

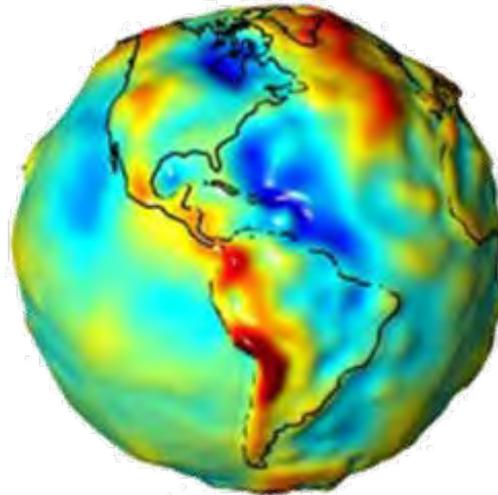
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



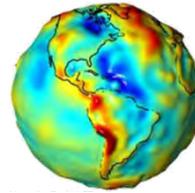
۱۳۷۱

دانشگاه خيام
وزارت علوم، تحقيقات و فناوري

مبانی ژئودزی



مهندس محمد امیدوار

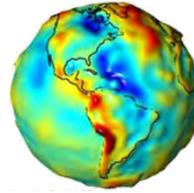


❖ سرفصل

<p>دروس پیش‌نیاز: فیزیک سنگتیک و حرارت - مبانی نقشه‌برابری تعداد و نوع واحدها: ۳ واحد نظری جمع ساعات تدریس: ۴۸</p>	<p>عنوان درس به زبان فارسی: مبانی ژئودزی عنوان درس به زبان لاتین: Fundamentals of Geodesy نوع درس: تخصصی</p>
--	--

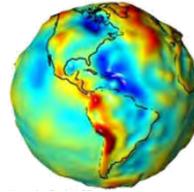
هدف:

هدف از این درس آشنا کردن دانشجویان با مفاهیم اولیه ژئودزی شامل: تعریف ژئودزی، کاربردها، ارتباط ژئودزی با سایر علوم، تخصص‌های ژئودزی، شاخه‌های مختلف این علم، روش‌های تعیین شکل و ابعاد زمین، دینامیک حرکت‌های انتقالی و وضعی زمین، پدیده‌های ژئودینامیک مؤثر بر تعریف و تبدیل سیستم‌های مختصات در ژئودزی، ارتباط حرکت دورانی زمین با تعریف سیستم‌های زمان می‌باشد.



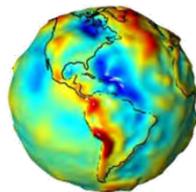
❖ سرفصل

ردیف	موضوع
بخش اول: کلیات	
۳	<ul style="list-style-type: none"> • معرفی علم ژئودزی و هدفهای کلی آن • سروری بر سایر تکاملی دانش ژئودزی از گذشته تا دوران کنونی • معرفی زمینه‌های تحقیقاتی و عملی و کاربردهای ژئودزی در عصر کنونی
بخش دوم: ژئودزی و میدان جاذبه زمین	
۷	<ul style="list-style-type: none"> • نظریه جاذبه‌ی نیوتن • نیروی جاذبه جرم نقطه‌ای • سیستم جرمها و جسم پیوسته • قانون دوم نیوتن و مفهوم میدان جاذبه جسم • مفهوم مرکز جرم و مرکز جاذبه در یک جسم • کار حاصل از میدان نیرو • قضیه استوکس و دیورژانس • میدان غیر دورانی و تعریف پتانسیل • پتانسیل جاذبه‌ی جرم نقطه‌ای و پتانسیل جاذبه‌ی جسم • الگورال نیوتن • مفهوم سطوح هم‌پتانسیل و خطوط نیروی میدان
بخش سوم: حرکت دورانی چارچوب مرجع و نیروهای مجازی، معرفی نیروی ثقل زمین	
۸	<ul style="list-style-type: none"> • چارچوب مرجع اینرسیال و نیروهای حقیقی • قانون دوم نیوتن • قوانین حرکت در سیستم‌های غیر اینرسیال • نظریه کوریولیس و نیروهای مجازی • معادله‌ی حرکت یک ذره نسبت به سیستم مختصات زمینی غیر اینرسیال • معرفی نیروی ثقل • نیروی کوریولیس در ثقل سطحی و اثر انوش • هندسه میدان ثقل زمین و خطوط شاقولی • مروری اجمالی بر مدل‌سازی میدان ثقل زمین در ژئودزی • معرفی ژئوئید به عنوان شکل ریاضی زمین و بیضوی به عنوان شکل تعادلی زمین • مفهوم میدان ثقل نرمال • مشاهدات ثقلی • انومالی جاذبه • انحراف قائم و تفسیر آن



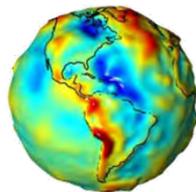
❖ سرفصل

۵	<p>بخش چهارم: مطالعه شکل زمین و روشهای تعیین هندسه و ابعاد آن</p> <ul style="list-style-type: none"> • معرفی دیدگاه های کهن در مورد شکل هندسی زمین • روش ارانسن و لورینال بیرونی در تعیین شعاع کره زمین • روش آکادمی علوم فرانسه در تعیین هندسه و ابعاد زمین، معرفی روش کترو در تعیین فشردهی زمین • مروری بر روشهای نوین تعیین شکل و ابعاد زمین بر مبنای تکنیکهای اندازه گیری فضایی و سنجادات جاذبی • سطوح مبنای ارتفاعات • معرفی سیستم ارتفاع اورتومتربک و برمال
۳	<p>بخش پنجم: حرکت انتقالی زمین</p> <p>مروری بر تکامل تاریخی حرکات زمین در منظومه شمسی از پللمیوس تا کیرنیک و گایینه</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • کپلر و قوانین مکانیک سماوی • هندسه ی حرکت زمین به دور خورشید • مکانیک سماوی و ژئودزی ماهواره ای • آشنایی با مدار ماهواره ها و حرکت آنها به دور زمین • ساموریت های بین مدارهای و مدارهای فضایی
۱۲	<p>بخش ششم: حرکت دورانی زمین حول محور خود</p> <ul style="list-style-type: none"> • علت مطالعه حرکت دورانی زمین در ژئودزی • بحث تعریف سیستم های مختصات زمینی • کلیت حرکت دورانی زمین و معرفی سرویس بین المللی مطالعه ی حرکت دوران زمین و اهداف آن (IERS) • حرکت ژیروسکوپی جسم صلب و مفهوم محور دوران لحظه ای • تعریف اندازه حرکت زاویه ای جسم صلب • تانسور عمان اینرسی و محوره های اصلی جسم صلب • تعریف سیستم مختصات طبیعی زمین • انرژی جنبشی جسم صلب و تعریف پیشروی ماکزیمم اینرسی زمین • زوایای اویلر • معرفی مولفه های حرکت ژیروسکوپی (معرفی زوایای برستن، نوتیشن و چرخش متعارف) • معادلات کینماتیک و دینامیک اویلر در مطالعه حرکت ژیروسکوپی • حرکت ژیروسکوپی جسم صلب در غیاب گشتاورهای خارجی • حرکت نوتیشن آزاد زمین و برپود اویلر • حرکت جسم صلب در اثر گشتاورهای خارجی • حرکت برستن و نوتیشن • برستن و نوتیشن زمین و نیروهای ایجاد کننده ی آن • حرکت دورانی جسم تغییر شکل پذیر و معادلات لیوویل • حرکت قطبی زمین غیر صلب و برپود چندانر



