برد.

- ۱- ابن حوقل - قرن دوم هجری
- ۲- مسعودی - قرن سوم و چهارم

^۱ البته امروزه می‌دانیم که زمین کره کامل نیست بلکه به میزان اندک متمایل به بیضوی است و این مطلب با توجه به تفاوت در اندازه‌های قطر استوایی و قطر قطبی و محیط استوایی و محیط قطبی معلوم می‌شود (رجوع کنید به مبحث " رابطه زمین شناسی با نجوم")

۳- بتانی در قرن سوم هجری

۴- بیرونی - قرن ۵و۴

۵- ابوالقاسم عبد الله بن عبدالله بن خرداد به - قرن دوم و سوم ۶- ادریسی - قرن ۵

۷- اصطخری - قرن سوم و چهارم هجری ۸- یاقوت حموی - قرن ۷

۹- ابن بطوطه - قرن ۸ ۱۰- ابن خلدون - قرن ۹

ابن خرداد به (در گذشته به سال ۲۷۱ هجری قمری) می گوید: " زمین چون کره مدوری است و در جوف فلک ، چون قرار گرفتن زرده تخم مرغ واقع شده است ...^۱ البته اگر منظور از واقع شدن در جوف فلک ، مرکزیت زمین در عالم است نظریه باطلی است و مقیاس زرده تخم مرغ از نظر اندازه صحیح نیست .

بیرونی می نویسد: " زمین بجمله گرد است و بتفضیل درشت روی است از جهت کوههای بیرون خزیده و نشیهای فرو رفته و چون قیاس وحس بر جمله او افتد از گردی بیرون نیاید، زیرا که بزرگترین کوهی سخت خرد است بنزدیک جمله زمین ."

" ابن رسته در کتاب " الاعلاق النفیسه " می گوید: علما درباره اینکه زمین با تمام اجزایش اعم از خشکی و دریا کروی است اتفاق نظر دارند ...^۲

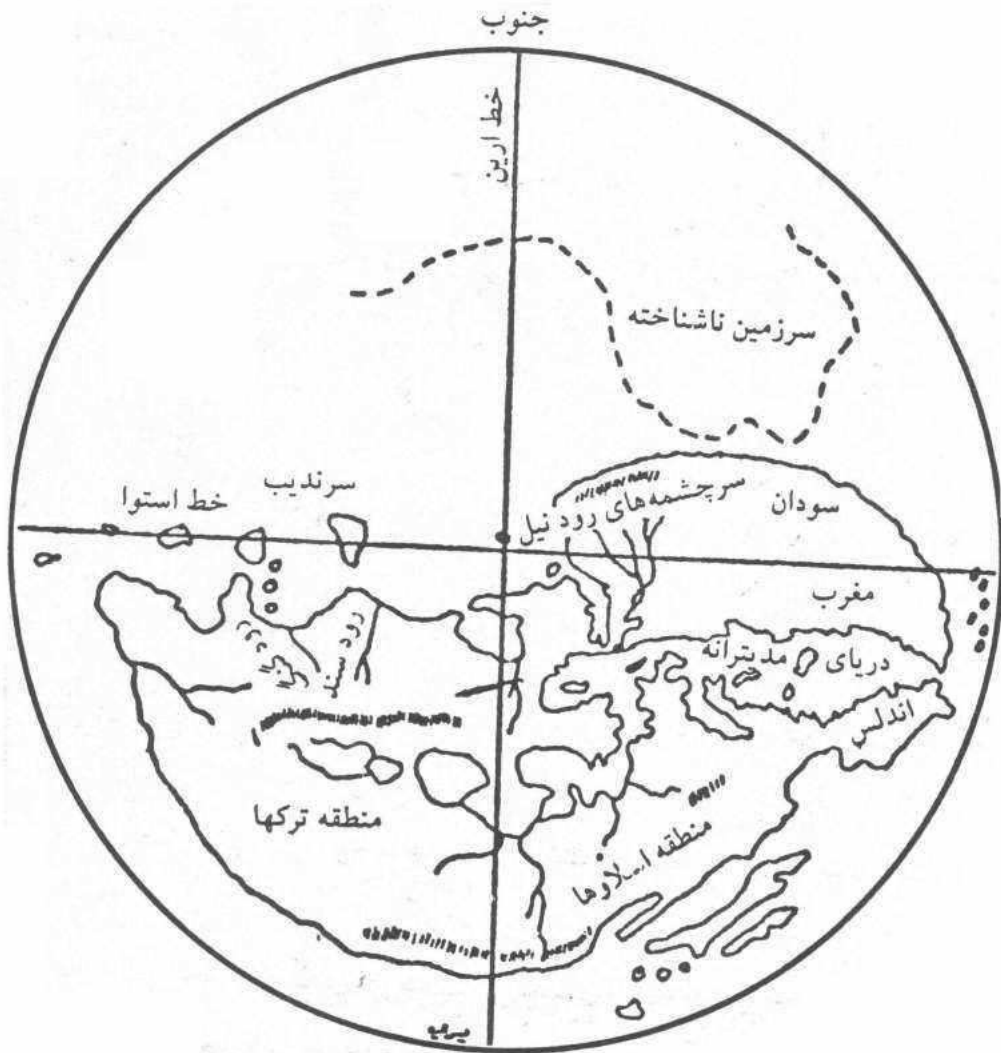
در مورد نقشه هایی که از زمین طرح شده بود نقشه های مسلمانان بهترین و دقیق ترین بوده است (هر چند چنانکه گفته آمد خالی از نواقص نبود) .

در مورد تقسیمات زمین کروی ، بسیاری از دانشمندان مسلمان ، طریقه یونانیان را به کار گرفتند (تقسیم زمین به دو نیم کره مساوی و ۴ ربع مساوی و دانستن یک ربع مسکون و ۷ دریا و ۷ اقلیم) .

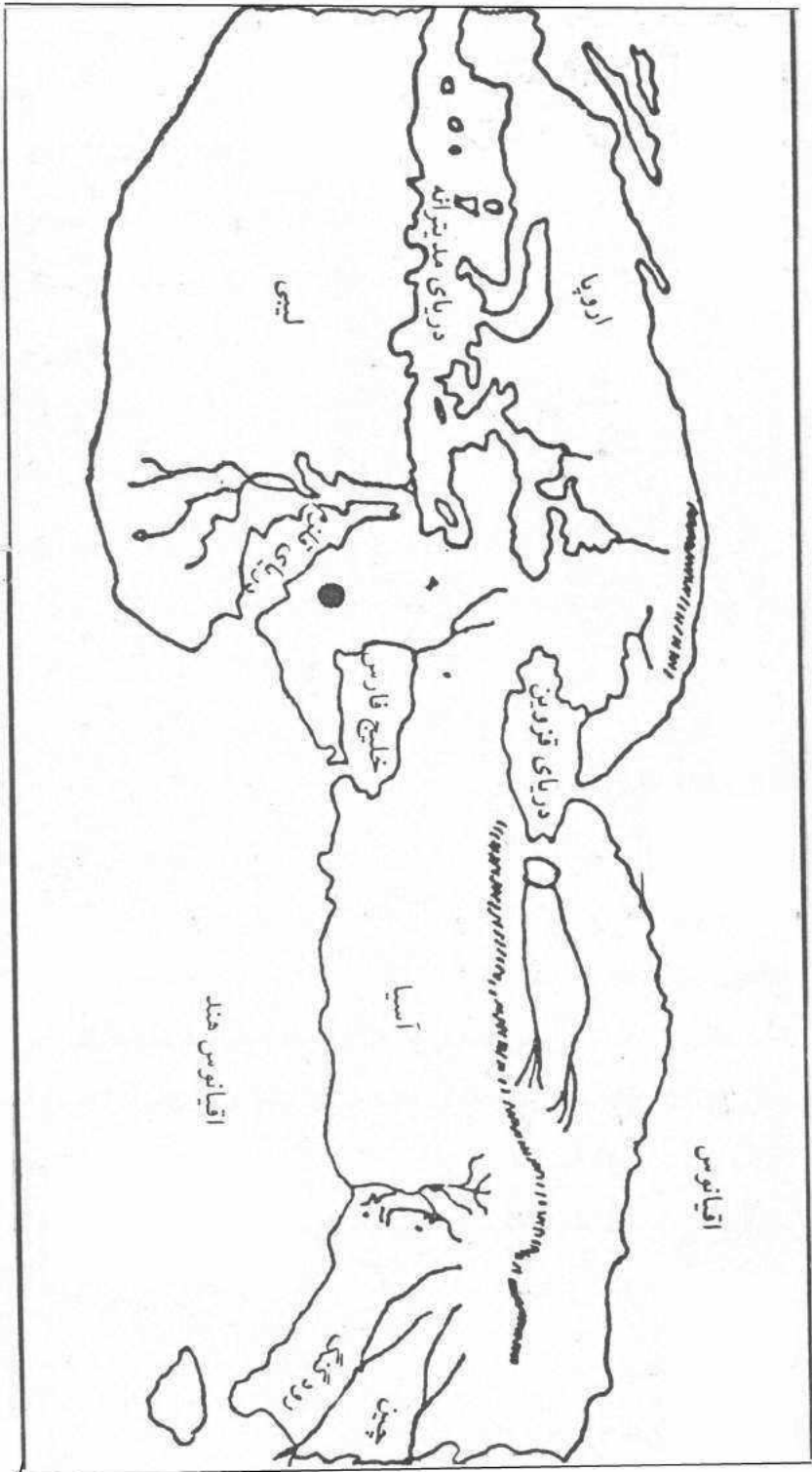
۱ تاریخ فلسفه در جهان اسلامی - ص ۳۶۵

۲ الاعلاق النفیسه - ابن رسته - ترجمه دکتر قره چانلو

در موارد معدودی شاهد هستیم که این تقسیمات رعایت نمی شود و مهمترین و صحیح ترین آنها، نظر بیرونی در مورد رد مملو بودن نیمکره جنوبی از آب است.



شکل ۵-۱۱- نقشه مسعودی



شکل ۵-۱۲ - نقشه جهانی

۱۳- ساختمان و جنس زمین :

- در مورد شناختن جنس و ساختمان زمین ، مطالب صائب و درست چندان به چشم نمی خورد. هر چند مسلمین این افتخار را دارند که اولین پژوهشهای علمی را برای دریافتن مبهمات آن آغاز کرده اند و حتی در فهرست آثار علمی دانشمندان مسلمان یک یا چند اثر را می توانیم بیابیم که فقط در این نگارش یافته اند و زمینه بحث آن محدود به این مساله است و این گذشته از مطالب پراکنده در آثار گوناگون است .

از مهمترین آن تالیفات ، کتابی است از ابوبکر زکریای رازی به نام " رساله فی البحث عن الارض الطبیعه هی طین ام الحجر " رازی در این کتاب چنانکه از نامش پیداست در چیستی زمین بحث می کند که آیا از گل نرم است یا از سنگ سخت . همچنین کتابی دیگر به نام " فی ان مرکز الارض ینبوع البرد " دارد که در مورد حالت و چگونگی مرکز و درون زمین به بحث پرداخته است و اینکه در درون زمین سرما وجود دارد را به عنوان یک نظریه مطرح ساخته است .

ابن سینا در مورد زمین چنین تعریفی آورده است : جسمی است بسیط ، طبعاً سرد خشک و به جانب مرکز در حرکت است و به سوی آن فرود می آید .^۱

چنانکه ملاحظه می شود این دو دانشمند بزرگ درون زمین را سرد می دانند .

همچنین خاک بودن اصل کره زمین مورد قبول بسیاری از دانشمندان مسلمان بوده است .

ابن سینا در شفا و اسفزاری در رساله آثار علوی به این موضوع اشاره کرده اند .

ابوالحسن بهمنیار (قرن پنجم هجری) شاگرد معروف ابن سینا در کتاب التحصیل می گوید :

^۱ البته ابن سینا به سکون زمین معتقد است و این تعریف نمی تواند برای حرکت زمین صدق کند .

((و همچنین باطن زمین نزدیک بود بدین صفت (خالص بودن) و بدان که زمین منقسم است به ۳ طبقه ، یک طبقه را میل زی صرفیت بود و طبقه دو مختلط بود زی مائیت و ارضیت و طبقه سوم منکشف بود از آب و آن حرارت آفتاب خشک کرده بود و این کوه و بیابان بودو آب را مکانی (دیگر) کلی نبود جز از دریا...)).

به نظر بهمنیار ، ابتدا روی زمین را همه جا آب فرا گرفته بود و سپس فقط تحت تاثیر تابش خورشید مناطقی خشک شدند و آب آنها تبخیر شد .

البته این نظر صحت ندارد و تنها یک عامل آنهم حرارت خورشید نمی تواند باعث پیدایی خشکیها از تبخیر آبهای سطح زمین به طور کامل گردد .

مسعودی محقق قرن ۳ و ۴ هجری در کتاب التنبیه والاشراف^۱ درباره ساختمان زمین می نویسد :

" زمین از چهار گوهر است شن و گل و سنگ و املاح، داخل آن طبقه هاست که هوا در آن نفوذ می کند. آب نیز در زمین چون خون در تن جریان دارد آبی که هوا بر آن غالب باشد گواراتر و نوشیدنی است و آبی که هوا بدان نرسد و املاح شوره های بر آن چیره شود شور و تلخ است . خدا عزو جل زمین را بالا و پست کرده و بر جستگیا نهاده و بعضی را دشت کرده از جمله بر جستگیا کوههای بلند است که سود آن عیان است که سیل از آنجا به قوت فرود آید و به نیروی جریان به زمینهای دور دست رسد و هم برف بر آن آید و تاهنگامیکه آب باران قطع شود محفوظ ماند. آنگاه خورشید آنرا آب کند و آب آن بجای باران باشد و تپه ها و کوههای زمین را هم آورنده باشد که از زیر و از دره های آن روان شود.

^۱ جام جهان نما (ترجمه التحصیل بهمنیار) به اهتمام عبد الله نورانی و محمد تقی دانش پژوه -

افضل الدین محمد کاشانی عارف و دانشمند قرن ۶ و ۷ هجری در این باره در کتاب مصنفات خود می نویسد: ((همه طبقاتشان مرتب و مهندم در یکدیگر و آخر هر طبقه به اول طبقه ای متصل ، انتهای زمین به ابتدای آب متصل و انتهای آب به ابتدای هوا و انتهای هوا به ابتدای آتش و انتهای آتش به ابتدای سپهر ...))

وی برای جهان از فلک الافلاک تا مرکز زمین ۱۱ طبقه در نظر گرفته است ((هر طبقه از او بطبقه فرود او محیط تا مرکز زمین یازده طبقه است و اگر آب و زمین را یک طبقه گیرند و هوا و آتش را یک طبقه و طبع اطباق سمائی بطبع اجسام عنصری بماند و درو اختران فروزنده درکواکب رخشان در کوزند طبقه زیرین آسمانها فلک الافلاک و مکان الاماکن و فرود او فلک اختران ثابت و فرود اختران ثابت فلک زحل و پس فلک مشتری و پس فلک مریخ و پس فلک خورشید و پس فلک زهره و پس فلک عطارد و پس فلک ماه و فرود فلک ماه کره اثیر و پس کره هوا و پس کره آب و خاک و آنگه بر فلک ماه کوكبى دیگر نیست .))

شمس الدین محمد دمشقی دانشمند قرن هفتم هجری درباره طبقات زمین می گوید: ((پیشینیان گفته اند نزدیکترین عقیده به ذهن ما دریاه لایه های زمین آن است که زمین سه طبقه دارد بدین ترتیب که طبقه نخست خاک صرف است و آن مرکز زمین و اطراف آن است و تاثیرات آسمان را بر آن نفوذی نیست و اگر هم نفوذی باشد به حساب نمی آید . طبقه دیگر با آب آمیخته شده است و خاک خالص نیست و بر روی طبقه زیرین قرار گرفته است و به همین جهت به صورت گل دیده می شود. طبقه آخر همان است که در برابر پرتو خورشید قرار دارد و آنرا خورشید با نور خود خشک گردانیده و قسمتی دیگرش نیز زیر آب است. (نخبة الدهر فی عجایب البر و البحر شمس الدین محمد دمشقی) .

جنس زمین بر اساس پژوهشهای جدید مشابه جنس سیارکها و شهاب سنگهایی می باشد که گاهی از جو زمین عبور کرده و بر روی زمین سقوط می کنند .

در حقیقت تعیین جنس مواد درونی زمین نیز بر اساس مطالعه همین شهابسنگها و نیز تحقیقات ژئوفیزیکی صورت گرفته است. اولین کسی که در مورد جنس این شهابسنگها اظهار نظر کرده است ابن سینا می باشد هر چند اشاره ای به رابطه میان آنها و جنس زمین نکرده است .

او در کتاب شفا، سنگهای ساقطه ای را که گاهی وزن آنها به حدود ۱۵۰ من می رسد و جنس آنها بیشتر از آهن است ، همان شهابهای آسمانی معرفی می کند که البته کاملاً صحیح است .

امروزه مشخص شده است که جنس آنها عمدتاً از آهن و نیکل است. لذا حدس زده شده که مواد هسته درونی زمین نیز از این مواد باشد .

در مورد شهاب برخی دانشمندان دیگر مسلمان نیز در کتابهای گوناگون نظر داده و بسیاری از ایشان ، شهاب رابخار و دودی می دانند که از مواد چرب و روغن آکنده شده و از زمین بلند می شود تا به کره آتش برسد و هنگامی که هنوز اتصال آن از زمین قطع نشده سقوط کرده و مشتعل می گردد.

و چنانچه می دانیم این نظریات باطل است .^۱

نکته ای را که باید در اینجا شرح دهیم آنست که بسیاری از حکما و دانشمندان مسلمان مورداً مجموعه ای از درات ریز دانسته اند که خود این ذرات باعث گرمی و حرارت می شود . لذا مثلاً از خورشید نام می برند بیشتر نه در همه موارد او را با صفت نورانی مشخص می کنند نه با صفتی مثل بر حرارت و یا داغ روی این اصل ما به اهمیت خورشید برای زمین در تألیفات اسلامی بر نمی خوریم این خورشید نیست که حرارت دارد بلکه نور آنست که باعث گرمی زمین می شود در باره ماه نیز به این موضوع اشاره کرده اند که ماه نورش از خودش نیست بلکه آتراً از خورشید می گیرد — ابن سینا در تعریف ماه ذات او را مشابه به سیاهی می داند و نیز حواجه نصیر الدین طوسی در کتاب جرمی الثیرین و بعدیها گفته است که نور ماه از خورشید است — برخی از دانشمندان یونانی نیز بر این موضوع متضد بوده اند نظیر ارسطرخس و سهروردی محمد حکمت اشراق در قرن ۶ هجری در کتاب حکمت اشراق می گوید : و حرکت آنها به سوی جایگاه طبیعی خود و انفجار آنها از چشمه سارها از جهت بظواهری بود که در دل زمین زندانی شده است و همچنین زلزله ها سبب بخارها همان بود که پیش از این بیان شد پس سبب نخستین همه حرکات در عالم نور بود .

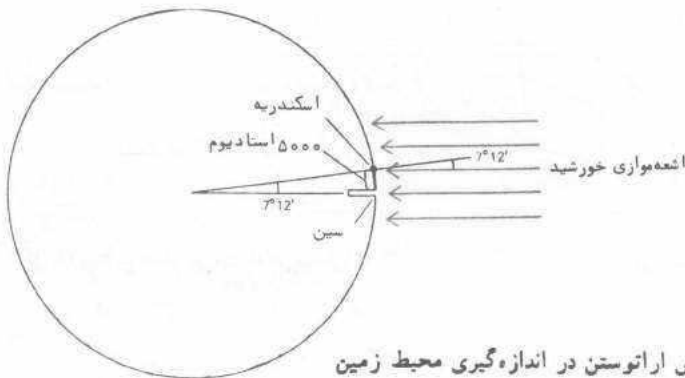
۱۴- ابعاد زمین

در قسمت‌های پیشین روش بیرونی را در تعیین محیط زمین آورده ایم ، علاوه بر این ، روش دیگر برای تعیین محیط زمین وجود دارد که روش برادران شاکر خراسانی می باشد. یکی از نخستین کارهای سه برادر بنوموسی ((به ترتیب سن عبارت بودند از محمد ، احمد ، حسن (قرن سوم هجری)) که به فرمان مأمون به اجرا در آمد، بررسی دقیق موضوع کروی بودن و محاسبه مقدار پیرامون زمین است. برای انجام دادن این برنامه محمد به همراهی گروهی از ستاره شناسان به دشت " السنجار" واقع در شمال عراق رفتند و نقطه ای را به عنوان اساس شروع اولیه محاسبات خود قرار دادند و از آنجا ارتفاع ستاره قطبی را اندازه گرفتند. سپس به طرف شمال و به خط مستقیم حرکت کردند و به این راهپیمایی ادامه دادند. این گروه با استفاده از یک طناب و میخهای چوبی بلند که برای اندازه گیری و نشانه گذاری به کار میبردند کار خود را شروع کردند و راه خود را به خط مستقیم تا نقطه ای ادامه دادند که رویت ارتفاع ستاره قطبی به میزان یک درجه افزایش پیدا کرد. سپس همین عمل را از محل شروع اولیه به سمت جنوب ادامه دادند تا به شهر کوفه رسیدند و اندازه گیری و رصد های مشابهی را مکرراً و با دقت بیشتر در آنجا به عمل آوردند. نتیجه کاری که این گروه محاسبه و استخراج کردند برابر با ۶۶ مایل برای طول یک درجه از مدار بود که در نتیجه محیط زمین برابر با ۳۸۴۰۰ کیلومتر محاسبه شد در حالی که امروزه مقدار آن ۴۰۰۰۰ کیلومتر محاسبه شده است.^۱

^۱ کتاب ابتکارات خارق العاده مکانیکی یا الحیل از احمد بن موسی بن شاکر خراسانی - دونالد-

از دیگر روشهای دقیقی که در مورد تعیین محیط بکارگرفته شده طریقه "اراتوستن" دانشمند و ستاره شناس یونانی در حدود ۲۰۰۰ سال پیش است که برای تکمیل مطالب در اینجا می آوریم.

اراتوستن با استفاده از یک اصل ساده هندسی اندازه محیط زمین را تقریبی بدست آورد. او مطلع شده بود که چاهی قائم و عمیق در شهر "سین" (اسوان کنونی در جنوب مصر) وجود دارد که در یک روز معین در هنگام ظهر ، آفتاب به ته این چاه می تابد اراتوستن پنداشت که در این هنگام ، اشعه آفتاب بایستی حالت کاملاً قائم داشته باشد اما در شهر اسکندریه که در یک هزار کیلومتری شمال شهر سین قرار داشت در همان روز ، اشیای قائم حتی در هنگام ظهر سایه ای داشتند پس آفتاب قائم نمی تابید . او در شهر اسکندریه ستونی بر افراشت و در لحظه ای که خورشید در شهر سین قائم به ته چاه می تابید زاویه سایه ستون قائم مزبور را حساب کرد و این زاویه بیانگر زاویه ای است که میان سین و اسکندریه نسبت به مرکز زمین وجود داشت. اندازه این زاویه $\frac{1}{50}$ محیط دایره بود و فاصله اسکندریه تا سین هم ۵۰۰۰ استادیوم بود ، او ۵۰ را در ۵۰۰۰ ضرب کرده و محیط زمین را ۲۵۰۰۰۰ استادیوم تعیین کرد که حدود ۴۶۲۵۰ کیلومتری شود و به مقدار کنونی بسیار نزدیک است .



شکل ۵-۱۳- روش اراتوستن در اندازه‌گیری محیط زمین

- درباره دیگر ابعاد زمین نیز برخی دانشمندان اسلامی به پژوهش پرداخته اند.

افضل الدین محمد کاشانی دانشمند قرن ۶ - ۷ هجری در کتاب "مصنفات" خود می نویسد: "و سمک زمین اعنی بعد میان این سطح زمین که موضع جانوران است و آن سطح که مقابل اوست که بر نقطه مرکز زمین بگذرد خط وی، مقدار آن بعد دو هزار و دوست و شصت و هفت فرسنگ یافته اند و تعداد بعد پیرامون زمین بر بزرگتر دایره بر پیرامون زمین شش هزار و هشتصد و فرسنگ و اما مقدار قطر کره هوا شانزده بار و نیم چند قطر زمین که پنجاه و سه هزار فرسنگ و هشتصد و سی و دو فرسنگ بود."

شمس الدین محمد دمشقی دانشمند قرن هفتم و هشتم هجری است. او در کتاب ((نخبه الدهرفی عجائب البر و البحر)) می گوید:

"دانشمندان زمین می پندارند که قطر زمین هفت هزار و چهار صد و چهارده میل و پیرامون آن بیست هزار و چهار صد میل است و این اندازه شامل همه خشکیها و دریاها می باشد. آن است و از دیرگاه این اندازه زمین از روی حساب برای پیشینیان دانسته شده است. تا به روزگار عبد الله مامون که سخن پیشینیان درباره اندازه زمین بروی دشوار آمد، گروهی از دانشمندان زمانه و عالمان نجوم را چون علی بن عیسی به دشت سنجار فرستاد. آن گروه از آنجا پراکنده شدند و هر یک به سوی قطب شمال و قطب جنوب و جهات مختلف رفتند تا غایت ارتفاع خورشید به اندازه یک درجه از نصف النهار جایی که آن گروه گرد آمده و پراکنده شده بودند تغییر و زوال پذیرفت. آنگاه آنان در رفتن و برگشتن راه را اندازه گرفتند و میخها کوبیدند و طنابها بستند در نتیجه اندازه یک درجه قوس نصف النهاری که از آسمان با سطح زمین برابر است بدست آمده و آن ۵۶ میل و دو سوم میل بود که البته هر میل چهار هزار ذراع و هر ذراع هشتاد قبضه و هر قبضه چهار انگشت و هر انگشت ۶ جو است که شکمهای آنها به هم باز نهند و هر جو ۶ موی یال یا دنبال اسب است بر پهنا پس

این میلها در میلهای درجات فلک که ۳۶۰ درجه است زده شد و عدد بیست هزار و چهار صد بیرون آمد که آن دور زمین دانستند.

ابن رسته در کتاب "العلاق النفیسه" درباره اندازه زمین نظریاتی آورده است. او قطر زمین را ۷۶۳۶ میل و محیط دایره عظیمه آنرا ۲۴۰۰۰ میل ذکر کرده است. به عبارت دیگر قطر زمین ۱۹۰۰۰ کیلومتر و محیط دایره عظیمه ۶۰۰۰۰ کیلومتر است که البته با مقادیر واقعی اختلاف بسیار دارد.

مسعودی از جغرافی دانان مسلمان در کتاب مروج الذهب چنین آورده است ((کسان را در باره بعد زمین سخنهایست بیشتر برانند که از مرکز زمین تا آنجا که هوا و آتش به نهایت می رسد یکصد و شصت و هشت هزار میل است و زمین ۳۷ بار از ماه بزرگتر است))
او درباره محیط و قطر زمین در کتاب التنبیه و الاشراف خود که بعد از کتاب مروج الذهب پدید آورده می نویسد که با استفاده از مشخصات دو شهر کوفه و مدینه اندازه گیری نموده و همان نتایج بطلمیوس را بدست آورده است.

" قطر زمین ۲۱۰۰ فرسخ ... که هر فرسخ ۱۶۰۰۰ ذراع است

دور زمین با کوهها و دریاها را ۲۴۰۰۰ میل است و قطر یعنی عرض و عمق آن ۶۶۳۶ میل است "

۱۵- کوهزایی و پدیده های رسوبی

درباره پیدایش کوهها برخی از دانشمندان مسلمان به تحقیق پرداخته اند که بیرونی و ابن سینا و اسفزاری از این جمله اند - لیکن نظریات ابن سینا صائب ترین است .

ابن سینا در کتاب شفا بخش طبیعیات فن پنجم در مقاله اول درباره پیدایش کوهها چنین می گوید :

"کوهها غالباً به دو طریق تکوین یافته اند یا به وسیله آتشفشان زمین مثل اینکه مواقع زلزله دیده شده است که قسمتی از زمین از داخل بالا آمده است یا از جریان شدید آبها پیدا شده اند. بدین معنی که آبها جاهای مختلف زمین را شسته دره هایی تشکیل داده اند و در این بین نقاط معدن هم همینطوری تکوین یافته اند... اما مساله پیدا شدن کوهها از جریان آب، از اینجا ثابت می شود که روی بسیاری از سنگها علامات حیوانات دریایی و غیره موجود می باشد و گلها بی که روی خود کوه صورت نگرفته است بلکه از اشجاری که پوسیده و گلهایی است که آب آنها را آورده تشکیل یافته است و ممکن است که آن از گل ولای همان دریایی باشد که در یک زمان جبال را پوشانده و غرق ساخته بود."^۱

وجود فسیلها چنانچه ابن سینا گفته در مناطق مرتفع و دامنه ها دلیل زیر آب بودن آن مناطق می باشد و این سنگهای رسوبی از گل و لای آبها به وجود آمده اند، لیکن همیشه چنین نیست، برخی موارد این آثار و بقایا آنچنان در ارتفاع بالایی است که به نظر دور می رسد زمانی این نقاط زیر آب فرو رفته باشند مگر اینکه بالا آمدگی پوسته را بپذیریم چنانکه در سطور ابتدایی، ابن سینا از آن یاد کرد است. در مورد فسیلها "آلبر توس ماگنوس" دانشمند قرن سیزدهم میلادی در کتاب خود کانیها و فلزات "سخنی را از ابن سینا آورده است او می نویسد:

"ابن سینا می گوید علت این نمود آنست که جانوران می توانند به صورت کامل به سنگ و خصوصاً سنگهای نمکی مبدل شوند. به گفته وی، درست همانگونه که خاک و آب مواد متعارف سنگها هستند، جانوران هم می توانند ماده تشکیل دهنده بعضی از سنگها شوند اگر بندهای این جانوران در جاهایی قرار گرفته باشد که یک قدرت کانی ساز یادم بر آورده

در آنجا وجود داشته باشد آن جانوران به عناصر خود تحول پیدا می کنند و تحت تصرف و کیفیات مخصوص در آنجا در می آیند .

