

سایت علمی و تخصصی در زمینه علوم جغرافیا و GIS

آموزش

مشاوره

دانلود نرم افزار و مقاله

معرفی نرم افزار

و ارائه خدمات دیگر

<http://geographyscience.persianblog.ir>

مفاهیم GIS

Coordinate System Map Projection



فهرست مطالب

2	معرفی شرکت اورانوس
4	پیشگفتار
6	اجزاء GIS
7	سافتار اطلاعات جغرافیایی در GIS
11	سیستمهای مقتصات و سیستم های تصویر
16	دیتوم (Datum)
18	سیستم های تصویر
20	طبقه بندی سیستم های تصویر
24	انواع سیستم های تصویر
28	بررسی و مقایسه سیستمهای تصویر مورد استفاده در ایران
37	تعریف ویژگیهای سیستم تصویر برای یک لایه اطلاعاتی

پیشگفتار

در زمینه GIS، کتب و جزوات بسیاری به چاپ رسیده ولی نتوانسته به خواننده کمک کند تا در مسیر آموزش به سر منزل مقصود هدایت شود. دلیل این مهم نادیده گرفتن این موضوع است که، محیط کار GIS محیط نرم افزار است. این نکته را متذکر می شوم، علاوه بر داشتن دانش فنی مربوط به رشته کاری می بایست در زمینه نرم افزار GIS نیز مهارت لازم را نیز داشته باشیم. با این توضیحات راهنمای GIS را به دو بخش تقسیم می شود.

1- راهنمای کار با نرم افزار (User Guide)

2- راهنمای اجرای یک پروژه (Apply Guide)

در User Guide شما فقط با امکانات نرم افزار آشنا می شوید. اینکه چه امکاناتی دارد، و این نرم افزار توانایی انجام چه کار هایی را دارد. در Apply Guide مراحل اجرای یک پروژه را آموزش داده می شود. لازم به ذکر است، تمام کتب های به چاپ رسیده در ایران در مرحله User Guide متوقف شده اند. حتی شرکت های طراح این نرم افزار ها نیز نتوانسته اند Apply Guide مناسب را طراحی کنند. (به دلیل تنوع موضوع) دلیل آن این است که GIS در رشته های متعددی کاربرد دارد. کاربران و متخصصان متنوعی از GIS بهره مند هستند.

با توجه به این مهم حتی با وجود Apply Guide یک حلقه مفقوده ای نیز وجود دارد. کاربران و علاقمندان به GIS به دلیل گستردگی موضوعات قابل اجرا در محیط GIS غالباً در اجرای پروژه های GIS دچار سردگمی می شوند. اگر بخواهیم فرآیند یادگیری GIS را در چند جمله خلاصه کرد، باید گفت راهی است که گام اول آن از ابتدای User Guide آغاز و در انتهای Apply Guide به پایان می رسد. در کتاب سعی شده شما را از نزدیک ترین مسیر به انتهای این راه هدایت کند. از User Guide آنچه را که کمک می کند در اجرای صحیح Apply Guide شما را یاری کند آموزش داده می شود. در این کتاب یک منطقه به طور فرضی انتخاب و مراحل اجرای یک پروژه را در آن شرح می دهند. داده ها آماده و مسیر اجرای نرم افزاری آن توضیح داده می شود.

اجزاء GIS

پیشرفت روزافزون دانش کامپیوتر و به خدمت گرفتن آن در علوم وابسته به زمین منجر به ایجاد و توسعه سیستم اطلاعات جغرافیایی گردید. سیستم اطلاعات جغرافیایی سیستم یا مجموعه عناصر در ارتباط باهم هستند که با هدف کار با اطلاعات جغرافیایی شکل گرفته اند. اجزاء یک سیستم اطلاعات جغرافیایی عبارتند از سخت افزار و نرم افزار کامپیوتری، اطلاعات جغرافیایی (اساسی ترین رکن یک سیستم اطلاعات جغرافیایی) و افراد متخصص. بنابراین سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، یک سیستم اطلاعاتی کامپیوتر مبنا که قابلیت جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، تجزیه و تحلیل و نمایش داده‌های مکان مرجع (اطلاعات جغرافیایی) را دارا می باشد و می تواند کاربران را در مدیریت داده‌ها، حل مشکلات پیچیده و تصمیم‌گیری یاری رساند.

اهمیت توسعه فناوری اطلاعات در یک سازمان

اجرای یک مدیریت موفق نیازمند نگرش سیستمی در تعریف فرایند مدیریت می‌باشد. هر سیستم، متشکل از عناصر در ارتباط با هم و در راستای رسیدن به هدف معین است. در نگرش سیستمی در وهله اول شناخت اجزاء یا عناصر و سپس شناخت ارتباطات بین عناصر، ضروری است و در واقع رفتار و عملکرد عناصر درون سیستم مورد شناسایی قرار می‌گیرد. چهار فاکتور دروندادها، فرایندها، بروندادها و بازخوردها تبیین‌کننده ماهیت، کیفیت و وضعیت سیستم هستند. رکن اساسی هر سیستم و عنصر ارتباطی بین سایر اجزاء که کارکرد سیستم وابسته به آن می‌باشد، اطلاعات است. در واقع بهبود عملکرد سیستم وابسته به بهبود گردش اطلاعاتی درون سیستم می‌باشد و در این راستا، کشورهای توسعه یافته، توسعه فناوری اطلاعات را کلید توسعه سایر سیستم‌ها و رمز ایجاد توانمندی‌های جدید، یافته و بر همین اساس سرمایه‌گذاران عظیم معطوف به توسعه فناوری اطلاعات و بهینه‌سازی فرایندهای مدیریتی با بهره‌گیری از این فناوری می‌باشند که نتیجه آن ایجاد توانمندی‌های جدید است.

در مدیریت یک سازمان با رویکرد سیستمی، زیرسیستم‌های مختلفی را میتوان مدلسازی نمود. از طرفی با توجه به وابستگی اطلاعات به مکان در زیرسیستم‌های تعریف شده در بسیاری از زمینه‌های کاربردی، می‌توان از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان بستری جهت توسعه سیستم‌های مدیریتی مبتنی بر فناوری اطلاعات در زمینه‌های فوق استفاده نمود.