❖ سرفصل

بخش هفتم: ژئودزی و نجوم	
۵	<ul style="list-style-type: none"> • مفهوم نجوم ژئودتیک و نقش آن در تبیین اهداف ژئودزی • کره سماوی و تعاریف مربوطه به آن • نقش روش‌های نجومی در مباحث تعیین موقعیت و سیستم‌های مرجع در ژئودزی • مختصات نجومی و روشهای تعیین آن • سیستم‌های نجومی نوین • معرفی ستاره‌های زدیاق ستاره و ستاره‌های خورشید
بخش هشتم: حرکت‌های دورانی و انتقالی زمین و تعریف سیستم‌های زمانی	
۵	<ul style="list-style-type: none"> • زمان خورشیدی و نجومی • زمان جهانی • اثر دوران زمین در بی‌نظمی‌های موجود در سیستم‌های زمانی و تصحیح آنها • زمان اتمی و زمان دینامیکی • معادلات تبدیل زمان • بخت-دریافت و لست زمان
۴۸	مجموع ساعات تدریس



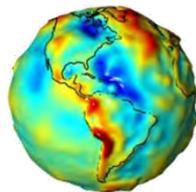
❖ شیوه ارزشیابی

ارزشیابی میان ترم : ۶-۸ نمره

ارزشیابی پایان ترم : ۱۰-۱۲ نمره

نمره کلاسی (حضور و غیاب و ...) : حداقل ۲ نمره





❖ فهرست مطالب

فصل اول : آشنایی با ژئودزی (کلیات، تعاریف و تاریخچه)

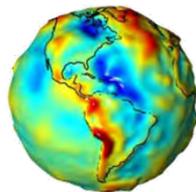
فصل دوم : زمین و حرکات آن

فصل سوم : زمین و میدان ثقل آن

فصل چهارم : زمین شکل و اندازه آن

فصل پنجم : زمین و تغییرات زمانی آن

فصل ششم : زمین و اتمسفر آن

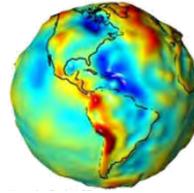


❖ فهرست مطالب

فصل هفتم: مقدمه نجوم ژئودزی

فصل هشتم: سیستم مختصات های سماوی

فصل نهم: حرکت های دورانی و انتقالی زمین و تعریف سیستم های زمانی



دانشگاه خيام

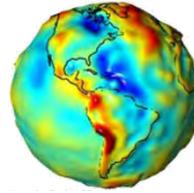
مبانی ژئودزی

❖ منابع درس

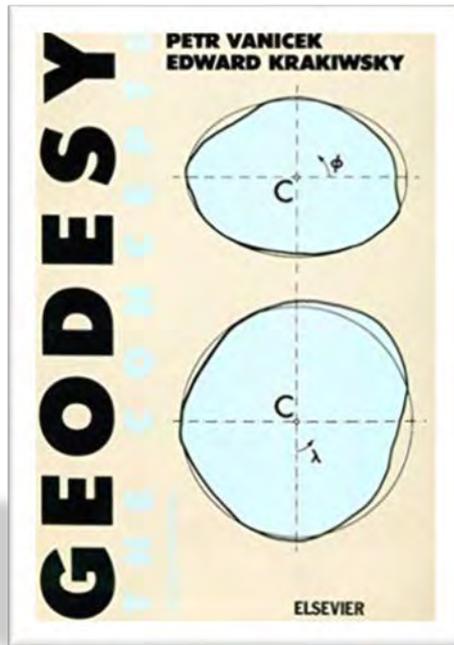
جزوه ژئودزی یک (دکتر نجفی)

جزوه نجوم ژئودزی (دکتر محمد کریم)





Geodesy: The Concept (Vaníček and Krakiwsky)

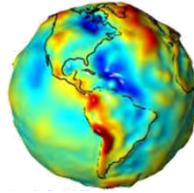


Petr Vaníček

فصل اول

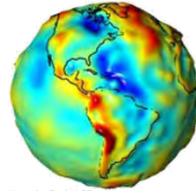
آشنایی با ژئودزی





❖ تعریف ژئودزی

- ژئودزی علم اندازه گیری و نمایش (Mapping) سطح زمین می باشد. (هلمرت، ۱۸۸۰ – پدر علم ژئودزی).
 - ژئودزی علم اندازه گیری و نمایش زمین و میدان ثقل آن، در یک فضای سه بعدی متغیر با زمان می باشد. (Vaníček and Krakiwsky ۱۹۸۶)
- این تعاریف شامل میدان ثقل خارجی زمین و نیز شامل سطح کف اقیانوس ها نیز می باشد.
- با این تعاریف ژئودزی در رده علوم زمین (Geosciences) و علوم مهندسی قرار می گیرد.
- با پیشرفت علوم و اکتشافات فضایی این شاخه از علم نیز در ارتباط با علوم دیگر در صدد تعیین سطوح سایر اجرام سماوی مانند ماه و سایر سیارات برآمده است که در این حالت به آن ژئودزی سیاره ای یا Selenodesy می گویند.