این تعریف که ابن سینا آورده کاملاً صحیح است و مطابق با تعریف امروزی و علمی فسیل است .

یک نکته در گفتار ابن سینا توجه او به سنگهای نمکی است که احتمال زیاد منظور او سنگهای رسوبی است، فسیلها در سنگهای رسوبی یافت می شوند .

در مورد پیدایی کوهها از جریان آبها ، هر چند در حفر محیطهای اطراف و پست تر کردن منطقه اطراف موثرندولی در پیدایش کوهها ، تاثیر ندارند .

امروزه تفسیر پدیده کوهزایی توسط نظریه بالا آمدگی پوسته صورت می گیرد و جالب اینست که ابن سینا در قرن ۹ میلادی به این موضوع اشاره کرد .

بالا آمدگی پوسته نیز با توجه به نظریه ایزو ستازی (شناوری سنگ کره به حالت تعادل بانبروی جاذبه) قابل توجیه است .

نظریه ایزو ستازی به بیان ساده پوسته زمین را مثل گلوله های شناور در آب در نظر می گیرد ، یک الوار تنومندتر بالاتر می ایستد و یک الوار نازک تر پائینتر قرار میگیرد .

به همین ترتیب ، کوهها به علت آنکه خیلی ضخیم هستند و به علت ایزو ستازی ، نسبت به نواحی اطراف مرتفع ترند، وقتی فرسایش قسمتهایی از آنها را می ساید در مقابل، بر

قراری ایزو ستازی سبب بر خاستن تدریجی کوهها می شود . (در حقیقت می توان خاصیت ایزو ستازی زمین را مثل یک ترازو تشبیه کرد وقتی وزنه ای به پوسته اضافه شود

پوسته با فرو نشینی خود به آن پاسخ می دهد، وقتی وزنه ای از آن کیم شود پوسته بالا می آید).

نکته دیگر توجه ابن سینا به سه فرآیند آتشفشانها - زلزله ها و پیدایش کوههاست و امروزه چنانکه می دانیم در حاشیه صفحات قاره ها این سه فرآیند با هم حضوری فعال دارند، هر چند فقط یکی از عوامل پیدایش کوهها، فعالیت در حاشیه صفحات است. در جای دیگر از کتاب شفا آمده است:

"سنگ معمولاً از دوره تکوین می یابد: یا از طریق تفخیر (همان سیمانی شدن امروزی) و یا به وسیله جمود (خارج شدن از آب). سنگهای بزرگتر از دو طریق بوجود می آید یا در اثر پیدایش حرارت شدیدی که بر روی مقدار زیادی ماسه و گل دفعاتاً اثر کرده و آن را مبدل به سنگ می کند و یا در اثر تغییر تدریجی گل به سنگ که در طی مدت طولی انجام می گیرد، چون سختی احجار متفاوت است با مرور زمان آب و باد قسمتهای مختلف سنگها رابه درجات متفاوتی می ساید و به این نحو باعث پستی و بلندی در سطح زمین شده، کوه و دشت و تپه و ماهور ایجاد می کند کوهها به وسیله یکی از اسباب پیدایش سنگها تکوین یافته است و اغلب تکوین آن از طین لزوج است که در طول زمان که مدت آن ضبط نشده است خشک شده است. چنین به نظر می رسد که این زمین معمور در ایام گذشته غیر معمور بوده و بلکه تحت دریاها غرق شده بود، سپس به تدریج در طی مدتی که تاریخ حدود آن را حفظ نکرده است منکشف شد و در استحجار یافت و یا ممکن است زیر آب به علت حرارت زیاد که زیر دریا محبوس است مستحجر شده از این دو امکان آنچه احتمالش بیشتر است این است که تکوین کوهها پس از بیرون آمدن زمین از آب انجام گرفت و شرط طین آن که به مستحجر شدن آن کمک کرد لزوج بودن طین بود."^۱

- در مورد رسوبات دریایی آمده است:

^۱ شفا - چاپ تهران - ص ۷۲-۷۷

" و اما زمین قعر دریا ممکن است گل آن رسوبی باشد و یا اینکه گل قدیمی باشد ولی رسوبی نباشد. چنین احتمال می رود که گل رسوبی آن از انفصال چینه های جبال بوجود آمده باشد."^۱

گل‌های کف دریا ۳ نوع می باشند:

۱- رسوبات آواری و تخریبی (حاصل از مواد رسوبی آورده شده توسط رودها و مواد تخریبی حاشیه قاره ها)

۲- رسوبات زیستی (اجساد و مواد دفعی جانداران دریازی)

۳- رسوبات اوتی ژن یا درجازا (مثل گرهکهای بنگنز و گرهکهای فسفریت ، این دو نمونه آخری منشاء رسوبی آواری ندارند و در مناطق عمیق دریا وجود دارند.)

اینکه مؤلف شفا آنها را رسوبی ندانسته منظور، تخریبی و آواری نبودن آنها است .

در رساله اخوان صفا اشاره به وجود پستیها و بلندیهای بسیار در کف دریاها شده است. امروزه وجود چنین اشکالی مشخص شده است که عبارتند از :

پشته های اقیانوسی - تپه های مفاکی - دشتهای مفاکی - دره کافتی مرکزی - دره های زیر دریایی - کمانهای جزیره ای .

اسفزاری در آثار علوی درباره چگونگی تولد کردن کوهها می گوید:

(چون کره زمین اصل آن خاک بود و به عرضی { یا بعضی } از اعراض آن خاک ، سنگ همی گردد بدان برهان که چون آتش یا آفتاب بر جوهر سنگ مستولی گردد، و آن عرض که سبب سنگ شدن او بود از اوی دور کند ، آن جوهر سنگ جوهر خاک شود ...)،

دربارهٔ پیدایش کوهها، جریان آبها را موثر می‌داند در مورد کوه‌ها می‌گوید "کوه هر چه بلندتر است سرما و برف بیشتر است تا چون هوا سرد می‌شود آن برفها بجای می‌ماند تا آنگاه که هوا گرم شود و آغاز گداختن کند."^{۱۴}

بیرونی در مورد عقب نشینی (پسروی) و پیشروی آب دریا نظریات دقیقی دارد که در مورد دره سند (در مالهند) و جزیره عربستان (در تحدید النهایات الاماکن) ارائه داده است. بر اساس این پدیده‌ها، مشخص کرده که دره سند، محل یک دریای قدیمی بوده است. ۱۶- فصلهای سال:

در مورد علت پیدایی فصول برخی دانشمندان مسلمان به این موضوع اشاره کرده‌اند که علت پیدایش فصلهای چهاررگانه، مایل بودن زمین است انحراف زمین یا مایل بودن محور حرکت زمین از مدار استوایی یا میزان زاویه تقاطع معدل النهار با منطقه الروج باعث آن می‌شود که زمین از حیث وجود فصلها به ۲ منطقه شمالی و جنوبی تقسیم شود. هنگامی که در نیمکره شمالی تابستان می‌شود در نیمکره جنوبی زمستان است و وقتی در نیمکره جنوبی بهار فرا می‌رسد در نیمکره شمالی پائیز است و البته این نظریه در کنار اعتقاد به سکون زمین بوده است به طور کلی زمین ساکن و خورشید متحرک به گرد زمین مفروض می‌شد و نسبت به یکدیگر مایل بوده‌اند.

کرجی در کتاب "انباط المیاء الخفیه" باب "درباره فصلهای سال" می‌نویسد:

((خداوند خط سیر خورشید را در دایره ای قرار داده که نیمی از آن شمالی و نیم دیگر جنوبی است. بدین سبب سال - در موضعی که عرض جغرافیای معتنا بهی دارند به

^۱ رساله آثار علوی - باب اول مقالات دوم در مورد رابطه میان ارتفاع کوه و سردی قله، سخن اسفزاری درست است مثلاً در مورد قله کلیمانجارو هر چند در خط استوا در آفریقا قرار دارد ولی بسبب ارتفاع زیاد همیشه مملو از برف است.

فصلهای چهارگانه تقسیم می شود. این فصلها وسیله آبادانی زمین هستند و اگر خورشید بر دایره ای حرکت کند که در سطح دایره معدل النهار واقع شده باشد این امر به کاهش و سستی آبادانی منتهی می شود و در تمام ایام سال در شهر واحد اختلاف فصل وجود نخواهد داشت یعنی هوا همیشه در هر شهر یابه لطافت بهار است یا به گرمی تابستان یابه سردی زمستان یا به پریشانی پائیز و این حالت تغییر نمی کند. اگر در سال فصل زمستان که باعث تکاثف هوا می گردد و رطوبت و باران و برف ایجاد می کند وجود نداشته باشد، دره ها و دامنه کوهها از برف پر نمی شود تا چون فصل بهار فرا میرسد و تابش آفتاب به خط قائم نزدیکتر می شود برفها آب شوند و بر مرغزارها جاری شوند و خوراک حیوانات تامین گردد و نباتات رسیده خشک شوند و سپس پائیز نمی آید تا کاهش ایجاد شود و در پی آن آبادانی بار دیگر تجدید گردد به هر حال در غیر این صورت موجود آبادانی - روی زمین باقی نخواهد ماند .

در فصل بهار آب چشمه ها و رودهای شمالی افزون می شود، زیرا برف کوهها به این مناطق مایه می دهد. اگر آب در هوا منجمد نشود و برف تبدیل نگردد تا در وقت نیاز آب شود آبادانی کاهش می پذیرد .

منبع و مایه آبهای فراوان ، مناطق بسیار سردی است که عرض جغرافیایی زیاد دارند زیرا در آن پیوسته برف دائمی وجود دارد و این چنین نواحی از آبادانی خالی هستند و چون تابش خورشید در تابستان بر بقایای برفها شدت می یابد، رطوبتهای زمین از میان می رود و آب چندان رقیق می شود که به هوا تبدیل می گردد .

و خدای تعالی را در این کار حکمتی بزرگ است. حکمت او برف را آب می کند تا به طرف آبادانی جریان یابد و سپس آب را کاهش و رطوبتهای زمین را که بر اثر فصل زمستان ایجاد شده می خشکاند تا زمین دوباره به باران و برف نیازمند شود و راه آمدن زمستان گشوده

گردد. اگر رطوبتهای زمستانی در تمام سال بر یک حالت باقی بماند بر اثر فراوانی آب، همه سطح زمین از آب غرق خواهد شد.

اساس امر چنین است که هر گاه هوادر زمستان سنگین شود به آب تبدیل می گردد و چون همین هوا در تابستان رقیق گردد از آبهای روی زمین مایه می گیرد و بدین ترتیب با تبدیل شدن این دو عنصر به یکدیگر آبادانی زمین و زندگی حیوانات بر سطح زمین پایدار می ماند. آنچه گفتم در قسمتهای شمالی زمین صادق است که عرضهای جغرافیایی آنها از میل دایره البروج بیشتر است. مدت بهار به اندازه مدت زمانی است که خورشید در برجهای حمل و ثور و جوزا قرار دارد، طول تابستان به اندازه مدت زمانی است که خورشید در برجهای سرطان و اسد و سنبله باشد. طول پاییز به اندازه مدت زمانی است که خورشید در برجهای میزان و عقرب و قوس بوده باشد و طول زمستان به اندازه مدت زمان است که خورشید در برجهای دلو، جدی و حوت قرار دارد.

اما بلادی که عرضهای آنها از میل کمتر است تماماً در ناحیه شمال قرار دارند و تابستان این نواحی به طول می انجامد و از سرما افزون می شود.

و اما در شهرهایی که زیر خط استوا قرار دارند هر گاه خورشید در اول حمل (فروردین) یا در اول میزان (مهر) باشد، هوایشان بسیار گرم است معتدل ترین فصول این شهرها وقتی است که خورشید در اول برج سرطان (تیر) یا در اول برج جدی (دی) باشد پس در هر سال دو زمستان و دو تابستان و دو بهار و دو پاییز وجود دارد^۱.

درباره تغییرات فصول بیرونی در التفهیم چنین می گوید .
((چون آفتاب بسر حمل بود یا بر میزان، بر آمدنش برابر آن خط اعتدال بود که بر دایره هندی بیرون آوردیم و چون او را میل بشمال باشد بر آمدنش و فرو شدنش برابر دو نقطه

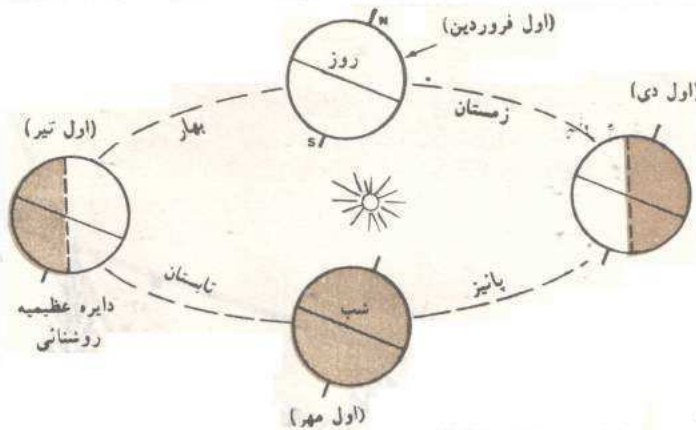
^۱ انبساط المیاء الخفیه - ص ۵۴ تا ۵۷

بود از افق که اندر نیمه شمالی او بودند، بر دو سرخطی موازی مر خط اعتدال را و هر روزی از وی دورتر میشوند تا آفتاب بسر سرطان رسد آنگه بر آمدن او را مشرق الصیف خوانند ای آن تابستان و فرو شدنش مغرب الصیف و همچنان که میل آفتاب سوی جنوب بود بر آمدنش و فرو شدنش برابر دو نقطه بود اندر نیمه افق جنوب که هر روزی از خط اعتدال دورتر میشوند تا آفتاب بسر جدی رسد، آنگه بر آمدنش را مشرق الشتاء نام کنند ای آن زمستان. و فرو شدنش را مغرب الشتاء پس سعت مشرق آنقوس بود که از افق میان بر آمدن آفتاب یا ستاره بود و میان خط اعتدال وسعت مغرب آن بود که میان فرو شدنش بود و میان خط اعتدال، بر این صورت که نهاده شد.

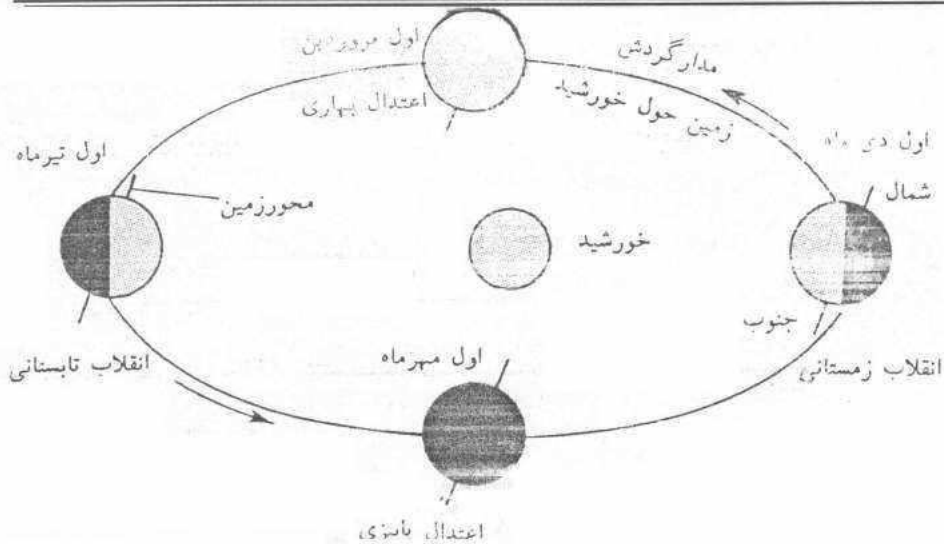
وسعت مشرق و مغرب بخط استوا همچند میل بود و اما بشهرهای با عرض از میل افزونتر باشد و هر چند که عرض بیشتر بود این سعت بیشتر بود)).^۱

چنانکه گفته شد سبب تغییر فصول میل محور زمین است البته در طول حرکت انتقالی زمین راستای محور چرخش تغییر نمی کند.

بر طبق شکل پائین در دی ماه شروع زمستان در نیمکره شمالی است. شب قطبی پهنه درون دایره قطبی را پرده سیاه می کشد در حالیکه در همسایگی قطب جنوب، آفتاب هرگز غروب نمی کند.



شکل ۵-۱۴ - موقعیت زمین نسبت به خورشید در طول سال



شکل ۵-۱۵- با گردش زمین حول خورشید؛ جهت یابی آن در فضا ثابت می ماند. این بدان معناست که محور زمین در تمام مدار آن همواره در یک جهت فضایی است. در نتیجه در اول تیرماه هر سال، قطب شمال؛ بیشترین تمایل را به طرف خورشید داشته و تابستان نیمکره شمالی آغاز می شود و در اول دی ماه؛ زمستان نیمکره شمالی شروع می شود. (در نیمکره جنوبی؛ وضعیت عکس می شود).

به تدریج در حین حرکت انتقالی، از سطح اشغالی شب قطبی در شمال و روز قطبی در جنوب، بتدریج کاسته می شود. اول فرودین وقتی است که محور چرخش زمین بر راستای پرتوهای خورشید عمود است و در این حالت روز/اعتدال بهاری پدید می آید که طول شب و روز در تمام نقاط سطح زمین یکسان است. سپس تابستان در نیمکره شمالی فرا می رسد. دهم تیرماه انقلاب تابستانی در نیمکره شمالی روی می دهد.

در مدت چندروز در انقلاب تابستانی و زمستانی، نقاط طلوع و غروب خورشید در افق و عرض خورشید در ظهر تقریباً تغییر نمی کند و عرضهایی را که در آنها در این روزها به

هنگام ظهر خورشید در سرسو (سمت الراس) قرار می گیرد ((مدارگان)) می نامند. مدار راس السرطان مدار شمالی و مدار راس الجدی مدار جنوبی است .

در اول مهر ، زمین از آخرین نقطه مشخص مدار خود ، یعنی نقطه اعتدال پاییزی می گذرد و محور چرخش زمین بار دیگر بر راستای پرتوهای خورشید عمود است و طول شب و روز با هم برابر می شود .

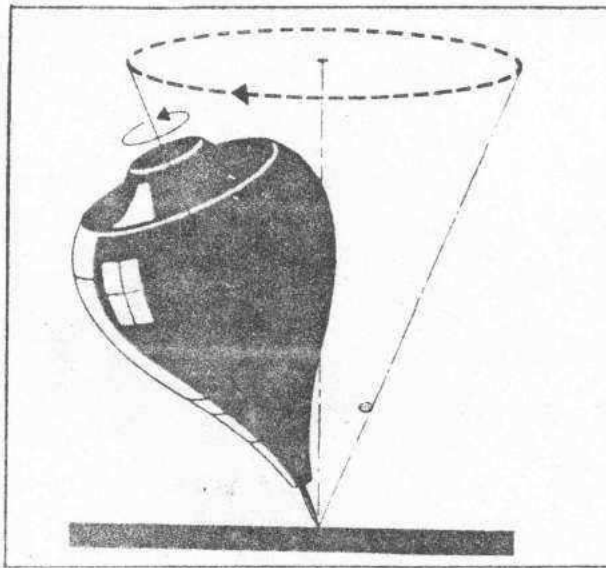
دوره اعتدال بهاری تا اعتدال پاییزی بیشتر است از دوره اعتدال پاییزی تا اعتدال بهاری. یعنی نیمسال اول سال بیشتر طول می کشد حدود ۱۸۶ روز در حالیکه نیمسال دوم کمتر است حدود ۱۷۹ روز - دلیل آن حرکت زمین بر روی مدار بیضوی است .

اما در حقیقت اعتدالین اندکی زودتر رخ می دهند و این به سبب حرکت خاص زمین به نام حرکت تقدیمی محور چرخش یا حرکت تقدیمی اعتدالین است .

این حرکت را ابرخس منجم بزرگ یونان باستان کشف کرد. در سده سوم پیش از میلاد اختر شناسان یونانی فهرستی از ستارگان تهیه کردند و به این ترتیب اولین کاتولوگ ستارگان گرد آمد. ۱۵۰ سال بعد ابرخس پی برد که جای ستارگان نسبت به نقطه اعتدال بهاری تغییر کرده است و این تغییر بدین معناست که هر سال نجومی که می گذرد ، نقطه اعتدال بهاری اندکی جلو می افتد .

دوره حرکت تقدیمی برابر است با $T=2/5780 \times 10^4$ سال و سرعت زاویه ای آن برابر می شود با:

$$W=2/ \frac{\pi}{T} = 0/000000000000772S$$



شکل ۵-۱۶ - حرکت تقدیمی محور زمین



شکل ۵-۱۷ - تغییر در جهت محور چرخش زمین

۱۷- تغییرات طول روز و شب

تغییرات طول روز و شب تابع شرایط نجومی زمین است .

دانشمندان مسلمان بسیار دقیق به شرح این موضوع پرداخته اند و نظریات آنان منطبق بر یافته های امروزی است هر چند ایشان به سکون زمین و حرکت خورشید (و سایر سیارات) بدور زمین معتقد بوده اند ولی چنانکه بیرونی نیز اشاره دارد این موضوع و برخی دیگر از مسائل نجومی زمین را می توان به طریقی صحیح با دو نظریه شرح داد .
بیرونی در التفهیم می گوید :

((گردش آفتاب یا بر معدل النهار بود یا بر مداری موازی معدل النهار را و قطب این همه یکی است و آن قطب کل است و چون افق بر این قطب بگذرد و این بجز خط استوا نباشد پس معدل النهار را و همه مدارها را بدونیم ببرد و آنچه زیر افق بود همچندان باشد که زیر افق است وزین قبل شب و روز بخط استوا راست باشد .
آنگاه که شهر را از خط استوا دوری افتد قطب شمال از افق بلندی گیرد باندازه عرض بلد و چون افق بر قطب نگذرد جز معدل النهار بدونیم نکند زیرا که هر دو دایره بزرگ اند و زینجهت روز و شب بهمه شهرهای معموره راست شوند، چون آفتاب بسر حمل و میزان رسد زیرا که آن هنگام بر معدل النهار گردد . بهمه شهرها و این افق ، دیگر مدارها را بوریب ببرد نه بر نیمه راست . و لکن آنچه زیر افق افتد از مدارهای شمالی ، بزرگتر بود از آنچه زیر افق افتد از آن و زین قبل بروج شمالی روز دراز بود و شب کوتاه و آنچه زیر افق افتد از مدارهای جنوبی خردتر بود از آنچه زیر افق افتد از آن و زینجهت بروج جنوبی روز کوتاه و شب دراز و چون دو مدار بود یکی شمال و دیگری بجنوب و دوری هر دواز معدل النهار هموار باشد کمی و بیشی که اندر روز ایشان یا اندر روز ایشان یا اندر شب

ایشان افتد یکی بود و نیز روز ایشان مکانی باشد شب دیگری را آی که روز یکی راست بود مرشَب دیگر را^۱)).

چنانکه گفته شد محور زمین بر سطح مداریش عمود نیست بلکه به اندازه $23/5$ درجه نسبت به آن از حالت قائم بدور است، (زاویه میل)، امتداد محور زمین به سوی آسمان هم با اختلاف یک درجه به ستاره قطبی می رسد و به همین سبب نام این ستاره "مبدأ" را ستاره شمالی گذارده اند و این ستاره همانست که در دریا نوردی از قرنها پیش به عنوان راهنما مورد استفاده بوده است.

این انحراف محور زمین باعث عدم تساوی طول روز و شب در اوقات مختلف سال در یک نقطه و یا در یک زمان در مدارهای مختلف می شود.

در روز آخر خرداد (۳۱ خرداد) قطب شمال بیش از هر زمان دیگر به سمت خورشید مایل است (به اندازه $23/5$ درجه) این روز را انقلاب تابستانی می نامند که در نیمکره شمالی طولانی ترین روز و در نیمکره جنوبی کوتاهترین روز است.

روز آخر آذر (۳۰ آذر) روزی است که قطب شمال به اندازه $23/5$ درجه از سمت خورشید منحرف شده است. این روز نیمکره شمالی کوتاهترین روز است و بالعکس در نیمکره جنوبی بلندترین روز سال است.

در منطقه استوا بین مدارهای راس السرطان تا راس الجدی ($23/5$ درجه شمالی تا $23/5$ درجه جنوبی) طول روز و شب تقریباً مساوی است. در زیر مدار قطبی (مدار $66/5$ درجه عرض شمالی) در نیمکره شمالی طول روز از ۱۲ ساعت تا ۲۴ ساعت تغییر می کند. در دو نقطه قطب ممکن است روز و شب دوامی طولانی تا ۶ ماه بیابند و هر گاه در نیمکره

شمالی روز قطب ۶ ماهه باشد در قطب جنوب شب ۶ ماهه است و حالت عکس نیز وجود دارد .

در دو روز از سال طول روز و شب در تمام نقاط زمین مساوی است اول فروردین که اعتدال بهاری نام دارد و اول مهر که اعتدال پاییزی خوانده می شود. طول روز و شب در این زمان در همه نقاط ۱۲ ساعت است. اعتدال بهاری قطب شمال روز ۶ ماهه و قطب جنوب شب ۶ ماهه را شروع می کند .

منطقه استوا تنها منطقه ای است که زمستان و تابستان ندارند و اشعه خورشید در این منطقه به صورت قائم می تابد. در تابستان روزها بلندترند و زمین بیشتر گرم می شود و در زمستان بالعکس است و روزها کوتاهترند. هرچه خورشید به حالت قائم نزدیکتر می شود هوا گرم تر می شود و چون در ظهر هنگام ، خورشید قائم است ظهرها هوا گرمتر می شوند .

۱۸- تاریخ و عمر زمین

در این مورد اقوال فلسفی گوناگون و نیز خرافات زیادی نقل شده و آنچه که علمی و منطقی باشد کمیاب است .

بیرونی ، ابن سینا و مسعودی در باره آن اظهار نظر کرده اند .

بیرونی در تحدید النهایات الاماکن می نویسد :

((با آنکه به دلایل عقلی و قیاسهای منطقی درست از نو پدیدگی جهان (حدث العالم) آگاه شده ایم و دانسته ایم که مدت محدودی که از پیدایش جهان گذشته است آغازی دارد. از راه دلایل و قیاسها و همانندهای آنها نمی توانیم اندازه این مقدار زمان را پیدا کنیم و بگوئیم که از آفرینش جهان تا کنون چه مدت گذشته است .

قیاسی که می‌سازیم بدین گونه است، جسم نمی‌تواند از پیشامدهایی به دور باشد که پیاپی بر آن وارد می‌شود و هر چه از پیشامدها به دور نیست، نوپدید (حادث) است پس جسم نوپدید است و ازلی نیست. بدین ترتیب از قیاس شکل اول نوپدید (حدوث) جسم نتیجه می‌شود. ولی این پیاپی در آمدن پیشامدها نمی‌تواند بی‌پایان باشد، چه آنگاه می‌بایستی زمان ازلی باشد و این محال است، زیرا هنگامی که می‌گوئیم زمان گذشته از پاره‌های زمان یعنی ادوار موجود و شمردنی و قابل افزایش است و هر موجود شمردنی از یک آغاز می‌کند و به اندازه محدودی از عددپایان می‌پذیرد نتیجه آن می‌شود که زمان آغازی دارد و به آن مفروضی پایان می‌یابد و بدین ترتیب از قیاس شکل اول پایان‌پذیری و نوپدید بودن زمان آشکار می‌شود.

و اما برای شناختن پاره‌هایی از زمان که از قوت به فعل بیرون آمده است یعنی سالها و ماهها و روزهای گذشته و اندازه آنها با عقل و قیاس به هیچ وجه راهی نداریم هر لحظه‌ای که برای آغاز زمان فرض کنیم ممکن است آغاز زمان به اندازه یک آن یا به اندازه هزاران هزار سال بر آن پیشی داشته باشد و در این باب تنها بازگشت به شنیدن از راستگویی است و کتاب خدا و احادیث درست چیزی در این باره نگفته‌اند.