بطور کلی سوالات مشابهی برای سازمان هایی که از GIS می خواهند استفاده کنند، وجود دارد که عبارتند از:

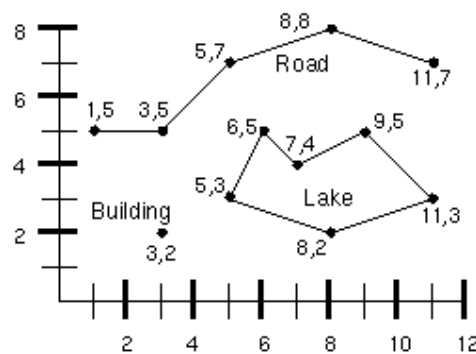
- کاربردهای GIS در سازمان، کدامند؟
- GIS های موجود کدامند؟
- انتخاب های موجود در مورد سخت افزار و نرم افزار کدامند؟
- آیا سرمایه گذاری برای GIS قابل توجیه است؟
- GIS چه تغییراتی را در سازمان پدید می آورد؟

اهمیت هر یک از این موارد، در فرایند انتخاب و پیاده سازی GIS بسته به ماهیت سازمان و عملکرد آن متفاوت است. آگاهی از ویژگیها و کاربردهای GIS و انتخاب سخت افزار و نرم افزار، گام های مهمی به شمار می آیند.

ساختار اطلاعات جغرافیایی در GIS

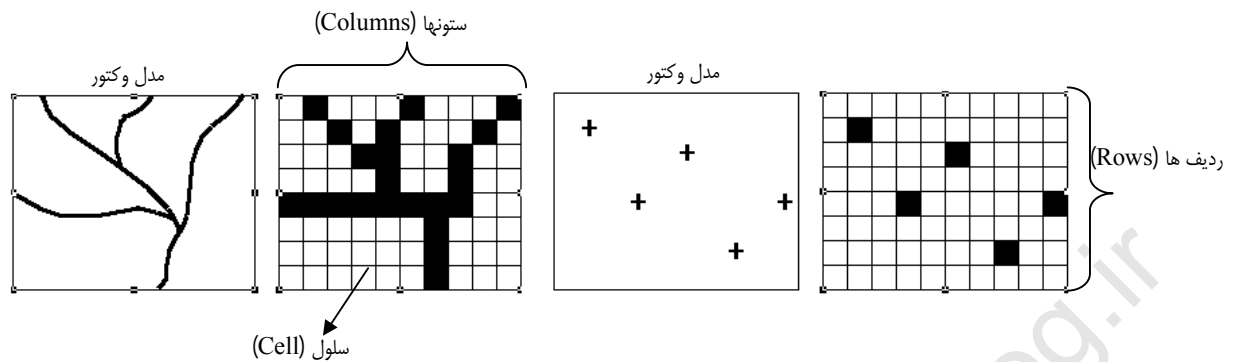
اطلاعات دارای دو بعد مکانی و توصیفی هستند که بعد مکانی نشان دهنده موقعیت پدیده روی زمین و بعد توصیفی، توصیف کننده پدیده می باشد. نحوه نمایش این اطلاعات بر روی نقشه نیز نشان داد که گستره پدیده بر روی زمین با استفاده از علائم گرافیکی (خط، نقطه یا چند ضلعی) و با رنگ شاخصی که در راهنمای نقشه توصیف کننده پدیده می باشند، صورت می گیرد. در سیستم اطلاعات جغرافیایی با توجه به ماهیت رقومی اطلاعات، لازم است ساختار ذخیره سازی و نمایش داده ها به گونه ای باشد که ویژگیهای این اطلاعات حفظ گردد. نحوه ذخیره سازی داده ها در GIS را مدل داده تعیین می کند. دو مدل داده کلی در GIS مدل‌های داده برداری یا وکتور و مدل داده شبکه یا رستر می باشند. مدل داده وکتور که عوارض روی زمین را بر حسب ماهیتشان با نقطه، خط یا پلیگون نمایش می دهند، برای نمایش عوارضی که ماهیتاً گسسته هستند، مناسب می باشد. عوارض یا پدیده های گسسته به عوارضی اطلاق می شوند که با مرز مشخصی بتوان آنها را تفکیک نمود. مانند مرز یک استان از محدوده یک زمین کشاورزی. مدل داده رستر، برای نمایش عوارض پیوسته مناسب می باشد. عوارض پیوسته عوارضی هستند که به سادگی قابل تفکیک نبوده و نتوان مرز مشخصی بین آنها قائل شد. مانند بارندگی، دما و ...

مدل داده وکتور، عوارض جغرافیایی را همانند آنچه قبلاً در مورد نقشه اشاره شد، نمایش می دهد. یعنی به صورت نقطه، خط و پلیگون (سطح). در مدل داده وکتور، هر موقعیت با یک X و Y ذخیره می شود. هر نقطه با یک X و Y ذخیره شده و هر خط با مجموعه ای از X و Y نقاط تشکیل دهنده خط و نهایتاً یک سطح یا پلیگون به صورت چندین خط که یک سطح را تشکیل می دهند، ذخیره می شوند. در شکل زیر نحوه ذخیره سازی موقعیت مکانی عوارض در مدل داده وکتور را نشان می دهد. همانطور که در این شکل مشخص است نحوه ذخیره سازی یک عارضه نقطه ای (ساختمان)، یک عارضه خطی (جاده) و یک عارضه سطحی (دریاچه) به صورت شماتیک نمایش داده شده است.



نحوه ذخیره سازی موقعیت مکانی عوارض در مدل داده وکتور

مدل داده رستر، از ساختار شبکه ای یا سلولی برای ذخیره سازی داده ها استفاده می نماید. بدین معنی که منطقه مورد نظر به صورت شبکه ای تقسیم بندی شده و اندازه هر سلول شبکه وابسته به دقت مورد نظر در ثبت و نمایش داده ها می باشد. هر سلول دارای یک ارزش است که نشان دهنده ویژگی یا مقدار مورد مطالعه می باشد. در شکل زیر ساختار داده های با مدل رستر را نشان می دهد.