❖ شاخه های ژئودزی:

1. ژئودزی جهانی **Global Geodesy**

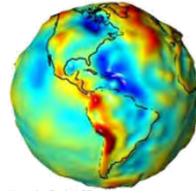
2. نقشه برداری ژئودتیک ملی

3. نقشه برداری مسطحاتی

در ژئودزی جهانی شکل زمین و میدان ثقل خارجی آن تعیین می شود.

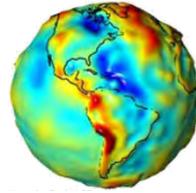
نقشه برداری ژئودتیک پایه ها و زیر ساختهای لازم برای تعیین سطح زمین و میدان ثقل آن را در مقیاس ملی فراهم می نماید. این کار با ایجاد شبکه های ژئودزی، ترازیبی، گراویمتری و **GPS** در کل کشور انجام می شود. در ایجاد این شبکه ها انحناء سطح زمین و میدان ثقل آن در نظر گرفته می شود. در نقشه برداری ژئودتیک از یک سطح مبنای بیضوی برای تعیین موقعیت مسطحاتی استفاده می شود.

در نقشه برداری مسطحاتی (شامل نقشه برداری توپوگرافی، کاداستر، نقشه برداری کارگاهی و ...) جزئیات سطح زمین اندازه گیری و نمایش داده می شوند. در نقشه برداری مسطحاتی از سطح افق به عنوان سطح مبنای تعیین موقعیت مسطحاتی استفاده می شود.



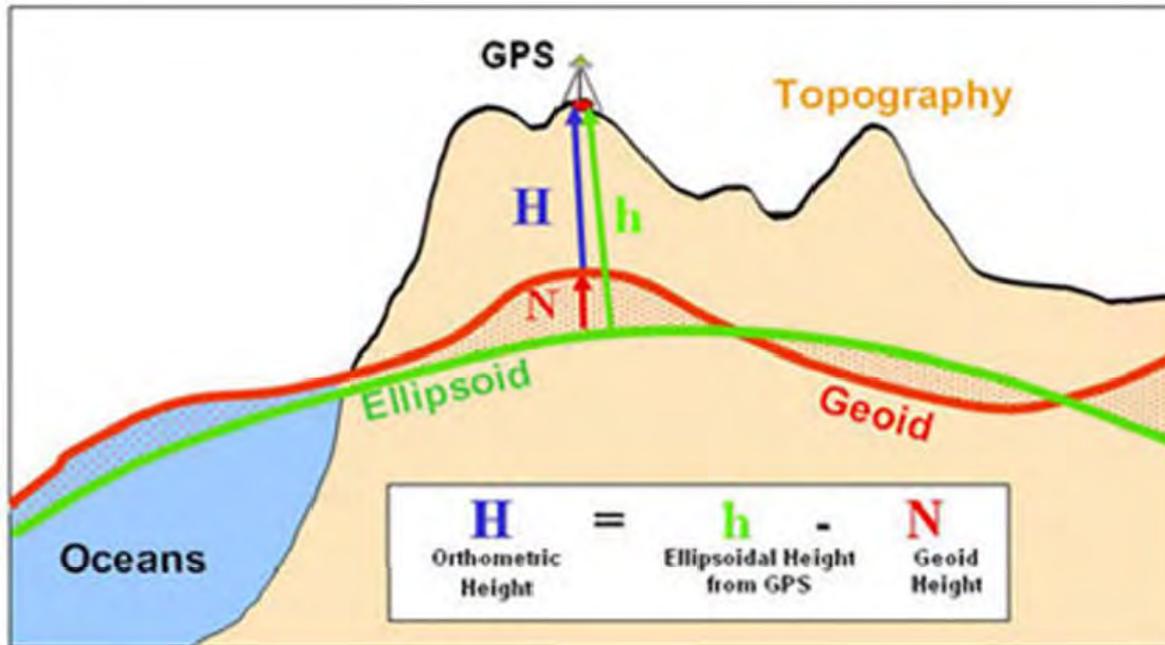
❖ موضوع ژئودزی

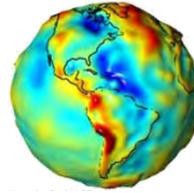
- موضوع ژئودزی تعیین شکل زمین و میدان ثقل خارجی زمین و سایر اجرام سماوی به صورت تابعی از زمان و نیز تعیین بیضوی متوسط زمین از روی مشاهداتی انجام شده در سطح خارجی زمین می باشد. بنابراین موضوع ژئودزی حل یک مسئله مرزی به صورت هندسی (شکل زمین) و فیزیکی (میدان ثقل) می باشد.
- سطح فیزیکی زمین مرز جدایی بین جسم صلب زمین با اتمسفر می باشد.
- سطح نامنظم صلب زمین قابل بیان به صورت یک فرمول ریاضی بسته نمی باشد بنابراین به صورت نقطه به نقطه و بوسیله مختصات نقاط کنترل نمایش داده می شود.



❖ موضوع ژئودزی

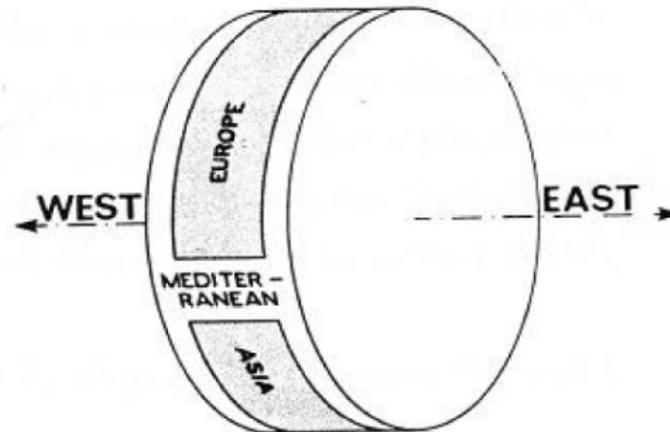
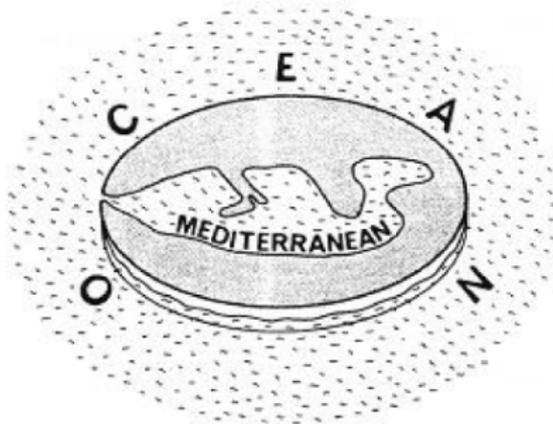
۷۰٪ از سطح زمین را آب اقیانوسها پوشانده است. این سطح را می توان یک سطح تراز (سطح هم پتانسیل) از میدان ثقل زمین دانست. فرض می شود که این سطح در زیر قسمت صلب زمین امتداد می یابد و آن را به عنوان شکل ریاضی زمین تعریف می کنند که به آن **ژئوئید** می گویند