اما اهل کتاب از جهودان و نصرانیان و جز ایشان از صائبان و مجوس، همه در اینکه آغاز تاریخ با نخستین آدم بوده است اتفاق کلمه دارند اما در اندازه زمان با یکدیگر اختلاف فراوان دارند ولی از آفرینش جهان سخنی نگفته‌اند و این به سبب سخنی است که در آغاز تورات آمده است و اگر به لفظ نباشد به معنی چنین است: ((در آغاز خدا ذات آسمان و ذات زمین را آفرید و زمین ویرانه بود و باد خدا بر روی آب می‌وزید.))

پس چنان پنداشتند که این نخستین روز هفته آفرینش جهان است و این روز با شبانه روز ما سنجیده نمی‌شود چه این شبانه روز با برآمدن و فرو رفتن خورشید پیدا می‌شود و

خورشید و ماه در روز چهارشنبه آن هفته آفریده شده بود، پس چگونه ممکن است روز آن زمان با روز امروز ماشمرده شود. وقرآن در این باره گفته است: "یوماً عند ربك كالف سنه مما تعدون" (روزی در نزد پروردگارت همانند هزار سال از سالهایی که شما به شمار می آورید) و در جای دیگر "فی یوم کان مقداره خمسين الف سنه" در روزی که اندازه آن پنجاه هزار سال بود. پس دانسته شد که این مدت با آنچه ما اکنون زمان را با آن اندازه می گیریم قابل اندازه گرفتن نیست و راهی به یافتن اندازه آن از آغاز آفرینش نداریم و از احوال زمین چیزی جز آثاری که دیده می شود و برای پیدا شدن نیازمند به گذشت زمانهای بسیار دراز و از دو سو محدود است نمی دانیم، همچون کوههای افراخته فراهم آمده از پاره سنگهای صاف رنگارنگ که گل و ریگ سنگ شده آنها را به یکدیگر پیوسته است و هر کس که از راه خود در این باره بیندیشد و از دری که باید به آن دراید، خواهد دانست که پاره سنگ و ریگ همان سنگ و کوههاست که با شکافتن و به یکدیگر بر خوردن شکسته است... و همه این حالات ناگزیر نیازمند گذشته زمانهای درازی بوده است که اندازه آن بر ما شناخته نیست و با دگرگونیهایی همراه بوده است که از چگونگی آن آگاهی نداریم و به همین جهت است که آبادانی سرزمینها به تناوب صورت گرفته است چه هنگامی که پاره هایی از زمین از جایی به جای دیگر منتقل می شود سنگینی آن نیز جابجا می شود و میان سنگینی سوهای مختلف زمین تفاوت پدید می آید، و چون زمین هنگامی استقرار پیدا می کند که مرکز ثقل آن مرکز عالم باشد بر زمین لازم می شود که این اختلاف را از میان بردارد و در نتیجه مرکز ثقل آن، بنا بر اختلاف نهاد پاره های جابجا شده آن مختلف خواهد بود به همین جهت است که دوری سرزمینها از مرکز زمین با گذشت زمان بر یک اندازه نمی ماند. ((

همچنین در آثار الباقیه درباره تاریخ پیدایش جهان از دیدگاه ایرانیان زرتشتی و مجوس می گوید:

«ایرانیان و مجوس عمر جهان را بنابر بروج دوازده گانه ، هزار سال دانسته اند و زردشت موسس دین ایرانیان چنین پنداشته که پیدایش عالم تا زمان ظهور او سه هزار سال است که مکبوس بچهار یک هاست زیرا خود او سالها را حساب کرده و نقصانی را که از جهت چهار یک ها لازم می آید تصحیح کرده و فاصله ظهور او تا آغاز تاریخ اسکندر ۳۲۵۸ سال است پس آنچه از آغاز جهان تا زمان اسکندر گذشته می باشد ولی چون از آغاز پادشاهی کیومرث که به عقیده ی ایرانیان نخستین کسی است که تمدن را به ایرانیان آموخت تا زمان اسکندر مدت پادشاهی هر یک از شاهان را با توجه به اینکه سلطنت ایران از دودمان او هیچگاه منقطع نگشته حساب کنیم سه هزار و سیصد و پنجاه و چهار سال خواهد شد. از این رو تفضیل این واقعه با آنچه مجملأً گفتیم تطبیق نمی نماید»^۱

سپس به عقیده مسیحیان و یهودیان در باب عمر عالم می پردازد که در این باره با یکدیگر اختلاف دارند و این اختلاف و تغییر در تاریخ رویدادها را به سیاستهای دینی و مذهبی آنها نسبت داده و بطلان آنها را اثبات می کند. عمر جهان بر طبق عقاید مذهبی قدیمی مسیحیان و یهودیان کمتر از ۱۰۰۰۰ سال بوده است. معیارها و مقیاسهای تعیین طول تاریخ جهان توسط دانشمندان گذشته عبارت بوده است از: سلطنت کورش-پادشاهی اسکندر - تاریخ توفان بزرگ (توفان نوح) متولد عیسی مسیح (ع) - تولد حضرت محمد (ص) بیرونی در ادامه می نویسد:

«ابومعشر بلخی برای اینکه اواسط کواکب را در زیج خود به تاریخی بنا نهد به این تاریخ نیازمند شده و گمان کرده که توفان هنگامی بوده که کواکب در آخر حوت و اول حمل گرد

^۱ تحدیدالنهايات الاماکن - ترجمه استاد احمد آرام - ص ۱۶ تا ص ۱۸

آمده بودند و ابومشعر در این وقت مواضع ستارگان را استخراج کرد و دید که همه کواکب از آغاز بیست و هفتمین درجه ی حوت تا آخرین درجه ی اول حمل جمع شده بودند این بود که این مرد بر این گمان شد که فاصله ی توفان تا آغاز تاریخ اسکندر ۲۷۹۰ سال و ۷ ماه و ۲۶ روز مکبوس بوده و این گفتار به رأی نصاری نزدیکتر از دیگر آراء است هر چند از سالیانی که اصحاب نجوم استخراج کرده اند ۲۴۹ سال و ۳ ماه کمتر است و چون نزد ابومعشر به طریقه ای که او رفته مسلم گشت ادواری را که منجمان ادوار کواکب می گویند ۳۸۰ هزار سال بوده که دور نخستین ۱۸۰ سال بیش از توفان می باشد از راه نادانی حکم کرد که توفان در هر ۱۸۰ هزار سال یک مرتبه و قوع یافته و در آینده نیز چنین خواهد بود ..

بهر یک از ادوار ، کواکب در آغاز و انجام حرکت خود در اول حمل جمع می شوند و لیکن در اوقات مختلف و اگر کسی حکم می نماید که کواکب در اول حمل در آنوقت مخلوق شده اند و یا آنکه اجتماع کواکب در آغاز حمل اول عالم بوده و یا آخر عالم است البته ادعایی بلا دلیل خواهد بود . اگر چه داخل در حد امکان است ... زیرا ممکن است این اجرام هنگامی که آفریدگار آنها ابداع و احداث نموده متفرق و پراکنده باشند و این حرکات که بر حسب قواعد ریاضی در چنین مدتی در یک نقطه جمع شوند برای آنها باشد .^۱

دلیل بر حدوث عالم : نزد فلاسفه و مردمی دیگر آشکار شده که خروج همه افراد لا نهایت از قوه به فعل محال است . حرکات و ادوار و ازمه معدود و قابل شمار هستند که قابل

^۱ بر طبق نظریات جدید ، جهان ما حاصل یک انفجار بزرگ در ۱۵ میلیارد سال پیش است که در ماده ای فوق العاده چگال روی داد، جهان امروز ما پس از آن هنوز در حال انبساط و سرد شدن است . این ماده در حال انبساط تحت تأثیر نیروی گرانش در توده هایی متمرکز شد و سرانجام این تجمعات کهکشانی را پدید آورد، شبیه این عملیات در درون کهکشانها به مقیاس کوچکتر تحت تأثیر نیروی جاذبه گرانشی که رو به ازدیاد بود با فرآیند های پیچیده ای ستارگان را پدید آورد . (این آن چیز است که امروزه می دانیم)

فزونی و بیشی می باشند پس در نتیجه حرکات و ادوار و ازمنه لا نهایت نیستند. شخصی که دارای انصاف و حق جو باشد به این دلیل کفایت و قناعت می کند و اگرخواست که عناد خرج دهد و به تمویهات اهل مکاره تمایل جوید در ازاله ای شکوک از قلب او و مداوای مرض عقلی او و در غرس نهال حق و حقیقت در جان او به دلالتی که بیشتر از این کتاب خواهد شد نیازمند است و جای این قبیل مباحثات کتابی دیگر است...."

مسأله تاریخ زمین و عمر جهان ، یکی از بغرنجترین مسائل علمی برای دانشمندان طبیعی و همچنین از مشکلترین مباحث کلامی نزد حکما بوده است .

در مورد جنبه علمی آن ، از آنجائیکه دور از دسترس تجربه و پژوهش بوده است ، حتی دانشمندی نظیر بیرونی را به اقوال فلسفی می کشاند.

در فرهنگهای گوناگون نیز درباره تاریخ زمین ، نظریات متعددی آمده است که از آن به عنوان " افسانه خلقت " یاد می شود .

بیرونی در آثار الباقیه برخی از این افسانه ها را آورده و همه را مردود دانسته است .

فصل ششم

- پیشرفتهای مسلمین در برخی از شاخه های علوم زمین :

در این مبحث می توان آراء و نظریات زمین شناسان مسلمان را در شاخه های زیر مورد توجه قرار داد:

۱- کانی شناسی و معدن شناسی

۲- هواشناسی و علم کائنات جو (ائورولوژی و متئورولوژی)

۳- زلزله شناسی

۴- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی (آبشناسی سطحی و زیر زمینی) که در مبحث شرح چند مسأله علوم زمین به آن پرداختیم .

- در این فصل، به ۳ مبحث << کانی شناسی و معدن شناسی - هواشناسی و زلزله شناسی >> و آثار دانشمندان مسلمان در این شاخه ها و پیشرفتهای این رشته های علمی در تمدن اسلامی خواهیم پرداخت و در پایان برای کامل کردن بحث در ((هیدرولوژی و هیدروژئولوژی)) و با توجه به اصل ارتباط تنگاتنگ این علم با زندگی روزمره اجتماعی و نزدیکی آن با فعالیتهایی مانند کشاورزی و دامپروری و سایر فعالیتهای اقتصادی به شیوه های استخراج آبهای زیر زمینی و انتقال آب به روی زمین و تکنولوژیهای کاربردی در این مورد خواهیم پرداخت .

الف: کانی شناسی و معدن

۱- کانی شناسی پیش از اسلام

پیشینه شناخت کانی های فلزی و غیر فلزی بسیار طولانی است . بیتمن در کتاب نهشته های اقتصادی می نویسد :

((شناخت طلا را پیش از مس می دانند و برخی بر این باورند که مس از ۱۸۰۰۰ سال پیش از میلاد شناخته شده بود . مصریان ۱۲۰۰۰ سال پیش از میلاد فلز مس را می شناختند .))
به گفته دیگر انسان پارینه سنگی (۷ تا ۱۰ هزار سال قبل از میلاد) از ۱۳ نوع کانی استفاده می کرده است که عبارتند از : کلسدوئن - کوارتز - در کوهی - سرپانتین - افسیدین - پیریت - یشم - استاتیت - کهربا - ژادئیت - کلسیت - آمیسیت - فلدسپات .

در این عصر بشر ابتدا سنگها و کانی های غیر فلزی و سپس کانیهای فلزی را بکار گرفته است . مقارن همین زمان یا اندکی پیشتر رس در سفالگری و آجر سازی و گل اخرا در رنگ رزی استفاده می شده است .

در مورد آثار در دسترس مسلمانان باید به چند اثر محدود از تألیفات یونانیان اشاره کرد که بیشتر امکان دسترسی مسلمین به آنها بوده است . هر چند چندان مایه علمی نداشته اند مانند : الاحجار تألیف ارسطو ، خواص الاحجار و نقوشها و چند اثر دیگر از پلین رومی و تئوفراست یونانی .

در ایران باستان بر طبق آثار و شواهد بدست آمده بهره برداری از معادن و ذوب فلزات انجام می شده است . در اوستا کتاب دینی زرتشتیان فقط در چند مورد از آهن و فلزات دیگر نام برده شده است .

درباره کانی شناسی نیز در ایران باستان باید فقط به نامهای فارسی اشاره کرد که در آثار مسلمانان از آنها یاد شده است .

۲- کانی شناسی در عصر اسلام

کانی شناسی یکی از شاخه های دانش زمین شناسی است. این رشته هر چند امروزه جزئی از زمین شناسی است ولی در گذشته ، به عنوان یک رشته خاص مورد توجه بوده که از آن به نام ((جوهر شناسی یا گوهر شناسی)) نام برده شده است .

علل توجه پیشینیان به این رشته را می توان چنین بر شمرد :

۱- توجه به اثرات طبی و خواص دارویی کانیها و گوهر ها.

۲- جنبه تجارتي آن ، برخی از کانیها و گوهرها قیمتی و نیمه قیمتی بودند.

۳- جنبه کیمیا وی مواد .

- علاوه بر این عوامل ، می توان به این موضوع نیز اشاره کرد که منجمان و کسانی که در

کار طلسم و سحر و جادو بودند ، ابزار کار خود را بعضی از این جواهر قرار دادند .

- در میان تألیفات مسلمین آثار بسیاری رامی بینیم که با نامهای مختلف مثل جواهر نامه ها

و خواص الاحجار یا منافع الاحجار یا منافع اليواقیت و غیره به کانی شناسی پرداخته شده

است. تقریباً تمامی دانشمندان بزرگ مسلمان به این علم توجه کرده اند که مهمترین و

معتبرترین آثار آنها چنین است :

- بیرونی در الجواهر فی معرفه الجواهر

- کندی در جواهر الاشباه

- ابن سینا در شفا و در فی المعادن

- رازی در علل المعادن

- خواجه نصیر الدین طوسی در تنسوخ نامه ایلخانی و جواهر نامه

- خیام در چند کتاب پراکنده از جمله "رساله فی الاحتیال لمعرفة مقدار الذهب و الفضة

فی جسم مرکب منهما " .

ولی این آثار از نظر علمی در یک سطح نیستند کتاب الجماهر بیرونی به سبب آنکه خیلی کمتر از مطالب خرافی و باطل آورده در مرتبه ای برتر از سایرین قرار دارد ولی تنسوخ نامه ایلخانی به علت نسبت دادن خواص دارویی عجیب به کانیها که هیچ صحت ندارد هر چند شرح کاملی از اکثر کانیها و گوهرها بدست داده است در مرتبه ای پائینتر قرار دارد.

۳- دسته بندی آثار کانی شناسی و معدنی دانشمندان مسلمان

الف- کتابهایی که فقط در همین رشته تالیف شده اند. مهمترین این تالیفات عبارتند از:

۱- الجماهر فی معرفه الجواهر = تالیف بیرونی

بیرونی در این کتاب به شرح دقیق کانیها پرداخته و همچنین ۲۰ سنگ قیمتی و نیمه قیمتی را به طور کامل توضیح داده است. این کتاب از این لحاظ که مطالب غیر علمی کمتر دارد و از دیدگاه خواص طبی کانیها مبتنی بر تجربه نتیجه گیری شده قابل توجه است. این کتاب چنانکه ابوریحان اشاره دارد تاثیراتی از کتاب های کندی پذیرا شده است، دانشمندان مسلمان بعد از ابوریحان نیز از این اثر او استفاده کرده اند.

۲- تنسوخ نامه ایلخانی = تالیف خواجه نصیر الدین طوسی

از لحاظ شروح دقیق بر سنگها و کانیها (۷۱ سنگ و کانی) نوشتاری قابل توجه است هر چند لیکن مطالب خرافی نیز دارد در قسمتهایی که به منافع و مضار سنگها و کانیها پرداخته هر چند در اکثر موارد نقل قول می کند ولی در مواضعی اعتقادات خود اوست. (در خاصیت و منفعت الماس : هر که الماس باخود دارد از صاعقه ایمن باشد و از علت عسر البول آسوده و البته در دهان نباید گرفت و هر زن که وضع حمل دشوار تواند نهاد اگر الماس با خود دارد باسانی بنهد .

«دیدن فیروزه روشنایی چشم بيفزايد و در داروهای چشم بکار دارند و داشتن فیروزه بقال نیکو دارند و گویند کسی که با خود دارد بر خصم فیروزی یابد و پادشاهان آنرا پسندیده دارند ..»

خواجه نصیر در این کتاب در ۶ موضع از ابوریحان یاد کرده و نقل قولهایی از او می کند . به خواجه نصیر کتاب دیگری در این زمینه نسبت داده اند به نام " جواهر نامه " که در آن به شرح ۱۱ کانی پرداخته است.

۳- از دیگر آثاری که می توان بر شمرد: عرایس الجواهر کاشانی-جواهر نامه سلطانی-منافع الاحجار عطارده بن محمد حاسب - و خواص الاحجار حنین بن اسحاق می باشد .
ب- کتاب هایی که زمینه ای طبی دارند. مهمترین تالیفات این دسته را می توان چنین نام برد:

۱- صیدنه = ابوریحان بیرونی

بیرونی در این تالیف به شرح داروهای گیاهی پرداخته و توجه به برخی از کانیها و سنگها داشته است .

۲- الحاوی - رازی

۳- قانون - ابن سینا

ج-آثار پراکنده ، مانند ،

۱- قراضه طبیعیات = منسوب به ابن سینا که در مورد کانیها شروحي نوشته و بیشتر از دیدگاه خواص فیزیکی آنها به بحث پرداخته است .

۲- رسائل اخوان صفا تالیف ۴ تا ۵ نفر از دانشمندان مسلمان قرن ۴ و ۵ هجری.در بحثی در قسمت طبیعیات در مورد کانیها و تکوین معادن آراء خود را ارائه داده اند .

۴- اعتقاداتی در مورد کانیها

به طور کلی سنگها و کانیهای قیمتی که دانشمندان مسلمان به شرح آنها پرداخته اند همراه با نامهای کنونی آنها چنین است :

یاقوت --- کوندوم

لعل --- اسپینل

بیجاده --- گارنت یا گرونا

لولو (مروارید) --- پرل

زمرد --- امرالد

زبرجد --- کریزولیت

عقیق --- کلسدون

خلنک --- اونیکس

بلور --- کریستال

مرجان --- کرال

حمست --- امریست

لاژورد --- لازولیت

دهنج --- مالاگیت

یشم --- ننهريت

فیروزه - تورکوئیز

سیح (شبه) --- جت

کهربا --- ساکسنیت

خماهن --- هماتیت

بنفش --- زیر کن

از کانیایی که بر شمردیم برخی را دارای خواص دارویی و طبی و بعضی دیگر را دارای قدرتهای جادویی و سحر آمیز می دانستند.^۱

به نظر نوعی رابطه میان قائل شدن این خواص و ارزش و قیمت آن سنگها وجود دارد .
 یاقوت : که از سنگهای گرانبها و قیمتی است خواص بسیاری را بدو نسبت داده اند. اعتقاد داشتند اگر در دست باشد چشم بد در شخص اثر ندارد و از طاعون مصون است .

الماس : فرد را از صاعقه ایمن می دارد و همیشه پیروز است و فریب نخواهد خورد و نیز وضع حمل زن را آسان می کند (یشم را نیز دارای خاصیت آسان کردن وضع حمل دانسته اند) .

“ مروارید : خاکهٔ مروارید خفقان و ضعف دل را می زداید و اندوه را از دل دور می کند
 روشنایی چشم را زیاد می کند و در داروی چشم به کار می رود .

زمرد : هر کس با خود داشته باشد خواب بد نمی بیند ، قوت دل می دهد، در او بسیار نگریستن نور چشم را زیاد می کند .

خماهن و کهربا : درمان کننده یرقان است *^۲

و اعتقادات دیگر...

در مورد انواع رنگهای یک کانی ، دانشمندان مسلمان عموماً به تاثیر آفتاب و حرارت در ایجاد این رنگها معتقد بودند. البته این موضوع هیچ عمومیت ندارد فقط برخی کانیها اصطلاحاً “ پلی مورف ” یا چند شکل ممکن است به علت داشتن آب ، تحت تاثیر حرارت

^۱ اعتقاد به کانیها و سنگهای مهم و قیمتی در میان تمامی ملل و در طول تاریخ وجود داشته . حتی امروزه نیز کم و بیش به چشم می خورد . البته روشن است که برخی کانیها اثرات طبی و داروئی دارند و در دارو سازی و پزشکی کاربرد گسترده ای یافته اند .

و از دست دادن آب خود به شکل دیگری از آن کانی تبدیل شده و در نتیجه احتمالاً رنگشان تغییر کند .

۵- تقسیم بندی مواد معدنی

احتمالاً اولین دانشمندی که به طبقه بندی مواد معدنی^۱ پرداخت ، جابر بن حیان بوده است . طبقه بندی جابر چنین است :

جسم (فلزات)	مواد معدنی
روح (گوگرد و زرنیخ)	
جان (جیوه و نشادر)	

رازی شیمیدان ، پزشک و فیلسوف نامی مسلمان ، کلیه موجودات را چنین تقسیم بندی کرد ؛

۱- جانور

۲- گیاه

روح	مواد معدنی	
زاجها		
جسم		
بوره	اجار	۳- کانی
املاح		

ابن سینا مواد معدنی را به چهار دسته تقسیم نموده است ؛

اجار	مواد معدنی
ذائیات	
کباریت	
املاح	

تقسیم بندیهای دیگری نیز ارائه شده که برخی دیگر از آنها چنینند :

^۱ طبقه بندی مواد معدنی مورد نظر است نه طبقه بندی کلی مواد - در مورد طبقه بندی مواد ، بسیاری از دانشمندان پیش از مسلمین اظهار نظر کرده اند .

- | | |
|--|-------------------|
| <p>۱- ارواح : زریق ، کبریت ، نشادر ، زرنیخ
 ۲- فلزات : ۷ فلز معروف
 ۳- اجسام معدنی : سنگهای فلزی مثل سنگ مغناطیس
 ۴- اجساد معمول : مثل شنگرف
 ۵- اجساد مولوده : (یعنی آلیاژها) مثل برنج
 ۶- سنگهایی که از جانوران پدید می آید مثل سنگ خطاف^۱</p> | <p>کلیه اجسام</p> |
|--|-------------------|

فلزات

احجار

ادهان

اجسام معدنی

نکته ای که در مورد تقسیم بندی مواد معدنی (و تکوین معادن در صفحات آینده) باید بدان اشاره کرد اعتقاد به تشکیل فلزات از روح و جان (یا آب و آم) یعنی از کبریت (گوگرد) و زریق (جیوه) می باشد . اساس این اعتقاد ، بر تبدیل و استحاله فلزات بود که بنیان علم کیمیا نیز محسوب می شد .

درمیان دانشمندان مسلمان ، برخی را می یابیم که به کیمیا هیچ اعتقادی ندارند ولی باز هم به نظریه تشکیل فلزات از گوگرد و جیوه معتقد بوده اند . بیرونی چنین است . بیرونی هرچند مخالف کیمیا است ولی تقسیم بندی اوزامواد معدنی شبیه معتقدان به کیمیا گری است و زریق (جیوه) را مادر فلزات و کبریت (گوگرد) را پدر آنها میدانند ؛ (آب و آم) .

۶- شناسایی کانیها

- در مورد روش های شناخت و تشخیص کانیها از یکدیگر ، در آثار مسلمین روشهایی را

^۱ معرف سنگهای زمینی شیمیایی است . مثل دیاتومیت - سنگ پا . اسکوری و ...

می بینیم که برخی از آنها اساس کارهای امروزی ما است که چنین اند :

- ۱- سنگینی و سبکی کانی ها (وزن مخصوص)
 - ۲- سختی کانیها (امروزه ازجدولی به همین نام ((جدول سختی کانیها)) استفاده می شود)
 - ۳- شفافیت
 - ۴- رنگ کانیها (هر چند علت درست رنگ کانیها و تغییرات رنگ آنها و انواع رنگهای یک کانی را نمی دانستند)
 - ۵- رنگ خاکه (با ساییدن آن و تعیین رنگ خاکی که از آن حاصل می شود) . رنگ خاکه ثابت است .
 - ۶- آزمایش با حواس و نیز با حرارت و مواد شیمیایی .
- دانشمندان اسلامی به همه این روشها اشاره کرده اند . همین روشها را امروزه نیز به کار می برند . علاوه بر روشهای نوینی مثل :
- ۱- میکروسکوپیهای الکترونی یا نوری
 - ۲- پراش اشعه X
 - ۳- با استفاده از سیستمهای هندسی بلورها

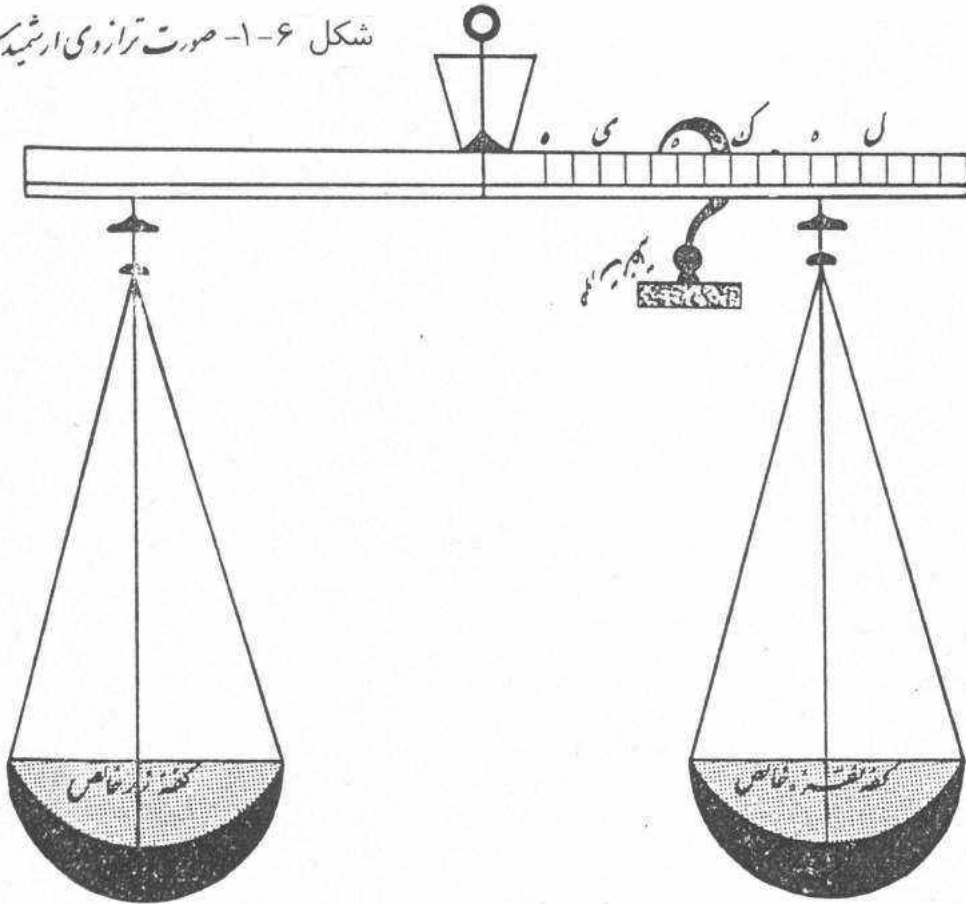
۷- تعیین وزن مخصوص کانیها

- وزن مخصوص عددی است که وزن یک کانی را نسبت بوزن آب هم حجمش نشان میدهد. برای مثال وقتی وزن یک کانی ۲ برابر وزن آب هم حجمش باشد ، وزن مخصوص آن کانی ۲ خواهد بود .

دانشمندان مسلمان در این موضوع فعالیتهای بسیار داشته اند . رازی ، ابن سینا ، بیرونی ، خازنی ، خیام و خواجه نصیر الدین طوسی برجسته ترین ایشانند . ابزار کار را نیز خودشان می ساخته اند . چنانکه خازنی در ((میزان الحکمه)) به شرح ترازوی هر یک پرداخته

است.^۱ پیش از مسلمین نیز چنین ترازوهایی ساخته شده بود از جمله ترازویی که ارشمیدس ساخته بود و خازنی که تصویر آنرا در کتاب خود آورده است.