نحوه نمایش اطلاعات در مدل وکتور و مدل رستر

منابع تأمین کننده داده های مورد نیاز GIS

داده های ورودی سیستم GIS به شرح زیر است :

• اسناد، مدارک و نقشه های موجود

• نقشه برداری زمینی

• سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)

• عکسهای هوایی

• تصاویر ماهواره ای

اطلاعات توصیفی

بطوریکه اشاره شد هر نقشه به همراه خود، حاوی اطلاعات توصیفی در باره اجزای تشکیل دهنده خود است.

مثلا اگر نقشه ایران را در نظر بگیریم، هر استان، برای شهر ها و بخش های زیر مجموعه خود اطلاعاتی از قبیل مساحت، محیط، مختصات طول و عرض جغرافیایی و ... آنها را شامل می شود این اعداد و ارقام در جدولی به نام Attribute Table ذخیره و قابل تغییرات میباشند.

و این جدول برای هر کدام از بخش های بالا قابل دسترسی است. ستون های جدول به نام Field و سطر های آن به نام Rows می باشند. در سر ستون ها عنوان فیلد ها و در سر ردیف ها مکان یا نام شهر یا استان یا .. درج شده است. اگر بخواهیم از این جدول بخشی از اطلاعات را انتخاب و جدا کنیم می بایست فرمول یا شرطی را (طبق روندی که در ادامه می آید) مشخص کنیم.

قدرت پاسخگویی GIS

- ü در یک مکان مشخص چه چیزی وجود دارد؟
- ü یافتن مکانی که شرایط معینی را در بر دارد؟
- ü از گذشته تاکنون چه تغییراتی در مکان یا در سطح معینی به وقوع پیوسته است؟
- ü چه الگوی فضایی وجود دارد؟ مثلاً آیا عامل عمده فرسایش در مناطق خشک باد است؟
- ü پاسخ به سؤال چه خواهد شد اگر؟ به عنوان مثال احداث یک جاده چه اثراتی بر پیرامون خواهد داشت؟

سیستم‌های مختصات و سیستم های تصویر

با استفاده از یک سیستم GIS می توان اطلاعات را از منابع مختلف به دست آورده و در یک زمان با همه آنها کار کرد. ولی باید دقت کرد که سیستم تصویر تمامی نقاط باید یکسان باشد تا بتوان این اطلاعات را باهم به نمایش در آورد. به عنوان مثال اگر سطح استان در یک سیستم تصویری، لایه ها در یک سیستم تصویری دیگری باشند و بخواهیم هر دو لایه را باهم نمایش دهیم، در آن صورت ممکن است خطوط رودخانه ها دارای یک اختلاف فاصله مکانی از موقعیت اصلی آنها در سطح استان باشد. انتخاب صحیح سیستم تصویر یکسان منجر به نمایش صحیح آنان خواهد شد.

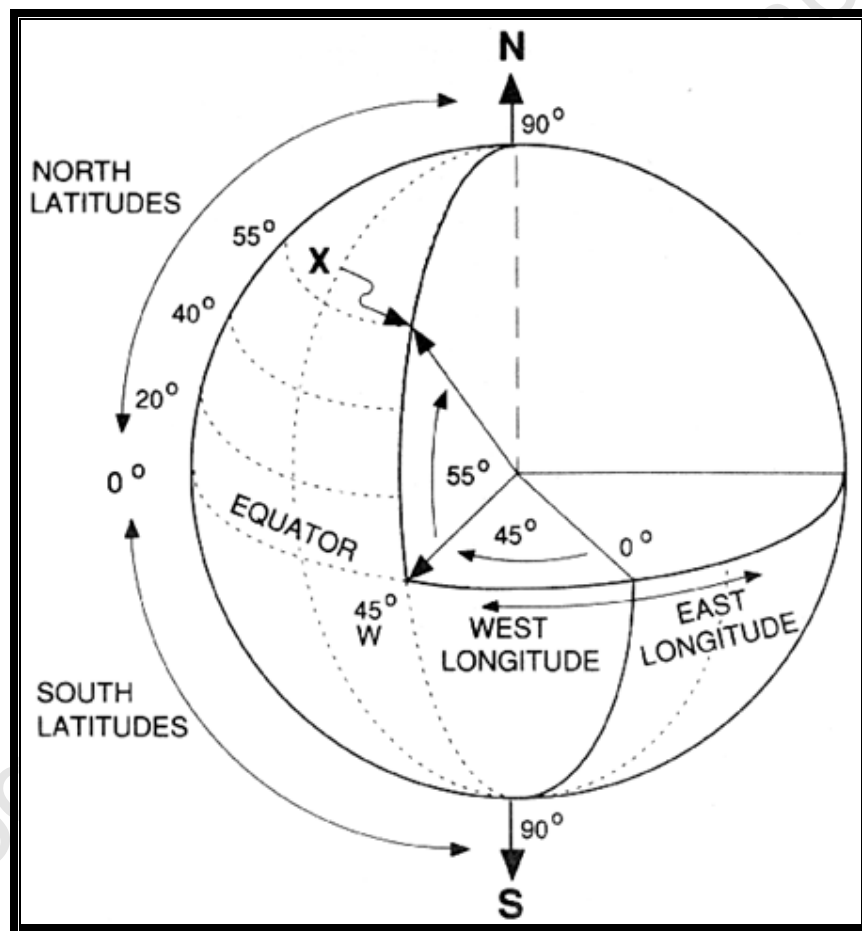
سیستم های مختصات جغرافیایی به دو دسته تقسیم می شوند، شکل و اندازه یک سیستم مختصات با استفاده از یک کره (Sphere) و یا یک بیضوی (Ellipsoid) تعیین می گردد. یک کره بر اساس یک دایره بنا می شود در صورتی که یک بیضوی بر اساس بیضی شکل می گیرد. زمین به دلیل نیروی ثقل آن در مناطق مختلف و ناهمواری های سطح آن به صورت کروی نمی باشد بلکه حالت بیضیگون می باشد و حتی یک بیضوی کامل نیز نمی باشد، از این رو بیضی های مختلفی را متناسب با مناطق مختلف تصور کرد. در واقع می توان گفت که شکل زمین به یک بیضوی بسیار نزدیکتر است لذا در بسیاری از مواقع و در کارهای با مقیاس بزرگتر و دقیقتر، لازم است سیستم مختصات جغرافیایی (نصف النهارات و مدارات) بر روی یک بیضوی تعریف گردد. با وجود این در بعضی مواقع (معمولاً در کارهای با مقیاس کوچک مانند 1: 5.000.000) می تواند به عنوان کره در نظر گرفته می شود. در کارهای با مقیاس 1: 1.000.000 و بزرگتر می بایست حتماً از بیضوی استفاده کرد چرا که خطای ناشی از کره و در نظر گرفتن زمین در این مقیاسها قابل قبول نمی باشد.