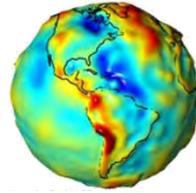




❖ تاریخچه ژئودزی

- شکل زمین در یونان قدیم به صورت یک موضوع داغ روز بوده است.
- تالس (۵۴۷ قبل از میلاد) زمین را به صورت یک جسم دیسک مانند و شناور در اقیانوس بیکران می دانست.
- آناگزمندر (۵۴۵ ق.م.) باور داشت که زمین مسطح ولی دارای شکل استوانه ای است که محور آن در امتداد شرق و غرب است.



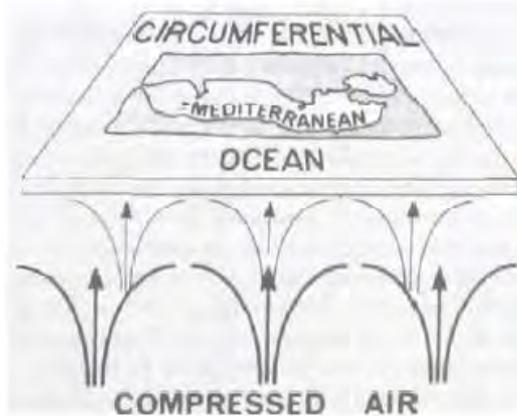


❖ تاریخچه ژئودزی

- شاگردان آناگزمندر نظر تالس را تغییر داده و زمین را به صورت جسم شناوری در دریای محدود که به وسیله هوای فشرده در فضا نگه داشته شده است فرض کردند.
- فیلولاس (اواسط قرن پنجم ق.م.) خورشید را مرکز عالم معرفی کرد.
- اولین نقشه های دنیا توسط هکاتوس در قرن ششم قبل از میلاد ترسیم شد.



هکاتوس

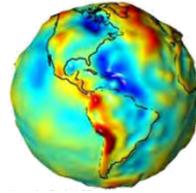


شاگردان آناگزمندر



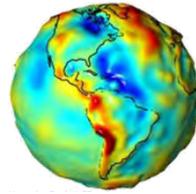
آناگزمندر

- آدوکسیس (۳۵۵ ق.م.) طول سال خورشیدی را $365\frac{25}{100}$ روز می دانست.



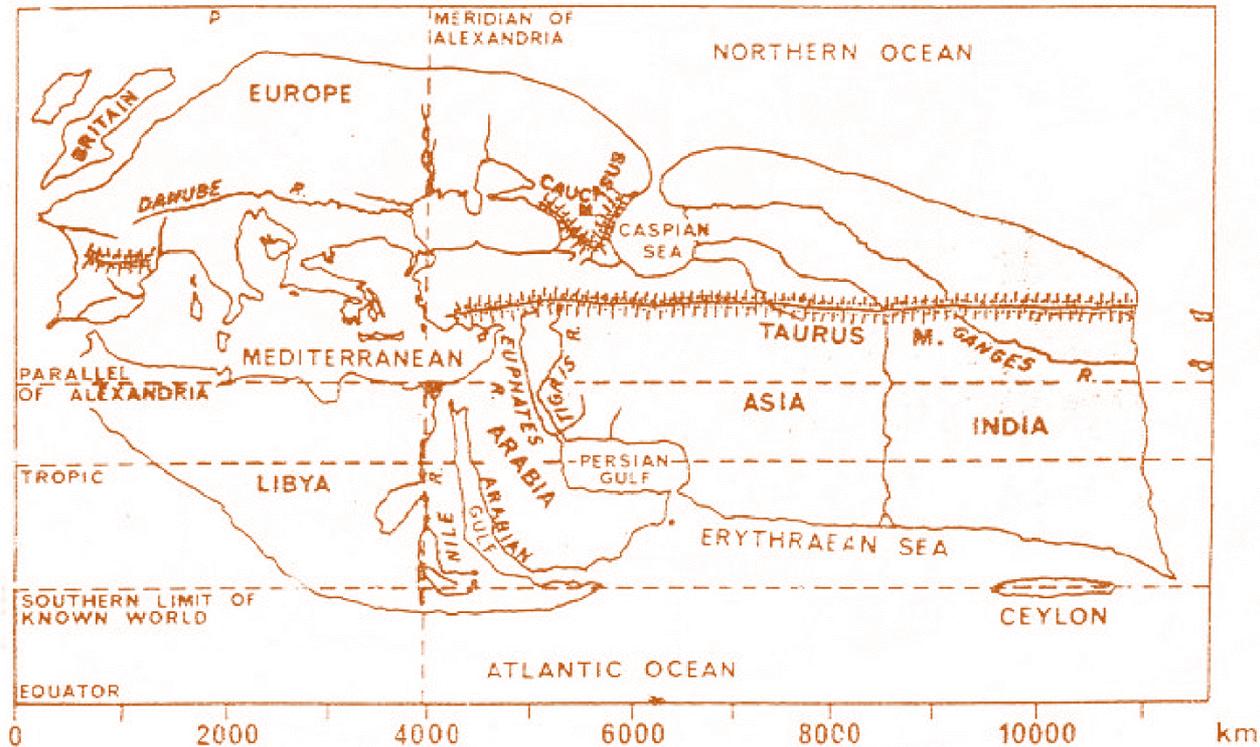
❖ تاریخچه ژئودزی

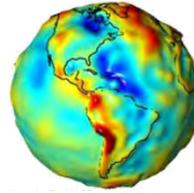
- اولین اشاره به وجود جاذبه در زمین از طرف ارسطو (۳۲۲ ق.م.) مطرح شد و دلیلی برای کرویت زمین ارائه داد.
- دیکارچس سیستم مختصات کروی را در اواسط قرن سوم ق.م. معرفی کرد. همچنین بر اساس کشور گشایی های اسکندر نقشه آسیا را ترسیم کرد
- کیدینو از بابل (۲۵۰ ق.م.) وجود پرسیشن را در محور دوران زمین حدس زد.
- اراتستن (۱۹۴ ق.م. کتابدار موزه اسکندریه) مایل بودن محور دوران زمین را عنوان و شعاع زمین را اندازه گیری کرد.
- بعد از اراتستن به مدت ۱۵ قرن مطالعات در زمینه ژئودزی را کد باقی ماند...!