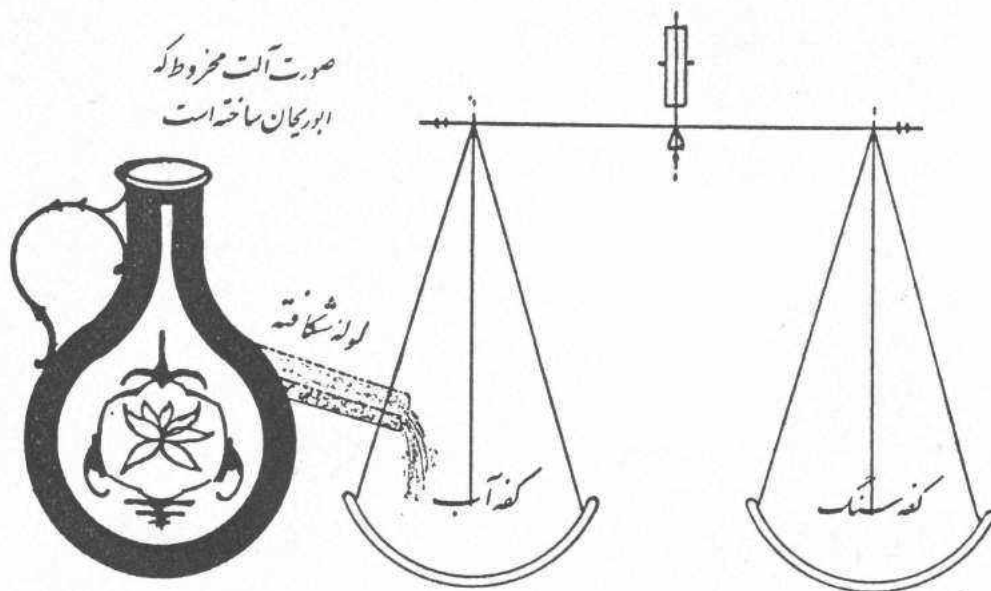
شکل ۶-۱- صورت ترازوی ارشمیدس



^۱ ترجمه میزان الحکمه - تصنیف ابوالفتح عبدالرحمن خازنی - مقدمه و تعلیقات استاد مدرس رضوی - انتشارات بنیاد فرهنگ ایران - آبان ۱۳۴۶ - تصاویر برگرفته از این کتاب است. خازنی یکی از اسرای یونانی است که تربیت علمی و دانش خویش را مرهون مالک خویش بوده که در مرو خراسان سکونت داشت. اثر مبرز و برجسته او ((میزان الحکمه)) است که در علم مکانیک و هیدرواستاتیک می باشد و در نوع خود جدید و تا آن زمان بی بدیل بوده است.

اعدادی که به ویژه بیرونی و خازنی بدست آورده اند بسیار به مقادیر امروزی نزدیک است . بیرونی در کتاب ((مقاله فی النسب التي بین الفلزات و الجواهر فی الحجم)) به این کار همت گمارده و در چند موضع دیگر نیز به این فن توجه کرده است . وسیله ای را که بیرونی بکار می برده بر طبق شرح خود و تصویری که خازنی در ((میزان الحکمه)) از آن آورده چنین بوده است ؛

شکل ۶-۲- صورت ترازوی مخترع ابوریحان



این ترازو که در حقیقت نوعی چگالی سنج است ، دقیقترین در نوع خود بوده است .^۱

^۱ از این نوع ترازوها ، ارشمیدس نیز ساخته بود .

بیرونی برای بدست آوردن وزن مخصوص ، ابتدا کانی را وزن می کرده سپس در آله المخروطه که پر از آب بوده فرو می کرده است و با محاسبه آبی که خارج می شده و نسبت وزن جسم به وزن این آب خارج شده (که وزن آب هم حجمش بوده است) ، وزن مخصوص کانی را معین می کرده است .

جدول ۶-۱-مقایسه وزن مخصوص کانیهایی که بیرونی بدست آورده با مقادیر کنونی ؛

مقدار کنونی	عدد بیرونی	
۱۳/۵۹	۱۳/۷۴	جیوه
۸/۸۵	۸/۲۹	مس
۸/۴	۸/۶۷	مفرغ
۷/۷۹	۷/۸۲	آهن
۷/۲۹	۷/۲۲	قلع
۱۱/۳۵	۱۱/۴۰	سرب
۱۰/۴۷	۱۰/۳۵	نقره
۳/۹۹	۳/۹۷	یاقوت آبی
۳/۹۰	۳/۸۵	یاقوت سرخ
۳/۵۲	۳/۵۸	لعل
۲/۷۵	۲/۶۹	مروارید
۲/۶۱	۲/۵۶	عقیق
۲/۰۸	۲/۵۳	کهربا
۲/۵۸	۲/۵۰	بلور

خازنی نیز در این باره نتایج تحقیقات خود را ارائه داده است . او در میزان الحکمه از ترازویی که برای این آزمایشها ، ساخته سخن گفته و باید گفت که دقت آن خیلی بیشتر از ترازوهای ساخته شده تا زمان اوست ^۱ .

خازنی درمیزان الحکمه به شرح آزمایشات خود در مورد تعیین وزن مخصوص مواد میپردازد و در ۸ جدول ذکر نتایج خود را آورده است .^۲

شرح این جداول چنین است :

۱- جدول مقدار آبها که از آلت برون آمده است بحجم ۱۰۰ مثقال وزن آبهای هر فلزی چون مقدار او صد مثقال باشد .

۲- جدول وزنهای فلزات که از نسبت آبهای آنها برون آورده شده است .

۳- جدول وزنهای هر یک از فلزات در میان آب چون وزن او صد مثقال باشد در هوا

۴- جدول وزن آبها که بصد مثقال از این جواهر که یاد کرده شد از آلت برون آید (وزن آبهای هر جوهری چون مقدار او صد مثقال بود)

۵- جدول وزن هر یکی از این جواهر که بر شمردیم چون بحجم صد مثقال یا قوت آسمان گون بود^۳ .

۶- وزنهای هر جوهری در میان آب چون در هوا صد مثقال باشد

۷- جدول وزن آبها که بصد مثقال از این چیزها از آلت بیرون آید

۸- وزن مایعات^۴

درجدول ذیل ، اعدادی را که خازنی بدست آورده با اعداد دقیقتر امروزی مقایسه می کنیم :

^۱ این جدول از کتاب بیرونی نامه - ابوالقاسم قربانی - انتشارات انجمن آثار ملی - صفحه ۵۳ گرفته شده است .

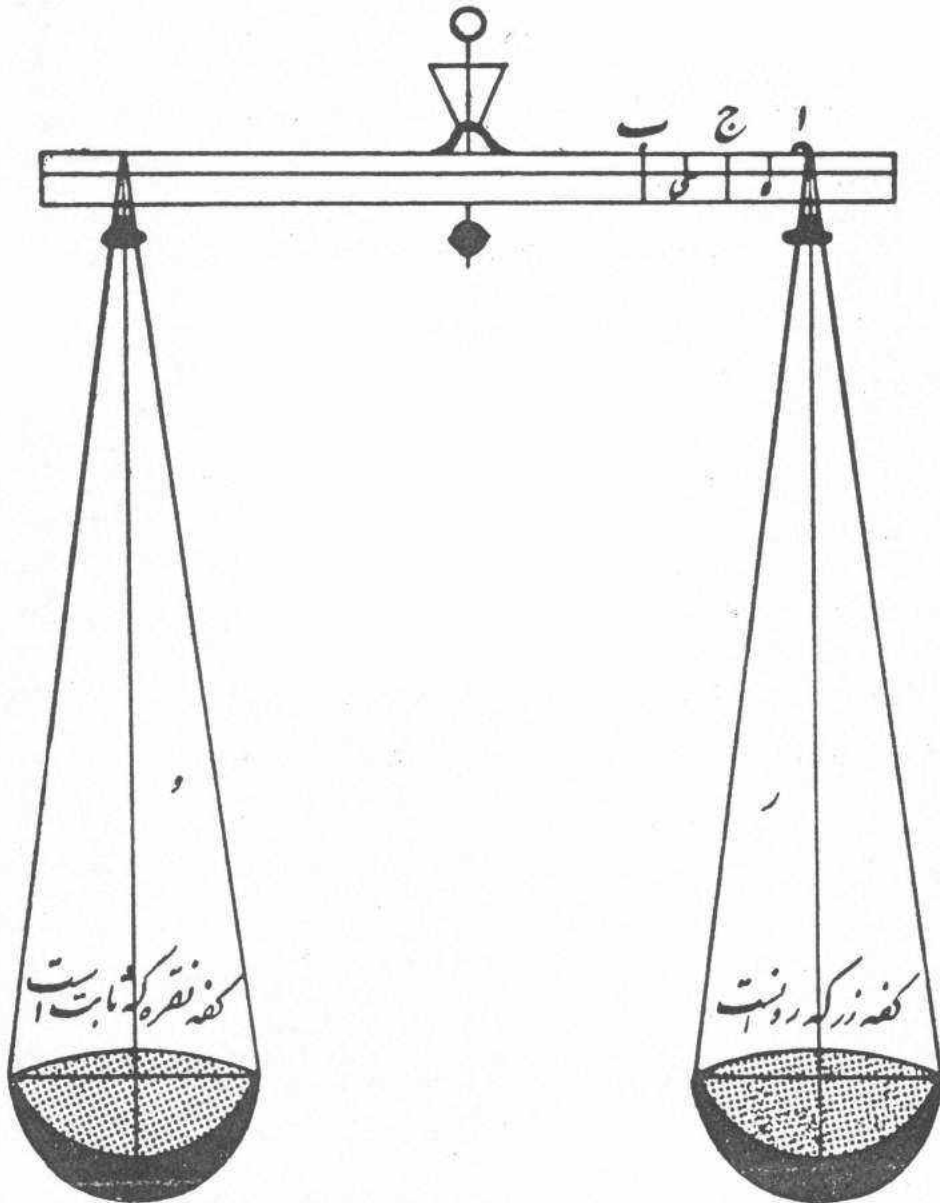
^۲ همان

رقم امروزی	عدد خازنی	
۱۹/۲۶	۱۹/۰۵	طلا
۱۳/۵۹	۱۳/۵۶	جیوه
۸/۸۵	۸/۶۶	مس
۷/۷۹	۷/۷۴	آهن
۷/۲۹	۷/۳۲	قلع
۱۱/۳۵	۱۱/۳۲	سرب
۳/۹۰	۳/۹۶	یاقوت کبود
۳/۵۲	۳/۵۸	یاقوت
۲/۷۳	۲/۶۰	زمرد
۲/۷۵	۲/۶۰	مروارید
۰/۹۵۹۷	۰/۹۵۸	آب گرم
۱/۰۰	۱/۰۰	آب نیم گرم
۰/۹۹۹۹	۰/۹۶۵	آب صفر
۱/۰۲۷	۱/۰۴۱	آب دریا
۰/۹۱	۰/۹۲۰	روغن زیتون
از ۱/۰۴ تا ۱/۴۲	۱/۱۱۰	شیر گاو
از ۱/۰۴۵ تا ۱/۰۷۵	۱/۰۳۳	خون انسان

در میزان الحکمه، خازنی از ابن سینا، رازی و ابن عمید^۱ و خیام نیز یاد می کند و تصویر ترازوی رازی و خیام را آورده و درباره ابن سینا می گوید که فقط در این باب تحقیق کرده و کتابی نوشته است.^۲

^۱ ابوالفضل محمد بن حسین ابن عمید دانشمند بزرگ مسلمان در قرن چهارم هجری است. ابن سینا از او به بزرگی یاد میکند و چنانکه خازنی نوشته ترازوی آبی ساخته و در نقشه کشی نیز استاد بوده است. او از بزرگان و وزیران دربار آل بویه در ری بود.
 مؤلف قراضه طبیعیات مطالبی پراکنده نوشته که نشان می دهد درباره وزن مخصوص اجسام اطلاعاتی داشته و تحقیقاتی به انجام رسانده است. اگر مؤلف این کتاب چنانکه دانسته اند، ابن سینا باشد، پس سخن خازنی صحیح نیست و به نظر این می رسد که خازنی قراضه طبیعیات را (اگر می شناخته) از ابن سینا ندانسته و مؤلف او را کس دیگری پنداشته است.

شکل ۶-۳- صورت میزان طبیعی که متعادلتر یا ساده است



خیام رساله ای تألیف کرده است که در آن شرح دقیقی درباره تعیین مقدار طلا و نقره در جسم مرکبی از آندو بدست داده است. این رساله به نام ((رساله فی الاحتیال لمعرفة مقداری الذهب والفضه)) موجود است^۱.

در این رساله چنین آورده است؛ ((ابتدا مقداری طلای خالص را در هوا وزن می کنیم، سپس وزن آنرا در آب تعیین می کنیم و تفاوت این دو وزن را برای نقره هم معین می کنیم. حال در مورد مخلوط نیز چنین می کنیم. اگر نسبتهای این مخلوط مثل نسبتهای طلا بود، مخلوط فقط دارای طلای خالص است و اگر مثل نسبتهای نقره بود فقط مشتمل بر نقره است و اگر نسبت مخلوط در آب و هوا بین نسبتهای طلا و نقره خالص در آب و هوا باشد پس مرکب از هر دوی اینهاست)) . سپس برای شرح دقیقتر از حروف الفبا استفاده کرده است؛

((مقدار طلا O پس O وزن طلا در هوا و وزن آن در آب $ح$ پس O ب وزن نقره در هوا و $ر$ وزن آن در آب و معلوم است .

پس نسبت O به $ح$ ر] $\frac{\text{وزن طلا در هوا}}{\text{وزن طلا در آب}}$ [کوچکتر است از نسبت اب به $ح$ ک
 مقدار تفاضل طلا و نقره در هوا
 [$\frac{\text{مقدار تفاضل وزن طلا و نقره در آب}}{\text{چون طلا در آب سنگین تر است از ماده مرکب آن و از نقره نیز چنین است .}}$

[اب = $O - O$]

و نسبت O به $ر$ بزرگتر است از نسبت اب به $ح$ ک

^۱ کلیات آثار پارسی حکیم عمر خیام - به تحقیق و اهتمام محمد عباسی - انتشارات مهرگان - ۱۳۳۸

[ح ک = رک - حر]

$$\left[\frac{\text{وزن نقره در هوا}}{\text{وزن نقره در آب}} > \frac{\text{تفاضل وزن طلا و نقره در هوا}}{\text{تفاضل وزن طلا و نقره در آب}} \right]$$

چون نقره در آب سبک تر است از ماده مرکب با آن و نیز از طلا و قرار می دهیم نسبت O ح به رک را مثل Oا به ح ک بناچار O ح کمتر است از ر ب و نسبت Oا به ح ک مثل نسبت O ح به رک پس نسبت همه اح به ح ک مثل نسبت Oا به ح ک و نسبت Oا به ح ک معلوم است پس نسبت اح به ح ک معلوم شده و به ترتیب ح ک و اح و ح ب معلوم و نیز نسبت ح O به رک معلوم است پس معلوم می شود O ب به رک و O ب به O ح و سر انجام معلوم می شود مقدار نقره و با تعویض کردن نسبتها می شود هر مقدار ماده ترکیب شده از طلا و نقره را بدست آورد.

در ادامه چنین مثال می زند ؛

((اگر نسبت وزن نقره در هوا به وزن آن در آب مثل نسبت ۱۰ به ۱۰/۵ باشد و نسبت وزن طلا در هوا به آب ۱۰ به ۱۱ باشد و وزن ماده مرکب شد ۱۰/۴۳ و وزن آن در آب ۱۰ و نسبت ۱۰ به ۱۰ و سه ربع ها [۱۰/۷۵] بزرگتر است از نسبت ۱۰ به ۱۱ و کوچکتر است از نسبت ۱۰ به ۱۰/۵ ؛

پس در می یابیم که حقیقتاً مرکب از هر دوست .

$$\left[\frac{10}{10/5} > \frac{10}{10/75} > \frac{10}{11} \right]$$

حال فرض می کنیم : اب = ۱۰ Oا = مقدار طلا و فرضاً نمی دانیم عدد آن را

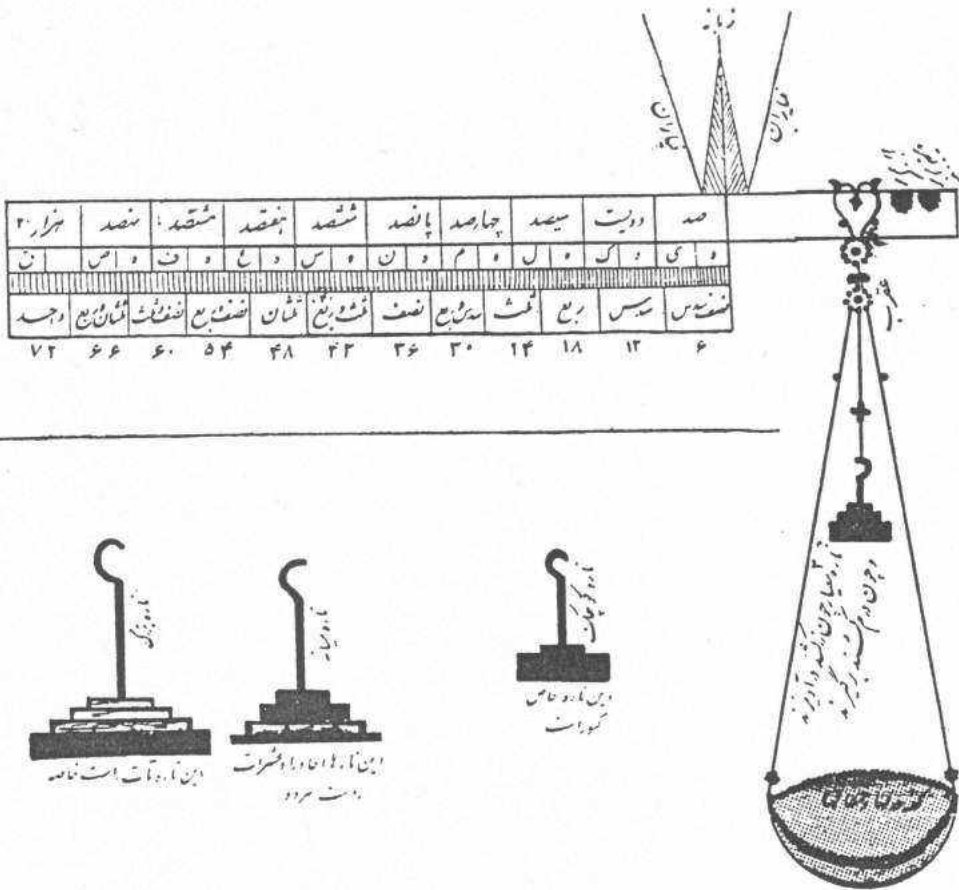
ح ک = ۱۰/۷۵ ح ک = مقدار وزن آن در آب

پس نسبت اح Oا به ح ک مثل نسبت Oا است به ح ر^۱ .

^۱ در متن عربی چنین است : ((و قد قلنا ان نسبة اح Oا الی ح ک کنسبه Oا الی حر)) که درستش به نظر این است : و قد قلنا ان نسبة اح الی ح ک کنسبه Oا الی حر .

ح
 ا-ب
 ح-ح
 ر

شکل ۶-۴-۶- صورت قطن السقیم

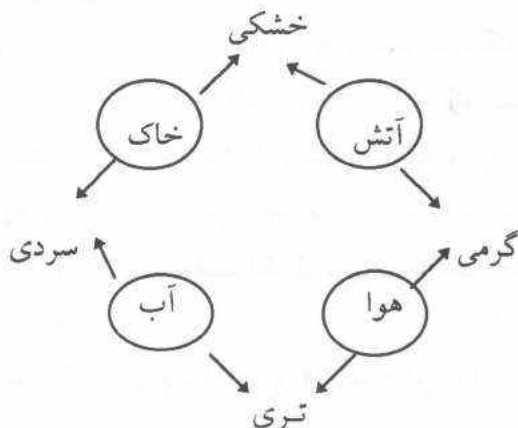


۸- تکوین معادن

نظریات در این باره بسیار شبیه هم است. این رأی که اساس کیمیاوی دارد بر تغییر و استحاله فلزات و دگرگونی آنها به یکدیگر و منشأ گرفتن از بخارات زمینی و نیز اصل بودن دو عنصر ((گوگرد و جیوه)) به عنوان آب و آم یا روح و جان استوار است. حتی دانشمندانی که کیمیا را سحر و جادو می خوانده و آنرا باطل می دانسته اند نیز چنین عقیده ای را برای تکوین معادن ابراز کرده اند. بیرونی وابن سینا و کندی که بزرگترین دانشمندان مخالف کیمیا بوده اند اینچنینند.

به طور کلی قدما معتقد به وجود چهار عنصر بودند که موجودات از آنها تشکیل شده اند. این چهار عنصر عبارت بودند از: آب - هوا - خاک و آتش.

در عقیده آنان موجودات به نسبتهای متفاوتی از این عناصر ساخته شده اند و به همین نسبت دارای طبایع متفاوتی بودند. عنصر آتش گرمی و خشکی و هوا گرمی و تری پدید می آورد. آب سرد و تر و خاک سرد و خشک آفرین است.



هرگاه دو کیفیت ضد هم در هم اثر کرده و یکی می شدند حالت ((استحاله)) ایجاد شده خاصیت مزاج پدید می آید و اگر یکی غالب و دیگری مغلوب می گردید، عنصر

غالب ((کاین)) و عنصر مغلوب ((فاسد)) نامیده می شد. این عناصر چهارگانه در پیدایش معدنیات مؤثر بوده اند.

اصل تبدیل چهار عنصر (اخشیج) ((آب - باد - خاک - آتش)) به یکدیگر مورد قبول اکثر دانشمندان اسلامی بوده است و این باور چنانکه گفته شد در مورد تکوین معادن و پیدایش کانسارها و پدیده های جوی وارد شده است. البته برخی دانشمندان اسلامی به اصل تبدیل ۴ عنصر به یکدیگر معتقد نبوده اند که آراء و نظریات این گروه از دانشمندان به واقعیت نزدیکتر است.

برخی دیگر از متفکرین مسلمان علاوه بر ۴ اخشیج عنصری دیگر را نیز در نظر می گیرند به نام اخشیج پنجم که ((فلک)) است که نه سبک است و نه سنگین.

مانند حکیم اسفزاری (قرن ۶ هجری) و شمس الدین محمد بن امین الدین ایوب دنیسری (قرن ۷ هجری).

باور تأثیر اجرام سماوی و کواکب در تکوین معادن معتقدانی بسیار داشته است.

این باورها در شعری از ناصر خسرو چنین آمده است^۱:

نور است ماه و ازو روید	در خاک ملح و سیم به سنگ اندر
مریخ زاید آهن بد خورا	وز آفتاب گفت که زاید زر
بر جیس گفت مادر ارزیز است	مس را همیشه زهره بود ما در
سیماب دختر است عطار را	کیوان چو مادر است و سرب دختر
وین هفت گوهر گذران را	سقراط باز بست به هفت اختر

در مورد تکوین معادن، خلاصه باور تأثیر اجرام سماوی بر فلزات چنین بوده است؛

^۱ باطل بودن این نظریات کاملاً روشن است.

جرم سماوی	فلز	عنصر
ماه	نقره	-
عطارد	جیوه	آب
زهره	مس	فلز
خورشید	طلا	-
مریخ	آهن	آتش
مشتری	قلع	چوب
زحل	سرب	خاک

سهروردی فیلسوف بزرگ در قرن ششم هجری در مورد تکوین معادن در کتاب خود ((حکمت الاشراق)) می نویسد؛ ((... و حاصل فرق بین مزاج و فساد این بود که فساد تبدیل بالکل بود و مزاج عبارت از توسط و حالت بینا بین مجتمعات بود و از این مرکبات حیوان و نبات و معادن حاصل می شود و از معادن هر چه در او برزخی نوری و ثبات بود که بسبب آن دو شبیه به برازخ علویه و انوار آن شود (مانند طلا و یاقوت و غیره) محبوب نفوس و مفرح آنها بود ...)) .

شمس الدین محمد دمشقی دانشمند قرن هفتم و هشتم هجری در کتاب ((نخبه الدهر فی عجائب البر و البحر)) می گوید: ((کان شناسان گویند مواد کانی و معدنها یکی از موالید سه گانه اندکی از بسیاری انواع به شمار نمی آیند ولیکن آنچه را که انسان از آنها می شناسد چند هفتصد گونه است که همه با رنگها و مزه ها و صفات و خواصی گوناگونند و آن نیز به جهت موادی است که این کانیها از آنها درست می شوند چه آن مواد خاک باشد چه سنگ یا آب . کانیها نخستین پدیده ای هستند که جوهریتشان از خاک تمیز داده شده است . اجسام بنابر خصوصیات جسمانیشان یا رشد و نمو کننده اند یا رشدی ندارند . اگر پرورش یابنده نباشند کان و معدند و اگر پرورش یابنده باشند گیاه و جانورند ... و میان

این سه پدیده نیز موجوداتی دیگر هم هست ... اگر موجودی یک صورت کانی و یک صورت گیاهی داشته باشد همچون مرجان است ... بنابراین از جمله چیزهایی که بنا بر جوهریت خاص خویش از خاک برترند کانهای هفتگانه را می توان نام برد که عبارتند از طلا - نقره - مس - آهن - روی - قلع و سرب و نیز گفته شده است که هفتمین این کانها جیوه است. اصل و ریشه کانهای هفتگانه جیوه است و کانها را در کتب حکمت فلزات می نامند و نیز اصل جیوه آب آسمان و گوگرد معدن است ...))

وی همچنین به نقل از ابن وحیسه می گوید: ((اصل سنگها و کانهای معدنی که در زمین به وجود می آیند رطوبتی است که از سردی زمین در درون آنها گرد می آید و گرما و حرارت طبقات و لایه های زمین و آبی که این حرارت در آن است آنها را می برد تا متعفن شود و جسمیت یا بدو به صورت جسمی از جسمهای مذاب یا زرنیخها یا گوگردها یا شیشه ها و آبگینه ها یا نمکها یا بوره ها یا دیگر سنگها و کانهای معدنی در آید))^۱.

خواجه نصیر الدین طوسی تولد معادن را چنین شرح می دهد:

((... و علت وجود اکثر معادن از روی کلی شعاع آفتابست و از روی جزوی (شعاع) کواکب ، چون شعاع آفتاب را مکئی باشد زیادت بر مامه زمین بموضعی و شعاع او بر زوایای قائمه بدان [موضع] می پیوندد و تجاویف [آن موضع را آفتاب سخونتت زیادت می کند و برودتی که در آن تجاویف] باشد منضغظ می شود و حجری پدیدمی آید و اگر مکث اشعه آفتاب اندک باشد آن برودت را بسبب اندک مکث آفتاب مددی باشد و بخارات محتقن شوند ، انجمادی و تججری حاصل می آید و تولد معدنیات مختلف بدین دو سبب باشد (در معادن) و علت تکوین اکثر معادن آن باشد که در تجاویف زمینها بخاراتی باشد ترمایی یا بخاری (خشک) دخانی ...))^۲

^۱ نخسته الدهر فی عجائب البر و البحر - شمس الدین دمشقی - ترجمه سید حمید طبیبان .

^۲ تنسوخ نامه ایلخانی - خواجه نصیرالدین طوسی - تحقیق و کوشش استاد مدرس رضوی - صفحه ۱۶ و ۱۷

خواجه نصیر در تکوین طلا و نقره می گوید :

((و تکون زر در معادن چنان باشد که هرگاه که شعاعات آفتاب در بعضی از زمین تأثیر کند بسبب اثر حرارت آن در تجاوزیف زمین ، بخاری و دخانی متولد شود و میان ایشان ازدواجی و ترکیبی افتد و اجزاء آن متشابه بود (آن جوهر که حاصل شد یا با عیاری غیر از آن) و نضجی کامل یابد آن ماده در غایت رقت و صفا بود قدرت ازلی صورت زری اعطا کند او را و حدوث جوهر زر از این وجه باشد ... و نقره جوهریست معروف و مشهور از جمله فلزات سبعة . طبیعت او سرد و خشک و لطیف است و جماعتی از اطبا بر آنند که معتدلست و همچنانکه بیشتر معادن زر در زمین گرمسیر است بیشتر معادن نقره در زمین سردسیر است و آن بیشتر و بهتر است ...))^۱

نکته دیگر چنانکه گفته آمد نظر دانشمندان مسلمان در مورد منشأ بودن دیگر فلزات از گوگرد و جیوه بوده است . بدین ترتیب که به علت تأثیر بخارات گوگرد و جیوه تحت شرایط متفاوت فلزات دیگر ایجاد می شوند . در این بین گوگرد روح و یا آب است و جیوه جان یا ام نامیده می شود .

((اسفزاری)) در آثار علوی در مورد پیدایش این دو عنصر چنین می نویسد :

((زیبق)) (یا جیوه) : اگر حرارت درون زمین سرد نشود و مدتی دراز بگذرد و انبساط پیدا کند و نضج یابد سپس سرد شود وبهین حالت او را جامد کند ، جوهر زیبق به وجود می آید .

و در مورد ((کبریت)) (یا گوگرد) ؛ اگر بخار دخانی در زیر زمین بماند و سرما به او برسد [در برخی نسخه ها نرسد] مادت حرارت از او منقطع شود [یا نشود] و مدتی دراز بدین گونه بود تا نضج گردد و متشابه الاجزا شود ، چون برودت به او برسد و پس از آن

^۱ تنسوخ نامه ایلخانی - خواجه نصیر الدین طوسی - به کوشش مدرس رضوی صفحه ۲۰۹ و ۲۱۰

نضج جامد گردد جوهر کبریت ایجاد می شود...))^۱.
چنانکه گفته شد این عقاید تا حدودی مورد اتفاق نظر در بین دانشمندان اسلامی بوده است و همچنانکه امروزه می دانیم این آراء ارزش علمی ندارد.