سیستم های مختصات جغرافیایی کروی :

این سیستم مختصات از یک کره سه بعدی برای تعیین موقعیت یک نقطه استفاده می کند. یک سیستم مختصات جغرافیایی شامل واحد اندازه گیری زاویه (معمولاً درجه) یک نصف النهار مبدا (معمولاً گرینویچ) و یک سطح مبنای مسطحاتی می باشد (Datum)، موقعیت یک عارضه در سطح کره زمین بر اساس درجه طولی و عرضی، که به نام مختصات جغرافیایی (Geographic

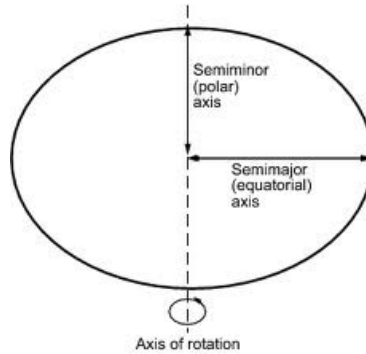
Coordinate System یا GCS) شناخته می شوند، قابل اندازه گیری هستند. در سیستم مختصات کروی، خطوط افقی یا همان شرقی غربی که همان مدارها می باشند نمایانگر عرض جغرافیایی و خطوط عمودی یا همان شمالی جنوبی که همان نصف النهارها می باشند، نمایانگر طول جغرافیایی می باشند

مدار میانی بین دو قطب استوا نامیده می شود که مبدأ عرضهای جغرافیایی محسوب می شود. مبدأ طولهای جغرافیایی نیز نصف النهار عبوری از شهر گرینویچ انگلستان می باشد که در بعضی کشورها از نصف النهار برن، بوگوتا و یا پاریس استفاده می شود.



سیستم های مختصات بیضوی :

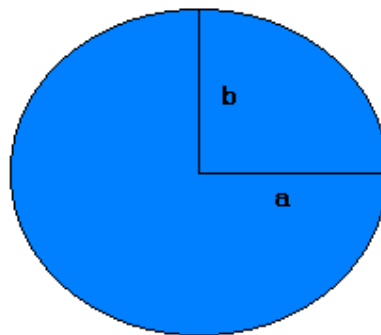
یک کره بر اساس یک دایره بنا می شود در صورتی که یک بیضوی بر اساس بیضی شکل می گیرد. شکل یک بیضی با دو شعاع تعیین می گردد، شعاع بزرگ و شعاع کوچک.



با گردش یک بیضی حول محور کوچک یک بیضوی شکل می گیرد. یک بیضوی معمولاً با اندازه محور کوچک آن (a) و محور بزرگ آن (b) تعریف می گردد. البته معمولاً به جای b از ضریب تسطیح (Flattening) که از فرمول زیر محاسبه می گردد، استفاده می شود. از آنجایی که مقدار عددی f خیلی کوچک است از معکوس آن استفاده می شود.