❖ تاریخچه ژئودزی

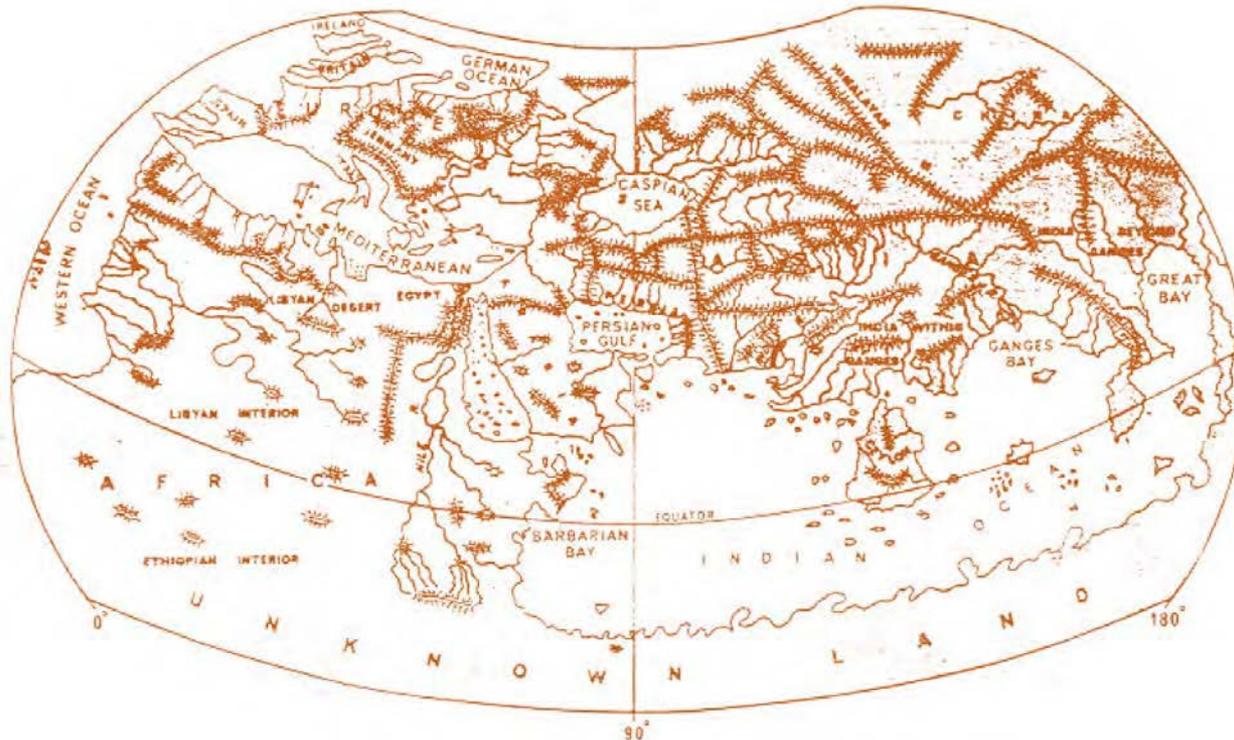
- نظر اراتستن در مورد سطح زمین (۱۹۴ ق.م)

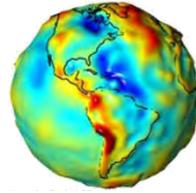




❖ تاریخچه ژئودزی

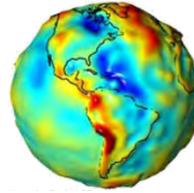
- در سال ۱۵۰ میلادی پتولمی نقشه جدیدی از دنیا رسم کرد که تا ۱۴ قرن به قوت خود باقی ماند. (واضح است که هیچ اصلاحات اساسی نسبت به نقشه اراتستن ندارد).





❖ تاریخچه ژئودزی

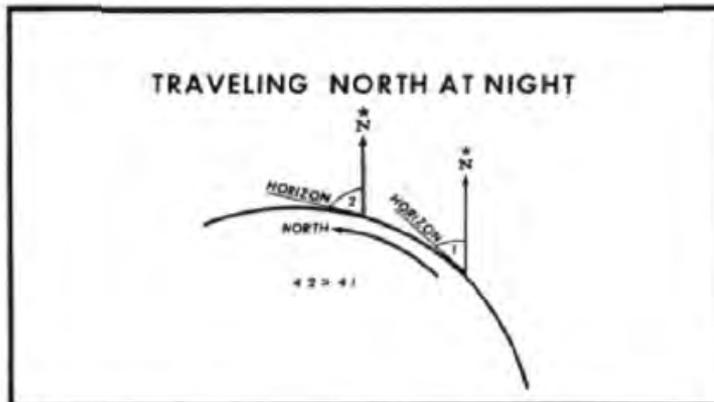
- کوپرنیک (۱۵۴۳-۱۴۷۳ م) نظریه زمین مرکز بطلمیوس را به نظریه خورشید مرکز منظومه شمسی تغییر داد.
- کپلر (۱۶۳۰ - ۱۵۷۱ م) قوانین حرکت سیارات را کشف کرد و گالیله (۱۶۴۲ - ۱۵۶۴ م) قوانین مربوط به سقوط آزاد اجسام و حرکت پاندول را بیان کرد.
- در سال ۱۶۶۶ کاسینی فرورفتگی را در قطبین مشتری مشاهده نمود.
- نیوتن (۱۷۲۷ - ۱۶۴۲ م) تئوری جاذبه زمین را کشف نمود.
- ریچر در سال ۱۶۷۲ تغییرات جاذبه در اثر تغییر مکان در روی نصفالنهار (تغییر عرض جغرافیایی) را از روی زمان تغییر پریود حرکت آونگ بیان کرد و از این مسئله و قوانین حرکت آونگ دریافت که جاذبه از استوا به قطبین در حال افزایش خواهد بود.
- نیوتن و کریستین هویگنس (۱۶۹۵ - ۱۶۲۹ م) نظریه پخ و فرورفته بودن زمین در اثر دوران حول محور خود در قطبین به صورت یک بیضوی دورانی حول قطر فرعی را بیان کردند.