۹- توضیحاتی دربارهٔ تکوین معادن بر اساس نظریات امروزی

برخی از نهشته های مهم فلزی مانند طلا، نقره، مس، سرب و جیوه و نیکل و کانیهای مثل الماس توسط فرآیندهای آذرین تولید می شوند. این فرآیندهای آذرین کاملاً شناخته شده اند. مثلاً اگر یک تودهٔ بزرگ از ماگما به تدریج سرد شود کانیهای سنگین مثل کرومیت و مگنتیت و پلاتین در ابتدا و در قسمت زیرین محفظهٔ ماگما تکوین می یابند. برخی دیگر از نهشته های معدنی از محلولهای گرمابی منشاء می گیرند در طی فرآیند انجماد این محلولهای داغ، مایعات سبکتر همراه با موادی که در درجات حرارت کمتر از تودهٔ ماگمایی متبلور می شوند در بالای محفظهٔ ماگما مجتمع شده و تکوین می یابند. از فرآیندهای دیگر که در تکوین نهشته های معدنی مؤثرند مربوط به همین فعالیتهای گرمابی است که به سبب عدم تمرکز مواد معدنی در امتداد رگه ها یا دایکها و پراکندگی آنها، نهشته های افشان نامیده می شوند. فرآیندهای هوازگی نیز در ایجاد برخی نهشته های معدنی تأثیرات بسزایی دارند که بیشتر توسط عمل غنی شدگی (یعنی جمع شدن عناصر مطلوب فلزی پراکنده در سنگ مادر) انجام می شود. این عمل با دخالت آب نفوذی و نقل و انتقال مواد در لایه های خاک انجام می شود، انتقال عناصر نا مطلوب به قسمتهای زیرین که نتیجهٔ آن تجمع عناصر و مواد مطلوب در قسمتهای فوقانی است و یا عکس این عمل یعنی انتقال مواد مطلوب و مفید.

^۱ رسالهٔ آثار علوی - اسفزاری - تحقیق مدرس رضوی - باب تکوین معادن

این دو روش عمل غنی شدگی است .

گاهی نیز نهشته های معدنی توسط فرآیندهای دگرگونی تشکیل می شوند که البته بیشتر به فرآیندهای آذرین مربوط می شود . برای مثال دگرگونی مجاورتی که ارتباط نزدیکی با فرآیندهای آذرین دارد تعدادی از کانسارهای مهم دگرگونی را می سازد .

فراوانترین کانیایی که در رابطه با دگرگونی مجاورتی به وجود می آیند عبارتند از : روی - گالن (سرب) - کالکوپیریت (مس) - مگنتیت (آهن) .

دگرگونی ناحیه ای نیز عنصر مناسبی در تولید برخی کانسارهاست . در حاشیه صفحات همگرا ، پوسته اقیانوسی همراه با رسوباتی که در حاشیه های قاره ای تجمع پیدا کرده اند به اعماق رانده می شود . در این محیطها به سبب فشار و دمای زیاد و تغییرات بافتی و کانی شناسی مواد زیررانده ، نهشته هایی از کانیهای غیر فلزی مانند تالک و گرانیت ایجاد می شود . لازم به ذکر است که یک نهشته معدنی و کانسار ، ممکن است توسط تمام فرآیندهای شناخته شده کانی ساز ، تشکیل شود .

به طور کلی پدیده هایی که در چرخه سنگها و پیدایش آنها مؤثرند در تکوین نهشته های معدنی نیز تأثیر گذارند .

۱۰- مکانهایی که معادن در آنها بوجود می آیند (در نظر دانشمندان مسلمان)

در برخی از آثار اسلامی ، یک نوع تقسیم بندی را در مورد مکانهایی که در آنها معادن به وجود می آیند می بینیم ، بدین ترتیب که مثلاً درجه نوع خاکی طلا ، نقره و مس و ... به وجود می آید یا در چه زمینی گوگرد و در چه کوهی آهن و ... و به همین ترتیب در مورد همه فلزات اظهار نظرهایی شده است که در این مبحث به بررسی آنها می پردازیم .

برخی از آثاری که چنین تقسیماتی را آورده اند عبارتند از :

- تنسوخ نامه ایلخانی - خواجه نصیر الدین طوسی

- رسائل اخوان صفا
- نزهت نامه علایی شهرمدان بن ابی الخیر
- آثار البلاد و اخبار العباد ذکریای قزوینی

اینک آراء ایشان را با یکدیگر مقایسه می کنیم ؛

جدول ۶-۳.

عنصر	نظر خواجه نصیر در تسوخ نامه ابلیخانی	اخوان صفا در رسائل	شهرمدان ابن ابی الخیر در نزهت نامه علایی	ذکریای قزوینی در آثار البلاد و اخبار العباد
طلا	در زمین گرمسیر	در سنگها و کوههای سست	در میان کوه و ریگ و سنگهای بخاک آمیخته	در ریگزارهای خشک و در کوههای خاک سست و متخلخل رگه دار
نقره	در زمین سردسیر	در عمق کوهها و سنگهای آمیخته با خاک	--	در سنگهای مختلط با خاک نرم
آهن	--	در اعماق کوهها و سنگهای مختلط با خاک نرم	از میان کوه سنگ	در سنگهای مختلط با خاک نرم
مس	--	در اعماق کوهها و سنگهای مختلط با خاک نرم	از میان کوه سنگ	در سنگهای مختلط با خاک نرم
گوگرد	--	در زمینهای مرطوب و خاک نرم و رطوبتهای چرب	در زمین نمناک و خاک نرم با رطوبت	در زمینهای اتشین
جیوه	--	--	--	در زمین ابی

مؤلف آثار البلاد و اخبار العباد درباره مکانهای معادن توضیحات دیگری نیز آورده است ؛ ((نمکها از شوره زاران ، زاجها از خاکهای تند و تلخ ، قیر و نفت از زمینهای چرب بدست می آید)) .

در نزهت نامه علایی نیز چنین است ؛ ((زاج و شب از خاک تلخ ... گچ و سپیداب از زمین تر با ریگ آمیخته خیزند ... درّ و مروارید در میان دو صدف منطبق بر هم نهاده ، یا قوت در میان سنگ سخت خویشتن گیرد ، زبرجد و زمرد مانند یاقوت و جای تکوین آن در معادن مس است ...)) .

نظر کلی خواجه نصیر درباره مکانهای پیدایش معادن چنین است ؛ ((اکثر معادن در زمینهایی که از اعتدال انحرافی یافته باشد به افراط و تفریط حرارت و برودت برون شده و در آن زمینها صلابتی تمام باشد و در تجاویف آن بخاراتی باشد محتق و این معنی در کوهها بیشتر باشد و یا نزدیک کوهها و علت وجود اکثر معادن از روی کلی شعاع آفتاب و از روی جزوی کواکب چون شعاع آفتاب را مکثی باشد زیادت بر مامت زمین به موضعی و شعاع او به زوایای قائمه بدان موضع می پیوندد و تجاویف او به زوایای قائمه بدان موضع می پیوندد و تجاویف آن موضع را سخونتی زیاد آفتاب پر می کند و برودتی که در آن تجاویف باشد ، منضغط (فشرده) می شود و حجری پدید می آید و اگر مکث اشعه آفتاب اندک باشد آن برودت را سبب اندک مکث آفتاب مددی باشد و بخارات محتق شوند انجمادی و تحجری حاصل می آید و تولید معدنیات مختلف بدین دو سبب است))^۱ .

البته این موضوع که خواجه نصیر به آن اشاره کرده که معادن بیشتر در کوهها و یا مناطق نزدیک آن به وجود می آیند تا حدودی صحیح است و این بدان علت است که اکثر فعالیتهای کانسار ساز و پدید آورنده نهشته های معدنی ، (مثل فعالیتهای آذرین و دگرگونی) در کوهها و مناطق نزدیک به آنها روی می دهد .

^۱ تسوخ نامه ایلخانی - خواجه نصیر - به کوشش مدرس رضوی - صفحه ۲۱۰

البته پیدایی معادن فقط در این مناطق صورت نمی گیرد و فرآیندهای دیگری هستند که در تکوین کانسارها مؤثرند ولی در محیط های دیگری روی می دهند .

۱۱- مکانهای تکوین معادن بر اساس فرآیندهای کانساز

در مورد مکانهای تشکیل کانسارها با توجه به فرآیندهای کان ساز ، می توان تقسیم بندی زیر را ارائه کرد ؛^۱

((طلا - نهشته های گرمابی - پلاسرها .

مس - تشکیلات گرمابی - دگرگونی مجاورتی ، غنی شدن توسط فرایندهای هوازدگی

آهن - تشکیلات رسوبی نواری

سرب - نهشته های گرمابی

جیوه - نهشته های گرمابی

نقره - نهشته های گرمابی ، غنی شدن توسط فرآیندهای هوازدگی

قلع - نهشته های گرمابی ، پلاسرها

روی - نهشته های گرمابی

گوگرد - نهشته های رسوبی

الماس - پایپ های کیمبرلایت ، پلاسرها

یاقوت (کانی کوندوم) رنگ قرمز یا آبی - در نهشته های دگرگونی))

۱۲- استخراج معادن

درباره استخراج معادن در سرزمینهای اسلامی و به ویژه در ایران در آثار جغرافی دانان و

^۱ این تقسیم بندی از کتاب ((مبانی زمین شناسی دکتر ادوارد جی - تاربوک و دکتر فردریک - ک - لوتگن)) ترجمه دکتر رسول اخروی بخش پیوست گرفته شده است .

سیاحان مسلمان اشاره هایی شده است .

ابن حوقل جهانگرد عرب در سده چهارم هجری چنین آورده است :

((... در یکی از قریه های آن (دارابگرد) مومیایی هست ... و آن در غار کوهی است . این مومیا در حفره سنگی گرد می آید . در دارا بجرد کوههایی از نمک سفید ، سیاه ، زرد ، سرخ ، سبز و همه رنگهای متفرع است که کوههایی است که زمین بر آمده و از سنگهای آنها خوان و کاسه و ظروف زیبای تراشند .. در فارس معادن نقره و آهن و سرب و فسفر و نفت و مانند آن هست و این معادن مردم را از فرآورده های شهرها و نواحی دیگر بی نیاز می کند در نزدیکی اصطخر معدن جیوه است ... از کوههای معروف کرمان کوههای ققص (کوچ) و بارز و کوههای معدن نقره است ... در مورد خراسان : در کوه نوقان (شهرستان نیشابور) معدن قدور البرم (دیگ سنگین) است که به سایر بلاد خراسان میبرند و جز آن معادن دیگر از قبیل مس و آهن و نقره و فیروزه و خماین و دهنج (زاج سبز) وجود دارد و از کسانی شنیده ام که معادن طلا نیز دارد اما به زحمت استخراجش نمی ارزند و نیز مقداری بلور ناصاف نیز در آنجا هست . از بدخشان بیجاده خوب و سنگهای قیمتی که در زیبایی و رونق به یاقوت می ماند به دست می آید ... پنجیر شهری است بر کوه جار باب (چهار پایه) شهری است کوچکتر از پنجیر و هر دو معدن سیم دارند و گذراندن مردم آن از استخراج نقره و لاجورد و گوهر است ... در این سرزمین (ماوراء النهر) معادن آهن نیز بسیار و زیاده بر تجارتشان است و نیز معدنهای طلا و نقره و جیوه آن فراوان است ... از همه بلاد اسلام تنها در ماوراء النهر است که نوشادر بدست می آید ... و من در جای دیگر آن را سراغ ندارم))^۱ .

ابن رسته که پیش از این از او یاد کردیم و از جغرافیدانان سده چهارم است می گوید : در اصفهان معدنهای نقره وجود دارد که در حال حاضر متروکند و از آنها بهره برداری

^۱ (صورة الارض ابن حوقل - ترجمه دکتر جعفر شعار)

نمی شود ولی آثار استخراج و کاوشها را می توان از چاههایی که حفر کرده اند مشخص نمود. از این چاهها و نیز از راهروهایی که اینک پیداست سنگهای معدنی استخراج می کرده اند ... و در آنجا معدن مس نیز وجود دارد که از آن دولت (مرکز حکومت) خراجی معادل ده هزار درهم می گیرد و در آنجا معدن اتمد (آنتیموان) خالص نیز وجود دارد که به سراسر آفاق می برند و توتیا از قریه ای که به آن کرمند گفته می شود و از روستای کاشان است بدست می آید. در کوههای اطراف اصفهان خصوصاً در ناحیه روستایی که فریدین نامیده میشود و نیز در جاهای دیگر قیر (مومیایی) بدست می آید ... در اصفهان معدن سنگ زاج و انواع دیگر فلزات مثل سرب و قلع و غیره وجود دارد ...^۱

آدام متز در کتاب تمدن اسلامی در قرن چهارم هجری به نقل از مقدسی می گوید: ((سنگ فتیله که به مناسبت مصرف فتیله چراغ چنین نامیده می شود از شهر بدخشان بدست می آید. از این ماده پارچه سفره هم می ساختند که وقتی چرک و چرب می شد در آتش می انداختند و تمیز می گردید)).

همچنین به نقل از ابن حوقل می گوید: ((در فارس بزرگترین معادن و کارگاههای آهن فعال بود و نیز نزدیک بیروت و کرمان و کابل معادن آهن وجود داشت)). وی در جای دیگر می نویسد ارزیابی مردم از انواع احجار کریمه در آن عصر با امروز تفاوت داشت. یکی از نویسندگان قرن چهارم از سنگهای قیمتی به ترتیب زیر نام برده است: فیروزه نیشابور - یاقوت سر اندیب - لولوعمان - زبرجد مصر - عقیق یمن - بیجاده بلخ. بیرونی هم در حدود ۴۰۰ هجری جواهر را به سه نوع اصلی یاقوت، زمرد و لولو (مروارید) تقسیم کرده است. الماس در آن زمان مقام پر ارزشترین جواهرات را که امروز دارد نداشت، بلکه مردم آن زمان سنگهای رنگین با جزئی درخشش را بر آن ترجیح می دادند.

ابودولف مسعر بن المهلهل الخزرچی جهانگرد قرن چهارم هجری فرد دیگری است که

^۱ (تمدن اسلام در قرن ۴ هجری - آدام متز - ترجمه علیرضا ذکاوتی فراگز لو)

اطلاعاتی در سفرنامه خود در این زمینه به دست داده است . او در حدود سال ۳۴۱ هجری به ایران مسافرت کرده است. اومی گوید : ((چون برهنرشریف و تجارت سودمند تصفیه و تقطیر واقسام حل نمودن و آهکی کردن فلزات احاطه یافتم دریاب سنگهای معدنی و گیاهان طبی دچار تردید و اشتباه شدم و لازم دیدم به دنبال سنگهای خام معدنی و چشمه سارها بروم ...

در الران معدن طلای سنگین و سفید نقره فام موجود است . در آنجا (الران) معدنی از سرب یافتم و یک تکه تفاله سرب (مرده سنگ) از آن برداشته آزمایش نمودم و از هر یک مس آن یک دانگ (دانق) و نیم (هر دانق معادل دو قیراط) نقره خالص بدست آوردم . در دره اسفندویه آبهای معدنی شوره دار بسیار زیاد است .. در آنجا معدنی از زاج سرخ نیز وجود دارد در طارم و در زنجان معدنهای خوبی از زاج موجود است . درباکو چشمه های نفت وجود دارد . در اردبیل معدن زاج موجود می باشد . خاک همدان تمام با طلا آمیخته است و زغال سنگ در آنجا کمیاب است . در همدان چشمه های معدنی وجود دارد و بجز معدن سطحی سنگ سنباده معدن دیگری در آنجا یافت نمی شود . در نزدیکی ری کوهی بنام طبرک واقع است که مشرف به شهر است و در آن معدنهای طلا و نقره یافت می شود ولی در آمد آن کفاف هزینه اش را نمی نماید. در طبرستان معادن طلا موجود است . در دامغان معدنهای زاج و املاح خوب وجود دارد. در بسطام بجز مختصری منیزیوم معدن دیگری وجود ندارد. نیشابور معدن مس دارد. در ایدج میان اصفهان و اهواز معدنهای زیرزمینی زیاد است))^۱

^۱ سفرنامه ابودولف - ترجمه سید ابوالفضل طباطبایی

ب - هواشناسی و علم کائنات جو (ائورولوژی و متئورولوژی)

۱- علم کائنات جو یا ((متئورولوژی^۱)) در آثار اسلامی

علم کائنات جو یا ((آثار علوی)) که به بررسی پدیده های جوی می پردازد ، در تمدن اسلامی از جهات چندی مورد توجه بوده است . برای مثال به عقیده بسیاری از اطباء اسلامی اوضاع آب و هوایی در بروز و شیوع و یا شدت و ضعف برخی بیماریها مؤثر بوده است و البته در اساس رأی درستی است .

در آثار محمد ذکریای رازی بیشترین این موضوعات را می بینیم . همچنین به علت رابطه ای که این علم با علوم دیگر داشته است در آثار جغرافیایی و نجومی دانشمندان مسلمان ، در برخی مواضع ، اشاراتی به موضوعات گوناگون این علم نیز شده است .

شرح علت اختلاف هوای شهرها و مناطق ، نقش موقعیت زمین نسبت به خورشید در این میان ، علت به وجود آمدن فصلها و تغییرات آب و هوایی در طول سال ، پیدایش بادهای انواع آن ، نزولات جوی و اشکال گوناگون بارش به صورت برف ، باران و تگرگ و غیره از جمله مسائلی است که دانشمندان مسلمان به آنها پرداخته اند و در بسیاری موارد نظریات صائبی ارائه کرده اند که از این جهت در خور توجه است .

در مورد تأثیر تغییرات آب و هوایی بر زندگی و رفتار و اخلاق و عقاید انسان ، ((ابودلف)) در سفرنامه خود می نویسد : ((هیچکس در هیچ زمانی قله این کوه ((دماوند)) را خالی از برف ندیده است و چنانچه وقتی بدون برف بماند در جهتی که کوه بی برف نمایان گردد فتنه و آشوب بر پا و خونریزی خواهد شد^۲ .))

علاوه بر این می توان به تغییراتی که در زمین به علت شرایط آب و هوایی خاص به وجود

^۱ این علم با هواشناسی متفاوت است

^۲ ترجمه سید ابوالفضل طباطبایی - تهران ۱۳۴۲ - صفحه ۷۹

می آید اشاره کرد .

برای مثال اشاره هایی در مورد خشک سالهای زمان پیامبر اسلام ﷺ و نیز در سال ۶۳۰ و ۶۴۰ میلادی آمده است و در مورد خشک سالی نه ماهه سال ۶۴۰ میلادی که به سال خرابی معروف شد آمده است که آفتاب خاک عربستان را سوزاند و به خاکستر مبدل کرد . استخری (اصطخری) که بین سالهای ۹۱۵ و ۹۲۱ میلادی به دریند (شهری در کشور آذربایجان کنونی) رفته بود به این موضوع اشاره می کند که ۶ قطعه از دیوار آن شهر در زیر آبهای بحر خزر فرو رفته بوده و این نشان می دهد که سطح آب دریاچه خزر بیش از ۱۰ متر بالاتر از سطح امروزی بوده است .

حمدلله مستوفی در ((نزهة القلوب)) از خشک شدن دریاچه ای در حدود ساوه در زمان پیامبر اسلام ﷺ یاد می کند و می نویسد ؛ ((ساوه - از اقلیم چهارم است و شهرکی اسلامی ... و در آن زمین بحیره بوده است . در شب ولادت رسول _ (صلعم) آب آن بحیره بزمین فرو شد و آن از مبشرات بود و بر آن زمین شهری ساختند)) در مورد دریاچه ارومیه اظهار نظری عکس این وجود دارد و می گویند که در شب ولادت حضرت رسول اکرم ﷺ آب دریاچه بالا آمد و قسمتهایی از اراضی مجاور را فرا گرفت . حمدلله مستوفی از دریاچه ای هم در فراهان نام می برد و می گوید : ((و در آن ولایت بحیره بیست که آنرا ((مغول چغان ناوور)) خوانند و در آن حوالی شکارگاه خوب است ...))^(۱)

با مقایسه سفرنامه ها و سیاحت نامه ها می توان به تغییرات محیطی زمین تحت شرایط آب و هوایی در گذشته تا حدودی پی برد .

مرحوم احمد کسروی ضمن مقاله ای بنام ((رودهای خوزستان)) شرح بسیار جالبی در

^۱ پیرامون آب و هوای باستانی فلات ایران - محمدتقی سیاه پوش - تهران - خرداد ۵۲ - مبحث ازمنه تاریخی

زمینه فرسایشی که به واسطه رودهای مزبور انجام می شود دارد و می نویسد: ((ناصر خسرو که در قرن پنجم از بصره از راه شط العرب به خلیج فارس رفته و بعداً گذشته می نویسد: عبادان بر کنار دریا نهاده است و جانب جنوبی عبادان خود دریای محیط است که چون مد باشد تا کنار دریا آب گیرد و چون جزر شود کمتر از دو فرسنگ دور شود. لیکن این بطوطه که در قرن هشتم از عبادان گذشته می نویسد که آن سه میل از دریا دوری داشت و اکنون در روزگار ما عبادان از دریا دوازده میل کم و بیش دور است. پس می توان گفت که پیشرفت خشکی استمرار دارد و هنوز به ایستگاهی نرسیده است و هیچ جهتی ندارد که بگوییم پس نشینی سالانه دریا در زمانهای پیش از اسلام در کار نبوده زیرا علت مسأله جز این نیست که جلگه خوزستان در دامنه چند رشته کوههای بس بلند و دراز و درگذرگاه سیل های انبوه سالانه نهاده است. این سیل ها همه ساله خاکها و ریگهای فراوان و گزافی را از کوهها و پشته ها با خود سرازیر کرده و برای دریا بارمغان می برد.^۱))

چنانکه گفته شد در آثار اسلامی، کتابهایی به نام ((آثار علوی)) وجود دارند که به علم کائنات جو پرداخته شده است. یکی از مهمترین این تألیفات، ((آثار علوی)) خواجه ابو حاتم مظفر بن اسماعیل اسفزاری دانشمند قرن پنجم و ششم هجری است. این کتاب در ۳ مقاله است که به ترتیب در علم جو شناسی، زمین شناسی و معدن شناسی است. در مقاله اول مباحثی در مورد چگونگی پیدایش باران - برف - تگرگ - شبنم - رعد و برق - بادها - شهابها - ستارگان دنباله دار - رنگین کمان - هاله و صاعقه و خورشیدها)) دارد و در برخی موارد نظریات او تا حدودی صحیح است. همچنانکه درباره رعد و برق، باد، شهابها و ستارگان دنباله دار و صاعقه نظریات باطلی ارائه داده است. در مورد شهابها مانند دیگر دانشمندان معاصر و پیشین خود، آنها را بخاراتی می داند که از زمین رو به آسمان حرکت می کنند و چون به جوهر آتش می رسند، آتش گرفته و شعله ور می شوند و چون

از حیطة آتش خارج می شوند خاموش شده و می میرند .

درباره باد می گوید : ((هر آنکه که بیوست بخار دখانی بر بخار مائی غلبه شود جوهر آن بخارتر را ماده باد گرداند))^۱ .

و چگونگی پیدایش رعد و برق را چنین شرح می دهد ؛ ((پیش از این گفته آمد که دو بخار از زمین برخیزد یکی بخار دخانی و یکی بخار مائی و چون یکی ازین دو بخار از زمین دور شود و بجایگاهی رسد که انعکاس شعاع خورشید از زمین بانجا نرسد و آن جایگاهی است که آنرا مرکز زمهریر گویند و برودت بر آن هوا غالب گردد و کثیف شود و قصد زمین کند و اندر زیر او بخارات گرم باشد و قصد آن بخارات گرم سوی بالا رود و آن بخار سرد بخار گرم را راه ندهد و با یکدیگر مزاحمت کنند و بر یک جانب از جوانب این دو بخار حرارت مستولی شود و بیالا رود و بر جانب دیگر برودت مستولی شود و بسوی زمین گراید و از رفتن ایشان بر یکدیگر صوتی پدید آید که آنرا رعد خوانند و آن هوا که اندر میان این دو حرکت گرفتار آید از افراط آن حرکت بغایت گرم گردد و مانند آتش بشود و آنرا برق خوانند و رعد و برق هر دو در یک حال باشند لیک حس بصر مرئیات را بی زمان بیند و حس سمع ، مسموعات را بمدتی شنود ...))^۲

درمورد صاعقه نیز می نویسد : ((هر گه که آن بخار که سبب رعد و برق است اندر کمیت سخت بسیار باشد و اندر کیفیت سخت مخالف چون خواهد که از یکدیگر جدا شود به سبب بسیاری مادت مسافتی سخت دراز حرکت باید کرد و به سبب مخالفت کیفیت حرکتشان سخت سریع بود و هوایی که در میان دو بخار گرفتار آید بسیار بود و از سرعت حرکت ، جمله آن هوا آتش گردد و بخار سرد جمله آن آتش را بفسرد و به قسر به جانب زمین افکند و از بسیاری که باشد فرو نمیرد و به زمین رسد و از آن حرکت قسری

^۱ رساله آثار علوی - صفحه ۱۷

^۲ همان - صفحه ۱۶ و ۱۷

اندرو بقیتهی تمام مانده بود و بر هر چیزی که افتد آن چیز را ببرد^۱.
 رعد و برق از پدیده های مهم جوی است. تشکیل ابر و بارندگی با پدیده های الکتریکی و
 تغییر و تخلیه برق در فضا همراه است. در هنگام تغییرات شدید هوایی و ایجاد طوفان و
 بارندگی شدید، به سبب شدت عمل تخلیه الکتریکی، برق که همان جرقه های حاصل از
 این تخلیه است روی می دهد که با صداهای غرشمانندی به نام ((رعد)) همراه است.
 اگر برق به سطح زمین منتقل شود ((صاعقه)) نام دارد.

علت این پدیده که در زمان بسیار کوتاه (یکهزارم ثانیه) روی می دهد اختلاف بسیار زیاد
 ولتاژ است (از ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون ولت).

طول رخداد یک رعد ممکن است به صد کیلومتر برسد و تعداد آنها بستگی به شرایط
 محیط و طوفان دارد. در مناطق قطبی و شمالی ۲ تا ۳ بار در ساعت است در حالیکه در
 مناطق آفریقایی و استوایی ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ در ساعت می رسد.

عامل اصلی اختلاف سطح الکتریکی، وجود باد و تحرکات هوایی است که سبب اصطکاک
 قطرات باران و برف و قطعات خاشاک و غبار و غیره با زمین یا با یکدیگر می شود. در
 نتیجه بارهای مثبت و منفی در دو طرف ایجاد شده و وقتی اختلاف سطح زیاد شد،
 سرعت یونهای الکتریکی به جدی می رسد که مولکولهای هوا را متلاشی کرده، کانال
 هدایت کننده ای برای تخلیه الکتریسیته ایجاد می نمایند.

رعد و برق همراه یکدیگر ظهور می کنند ولی ابتدا رعد رویت می شود و پس از لحظاتی
 صدای آن را می شنویم و این به سبب اختلاف سرعت نور و صوت است.

در مورد پدید آمدن هاله نظر اسفزاری چنین است: ((هر آنکه که ماه بر آسمان بود و میان
 بصر و میان قمر ابری باشد تنک، چنانکه روشنایی را از نفوذ کردن اندروی باز ندارد و
 چون میان بصر و میان جرم قمر خطی توهم کنی که بر این ابر بگذرد و نقطه ای بر وی

^۱ همان - صفحه ۳۳ و ۳۲

پدید آرد که مرکز دایره هاله بود و بر حواشی آن نقطه اجزاء خرد باشد از بخار . چون بصر بدان پیوندد و بر زاویه مساوی منعکس گردد و به جرم ماه رسد و در آن اجزاء به سبب خردی ایشان شکل ماه پدیدار نیاید و روشنایی پیدا بود و ابعاد آن جزوها از مرکز هاله یکسان بود بهمه جوانب تا از آن سبب شکل هاله دایره نماید)) .

این نظر اسفزاری تقریباً صحیح است و از آنجائیکه هاله را در نتیجه پدیده شکست نور می دانند کاملاً صحت دارد . به طور کلی وقتی ابرهایی که دارای بلورهای یخی هستند (سیروس و استراتوس) در مقابل خورشید و ماه قرار بگیرند پدیده هاله بوجود خواهد آمد . به این ترتیب که در اکثر مواقع دو دایره تقریباً هم مرکز با اندازه متفاوت (یکی دو برابر دیگری) که دایره خارجی و بزرگتر ، نورانی تر نیز هست دور ماه را فرا می گیرند ، شدت نورهای این حلقه ها متفاوت است . گاهی حلقه های دیگری نیز دور این حلقه ها را فرامی گیرد .