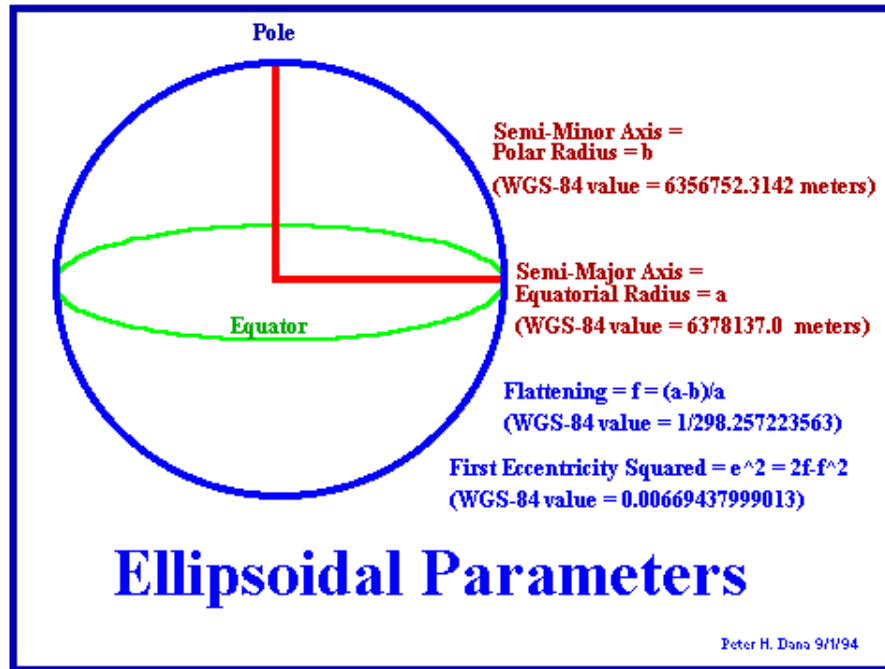
$$(a-b)/a = f$$

The Ellipsoid



a - Semi-Major Axis
b - Semi-Minor Axis
f - Flattening = (a-b)/a

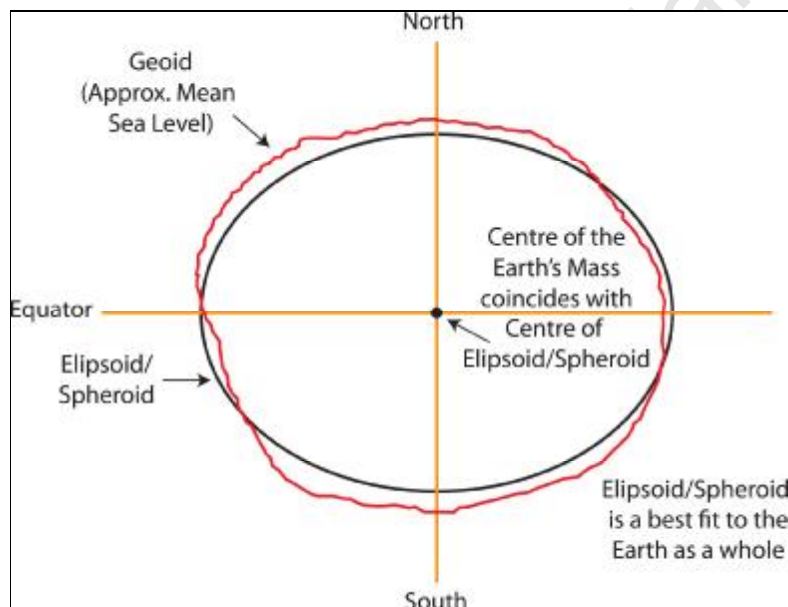
پارامترهای بیضوی WGS-84 در شکل زیر آمده است.



برای شبیه سازی دقیق شکل و ابعاد زمین در قالب سیستم مختصات جغرافیایی به گونه ای که امکان تشریح موقعیتهای عوارض روی زمین وجود داشته باشد، لازم است یک بیضوی با ابعاد مناسب به گونه ای تعریف گردد که منطبق با شکل واقعی زمین (سطح ژئوئید) گردد. اما از آنجایی که شکل واقعی زمین به صورت یک بیضوی منظم نمی باشد و در واقع یک شکل نامنظم شبیه بیضی است، بنابراین هنگامی که یک بیضوی را بر زمین منطبق می کنیم، ممکن است یک منطقه بر روی زمین مثلاً آمریکای شمالی، کاملاً منطبق با این بیضوی شود اما برای منطقه ای دیگر مثلاً ایران، این تطابق وجود نداشته باشد. بدیهی است با توجه به اینکه سیستم مختصات جغرافیایی و مدارات و نصف النهارات بر روی این بیضوی، مبنای تعیین موقعیت عوارض و بالطبع محاسبه اندازه ها می باشد، بنابراین در چنین شرایطی، برای منطقه ای که این انطباق وجود نداشته باشد، دقت مناسبی نیز نمی توان انتظار داشت، لذا برای اینکه به دقتهای بالاتری دست یابیم، برای هر منطقه یا کشوری، بیضوی خاص آن منطقه تعریف می گردد به گونه ای که این بیضوی بیشترین تطابق را

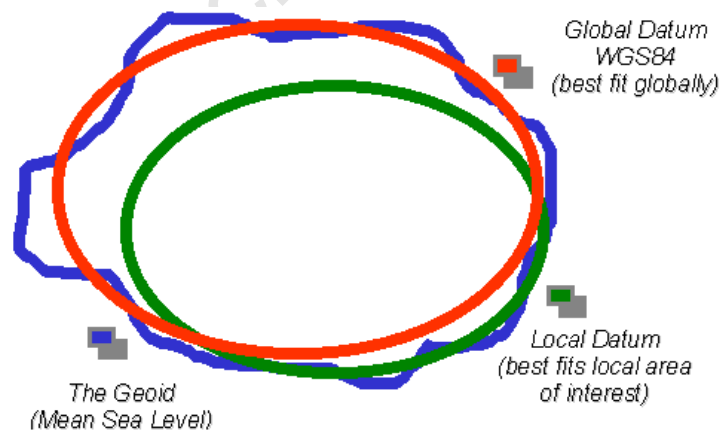
با آن منطقه داشته باشد. به عنوان مثال، بیضوی با نام Clark 1866، بهترین انطباق را با منطقه آمریکای شمالی دارد در حالیکه بیضوی International 1909 برای ایران مناسب است. فرق بین این بیضوی ها در اندازه a و $1/f$ آنها می باشد. امروزه با پیشرفت اندازه گیریهای ماهواره ای، بیضوی های با دقت بالاتری به دست آمده اند.

لازم به ذکر است که شکل واقعی زمین بوسیله سطح ژئوئید نمایش داده می شود. سطح ژئوئید، سطح هم نیروی میدان ثقل زمین است که بسیار منطبق بر متوسط سطح آبهای آزاد است. ناهمواریهای سطح زمین (کوهها و دریاها) در تعیین شکل زمین (سطح ژئوئید) دخالت ندارند و به عنوان یک مشخصه توصیفی نسبت به سطح ژئوئید تعریف می گردند.