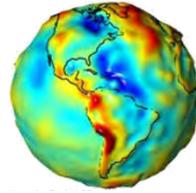


❖ مدل کروی زمین

مشاهداتی زیر باعث تقویت نظریه کروی بودن زمین گردید:

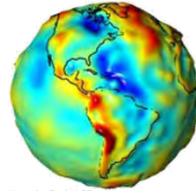
- دریانوردان قدیم دریافته بودند که هنگامی که کشتی که از دور به طرف ساحل حرکت می کند، از مسافت بسیار دوری می توان قسمتهای بالائی کشتی را در ساحل دید.
- مسافران به هنگام مسافرت به سمت شمال ملاحظه می کردند که زاویه ارتفاعی ستاره قطبی به تدریج افزایش پیدا می کند.
- همچنین مسافران در هنگام سفر به سمت شمال درمی یافتند که سایه بدن آنها در هنگام ظهر هر چه به سمت شمال می روند بلندتر می شود.





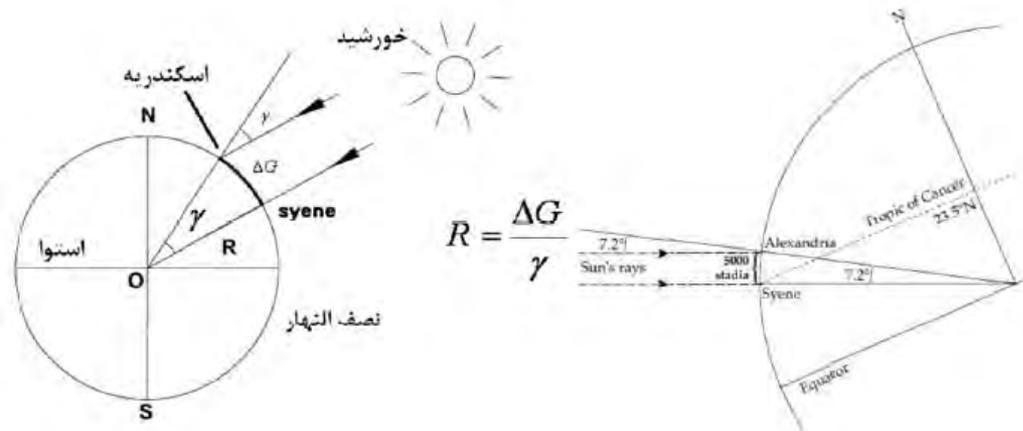
❖ مدل کروی زمین

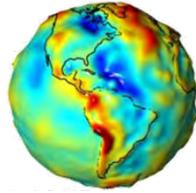
- با مشاهدات بود که پی بردند که زمین منحنی شکل می‌باشد و نظریه کرویت زمین قابل قبول به نظر می‌رسید. بدلیل مقبولیت بیشتر کروی بودن زمین در یونان، تلاشهایی در اندازه‌گیری ابعاد زمین در آن زمان صورت گرفت. افلاطون (۴۲۷-۳۴۷ ق.م.) محیط دایره زمین را ۴۰,۰۰۰ مایل و ارشمیدس (۲۸۷-۲۱۲ ق.م.) آنرا ۳۰,۰۰۰ مایل تعیین کردند.
- در مصر اراتستن (۲۶۷-۱۹۴ ق.م.) شعاع زمین را با استفاده از اختلاف عرض جغرافیایی بین دو شهر آسوان و اسکندریه و فاصله بین آن دو ۶۲۶۷ کیلومتر اندازه‌گیری کرد. اختلاف این مقدار با شعاع کروی متوسط زمین که برابر با ۶۳۷۱ کیلومتر می‌باشد در حد ۰.۲٪ می‌باشد و دقیق‌ترین اندازه‌گیری در زمان قدیم محسوب می‌شود. اراتستن پایه گذار ژئودزی علمی می‌باشد.



❖ مدل کروی زمین

- اراتستن دریافت که در زمان انقلاب تابستانی شعاعهای خورشید در آسوان به صورت قائم می تابند. در حالی که در همان زمان در اسکندریه که با آسوان تقریبا در روی یک نصف النهار می باشند شعاعهای خورشید نسبت به امتداد شاقول زاویه دار می باشند. از روی اندازه سایه یک شاخص قائم بر روی زمین او توانست اندازه زاویه مرکزی γ را محاسبه نماید. او اندازه این زاویه را $1/50$ یک دایره کامل معادل با $7^{\circ} 12'$ تعیین نمود. او اندازه فاصله بین آسوان و اسکندریه، ΔG ، را با استفاده از فاصله‌ای که کاروانهای شتر در یک روز طی می‌نمایند بدست آورد و از روی این فاصله و زاویه مرکزی γ توانست شعاع کره زمین را 6267 کیلومتر تعیین نمود