پدیده قوس قزح یا رنگین کمان را اسفزاری چنین شرح داده است : ((اندرین باب حاجت افتد به تقریر کردن مقدمه ای چند . یکی آنست که آنرا انعکاس البصر گویند و معنی آن آنست که هرگاه جسمی صقیل فرض کنی مانده آینه و تقدیر کنی که شعاع بصر بدان آینه پیوسته و از این خط شعاع عمودی توهم کنی بر بسیط آینه ، مثلثی تولد کند ... و دیگر مقدمه آنست که هر آنکه که آینه سخت خرد بود و بصر اندرو شکل چیزها نتواند دید ، رنگ آن چیزها دریابد چنانکه اگرزنگی (یعنی فرد سیاه پوست) در آینه سخت خرد نگیرد ، سواد (سیاهی) روی خویش اندرو بیند و از شکل روی هیچ خبر ندارد)) (یعنی صورتش پیدا نشود)) و سدیگر مقدمه آنست که چون آینه رنگی خاص دارد چون اندرو چیزی بینی رنگ آن چیز مرکب باشد از رنگ آینه و رنگ آن چیز مرئی ، چنانکه اندر آینه خارصینی ، به سبب آنکه لون او مقداری زردی دارد ...

چون این مقدمات معلوم گشت بدان که قوس قزح وقتی اتفاق افتد که باران بارد و

خورشید به آفاق نزدیک بود و رویش گشاده بود ، چون کسی پشت بسوی خورشید کند و بر آن قطره های باران نگرند ، بعضی از آن قطره ها بر وضعی باشند که چون بصر بدو رسد و بر زاویه مساوی منعکس گردد و به جرم خورشید رسد و از خردی قطره باران شکل جرم خورشید اندرو پدید نیاید و آن لون که مدرک شود مرکب بود از نور خورشید و از ظلمت ابر و آن رنگ زرد است که از کمال سپیدی اندک مایه به جانب سیاهی آمده است و بر محیط جرم خورشید قطعه ای از آسمان سخت روشن باشد و بر محیط آن قطعه دیگر باشد که روشنایی او کمتر از قطعه نخستین بود و باز قطعه دیگر باشد که نور او کمتر از این قطعه بود و قطره های باران بعضی بر آن وضع بود که چون بصر بدو رسد و بر زاویه مساوی منعکس گردد بر آن قطعه روشن آسمان که بر بالای خورشید است پیوندد و به سبب آنکه نور آن قطعه از نور جرم خورشید کمتر بود ، رنگ حمرت (قرمزی) پدید آید که پاره ای بسواد (سیاهی) نزدیکتر است از زردی ، و بعضی از آن قطره ها بر وضعی باشند که چون بصر از وی منعکس شود بدان قطعه پیوندد از آسمان که سخت روشن بود ، همسان لون حمرت پدید آید و از آن قطره ها بعضی چنان باشد که شعاع بصر از او باز گردد و بدین قطعه دیگر پیوندد و رنگ حضرت (سبزی) تولد کند بر آن قطره ها که بصر از وی منعکس شود و به قطعه ثالث پیوندد رنگ چیزی پدید آید که نزدیکتر است به سواد از سبزی ، بدان سبب که این نورهای مختلف بر بالای خورشید همچنان است که در زیر خورشید و وضعش مخالف وضع اوست و همیشه قوس قزح دو باشد و الوان آن یکی بر خلاف وضع الوان دیگر بود و این معتاد است الا وقتی که مانعی باشد اتصال بصر را بر سبیل انعکاس بدین نورهای مختلف تا بر حسب آن احوال متغیر شود و بسیار باشد که ((شب بدر چون ماه)) به آفاق نزدیک باشد و باران می بارد قوس قزح پدید آید و الوانش اندر روشنایی کمتر باشد از الوان قوس قزح که از آفتاب پدید آید ...^۱

توضیحات اسفزاری تا حدودی درست است و به ویژه اشاره او به دو رنگین کمان و نیز رنگین کمانی که ماه می سازد و رنگین کمانی که از تابش نور خورشید ایجاد می شود . و همچنین اشاره او به اینکه رنگهای دو رنگین کمان وضعیتشان نسبت به هم تفاوت دارد . به طور کلی رنگین کمان موقعی تشکیل می شود که فضائی که دارای قطرات ریز آب است بوسیله خورشید یا ماه روشن گردد .

چنانکه اسفزاری گفته است رنگین کمان دومی هم ممکن است ایجاد شود و آن وقتی است که شعاع نورانی خورشید یا ماه پس از آنکه داخل قطره آب گردد دوباره انعکاس پیدا کند . در این حالت جایگاه رنگها تغییر پیدا می کند که حکیم اسفزاری به این موضوع نیز اشاره کرده است . (و الوان آن یکی برخلاف وضع الوان دیگر بود) .

نور رنگین کمان همیشه دارای یک شدت نیست و شدت رنگهای آن متغیر است و این تغییر شدت بواسطه تغییر قطر قطرات باران است .

ماه نیز می تواند رنگین کمان تولید کند ولی شدت نورهای رنگین کمان ماه خیلی کمتر از رنگین کمانی است که خورشید می سازد . اسفزاری به این مورد نیز اشاره کرده است .

مشابه این نظریات که از اسفزاری نقل شده است تا حدودی مورد قبول دانشمندان دیگر مسلمان نیز بوده است و در دیگر آثاری که به این موضوعات پرداخته اند نظریات و آرائی همانند اینها را می توانیم بیابیم^۱ .

^۱ اسفزاری و دیگر دانشمندان اسلامی نموده های طبیعی را سه گونه معرفی می کنند برای نمونه شمس - الدین دتیسری (قرن هفتم هجری) در کتاب خود « نوادر الثبا در لثحفه البهادر » این نموده های طبیعی را بر این سه گونه دانسته است : یکی در بالای زمین افتد مانند باران و برف و تگرگ و ژاله - دوم در بسیط زمین افتد و چشمه ها و رودها و قوتها . قسم سوم در زمین افتد چون کهریا و انواع زاجها .

۲- هواشناسی در تمدن اسلامی^۱

در هواشناسی کندی مبرزترین دانشمند مسلمان است .

کندی هر چند در رساله جزر و مد خود نشان داده که از علت اصلی جزر و مد بی اطلاع است (قرن سوم هجری) لیکن در هواشناسی واضح بنیان نویسی بود که از زمان ارسطو دست نخورده و باطل همچنان بر جای مانده بود . بنیانی که به مدد او استوار شد ((قانون انبساط حجمها)) در هواشناسی بود .

در مورد جزر و مد علت اصلی این پدیده را کندی حرارت ماه و خورشید معرفی کرده بود بدین ترتیب که به ویژه به هنگام عبور ماه از جو زمین ، به علت حرارت ، حجم هوا ضخیم می شود و در نتیجه حجم آب در دریایی که ماه بر آن گذر می کند زیاد تر می شود . نظر کندی در مورد رنگ آسمان جالب توجه است و مطابق با یافته های امروزی ماست . کندی درباره رنگ لاجوردی آسمان ، نخستین کسی است که می گوید این رنگ واقعی آسمان نیست و چنین نظر می دهد : ((جوی که اطراف زمین را فراگرفته و محیط بر آن است، به علت وجود اجزای ناری در آن به وسیله حرارت حاصل از انعکاس شعاع زمینی ، تحلیل رفته و اندکی نورانی می شود ، از این رو جو تاریک را به سبب اینکه روشنایی زمین با روشنایی ستارگان در آمیخته به رنگ متوسط بین تاریکی و روشنایی یعنی همین رنگ لاجوردی مشاهده می کنیم .^۲))

این نظریات بعدها در اروپا توسط دانشمندانی چون داوینچی (قرن ۱۵ میلادی) بیان گردید .

علت رنگ آبی آسمان که کندی بدان اشاره کرده است چنین است : وقتی که پرتوهای

^۱ در نوشتاری دیگر در آینده ، درباره ((هواشناسی اسلامی)) به تحقیق خواهیم پرداخت .

^۲ گفتارهایی پیرامون تاریخ علوم عربی و اسلامی - فؤاد سزگین - ترجمه محمد رضا عطایی - بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی

خورشیدی به ذرات ریزی که در هوا هستند تابش می کند در تمام جهات منعکس می شود و از ذره ای به ذره دیگر منتقل می شود. ولی میزان این فرای پخش برای طیفهای گوناگون نور سفید یکسان نیست. هر چه طول موج کمتر باشد (بنفش و آبی) این میزان فرای پخش بیشتر است، در نتیجه آسمان نقاط بسیار دور از خورشید آبی و بنفش به نظر می رسند و در نزدیکی خورشید و مخصوصاً در امتداد اشعه آن، رنگهای قرمز و زرد به چشم می خورد.

هر چه ذرات کوچکتر باشند نور پخش شده آبی رنگ تر است ولی اگر نسبتاً بزرگ باشند پخش شدن نور برای تمام طول موجها تقریباً یکسان است و آسمان سفید رنگ به نظر می رسد. در هنگام غروب یا طلوع، خورشید مایل است و با ذرات مجاور زمین که درشت هستند برخورد می کند، آسمان بالای سر ناظر، سفید به نظر می آید و بالعکس، در امتداد خورشید چون رنگ قرمز و زرد بیشتر است مکانهای اطراف خورشید در هنگام طلوع و غروب، قرمز یا نارنجی به نظر می رسد.

به طور کلی هر چه ذرات درشت تر باشند رنگ آسمان سفید تر و هر چه ذرات ریزتر مثل بخار آب، بیشتر باشد رنگ آسمان قرمزتر خواهد بود.

کندی^۱ و برخی دیگر از دانشمندان مسلمان، نظیر ابن عمید، رویدادهای جوی را معلول برخورد بخار گرم با هوای سرد در جو می دانستند و در نتیجه همین برخورد است که حجم بخار گرم منقبض می شود و به همین دلیل است که در مصر و جزیره العرب

^۱ برخی کندی را یهودی دانسته اند که البته صحت ندارد و دلیل، آثار و همچنین نزدیکان و خانواده اوست. اجداد او همه شناخته شده و مسلمانند - اشعث بن قیس کندی - همانست که در تاریخ اسلام به ظاهر یار نزدیک و در حقیقت از دشمنان حضرت علی علیه السلام بود. محمد بن اشعث بن قیس کندی - کسی که مسلم بن عقیل را دستگیر کرد و باعث شهادت ایشان بود. با این وجود می دانیم که او یهودی نبوده است چرا که آثار فلسفی او را نیز در دست داریم. کندی را نخستین فیلسوف عرب دانسته اند. او مدتی در بیت الحکمه مأمون عباسی به سر برد.

بارندگی کم و در هند زیاد است. این توجیه در مورد بارانهای موسمی تابستانی هند صحت دارد. بخارات اقیانوس هند با هوایی که از قسمت شمال می آید برخورد می کند و به علت انحراف خورشید به سمت شمال انبساط می یابد.

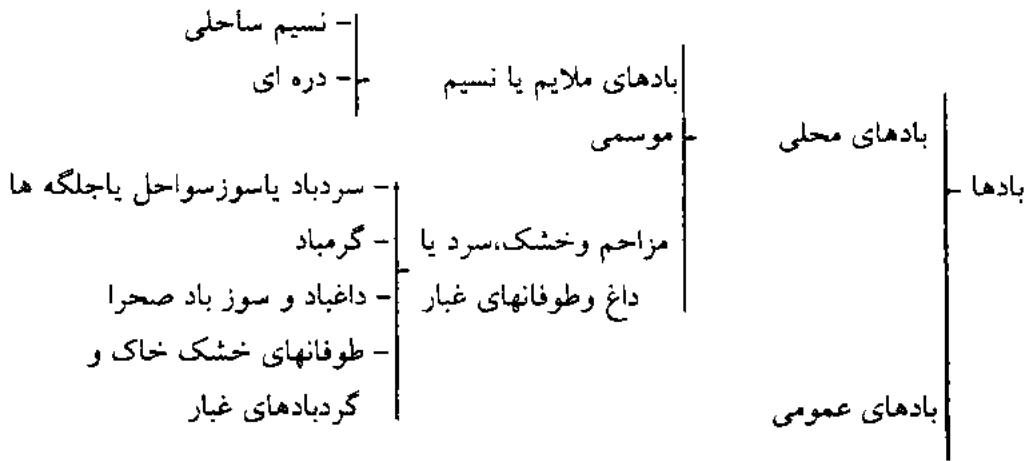
کندی در مورد پیدایش بادهای، بسیار دقیق اظهار نظر می کند:

((وقتی که خورشید کمی در سمت شمال قرار دارد قسمتهایی را در جهت شمالی گرم می کند و بخشهایی از جهت جنوبی سرد می شود. در نتیجه هوای سمت شمال جریان پیدا می کند و به سبب حرارتش به سمت جهت جنوبی - که به سبب برودت هوایش متبضع است - گسترش پیدا می کند. از این رو بیشتر بادهای تابستانی، شمالی و اکثر بادهای زمستانی، جنوبی است، مگر اینکه عوامل زمینی از قبیل حرکت آب دشتهای و دره ها و سیلهای ناگهانی و وفور آبها و بالا آمدن آبهای قدیمی، پیش نیاید که این عوامل و نظایر آنها باعث جریان بخار در جهات مختلف شده و بدان وسیله انواع بادهای به مقدار مواردی که اشراف دارد، می وزد.))

به طور خلاصه علت پیدایش بادهای چنین است؛ اختلاف تابش یا انتقال حرارت از خورشید یا از زمین به هوا، باعث اختلاف درجه حرارت میان هوای مناطق مختلف شده و در نتیجه توده های هوایی مشخص و متمایزی ایجاد می شود که دارای اختلاف درجه حرارت و وزن مخصوص متفاوت و در نتیجه فشارهای مختلف می باشند و همین اختلاف فشار سبب جابجایی توده های هوایی و پیدایش بادهای می شود.

بادهای به چند دسته تقسیم می شوند که به طور خلاصه چنین است:

^۱ گفتارهایی پیرامون تاریخ علوم عربی و اسلامی - فؤاد سزگین - ترجمه محمد رضا عطائی - بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی - چاپ اول - ۱۳۷۱ - صفحه ۱۲۹



محرک اصلی بادهای عمومی، اختلاف درجه حرارت میان استوا و قطبین بوده و متعلق به کره زمین می باشد.

علاوه بر علم کائنات جو با متئورولوژی در مورد علم هواشناسی نیز برخی دانشمندان اسلامی در تألیفات ((آثار علوی)) به بحث پرداخته اند^۱.

همچنین می توان از کتاب ((الانواء)) ابن قتیبه دینوری (متوفی به سال ۲۷۶ هجری) نام برد. در این کتاب، ابن قتیبه فصولی را درباره بادهای ابرها و رعد و برق، طلوع و غروب آورده است. او بادهای را به ۴ نوع (باد شمال - باد جنوب - باد صبا و باد دبور) تقسیم کرده است. باد صبا = بادی که از وسط مشرقها منشأ می گیرد

باد دبور از وسط مغربها

باد شمال از قطب شمال

باد جنوب از قطب جنوب منشأ می گیرد.

^۱ در حقیقت هیچ مرزی میان این دو رشته (انورولوژی = هواشناسی و متئورولوژی = علم کائنات جو) در آثار اسلامی دیده نمی شود و آثاری هم که در این دو رشته به تحریر در آمده اند از موضوعات هر دو شاخه علم تشکیل شده اند.

در مورد تأثیرات بادهای در ادامه در ((افعال الرياح)) مطالبی که به صورت مکالمات میان بادهاست آمده است. در فصل بعد در مورد نقش بادهای در لقاح گیاهان که در قرآن کریم نیز اشاره شده مطالبی آورده است.

در فصول بعد درباره ابرها و رعد و برق و پدیده های جوی به بحث پرداخته است و مطالب آن شبیه دیگر مطالب در آثار مسلمین است.

علاوه بر این می توان آثار ذیل را نیز یادآوری کرد:

۱- الامطار و الرياح و تغییر الاهویه : ابومعشر بلخی

۲- طبائع البلدان و تولد الرياح : ابومعشر بلخی

۳- رساله ای در علت اختلاف هوای بلاد و اقالیم : حکیم عمر خیام نیشابوری

۴- الأزمنه و الاهویه : ذکریای رازی

۵- مقاله فی صفة الاسباب السخونه الموجوده فی العالم واختلاف فصول السنه: ابوریحان

بیرونی

۶- دلالة الآثار العلویه علی الاحداث السفلیه

۷- مقاله مضيئات الجو الحادته فی العلو

ج - زلزله شناسی

۱- زلزله شناسی در تألیفات اسلامی

در تألیفات مسلمانان در مورد پدیده زلزله، علاوه بر توجیه علمی آن (هر چند نادرست) یک نوع دیدگاه مذهبی نیز دیده می شود و در برخی از مواضع، زلزله با یک هراس مذهبی همراه می شده است.

توجه دین اسلام به پدیده‌های طبیعی و لزوم بجای آوردن نماز آیات پس از وقوع زلزله، در نظر مسلمین علل معنایی و ما بعدالطبیعی و جنبه الوهیت انتزاع می‌کرده است و چنانکه گفته شد این توجیهاات علاوه بر توضیح علمی آن بوده است.

یکی دیگر از نتایج درک نادرست این پدیده یا بهتر بگوییم دریافت نادرست از علت وقوع زلزله، نسبت دادن آن به یکی دیگر از اتفاقات طبیعی است. اظهار نظر در مورد وجود رابطه میان زلزله با کسوف و خسوف و طوفان و آتش سوزی، مرگ کسی یا تولد دیگری، یا جنگ و نزاع و بیماری و قحطی و غیره از این جمله است.^۱

در تألیفات اسلامی به ویژه در آثار تاریخی، اشاراتی به وقوع زلزله‌هایی را مشاهده می‌کنیم درحالی‌که به ندرت کتابی را می‌توان یافت که فقط به این پدیده پرداخته باشد. کتاب ((الحوقله فی الزلزله)) نوشته حمید العمادی از آثاری است که در این زمینه مختص شده است. سیوطی، داودی و شاذلی (قرون ۹ و ۱۰ هجری) و ((الجزار)) نیز کسانی بوده‌اند که نوشته‌هایی از خود در این علم به یادگار گذاشته‌اند.

در آثار تاریخی به پیامدهای زلزله‌ها اشاره شده است نظیر؛ شکافتن زمین و حرکات بالا و پایین لایه‌های زمین، تغییر جریان آب رودها و چشمه‌ها، طوفان و باد و قحطی و بیماری.

برخی از آثار تاریخی که شروحنی بر زلزله‌ها آورده‌اند عبارتند از:

تاریخ طبری

تاریخ یعقوبی

تنبیه و الاشراف مسعودی

تاریخ مختصر الدول ابن العربی

^۱ از پیامدهای زلزله که پس از آن معمولاً روی می‌دهد می‌توان از شیوع بیماریها، قحطی، آتش سوزیهای مهیب به ویژه در شهرهای بزرگ و هرج و مرج فراگیر نام برد.

المختصر ابن الجوزی

نزه القلوب حمدالله مستوفی

تاریخ ابن اثیر

و آثار دیگر

در مورد پیشگویی زلزله ، کار علمی و اصولی دیده نمی شود . پیشگویی زمین لرزه حتی در تمدن اسلامی مانند گذشتگان ایشان ، توسط منجمان و پیشگویان انجام می گرفت . در این مورد حمدالله مستوفی در نزه القلوب آورده است که ((زمین لرزه سال ۴۳۴ هجری قمری در تبریز توسط اختر گو ((ابوطاهر شیرازی)) پیشگویی شد ولی مورد توجه قرار نگرفت ولی زمین لرزه روی داد و در حدود ۴۰۰۰۰ نفر جان سپردند .))
چند مورد دیگر نیز در مورد پیشگویی در آثار و تألیفات گوناگون می بینیم که چندان قابل اطمینان نیستند و گذشته از این در اغلب موارد نادرست بوده اند .

۲- زلزله شناسی و پژوهشهای زلزله شناختی در تمدن اسلامی

در مورد شرح رویدادن پدیده زلزله و پیش بینی آن ، دانشمندان مسلمان توضیحات نسبتاً قابل قبولی ارائه داده اند که از این نظر با آموخته های پیشینیان ایشان قابل مقایسه نیست ؛ هرچند علت صحیح بروز آنها نیافته اند .

اکثر دانشمندان اسلامی در مورد زلزله اظهار نظرهای تقریباً مشابهی دارند که ما در اینجا مهمترین آنها را می آوریم .

ابن سینا زمین لرزه را در نتیجه فعالیت بخاراتی می داند که در درون زمین محبوس شده و طریقی برای خروج بجز انفجار و ایجاد زمین لرزه ندارد .

^۱ حمدالله مستوفی - نزه القلوب - صفحه ۷۵ - البته صحت چنین پیشگوییهای بعید به نظر می رسد .

البته این توضیح در مورد ارتعاشات زمین که هنگام خروج مواد مذاب از درون زمین در یک آتشفشان روی می دهد و باعث لرزش زمین اطراف می شود کاملاً صحیح است . گذشته از این براساس نوشته های ابن سینا ، چنین بر می آید که او بین فعالیتهای آتشفشانی و کوه زایی و زلزله رابطه ای قائل بوده است که این نظر نیز صحیح است . و ما امروزه می دانیم که در کلیه صفحات قاره ای ، جایی که فعالیتهای کوه زایی شدت بیشتری دارد ، لرزه خیزی و فعالیتهای آتشفشانی نیز فراوانی بیشتری نسبت به سایر نقاط نشان می دهد .

حکیم اسفزاری در ((رساله آثار علوی)) خود در باب چهارم درباره زلزله به نام ((اندر زلزال)) می گوید ؛ ((هرگاه که بخار بسیار در زیر زمین تولد کند و راه یابد بر زمین متخلخل به فضای هوا آید مادت باد گردد و به حواشی آن جایگاه معتاد گردد باد بسیار آمدن گیرد و چون آن بخارات در زیر زمین تولد کند و راه نیابد که بر هوا آید به سبب آن حرارت که اندر وی باشد قصد بالا می کند و زمین صلب بود و راه ندهد و چون بخار بسیار شود آن زمین را جنبانیدن گیرد تا آنگاه که جایی از او بشکافد و آن بخارات بدان شکافتگی بر آید و آن اضطراب ساکن گردد و باشد که قوت آن بخار با قوت زمین مکافی بود پس آن اضطراب و زلزله روزهای بسیار بماند و آنگاه که بخار غالب شود ، زمین را بشکافاند و اگر آن بخار سرد گردد قوتش کمتر شود و بیارامد بی آنکه زمین را بشکافد و اگر گرمی آن بخار زیادت شود و یا بخار افزونی بدو پیوندد و قوی گردد زمین را شکافد و باشد که پیش از شکافتن زمین بانگ آن بخار می توان شنیدن و باشد که پس از آنکه زمین بشکافد ، آواز آن بخار ظاهر گردد و از پس آن اگر مادت بسیار بود و پیوسته می آید دائم از آن شکافتگی بخاری مانند بادی بر می آید . مانده این چاهها که اندر کوهها یابند و دائم ازو بادی بر می آید و باشد که قوت او تا بدان حد بود که اگر سنگی به قهر در چاه افکنی آن باد آن سنگ را بر گرداند و به بالا آرد و به جانبی از جوانب آن چاخ بیفکند و اگر آن بخار دخانی بود (پدیدار باشد که) مانند دخان از چاه بر می آید و باشد که تا آن حد برسد که هر سوختگی که اندرو افکنند مشتعل گردد و بسوزد ، از افراط گرمی آن دخان که

ازوی بر می آید ...)^۱.

البته چنین چاهی که اگر سنگی در آن بیاندازند و سنگ به سبب وجود بادهای قوی به هوا پرتاب شود شناخته شده نیست. منظور از چاه نمی تواند همان چاهی باشد که حفر می کند بلکه منظور حفراتی است که در کوهها به صورت طبیعی وجود دارد. ممکن است حفراتی باشند که متعلق به یک آتشفشان هستند یا دهانه های غارهای رسوبی و یا اینکه شکافهای بزرگی باشند که بیشتر در توده های آذرین یافت می شوند. شاید هم مخروطهای آتشفشانی مورد نظر است. به هر حال مشابه این تعاریف اسفزاری، برای نوعی از چشمه های آبگرم (آبفشانها) وجود دارد. نوعی از چشمه های آبگرم وجود دارند به نام ((آبفشان یا ژیزر)) که در آنها آب گرم با فشار به خارج پرتاب می شود و در هنگام فعالیت، مواد معدنی و املاح نیز همراه آب به بیرون پرتاب می شوند. چون قابلیت حل کردن آب گرم بیش از آب سرد است.

درآبفشانها آب گرم اغلب به اندازه ۳۰ تا ۶۰ متر درجهات مختلف به بیرون فوران می کند. اگر فوران آب قطع شود (عمل آبفشان منقطع و فعالیت آن متناوب است) حجمی از بخار با صدای غرش ماندی بیرون می جهد. ذکر نکته دیگر آنست که در غارهای رسوبی، هوا سردتر است و باد بیشتری جریان دارد. البته این باد نمی تواند یک سنگ را به فضا پرتاب کند.

ابوالحسن بهمینار شاگرد معروف ابن سینا در التحصیل خود آورده است؛ ((اما زلزله، که حرکتی است که در جزوی از اجزاء زمین فرادید آید، به سبب آن که چون آن در تحت بود متحرک شود. هر آینه آنچه بر فوق بود هم متحرک شود و آن سبب یا بادی بود (یا بخاری) یا دخانی و بس و کم بود که در صیف زلزله بود و بسیار بود که سبب زلزله کسوف بود به سبب فقدان حرارت که کاین بود از شعاع به یک دفعه و حصول برد که از

^۱ رساله آثار علوی - اسفزاری - به کوشش استاد محمد تقی مدرس رضوی - باب چهارم

ریاح بود در تجاوزیف زمین به تحصیف از ناگاه و آنچه از برد پیدا شود به یک دفعه (بکند آن را که) هیچ عارضی به تدریج آن نکند و اگر با زلزله آتش بود سبب آن انفصال ابخره بود از زمین به عنف و استحاله او زی آتش و توابع سخن در این باب اینست که در آن باید به کتاب شفا مراجعه شود. ^۱))

دنیسری (شمس الدین محمد ابن امین الدین ایوب دنیسری) دانشمند قرن هفتم هجری در کتاب خود ((نوادر التبا در لتحفه البهادر)) می نویسد : ((... و هرگه که بخار دخانی بر بخار مائی غالب شود جوهر آن بخارتر را باد گرداند و هرگه که بخار در زمین محتبس شود چشمه ها شود و هرگه که دخان محتبس شود زلزله و خف زمین شود و باشد که آتش بدر آید ...)) .

البته علت زمین لرزه باد ، کسوف یا آتش سوزی نیست بلکه فقط در هنگام زلزله آتش سوزی ممکن است روی دهد و این زمین لرزه است که باعث رویداد آتش سوزی شده است .

میان زلزله و کسوف و خسوف رابطه ای مشخص نشده است .

در مورد پیش بینی زلزله مطالب معدودی می یابیم . بهترین و صحیح ترین را کرجی دانشمند بزرگ مسلمان بیان کرده است . کرجی می نویسد :

((هنگام زلزله چشمه ها فوران می کند و در بعضی مواقع چشمه های تازه پدیدار می شود و یا آنکه محل چشمه ها از جایی به جای دیگر منتقل می شود . علت این امر آنست که در زیر زمین رگه هایی است که آب از آنها عبور می کند و از چشمه های روی زمین بیرون می آید و خاکهایی که در اطراف این رگه ها قرار دارند سخت هستند . اگر زمین لرزه هایی که بر اثر خروج بخارهای متراکم شده زیر زمین ایجاد می شوند با مجرای این چشمه ها بر خورد کرده و در خاک آن خلل و فرج ایجاد کنند و برای آب روزنه های دیگری که به

^۱ ترجمه التحصیل - بهمینار (جام جهان نمای) صفحه ۵۱۸

مرکز زمین نزدیکترند ایجاد نمایند، آب از یکی از سوراخها بیرون می آید و مجرای اول قطعی می گردد چه بسا که این بخار مخزن آبهای حبس شده در زیر زمین را بشکافد و بر ایشان در سطح زمین راهی باز کند و در نتیجه چشمه ای تازه ایجاد شود. این امر بسیار دیده شده است. آنچه که گفتیم جز در زمینهایی که دارای خاک مختلف هستند اتفاق نمی افتد اما در زمینی که سختی یا نرمی آن یکسان باشد، فرو رفتن آب چشمه و کاریز به ندرت اتفاق می افتد.

گاهی بر اثر آنچه که گفتیم در هنگام زلزله آب کاریز کم و زیاد می شود ...))^۱ یکی از نشانه های بروز زلزله، تغییر میزان و جریان آب چشمه ها می باشد که برای پیش بینی زلزله (البته نه با مدت زیاد) به کار می رود.