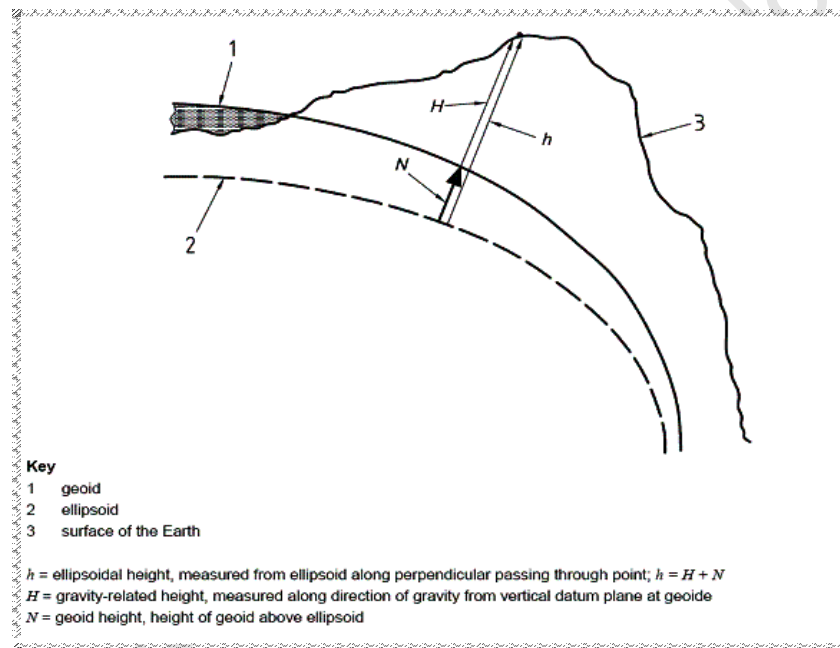


دیتوم (Datum)

در حالی که یک بیضوی، شکل زمین را تقریب می زند، یک دیتوم محل قرارگیری آن بیضوی را نسبت به مرکز زمین مشخص می کند به گونه ای که برای اندازه گیری مختصات در یک منطقه خاص، بیضوی مربوط به آن منطقه بیشترین انطباق را با سطح واقعی زمین داشته باشد. در واقع، دیتوم چارچوبی را برای اندازه گیریهای مکانی عوارض روی سطح زمین به شکل دقیق برای یک منطقه خاص فراهم می سازد. همچنین خصوصیت دیگر دیتوم انتقال مرکز بیضوی به مرکز جرمی کره زمین است. در گذشته، دیتوم ها بصورت محلی و برای ایجاد بهترین انطباق با سطح ژئوئید در یک ناحیه مشخص، تعریف می گردیده اند. دیتومهای محلی معمولاً برای همخوانی بیشتر با ناحیه مورد نظر با شیفت دادن بیضوی به دست می آیند. بیش از 150 دیتوم محلی برای کشورهای مختلف جهان مورد استفاده قرار گرفته اند. (El-Rabbany, 2002). برای ایران، دیتوم European 1950 با بیضوی مبنای International 1909، بکارگرفته شده است. در سالهای اخیر با گسترش فن آوری اندازه گیریهای ماهواره‌ای، دیتومهای با دقت و همخوانی بالا با کره زمین و برای اندازه گیریهای جهانی توسعه داده شده اند که معروفترین آنها WGS84 می باشد. در حال حاضر در بسیاری از کشورهای دنیا و از جمله در کشور ما، این دیتوم با بیضوی به همین نام، مبنای تهیه و تولید نقشه ها می باشد.

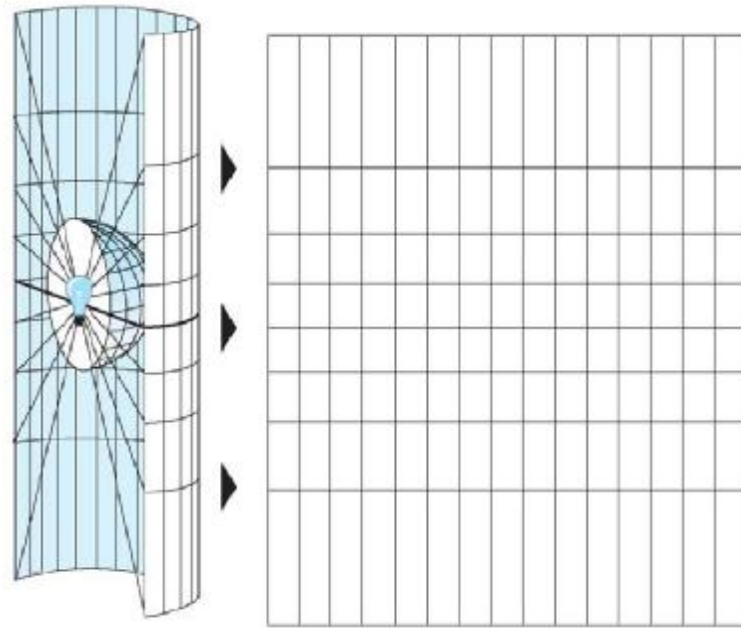


پس از تعیین دیتوم با سه پارامتر درگیر هستیم:
ارتفاع بیضوی (h) : فاصله سطح زمین تا بیضوی
ارتفاع اورتومتریک (H) : فاصله سطح زمین تا ژئوئید
ارتفاع ژئوئید (N) : فاصله ژئوئید تا بیضوی
همانطور که گفته شد سطح مبنای محاسبات ارتفاعی، ژئوئید می باشد، بنابراین هدف ما در محاسبه ارتفاع هر نقطه، محاسبه ارتفاع اورتومتریک آن نقطه می باشد.



سیستم های تصویر

سیستم مختصات جغرافیایی برای تعریف موقعیتهای بر روی کره زمین با شرایطی که بحث گردید، تعیین شده است. اما با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به پدیده های جغرافیایی بر روی نقشه که یک سطح صاف دو بعدی است، نمایش داده می شوند و از طرفی، یک کره قابل مسطح شدن بصورت یک سطح صاف نمی باشد، بنابراین، لازم است عوارض از سطح کره به یک سطح صاف تصویر شوند. فرایند تصویر کردن سطح زمین بر روی یک سطح صاف، تصویر کردن نقشه می نامند. یکی از ساده ترین روشهای تصویر کردن سطح یک کره بر روی یک سطح صاف، قرار دادن یک استوانه محیط شده به کره و روشن کردن چراغی در مرکز کره است که باعث می شود نقشه سطح کره بر روی استوانه بیفتد و سپس با باز کرن استوانه به یک نقشه مسطح دست یافت. نمایش سطح زمین بر روی یک سطح صاف باعث تغییراتی در شکل، سطح، فاصله و یا جهت می شود. یک سیستم تصویر نقشه با استفاده از روابط ریاضی، مختصات کروی را به مختصات سطح صاف تبدیل می کند. هر سیستم تصویری برای کمینه کردن یک یا دو عدد از این پارامترها طراحی شده است. مثلاً یک سیستم تصویر مساحت را حفظ می کند اما شکل را تغییر می دهد.