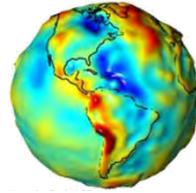




❖ مدل کروی زمین

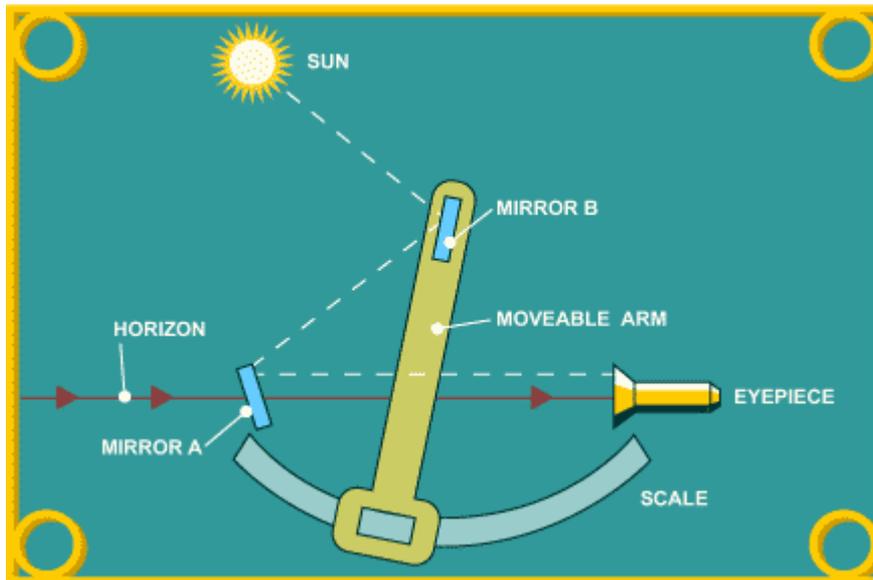
در طی قرون وسطی در اروپا مسئله تعیین شکل و ابعاد زمین به فراموشی سپرده شد. در این سالها در بین مسلمین شعاع کره زمین توسط مامون عباسی و ابوریحان بیرونی اندازه گیری شد که تفاوت آنها با شعاع متوسط زمین بیش از ۱۰٪ بود.

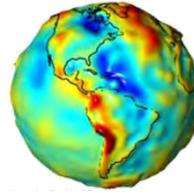
- در قرن شانزده میلادی در سال ۱۵۲۵ فرنل زاویه عرض جغرافیایی را در روی نصف النهار گذرنده از پاریس و امینز در شمال فرانسه طول جغرافیای با استفاده از یک کوادرانت (سکستانت) اندازه گیری نمود و فاصله بین دو شهر را نیز با استفاده از تعداد دوران های چرخ یک واگن قطار بدست آورد. از روی این مقدار او توانست شعاع کره زمین را با اختلاف ۰.۱٪ بدست آورد.



❖ سکستانت

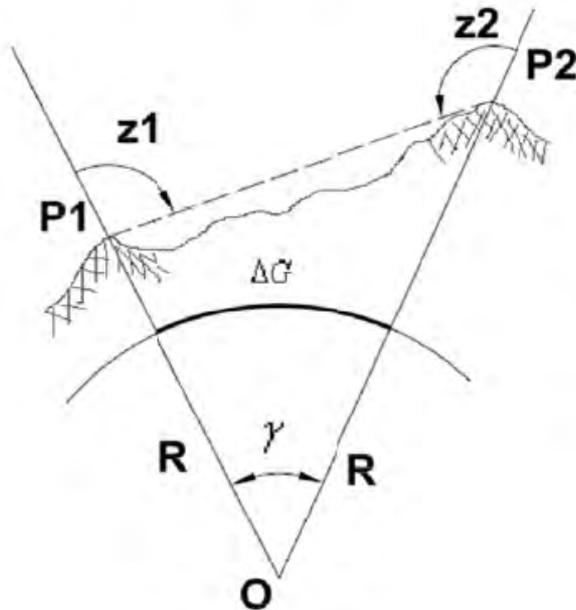
سکستانت یک ابزار دریانوردی است که در اندازه گیری زوایا بخصوص ارتفاع اجرام سماوی بکار می رود. در اوایل این وسیله از کمانی ۶۰ درجه تشکیل شده بود که نام آن نیز از همینجا ناشی شده است و به علت بکار بردن اساس انعکاس دوگانه با چنین وسیله ای می توان زوایای تا ۱۲۰ درجه را اندازه گیری کرد. سکستانت را نیز می شود برای اندازه گیری زاویه افقی بین دو نقطه بکار برد.



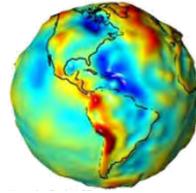


❖ مدل کروی زمین

- پیکارد فرانسوی در سال ۱۶۶۹-۷۰ یک اندازه‌گیری قوس در روی نصف‌النهار گذرنده از پاریس بین مالواسین و امینز با استفاده از یک شبکه مثلث‌بندی انجام داد و شعاع زمین را اختلاف 0.01% بدست آورد که این مقدار نیوتن را در بدست آوردن قانون جاذبه کمک نمود. پیکارد اولین کسی بود که از تارهای متقاطع (تار رتیکول) در تلسکوپ استفاده نمود.



- روش دیگر بدست آوردن زاویه مرکزی قوس با استفاده از اندازه‌گیری دو طرفه و همزمان زاویه زنیتی در ایتالیا توسط گریمالدی و ریکسولی در سال ۱۶۴۵ میلادی ابداع شد. مقدار زاویه مرکزی γ در این روش از فرمول $\gamma = z_1 + z_2 - \pi$ بدست می‌آید. استفاده از این روش بدلیل عدم دقت کافی در تعیین انحنای منحنی اشعه نور منجر به نتایج مطلوبی نمی‌شود.



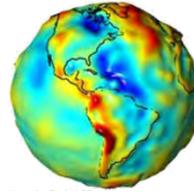
❖ مدل بیضوی زمین

نیوتن و کریستین هویگنس (۱۶۹۵-۱۶۲۹ م.) نظریه پخ و فرورفته بودن زمین در اثر دوران حول محور خود در قطبین به صورت یک بیضوی دورانی حول قطر فرعی را بیان کردند. در فرانسه نیز کاسینی نظریه کشیده بودن زمین در قطبین به صورت یک بیضوی دورانی حول محور اصلی آن را بیان کرد. در نهایت آکادمی علوم فرانسه با ارسال دو گروه به پرو و لاپلند در شمال سوئد و اندازهگیری دو قوس نصف النهاری نظریه نیوتن را تأیید کرد. علاوه بر این واحد اندازهگیری طول متر را نیز به صورت یک ده میلیونیم ربع محیط زمین تعریف شد. از روی این اندازهگیری ها مقدار فشردگی برابر با $f=1.210$ برآورد شد.