دانشمندان چینی در سال ۱۹۷۵ با استفاده از این معیار، حدود ۷ ساعت زودتر از وقوع زلزله با خبر شدند و در نتیجه از بروز خسارات جانی بسیار کاسته شد، در حالیکه خسارت مالی و اقتصادی بسیار زیاد بود. این برای اولین و آخرین بار تا این زمان است که یک پیش بینی صحیح در مورد یک زلزله با قدرت تخریب یک شهر عظیم انجام گرفت.^۲

- علاوه بر این روش، روشهای دیگری نیز امروزه به کار می رود که برخی از آنها عبارتند از:

۱- اندازه گیری میزان گاز رادون آزاد شده از سنگها (بر اثر گسیختگی سنگها)
 ۲- روشهای آمار و احتمالات (برخی زمین لرزه ها در دوره های زمانی تقریباً مشخصی تکرار می شوند.)

۳- اندازه گیری میزان حرکت سنگها و لایه های زمین (خزش سنجها و چاههای گمانه ای

^۱ انباط المیاه الخفیه - کرجی - ص ۶۱ باب ((فصولی در مطالب گوناگون)) .

^۲ با تخلیه حدود ۳ میلیون نفر از ساکنین شهر ((هایچنگ)) هزاران خانواده نجات یافتند، در حالیکه ۹۰ درصد شهر به کلی ویران یا نیمه خراب گردید. در سال بعد (۱۹۷۶) زمین لرزه تانگ شان پیش بینی دقیق نشد و ۲۴۰۰۰۰ نفر کشته شدند. پیش بینیهای نادرست نیز بسیار است، هزینه گزاف تخلیه شهرها، وقت و سرمایه و هرج و مرج را نیز باید در نظر گرفت.

برای سنجش تنش)

۴- بررسی های ژئوفیزیکی (از روی تغییر سرعت امواج زلزله به علت تغییر حالت فیزیکی مواد درون زمین برای مثال به علت گسیخته شدن و از حالت جامد خارج شدن سنگها ، سرعت امواج کمتر می شود).

۵- افزایش قابلیت رسانایی الکتریکی سنگها و افزایش قابلیت نفوذ آنها .

۳- اثرات زلزله :

چنانچه گفته شد از اثرات لرزش لایه های زمین یا زلزله ، می توان از جابجایی در طبقات زمین ، امواج تسونامی (سونامی) و تغییر جریان آب چشمه ها و رودها و همچنین خساراتی که بر ساختمانها و مراکز شهری و روستایی وارد می آید اشاره کرد .

هر چند نام زلزله یادآور خرابیها و تلفات جانی است ولی اثرات جنبی سودمندی نیز دارد . برای مثال تغییر در سطح آبهای زیر زمینی می تواند یک منطقه بی آب بیابانی را ، صاحب یک واحه سرسبز کند و آب سفره زیرزمینی به سبب بالاآمدگی آن یا فرو نشست لایه های مجاور، از سطح زمین آشکار شود .

گذشته از این ، بیشترین و شدیدترین خسارات جانی و مالی رسیده از یک زلزله ، بسیار کمتر از برخی زیانهایی است که خود انسان باعث آنست و در طول تاریخ مسبب آنها بوده است .

نکته دیگر چنانکه گفته شد ، رویدادهایی است که آنها را سبب وقوع زلزله دانسته اند ؛ نظیر آتش سوزی ، باد و طوفان های سهمگین ، قحطی و خشکسالی ، کسوف و خسوف و غیره ...

در حالیکه چنین موضوعی صحّت علمی ندارد . فقط پس از زلزله و به علت خرابیها و مرگ و میرهای ناشی از آن ، ممکن است در شرایط خاص جغرافیایی (مانند خشک بودن

منطقه یا دور بودن آن از مناطق آباد (خشکسالی و قحطی و در نتیجه بیماریهایی شیوع پیدا کند و یا اینکه به هم ریختگی ایجاد شده باعث هرج و مرج بیشتر توسط راهزنان و دزدان شود .

۴- یادکردی از مهمترین زمین لرزه های ایران :

از مهمترین زمین لرزه هایی که ذکرشان در آثاری آمده است می توان موارد ذیل را نام برد^۱ :
 ۱- ۷۶۳ میلادی - خراسان - در سال ۷۶۳ زمین لرزه فاجعه باری در خراسان روی داد که کوه ها را از جای خود حرکت داد و هیچ درختی و سنگی را بر جای خویش استوار باقی نگذاشت .

۲- ۸۴۰ میلادی - اهواز - در سال ۲۲۵ قمری زمین لرزه ویرانگری در زاگرس روی داد . در اهواز خانه های بسیاری و نیز مسجد جامع ویران شده و مردم شهر را ترک کردند . تپه مشرف به اهواز شکاف برداشت . پس لرزه ها مدتی ادامه داشت .

۳- ۸۷۴ م - گرگان - در اواخر سال ۸۷۴ زمین لرزه ای با ویرانگری محلی ۲۰۰۰ تن از سربازانی را که در گرگان پناه گرفته بودند کشت ...

۴- ۱۰۵۲ م - بیهق ... لرزه اصلی در اول صفر ۴۴۴ و پس لرزه های آن که به مدت بیش از یک ماه دنباله داشت شهر و باروی آن را به ویرانه ای بدل ساخت . زمین لرزه به گونه ای گسترده حس شد و از سالی که این لرزه روی داد یک سده پس از آن هنوز به عراق سال زمین لرزه یاد می شد . کسان بسیاری کشته شدند و باروی شهر به مدت ۲۰ سال به صورت ویران باقی ماند.

۵- ۱۲۰۹ میلادی - نیشابور - در سال ۶۰۵ قمری زمین لرزه فاجعه باری که در سرتاسر

^۱ برگرفته از کتاب ((تاریخ زمین لرزه های ایران)) - فصل سوم ((زمین لرزه های اسلامی)) - نوشته ((ن - ن امیر سز)) و ((ج - پ - ملویل)) - ترجمه ابوالحسن رده - انتشارات آگاه - تهران

- بخش بزرگی از خراسان باختری حس شد ، منطقه نیشابور را تقریباً به کلی ویران کرد .
- ۶- ۱۳۳۶ م - خواف - در اوایل بامداد دوشنبه ۱۴ ربیع الاول ۷۳۷ ، زمین لرزه فاجعه باری در خراسان در منطقه خواف روی داد ۲۰۰۰۰ و تا ۳۰۰۰۰ تن جان خود را از دست دادند .
- ۷- ۱۴۰۵ م - نیشابور - در ۳۰ جمادی الاول ۸۰۸ زمین لرزه فاجعه باری در نیشابور و توابع آن روی داد . شهر کاملاً ویران شد و تنها کسانی که در بیرون و در صحرا بودند جان بدر بردند . پس لرزه های ویرانگر به مدت چندین روز دنباله داشت و در مجموع بیش از ۳۰۰۰۰ تن جان باختند .
- ۸- ۱۴۴۰ م - کارزین - قیر - زمین لرزه ویرانگری در فارس جنوبی در سال ۸۲۴ ق مایه آسیب چشمگیر و تلفات جانی در کارزین و نیز در دیگر بخشهای منطقه شیراز شده و نزدیک به ۱۰۰۰۰ تن را کشت .
- ۹- ۱۴۹۷ م - هرمز - سراسر یک شهر در همسایگی هرمز به احتمال زیاد گامبرون ، به تمامی ویران شد و ساکنانش در زیر ویرانه ها جان باختند .
- ۱۰- ۱۵۴۹ م - خاور قاین - باعث مرگ ۳۰۰۰ تن گردید .
- ۱۱- ۱۵۹۳ م - لار - در اوخر تابستان ۱۰۰۱ ق ، زمین لرزه ویرانگری به لار ، آسیب رساند، در طی ۴۸ ساعت ۳ لرزه روی داد زمین لرزه بیش از ۱۲۰۰ خانه را ویران کرد و سبب مرگ ۳۰۰۰ تن شد .
- ۱۲- ۱۶۳۹ م - قزوین - باعث مرگ ۱۲۰۰۰ تن شد .
- ۱۳- ۱۶۷۳ م - مشهد - ۴۰۰۰ تن کشته شدند و ۱۶۰۰ تن نیز در نیشابور جان سپردند .
- ۱۴- ۱۶۷۸ م - گناباد - تنها مسجد جامع و یک نفر جان بدر برد - روستاهای بسیاری ویران شدند .
- ۱۵- ۱۷۲۱ م - جنوب خاور تبریز - دست کم ۴۰۰۰۰ تن را کشت و حدود سه چهارم خانه ها را در تبریز ویران کرد .
- ۱۶- ۱۷۷۸ م - کاشان - در کاشان ۸۰۰۰ تن کشته شدند و تقریباً همه خانه ها ویران شد .

- ۱۷ - ۱۷۸۰ م - در خراسان - باعث مرگ ۳۰۰۰ نفر شد .
 ۱۸ - ۱۸۵۱ م - قوچان - معدن - بیش از ۲۰۰۰ نفر کشته شدند .
 ۱۹ - ۱۸۵۳ م - شیراز - باعث مرگ ۹۰۰۰ نفر گردید .
 ۲۰ - ۱۸۶۳ م - اردبیل - در مجموع ۱۰۰۰ نفر کشته شدند و صدها دام تلف شدند .
 ۲۱ - ۱۸۹۳ م - جنوب قوچان - در شهر قوچان و حوالی آن حدود ۱۵۰۰۰ نفر کشته شدند و بیش از ۳۰۰۰ رأس دام تلف شدند .

د - تکنولوژیهای کاربردی استخراج آبهای زیر زمینی

در تمدن اسلامی^۱

در مباحث قبل به کتاب ((انباط المیاه الخفیه)) کرجی دانشمند بزرگ ایرانی (قرن ۴ و ۵ هجری) اشاره کردیم . او تنها به حفر قنات که یکی از روشهای کهن دستیابی به آبهای زیر زمینی است اشاره کرده است . در این بخش ، در جهت تکمیل نوشتار پیشین ، به برخی اختراعات دانشمندان مسلمان در زمینه شیوه های استخراج آبهای زیر زمینی و انتقال آنها به روی زمین و تکنولوژیهای ابداعی ایشان می پردازیم .
 علت اصلی بروز این اختراعات و ابداعات در تکنولوژی و فن آوری استخراج آبهای زیر زمینی ، مدنیت و شهرنشینی جدید بود که حتی می توان آن را گسترده تر و توسعه یافته تر از جوامع رومیها دانست .

برای مثال جمعیت بغداد در قرن ۴ هجری به حدود ۱/۵ میلیون نفر می رسید و حتی شهرهایی کوچکتر مانند سمرقند ، نیشابور ، ری و قرطبه نیز جمعیت چشمگیری داشتند ،

^۱ برخی از مطالب این مبحث و همچنین تصاویر ۴ تا ۱ پایان کتاب که مربوط به همین مبحث است از مقاله داندل هیل با عنوان ((مهندسی مکانیک در سرزمینهای اسلامی در قرون وسطی)) می باشد که در مجله فیزیک - شماره او ۲ (بهار و تابستان ۱۳۷۲) صفحات ۳۰ تا ۳۷ آورده شده است .

که هیچ قابل مقایسه با بزرگترین شهرهای اروپای آن زمان نیست. پاریس در همین زمان و تا ۴۰۰ سال پس از آن جمعیتی کمتر از یکصد هزار نفر داشت.

این شهرهای بزرگ و جمعیتی فراوان، نیازهای غذایی بسیاری را در پی داشت که بالطبع باید از طریق فعالیتهای کشاورزی تأمین می گردید. این امور به نوبه خود از جایی به جای دیگر و از زیر زمین به روی زمین بوده است.

در این زمینه فقط به ۲ رساله می توان اشاره کرد؛

۱- کتاب ((الحیل)) تألیف برادران بنو موسی (قرن سوم هجری) ۲- کتاب جزری تألیف بدیع الزمان اسماعیل بن جزری در قرن ششم هجری.

نخستین آنها رساله بنوموسی (پسران موسی) است. سه برادری که در قرن ۳ هجری در بغداد می زیستند. آنها حامی اهل علم و مترجمان بودند و خودشان هم از دانشمندان و مهندسان برجسته ای به شمار می آمدند.

این سه برادر صنعتگر و دانشمند از بزرگترین مهندسان مکانیک و طراحان وسایل و ابزارهای صنعتی بوده و به ویژه از نظر ابداع انتقال آب و طراحی دستگاههای خود کار مکانیکی در این زمینه و همچنین تأثیری که بر کارهای جزری داشته قابل توجه و مبرزند، علاوه بر این چند کتاب در ریاضیات و موضوعات علمی نوشته که تنها سه تا از آنها به جا مانده است.

خانواده بنو موسی (بنو به معنی فرزندان) از شخصیتهای مهم و برجسته سیاسی و علمی قرن سوم هجری بوده اند. که در بغداد زندگی می کردند ولی در اصل خراسانی بوده اند. برادران بنوموسی به ترتیب سن عبارت بودند از محمد، احمد و حسن.

برادر کوچکتر که (الحسن) یا (حسن) نام داشته در همان اول با عنوان دانشمند هندسه دان در دربار مأمون خلیفه عباسی فعالیت می کرده و به الایی مقام علمی مشهور و معروف بوده است. پدر آنها ((موسی بن شاکر)) نام داشت ولی به لقب ((المنجم)) خواننده می شد و می گویند که در جوانی راهزنی می کرد و در راهها و جاده های خراسان راه را

بر کاروانها می بست و امنیت را از گذرگاه کاروانیان باز می گرفت .
 آورده اند که موسی بن شاکر به ستاره شناسی علاقه وافری داشته و پیوسته به بررسی و پژوهش در احوال ستارگان می پرداخته است و همین امر موجب گردید که اطرافیان او را ((المنجم)) و وی را ستاره شناس آزاده و مطلع بشناسند و داشتن همین اطلاعات نجومی بود که کم کم راه او را به دربار مأمون باز کرد و موجب شد که در مدتی کوتاه در کنار نزدیکان مأمون جای گیرد و از نزدیکان دربار خلافت به شمار آید و حتی مشهور است که روزها به دربار مأمون می رفت و شبها به کار خود یعنی راهزنی ادامه می داد و راه را بر کاروانها می بست .

بعد از درگذشت موسی بن شاکر ، فرزندان او تحت سرپرستی و تربیت اسحاق بن ابراهیم در بیت الحکمه دربار مأمون در آمدند .

عمده شهرت ایشان به گفته بیرونی و ابن یونس (بر خلاف عقیده ابن الندیم) در ستاره شناسی و نجوم بوده است . محمد برادر بزرگتر در هندسه و نجوم ، احمد در علوم مکانیک و ریاضی و فیزیک و حسن در هندسه دست داشته اند .

چنانکه از آثار و نوشته های گوناگون بدست می آید آنست که ایشان در دربار مأمون که محل تجمع دانشمندان بزرگ روز بوده ، جایگاهی بدست آوردند .

کتاب ((الحیل)) تألیف احمد بن موسی بن شاکر خراسانی کتابی است در علم مکانیک که در قرن سوم هجری به رشته تحریر در آمده است .

ابن خلکان درباره این کتاب در رساله ای که درباره برادران بنوموسی آورده می نویسد :
 ((کتاب الحیل کتاب اعجاب آمیز و کم نظیری است که تمامی کارهای عجیب و جالب و دستگاههای خودکار را در بر می گیرد)) و همچنین اضافه می کند که من این کتاب را که یک جلد است خوانده ام و آن را یکی از بهترین و شیرین ترین کتبی یافته ام که تاکنون مطالعه کرده ام .

ابن خلدون (۷۳۴ هـ . ق) نیز می نویسد : ((کتابی درباره مکانیک وجود دارد از احمد بن موسی بن شاکر که کتاب اسرار آمیزی است و تمامی شیوه ها و تدابیر زیبا و مبهوت کننده و برجسته کارهای خودکار مکانیکی را ذکر می کند . چنانکه در بعضی موارد درک و فهم و قبول آن دشوار است ، زیرا اثبات کارهای هندسی و مکانیکی ابزارهایی را که شرح داده است برای کسانی که بخواهند نسخه برداری کنند بسیار مشکل خواهد بود و گروهی معتقدند که بر جای مانده دستخط شخص احمد بن موسی بن شاکر است)) .

و جزری (بدیع الزمان اسماعیل الجزری) در مقدمه کتاب ((فی معرفه الحیل الهندسیه)) تألیف شده در سال ۶۰۲ هجری قمری که در علم هیدرواستاتیک است و طرز کار و تکنولوژی ظروف خودکار و فواره های گوناگون را بحث می کند ، درباره کتاب الحیل احمد بن موسی بن شاکر چنین می نویسد : ((طرز کار سیستم را بسادگی و آسانی نتوانستم درک کنم . خداوند بر این برادران عنایت و رحمت کند ، زیرا این برادران در ابتدای کار ، خود را در انواع مسائل مشکل مکانیک وارد کرده اند)) .

جزری در کتاب خود به تفسیر و انتقاد اختراعات آمده در کتاب الحیل می پردازد و می گوید : ((سیستم کار احمد در عملیات مکانیکی قابل اعتماد و اطمینان نیست زیرا نصب و کاربرد تکنیک مشکل در کار آنها در همه جا دیده می شود و نباید از نظر دور داشت که مطالعه دقیق و مشخص کتاب الحیل که درباره کارهای ابتکاری و منحصر به فرد مکانیکی است دارای اهمیت خاصی است .^۱))

کتاب الحیل شامل توضیحات مصوری برای ۱۰۰ نوع ابزار است که حدود ۸۰ تای آنها وسیله ای برای ترفند های مختلف است . در این میان ، فواره هایی هست که متناوباً تغییر شکل می دهند . فانوس دریایی ، چراغهایی با تنظیم خودکار یا تغذیه خودکار ، ماسک

^۱ درباره کتاب الحیل دو محقق به نام های ویدمان و هاووزر کار کرده اند .

برای استفاده در چاههای آلوده و چنگکی برای بیرون آوردن اشیاء از بستر نهرها. ساختمان این چنگک درست مثل حرثقیلهای امروزی است.

ابزارهای ترفند به صورتهای مختلف ساخته می شد. مثلاً از یک لوله واحد در ظرفی، ابتدا شراب، سپس آب و دست آخر، مخلوط این دو بیرون می ریخت.

اگرچه از این وسایل نتایج مهمی عاید نمی شد اما نحوه ساختن آنها از لحاظ تاریخ مهندسی اهمیت زیادی دارد.

برادران بنو موسی در استفاده از تغییرات کوچک فشار هوا و آب و استفاده از شیرهای مخروطی به عنوان اجزای ((داخل مدار)) سیستمهای سیالاتی، زیر دست بودند. این نخستین مورد از کاربرد شیرهای مخروطی به عنوان کنترل کننده های خودکار است که سراغ داریم. در بسیاری از این مخزنها مقادیر کم مایع را می توان پی در پی برداشت کرد. اما اگر کسی مقدار زیادی مایع برداشت کند، دیگر مایعی از آن خارج نمی شود. به بیان امروزی، این مخزنها به نوعی شیر ایمنی مجهز بودند^۱.

دومین رساله ای که تا امروز باقی است در اواخر قرن ششم هجری به دست جزری نوشته شده است.

وی از خادمان سلاطین ((ارتقیه)) بود که تحت امر صلاح الدین ایوبی (شکست دهنده ریشارد شیر دل در سومین جنگ صلیبی) بودند. کتاب جزری، وی را در ردیف برجسته ترین مهندسان مکانیک همه قلمروهای فرهنگی پیش از دوران رنسانس قرار می دهد.

نمونه بسیاری از دستگاههای تشریح شده در کتاب جزری را صنعتکاران امروزی با استفاده از مشخصات و جزئیات فنی دقیقی که جزری بیان کرده است، ساخته اند. در ایامی که

^۱ کتاب الحیل از روی متن انگلیسی برابری شده از روی نسخه های اصلی که بدست دونالد - ار - هیل تهیه شده توسط دکتر سرفراز غنی به فارسی ترجمه شده است.

هنوز حق ثبت اختراع وجود نداشت، کمتر کسی این گونه به شرح جزئیات فنی می پرداخت (نگاه کنید به شکل ۲). چنین سعه صدری به ندرت سابقه داشته است. ((^۱ قدیمی ترین دستگاه برای بالا کشیدن آب، تیرکی چوبی است به صورت اهرمی با وزنه تعادل که سطلی از آن به درون چاه یا رودخانه ای آویخته می شود. این ابزار در نقشهای برجسته اکدی مربوط به ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد دیده می شود و هنوز هم در بخشهایی از خاور میانه به کار می رود. از دستگاههای سنتی دیگر برای بالا کشیدن آب، که بین قرنهای اول و سوم پیش از میلاد مطرح شده اند، پیچ یا حلزون آبکش است که اختراع آن را به ریاضی دان بزرگ ((ارشمیدس)) نسبت داده اند. این دستگاه عبارت است از پره چوبی مارپیچ شکلی که درون یک استوانه چوبی بشکه مانند می چرخد. با این دستگاه آب را نمی توان در شیب بیشتر از ۳۰ درجه بالا کشید و معمولاً هم شیب ۲۰ درجه به کار می رفت.

برای انتقال به ارتفاعهای بالاتر، از دولاب (ناعوره) استفاده می شود که به صورت چرخ بزرگی بود که در اثر جریان آب حرکت می کرد. در لبه بیرونی دولاب، یک رشته پره وجود داشت که این پره ها در آب فرو می رفتند و نیروی لازم را برای چرخش ایجاد می کردند.

بین این پره ها ظرفهایی نصب شده که پر از آب می شدند و سپس آب آنها در بالای چرخ به داخل یک مخزن یا آبراهه تخلیه می شد. این دولابها را می توان خیلی بزرگ ساخت. دولابهای معروف ((حما)) بر کناره ((نهر العاصی))^۲ در سوریه قطری حدود ۲۰ متر دارند. دولاب دستگاهی خودگردان است و کارش نیازی به وجود انسان یا حیوان ندارد.

^۱ مطالب این قسمت بعلاوه تصاویر ۱ تا ۴ پایان کتاب از مقاله ((مهندسی مکانیک در سرزمینهای اسلامی در قرون وسطی)) نوشته ((داندلهیل)) آمده شده در مجله فیزیک بهاروتابستان ۱۳۷۲ - شماره ۱ و ۲ - صفحات ۳۰ - ۳۷ می باشد.

اما ساخت و نگهداری اش گران تمام می شود .

((ساقیه)) احتمالاً رایج ترین و مفید ترین دستگاه آبکشی است که مسلمانان سده های میانه آن را از گذشتگان اقتباس کردند و اصلاحاتی در آن پدید آوردند . این دستگاه به صورت زنجیره ای از ظرفهاست که به وسیله یک یا دو حیوان از طریق یک جفت چرخ دنده به حرکت در می آید . حیوانها از طریق راندن میله ای بر گرد یک دایره ، محوری عمودی را می چرخانند که چرخ دنده متصل به آن ، با یک چرخ دنده عمودی درگیر است . چرخ دنده دوم کلاف نگهدارنده ظرفها را - که به صورت دو رشته طناب است که ظرفهای گلی میان آنها آویخته شده اند - حرکت می دهد . این زنجیره ظرفها ابزار مناسبی برای بالا کشیدن مقادیر نسبتاً کم آب از چاههای نسبتاً عمیق است .

اما برای بالا کشیدن مقادیر زیاد آب از عمقهای نسبتاً کم ، دستگاههایی از نوع دیگر لازم بود . این کار با استفاده از ناو مارپیچی گردان که آب را با بازدهی زیاد به سطح زمین می رساند انجام می شد . استفاده از این دستگاه امروزه در مصر بسیار رایج است و مهندسان یک آزمایشگاه پژوهشی نزدیک قاهره کوشیده اند با اصلاح شکل ناو به حداکثر بازده برسند . این طرح ، جدید به نظر می رسد اما در واقع چنین نیست . در یک مینیاتور مربوط به قرن ششم هجری از بغداد ، ناو مارپیچی گردانی دیده می شود که به وسیله دو گاو به حرکت در می آید .

این دستگاهها هنوز در بسیاری از کشورهای خاورمیانه که نفت ندارند به کار می روند ، زیرا بازده آنها از بسیاری جهات دستکم به اندازه پمپهای دیزلی است . بعلاوه ، نیازی به سوخت وارداتی ، لوازم یدکی و نیروی کار ندارند . به این ترتیب در شرایطی که حتی یک روز توقف کار دستگاهی ، می تواند منجر به نابودی محصول شود و بنابراین قابلیت اطمینان کارکرد دستگاه مسئله مرگ و زندگی است ، می توان از اتلاف وقت جلوگیری کرد . با توجه به اهمیت ابزارهای آبکشی در اقتصاد بسیاری از جوامع دوره اسلامی ، تلاشهای

انجام شده برای عرضه طرحهای جدید و اصلاح طرحهای موجود قابل درک است. برخی از جالب ترین این ابداعات در بخشی از کتاب ((الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعه الحیل)) نوشته ابن رزاز جزری^۱ یافت می شود که تألیف آن در سال ۶۰۳ هجری در دیار بکر واقع در شمال بین النهرین [که اکنون جزء ترکیه است] به پایان رسیده است. از دیدگاه ما مهمترین ویژگی این دستگاهها، تدابیر و قطعاتی است که در آنها به کار رفته است. مثلاً یکی از آنها آشکارا چنان طراحی شده است که از بی توازی اجتناب شود و دستگاه ((نرمتر)) کار کند. در یکی دیگر از آنها میل لنگ به کار رفته است، که این اولین نمونه کاربرد غیر دستی این قطعه مهم است.

بعضی از این ابزارها حکم تحفه های عجیب و غریب را داشتند. اختراعی که بیش از همه مصداق پیشرفت در طراحی دستگاههای مکانیکی بود، تلمبه ای برای انتقال آب به ارتفاعهای زیاد بود که دو سیلندر داشت و با نیروی جریان آب کار می کرد. جریان آب چرخ پره داری را می گرداند که به چرخ دنده داری وصل بود که این چرخ هم با یک چرخ دندانه دار افقی درگیر بود. چرخ افقی روی چاهکی که به جریان آب راه داشت نصب می شد و دارای شکافی بود که یک انگشتی عمودی نزدیک لبه چرخ در آن قرار می گرفت. این چرخ متحرک دو میل رابط (شاتون) را به جلو و عقب می راند و به این ترتیب دو

^۱ توضیح مترجمان: از این کتاب جزری که اصل آن به عربی است نسخه های متعدد در کتابخانه های دنیا وجود دارد. داندھیل ترجمه انگلیسی آن را در سال ۱۹۷۴ میلادی منتشر کرده است. ترجمه آلمانی این کتاب هم که به وسیله ویدمان و هاوس (هاوزر) صورت گرفته، بین سالهای ۱۹۰۸ تا ۱۹۲۱ میلادی بتدریج انتشار یافته است. حدود دو قرن پیش، محمد بن داوود علوی شادی آبادی این اثر را به فارسی ترجمه کرده است. از این ترجمه فارسی نسخه ای در کتابخانه ملی پاریس و دو نسخه در کتابخانه مسجد سپهسالار تهران (مدرسه عالی شهید مطهری) موجود است. متن عربی کتاب نیز با مقدمه و توضیحات توسط انجمن تاریخ علوم عربی (دانشگاه حلب - سوریه) چاپ و منتشر شده است.

پیستون رو به رو را که از قرصهایی مسین به فاصله تقریبی شش سانتی متر از یکدیگر تشکیل شده بودند حرکت می داد. فضای بین قرصهای مسی هر پیستون را، برای آب بندی، با کنف پر کرده بودند. این پیستونها وارد سیلندرهای مسی می شدند که هر کدام دارای لوله مکش و لوله خروجی آب بودند. وقتی یک پیستون حرکت مکش را شروع می کرد، در پیستون دیگر حرکت خروجی آب آغاز می شد. این دستگاه به سه لحاظ بسیار جالب است: اولاً شامل ابزار کارآمدی برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت رفت و برگشتی است؛ ثانیاً از اصل کارکرد مضاعف در آن استفاده شده است و ثالثاً اولین تلمبه شناخته شده ای است که لوله های مکش واقعی داشته است.

طراحان دوره اسلامی به نیروی آب توجه خاصی داشتند. مثلاً به طور معمول هنگام گفتگو از یک رودخانه، این نکته را هم ذکر می کردند که تخمیناً چند آسیاب را می تواند بچرخاند. گویی از نظر آنها رودخانه ها پیش از هر چیز ((نیروی محرکه آسیابها)) بودند. سه نوع اصلی چرخها، یعنی چرخاب افقی و دو نوع چرخاب عمودی از دوران باستان وجود داشتند. چرخاب افقی پره هایی دارد که به استوانه چوبی گردان وصل اند و افشانه آبی به سوی آن فوران می کند. در اروپای امروز با تغییر این طرح، به آب حرکت محوری داده اند. (مثل هوایی که از درون یک پروانه گذرانده شود) و توربین آبی ساخته اند. جالب اینکه طرح پروانه ای با پره هایی خمیده که جریان آب در راستای محوری به آن اصابت کند در یک دستنوشته عربی مربوط به قرن سوم هجری (نهم میلادی) تشریح شده است.

چرخابهای عمودی قویتر دو طرح مختلف داشتند: چرخابهای زیر آبرو و رو آبرو. در طرح زیر آبرو، چرخاب پره دار با نیروی جریان آب می چرخد. در طرح روآبرو، آب از بالا و معمولاً از طریق آبراهه های مخصوص به سمت چرخاب هدایت می شود، در این طرح نیروی گرانش نیز با نیروی حاصل از جریان آب جمع می شود.