سیستم های تصویر برای مقاصد خاص طراحی می شوند . یک سیستم تصویر ممکن است برای نقشه های بزرگ مقیاس و در یک محدوده کوچک مناسب باشد در حالی که دیگری برای نقشه های کوچک مقیاس و برای منطقه ای بزرگ کاربرد داشته باشد. با توجه به اینکه کره زمین سه بعدی است، زمانی که قرار باشد بخشی از آن را به شکل دو بعدی نمایش دهند، مشکلاتی در تبدیل سیستم مختصات جغرافیایی به سیستم مختصات تصویری پدید می آید:

- اولاً یک بعد یعنی ارتفاع حذف می شود که می بایست برای نمایش ارتفاع بر روی نقشه راه حلی پیدا کرد.
- ثانیاً تبدیل کردن یک سطح محدب به سطح مسطح سبب تغییراتی در ابعاد ، اندازه ها و اشکال می شود.

در سیستم مختصات تصویری طول و عرض جغرافیایی دارای واحد یکسانی برای اندازه گیری بر روی زمین نیستند . یک درجه طول جغرافیایی در استوا حدود 111 کیلو متر می باشد در حالی که بر روی عرض جغرافیایی 60 درجه معادل 55 کیلومتر می باشد. در جدول زیر طول (کیلومتر) یک درجه طول جغرافیایی در عرضهای جغرافیایی مختلف آمده است.

Latitude	Kilometers
0	111.319
5	110.899
10	109.639
15	107.551
20	104.647
25	100.950
30	96.486
35	91.288
40	85.394
45	78.847
50	71.696
55	63.944
60	55.800
65	47.176
70	38.187
75	28.902
80	19.393
85	9.735
90	0.000

طبقه بندی سیستم های تصویر

سیستم های مختلفی برای تصویر نقشه به وجود آمده اند که در بعضی از آن ها خطوط طول و عرض جغرافیایی مستقیم و در بعضی به صورت منحنی می باشد. در انتخاب یک سیستم تصویر چهار خصوصیت: مساحت، شکل، فاصله و جهت می بایست مد نظر باشد. سوالات زیر نشان دهنده انتخاب نوع سیستم تصویر می باشد:

- در انتخاب سیستم به کدام یک از این خصوصیات احتیاج داریم و می خواهیم

آن را نگهداری کنیم

- نقشه در کجای جهان واقع شده است: در قطب یا استوا

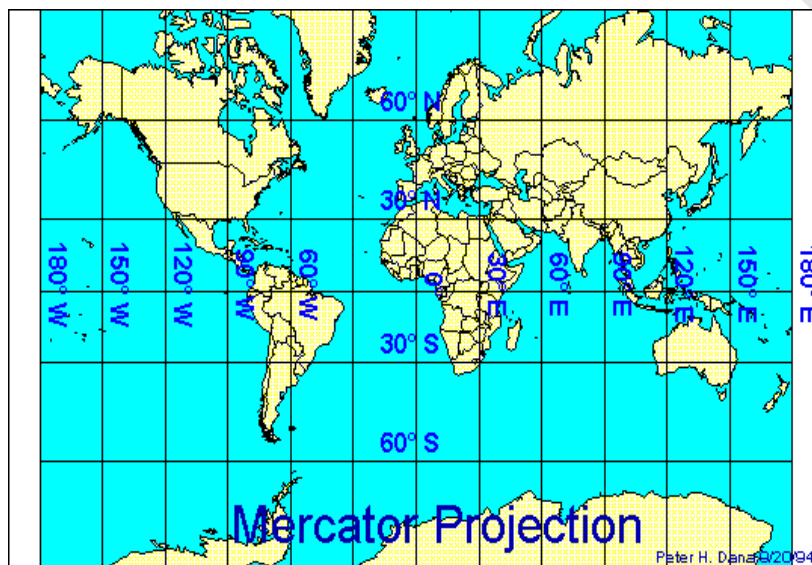
- شکل نقشه مربعی است یا کشیدگی از غرب به شرق دارد

بر این اساس که کدامیک از پارامترهای هندسی تصویر بعد از عمل پروژکسیون مهم تر می باشد سیستم های تصویر به انواع زیر طبقه بندی می شوند:

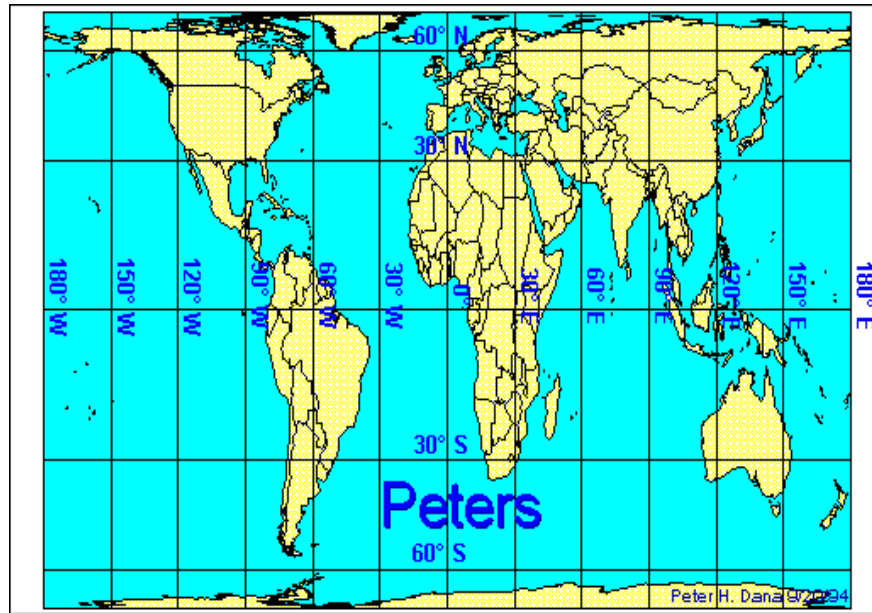
1) سیستم های تصویر هم شکل (Conformal)