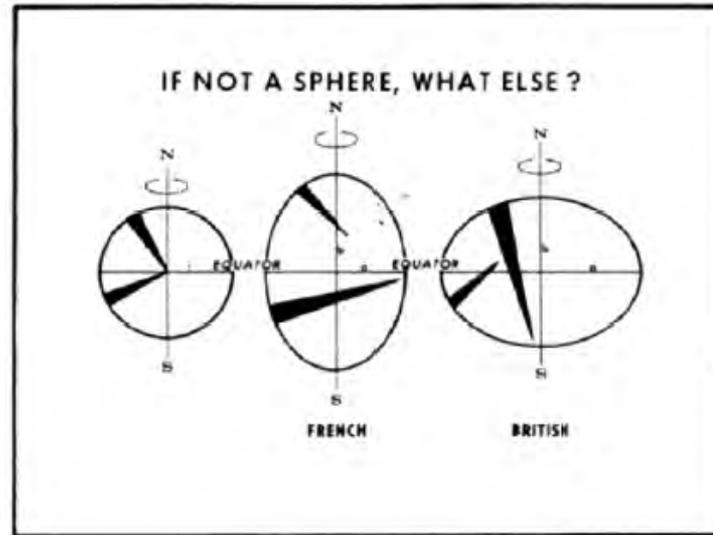
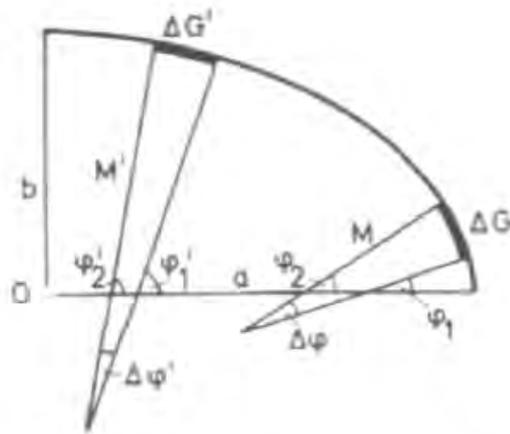
نیوتن بر مبنای قانون جاذبه عمومی یک شکل بیضوی دورانی برای زمین مایع هموزن در حال دوران را بدست آورد. فشردگی این بیضی از رابطه زیر بدست میآید:

$$f = \frac{a-b}{a}$$

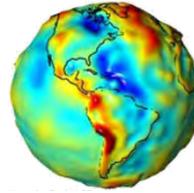
که در آن a نیم قطر اصلی بیضی و b نیم قطر فرعی بیضی خواهند بود و مقدار f بطور تقریب برابر با $1/230$ میباشد.



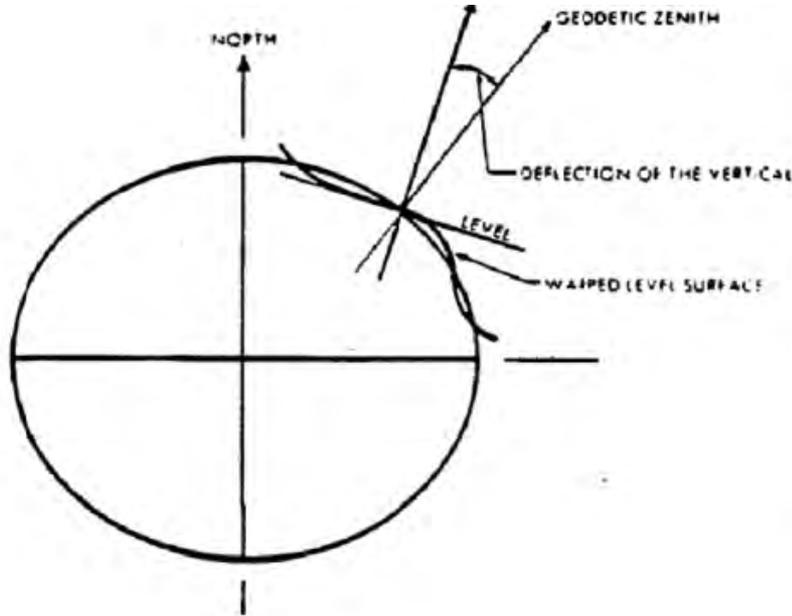
❖ مدل بیضوی زمین



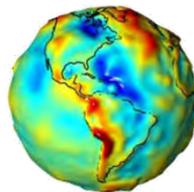
برای تشخیص هندسی مدل بیضوی زمین نیاز به اندازه‌گیری دو قوس در عرضهای جغرافیایی متفاوت می‌باشد. طول یک قوس نصف‌النهاری یک درجه (دو سر قوس با اختلاف عرض جغرافیایی یک درجه) در حالتی که قطبین پخ باشند از سمت قطب به استوا در حال افزایش خواهد بود. پارامترهای a ، b و یا a و f را می‌توان از روی اندازه طول این دو قوس محاسبه نمود.



❖ ژئوئید و بیضوی



لاپلاس (۱۸۰۲ م.)، گوس (۱۸۳۷ م.) و بسل (۱۸۳۷) و تعدادی دیگر دریافتند که فرضیه بیضوی بودن زمین زمانی که مشاهدات دقیقتری در نظر باشد زیاد قابل دفاع نمی‌باشد. بعبارت دیگر نمی‌توان از زاویه انحراف قائم خط شاقولی فیزیکی، که مشاهدات در روی زمین نسبت به آن انجام می‌گیرند، با نرمال بر بیضوی صرفنظر کرد.



❖ ژئوئید و بیضوی

تعریف ژئوئید برای مدت ۷۰ سال (۱۸۸۰-۱۹۵۰ م.) هدف عمده ژئودزی بوده است. بعد از سال ۱۹۴۵ م. با توسعه روش‌های مستقیم تعیین سطح فیزیکی زمین از اهمیت این موضوع اهمیت کاسته شد ولی هنوز هم تعیین ژئوئید یک از مسائل اساسی در ژئودزی می‌باشد. در واقع با ایجاد سیستم‌های سه بعدی جهانی و قاره‌ای و نیازهای ژئودزی دریایی اهمیت ژئوئید دوباره افزایش یافته‌است.

چهارم اکتبر ۱۹۵۷: وقتی که اتحاد جماهیر شوروی اولین ماهواره مصنوعی به نام اسپوتنیک ۱ را به فضا می‌فرستند، عصر فضا آغاز می‌گردد و تکنولوژی ماهواره ای به تدریج روشهای اندازه گیری در ژئودزی را متحول می‌کند.