در فصل گرما که سطح آب رودخانه ها پایین می رود و جریان آنها کاهش می یابد ، چرخابه های زیر آبرو ، بخشی از توان خود را از دست می دهند . در واقع اگر این چرخابه ها در کناره های رودخانه به طور ثابت نصب شده باشند ، ممکن است در این شرایط پره هایشان داخل آب قرار نگیرد . یکی از راههای مقابله با این مشکل ، نصب چرخابه ها بین پایه های پلها بود که در آنجا جریان آب بیشتر می شد . راه حل رایج دیگر ، استفاده از آسیابهای قایقی بود که با چرخابه های زیر آبروی نصب شده در دو طرف قایقی که وسط رودخانه لنگر می انداخت کار می کرد .

در قرن چهارم هجری بر روی رودخانه های دجله و فرات در بین النهرین علیا که انبار غله بغداد بود ، تعداد زیادی آسیابهای قایقی ساخته شده از چوب ساج و آهن وجود داشت که قادر بودند در هر ۲۴ ساعت ، ۱۰ تن آرد غله تولید کنند . معمولاً مهمترین کار این آسیابها ، آرد کوبی یعنی ساییدن غله و حبوبات برای مصارف غذایی بود . اما کاربردهای گوناگون صنعتی هم برای آسیابها وجود داشت . از جمله نمد مالی ، خرد کردن کانیهای فلزی پیش از فرایند استخراج فلز ، برنجکوبی ، کاغذ سازی و خمیر کردن نیشکر . معمولاً برای تطبیق چرخابه ها با این گونه مقاصد ، محور را درازتر می گرفتند و بادامکهای روی آن قرار می دادند . این بادامکها موجب بالا رفتن کوبه ها و سپس رها شدن و افتادن آنها روی مواد مورد نظر می شدند .

هر جا نیروی آب کم بود مسلمانان از باد استفاده می کردند . در واقع اختراع آسیاب بادی در سرزمین بی رودخانه سیستان ، که اکنون در بخش غربی افغانستان [و شرق ایران] قرار دارد ، احتمالاً در قرن اول هجری (اوایل قرن هفتم میلادی) صورت گرفت . این آسیابها روی پایه هایی که به همین منظور بنا می شد ، یا روی برج دژها یا نوک تپه ها ساخته می شد .

آسیابهای بادی شامل یک اتاقک بالایی برای سنگ آسیابها و یک اتاقک زیرین برای بدنه چرخنده بودند . به یک محور عمودی ۶ تا ۱۲ پره چرخان وصل بود که روی هر کدام با

پارچه دو لایه پوشانده شده بود. دریچه های قیفی شکلی در جداره های اتافک زیرین تعبیه شده بود که دهانه باریکتر آنها رو به داخل بود و باعث افزایش سرعت زیاد هنگام دمیدن به پره ها می شد.

این نوع آسیاب بادی به سراسر قلمرو اسلامی و از آنجا به چین و هند راه یافت. در سده های میانه، آسیاب بادی در مصر برای صنعت نیشکر به کار می رفت، ولی کار برد اصلی آن در آرد کوبی بود.

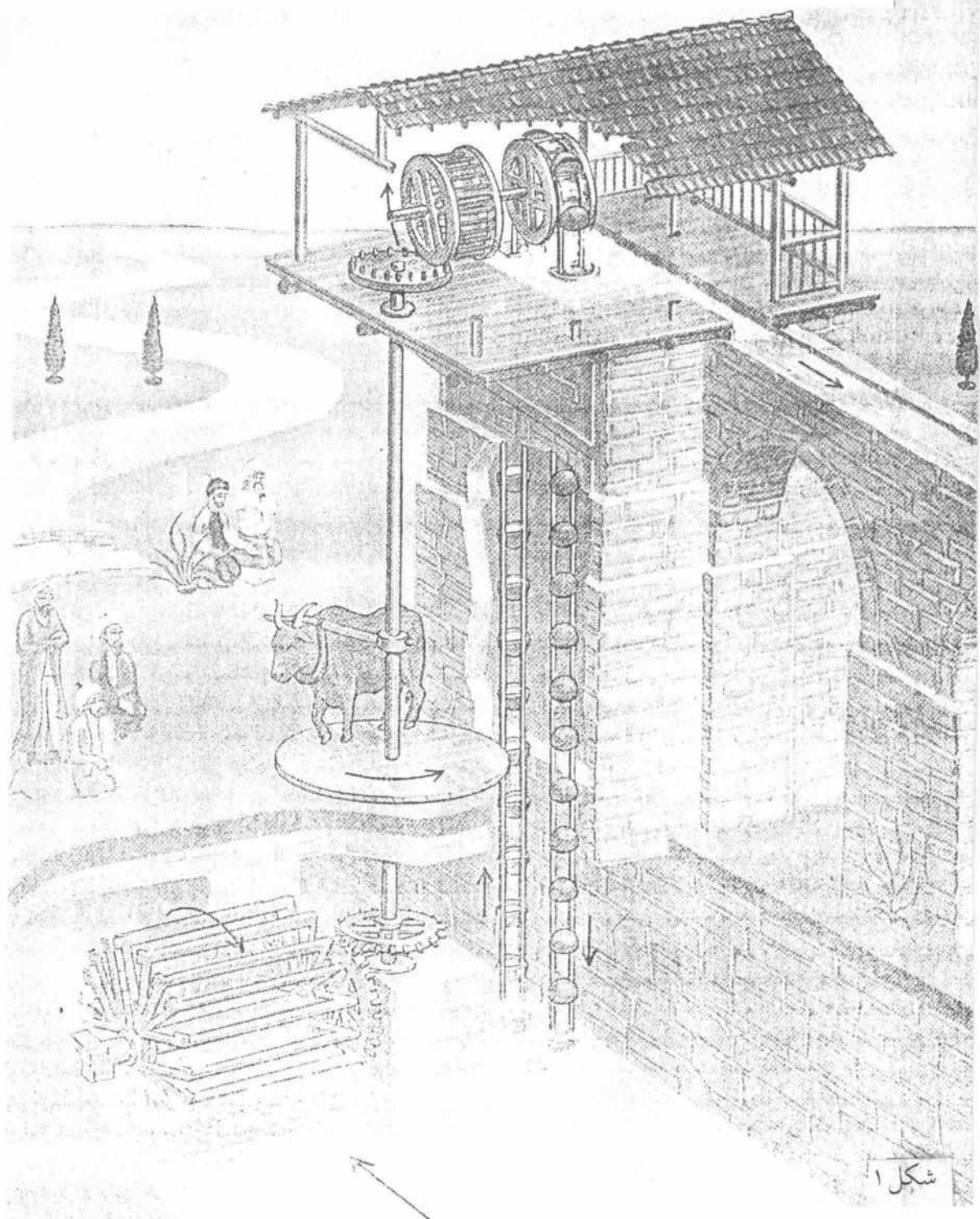
اکنون به سراغ نوعی مهندسی می رویم که با تکنولوژی کاربردی که تا اینجا از آن صحبت کردیم کاملاً فرق دارد. این نوع مهندسی را شاید بتوان مهندسی ظریف نامید، زیرا وجه تمایز آن استفاده از ساز و کارها و کنترل های ظریف است. بعضی از این ابزارها، کاربردهای عملی مشخص داشتند: ساعت آبی در رصد های نجومی به کار می رفت و همچنین در مکان های عمومی نصب می شد: ابزارهای نجومی، هم برای رصد کردن و هم برای محاسبه به کار گرفته می شدند. بعضی دستگاهها برای سرگرمی و ارضای ذوق زیبایی شناسی اعضای محافل درباری ساخته می شدند. دستگاههایی هم بودند که مشخصاً برای مقاصد آموزشی از آنها استفاده می شد، مثلاً برای نشان دادن اصول حاکم بر دستگاههای بادی (پنوماتیک) چنان که در آن ایام تصور می شد.

گذشته از ابزارهای نجومی و بازمانده های دو ساعت آبی بزرگ در شهر فارس (مراکش) هیچ یک از این دستگاهها باقی نمانده است.))

در انتهای این مطلب باید از یکی دیگر از مهندسان بزرگ مسلمان یاد کنیم. قیصر بن ابی القاسم بن عبدالغنی بن مسافر ملقب به اعلم الدین حنفی دانشمند قرن ۷ و ۶ هجری که در مصر متولد و در دمشق وفات یافت. او طراح چرخ آبکشی و آبیاری (نواعیر) بر روی نهر العاصی بود.

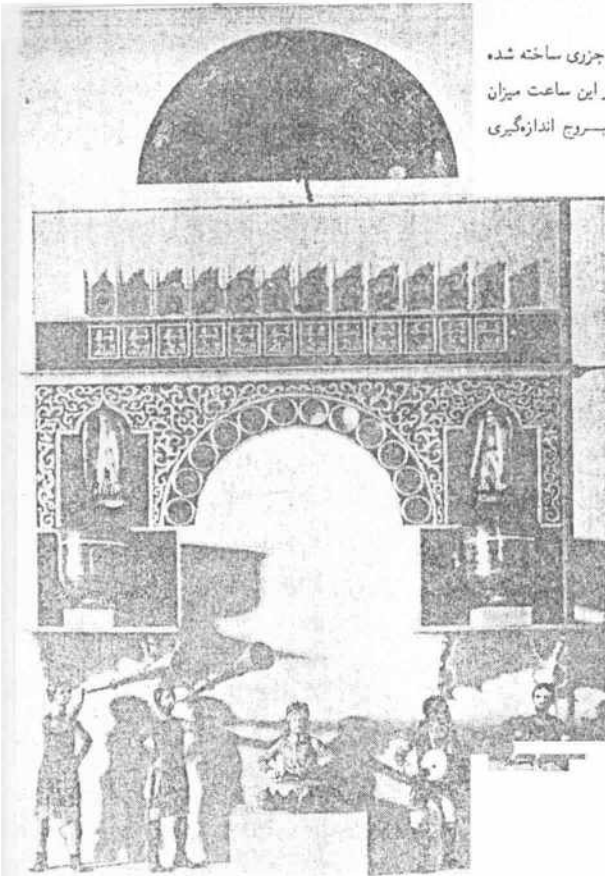
نام او با صنعت چرخهای آبیاری و تکامل و پیشرفت آنها پیوند خورده است.

پیوست



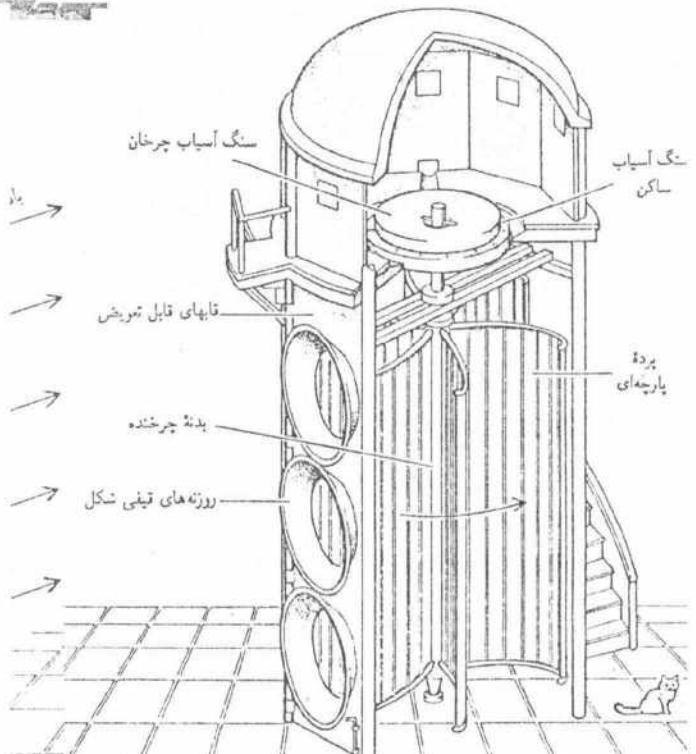
شکل ۲

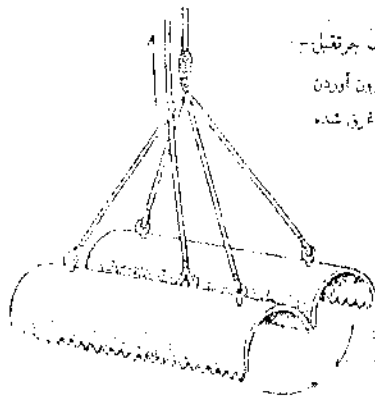
این ساعت آبی که بر اساس طرح و مشخصات فنی بیان شده توسط جزری ساخته شده است، شامل شیرهای "داخل مدار" و سایر کنترل‌های هیدرولیکی است. در این ساعت میزان گذشت زمان، هم به صورت ساعت و هم به صورت حرکت برجهای متعلقه البسوج اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۳

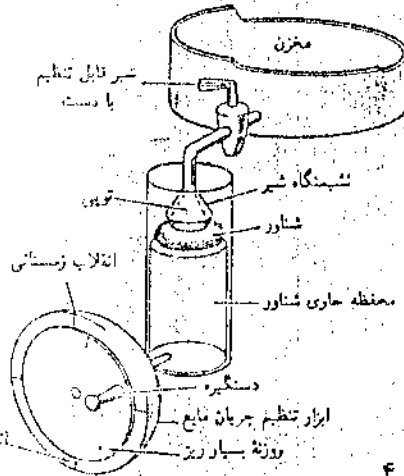
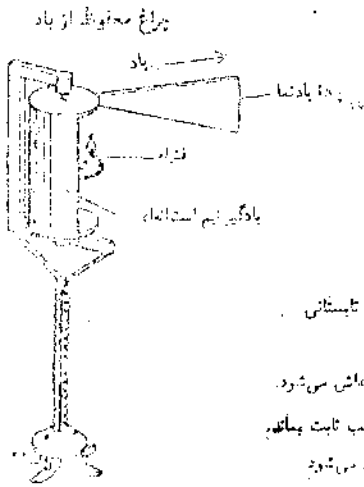
آسیاب بادی نخست در قرن اول هجری، در افغانستان کفایت نیروی آب بود، اختراع شد. بدنه چرخنده روی محوری عمودی می‌چرخید، و این طرح در سراسر بخشهای وسیعی از آسیاب‌های مسلمانان هیچگاه آسیاب بادی اروپایی را که محور افقی داشت، نپذیرفتند. هرچند که حرفان صلیبی آنها در قلم‌های خود این گونه آسیابها را نصب کرده بودند.





چنگک جرقشلی
برای بیرون آوردن
اشیای غرق شده

اولین کنترل پس‌خوراندی شناخته شده
که برای ثابت نگه‌داشتن سطح آب در
ساعت‌های آبی به کار می‌رود

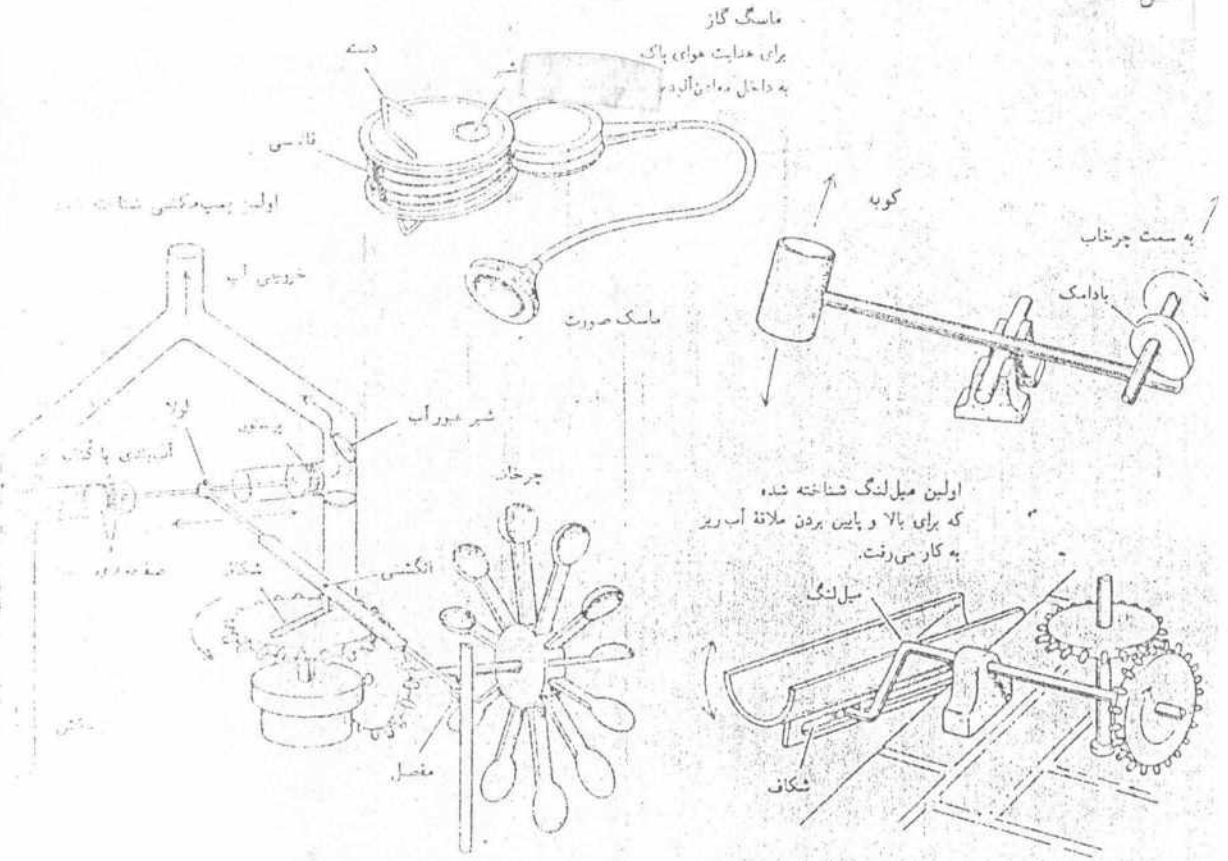


شکل ۴

خروج آب از مخزنه منبب پایین آمدن شاور، باز شدن شیر و پارگشتن آب به سطح اولیانش می‌شود.
ابزار تنظیم کننده جریان یا نوبه به هر فصلی که در زمانه اولیانش در آن فصل است، شب ثابت می‌ماند.
و حتی روزنه نیز نسبت به سطح آب بالا و پایین می‌رود، هنگام خروج آب کم و زیاد می‌شود.
و به این ترتیب در زمستان سازه‌های باغ‌ها و در تابستان سازه‌های باغ‌ها را می‌توان تنظیم کرد.

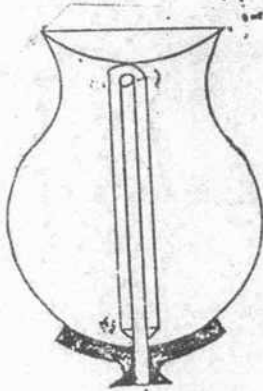
انتازگیری می‌شود.

شکل ۵



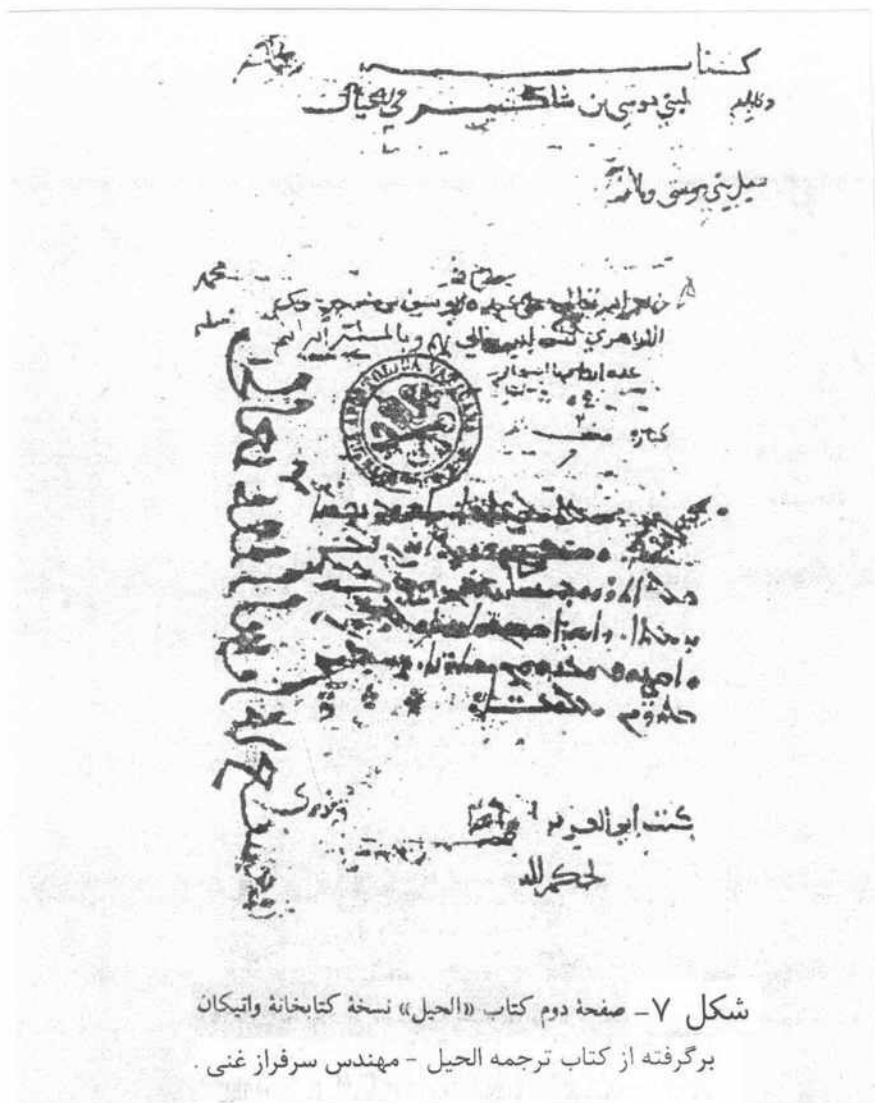
سبحان الله الرحمن الرحيم عن نيك النعمان

كتاب الحيل في صنع النيران
قال محمد والسنن والفتن في صنع النيران
منه ان من صنع نيرانا كانا نيرانا
زيد عليه زياده ليقوم من ان النيران
منها نيرانا حارة وبعدها نيرانا
عندها ملحق باسمه مقبض الكاس
في اعلا الكاس ونعل انبوا اخر
طرفه سدودها وطرفه مفرجا
وصفنا انه اذا صبب الشراب في
يخرج حتى يبلغ الى طرف اسود
من الرطوبات فقد رصف الكاس
بعضها حتى يخرج الكاس في
اسفل من طرفه اسود و
طبعها ان يكون في طرفه اسود



صوب في كاسه ان يفضا طرفه
ان يفتحه في طرفه اسود
يصبب كاسه في خارج من انبوا
وذلك ما اردنا ان بين
زيد ان نيرانا في نيرانا
بالبه اذا ملقها من ان نيرانا
عن واحد ماله ذلك
ان يفتحه في نيرانا
طرفه مقبض في نيرانا

شکل ۶- صفحه اول کتاب الحیل یا ابتکارات خارق العاده مکانیکی شرح مدل شماره ۱ برگرفته از کتاب ترجمه الحیل - مهندس سرفراز غنی



شکل ۷ - صفحه دوم کتاب «الحیل» نسخه کتابخانه واتیکان
برگرفته از کتاب ترجمه الحیل - مهندس سرفراز غنی .

من الله الرحمن الرحيم
 بعد من الماء من كان محمد بن زاذان في الماء العذب في
 سنة ١٠٨٠ هـ من السبع الفوق من بعض القليل الفوق الذي لا يسد
 حديد حار روي في الماء يسيل من بعض البغوا في الماء العذب في
 من وسدت وحلكت ومع نزل العصب والشقاق العار من النور في
 راجل في لدم الحلة ومع من الحروب والنوازل والقيام صيب غير
 طيب من حديد في حنفت حنكته والله دخل غير وهو صرع شبع
 ونحوه من القوي من يستأيد من ومن في الماء العذب
 والريلا في الماء ولا يتقوى فيه ينفع الامراض المزمنة
 ولا عصب حاصه ويحار ينفع من الاستعداد في العصب
 ينفع من حار الاسبال الطيب في حنكته بعد من راجل في
 العاجز منه في التمدد والجالين من التمدد والله كان لا
 للملذات النفسانية في الماء العذب حار وهو في الماء
 من غير الحشيش في حنكته في الماء العذب في الماء
 من الماء العذب في الماء العذب في الماء العذب في الماء
 حار من روي في الماء العذب في الماء العذب في الماء
 الطبية ولا ينفع من الماء العذب في الماء العذب في الماء
 من نزل الماء والقي من الحشيش ولا ينفع من الماء العذب
 ولا ينفع من الماء العذب في الماء العذب في الماء العذب

شکل ۹

مراجعه اول كتاب «المياه» از مجموعه خطی اهدائی استاد مشكرد... شكاه شماره
 كتاب خطی ۱۰۸۰ (انتشارات دانشگاه ۱۸۱)
 برگرفته از كتاب مؤلفات ومصنفات رازی - دکتر محمود نجم آبادی

بسم الله الرحمن الرحيم

والله المستوفى الحمد لله فاطر الصانع وسبوح المبدع وعلو الخالق
 والطاهر بن الذي انشا العلويات وجعل منظر الارض اجابت
 في كنهها من غير حدود الترتيب اختراع بضعه ودربع الا
 في سائر الارضين وابع بعفته بدربع الاطراف في بطون الاصداء
 واطلع بكتلة الانسان على كومات ضماير الاحجار وعلم بعفته البشر استخرج
 مضويات من الارض والسموات وانقل بقدرته السحاب والغيب بين
 الاسباب الكليات وتخرج من مختلفات الالوان فسبحان
 قدره العجيب وبالفوتية ومن في يوم لا يعجزه نقص ولا عيوب بجزء
 من خلقه وتوكل عليه ونصل محمد وسلم نسبا كثيرة كثيرة المابعه حين كبر
 مولود ابن كزيب عبد الله بن محمد بن محمد بن الحسين الطوسي فعلمه

شکل ۱۰ - صفحه اول نسخه بریتیش میوزیوم شماره ۲۸۶۴

برگرفته از کتاب تنسوخ نامه ایلخانی - خواجه نصیر الدین طوسی - تصحیح مدرس رضوی

کتاب خواص الاحجار	کتاب الاحجار	الجماهر	کتاب نيفاشی	تسوق نامه	هر ايس الجواهر	جواهر نامه	جواهر نامه
عطارد بن محمد حاسب	منسوب به ارسطو				سلطانی	منسوب به خواجه نصير	
سبح	الماس	ياقوت	دُر	ياقوت	ياقوت	دُر	الماس
حجرالدم	زَبْرُجَد	لعل	ياقوت	زمرد	زمرد	ياقوت	ياقوت
الماس	زُمرّد	بيجادی	زُمرّد	الماس	لعل	زمرد	لعل
لازورد	ياقوت	الماس	زبرجد	لعل	فيروزه	زبرجد	زمرد
جزع	بيجادی	لؤلؤ	لعل	فيروزه	بيجاده	الماس	مرواريد
فيروزج	عقيق	زمرد و زبرجد	بيجادی	بيجاده	الماس	عين الّه	فيروزه
حجر القمر	جزع	فيروزج	الماس	مرواريد	مرواريد	لعل	پادزهر
جمست	دَهْنَج	عقيق	عين الّه	عقيق	عقيق	فيروزه	لاجورد
ياقوت	بازهر	جزع	پادزهر	دَهْنَج	دَهْنَج	پادزهر	مرجان
بلور	فيروزج	بلور	فيروزج	لاجورد	لاجورد	عقيق	عقيق
عقيق	لازورد	بُشْد	عقيق	يُشْب	يشب	جزع	يشم
بجادی	سَبْج	جَمَشْت	جزع	جَمَس	جَمَس	ذهنه	
ذوالالوان	بُلوَر	لازورد	دهنج	بُلوَر	بلور	لاجورد	
پادزهر	مرجان	دهنج	لاجورد	جزع	جزع	مرجان	
دُر		يشم	مرجان	بُشْد	بُشْد	يشم	
زبرجد		سَبْج	سَبْج	كَهْرَبَا	كَهْرَبَا	بلور	
زمرد		پادزهر	جَمَشْت	حجرالتيه	پادزهر	جَمَشْت	
بدخشی		كَهْرَبَا	خُماهن	حجرالدم	حجرخمار	حجر ذوالالوان	
ذهنج		يشم	حجر القمر	حجر القمر	حجر القمر		
		شاذيه	يشم	حجر الخمار	شاذنج		
		بُلوَر	بُلوَر	حجر ضد	حجر ذوالالوان		

نام کانی‌های مختلف در آثار دانشمندان مسلمان
 برگرفته از کتاب کانی‌شناسی در ایران قدیم، محمد
 زاوش - پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات
 فرهنگی - ص: ۶۳ - ۱۲۷۵