این نوع از سیستم های تصویر حفظ کننده شکل هستند. برای حفظ زوایا که معرف روابط مکانی اشکال می باشند، یک سیستم تصویر هم شکل می بایست خطوط عمود برهم را بصورت شبکه های با زاویه 90 درجه بر روی نقشه نمایش بدهد. البته نتیجه حفظ شکل این است که مساحتها به طور محسوسی در نقشه نسبت به واقعیت آنان بر روی زمین تغییر پیدا می کنند. به طور کل هیچ سیستم تصویری نمی تواند شکلهای مناطق وسیع حفظ کند. نمونه ای از سیستمهای تصویر به

شرح زیر است: Lambert Conformal Conic, UTM, Mercator

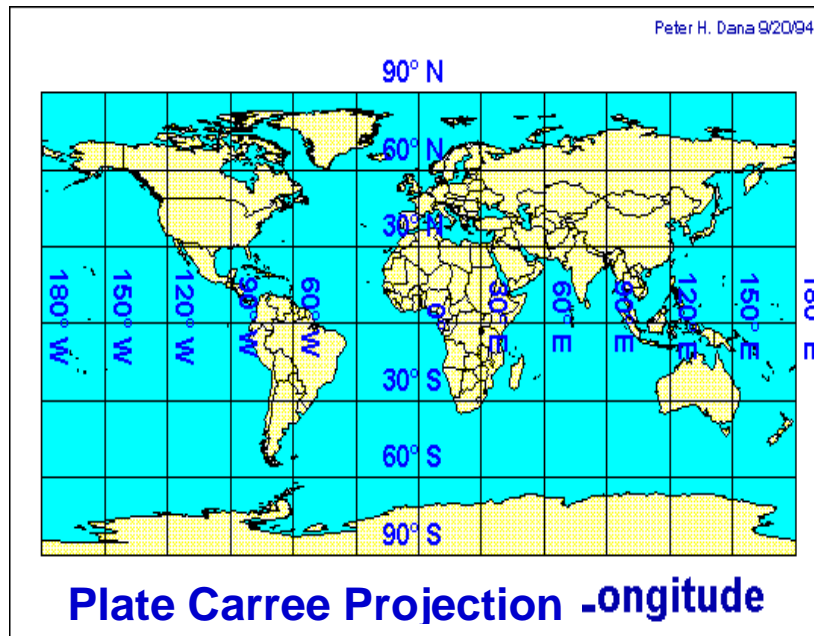
**2) سیستم های تصویر هم مساحت (Equivalent)**

این نوع از سیستم های تصویر حفظ کننده مساحت هستند. به تبع حفظ مساحت فاکتورهای دیگر از قبیل شکل، زاویه و مقیاس دچار تغییر خواهند شد. در این نوع از سیستمهای تصویر، مدارها و نصف النهارها ممکن است با زاویه درست به هم تلاقی پیدا نکنند. نمونه هایی از این سیستم تصویر عبارتند از: Albers equal-area conic, Lambert azimuthal equal-area



3) سیستم های تصویر هم فاصله (Equidistant)

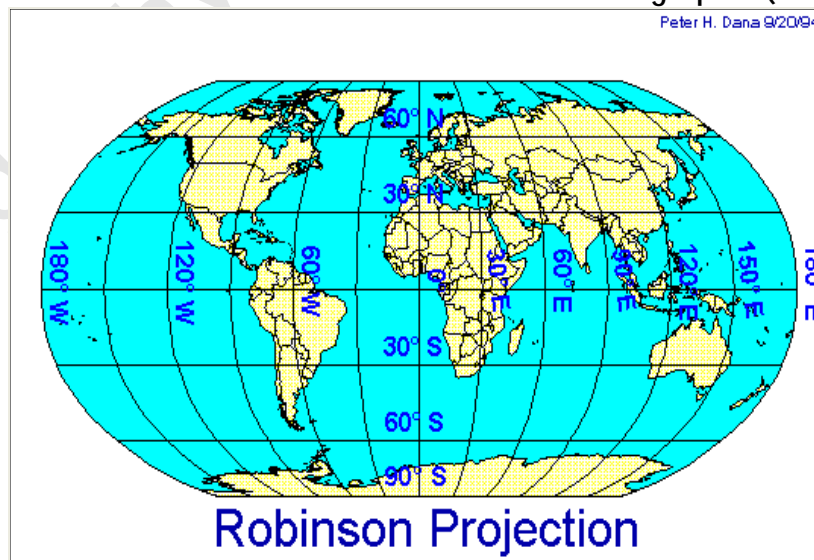
این نوع از سیستم های تصویر حفظ کننده فاصله بین نقاط هستند. در هر صورت معمولاً در این نوع از سیستم های تصویر یک یا چند خط وجود دارد که در راستای آن مقیاس نقشه درست می باشد. به طور مثال در سیستم تصویر سینوسوئی (Sinusoidal) استوا و به طور کلی مدارها دارای طول واقعی خود هستند. باید به بخاطر داشت که هیچ سیستم تصویر هم فاصله ای که فاصله تمام نقاط در تمام جهات واقعی باشند وجود ندارد.



4) سیستم های تصویر هم جهت (True-direction)

کوتاهترین فاصله بین دو نقطه در یک سطح منحنی مانند سطح زمین در طول هم ارز کروی یک خط مستقیم در یک سطح صاف می باشد. این فاصله در واقع بر روی بزرگترین دایره از کره که از این دو نقطه می گذرد قرار گرفته است. سیستم های تصویر هم جهت و یا آزیموتال (Azimuthal) گونه ای هستند که جهات تمامی خطوط در آنها بر پایه همین کمترین فاصله می باشد. بعضی از این سیستمهای تصویر همزمان هم شکل، هم مساحت و یا هم فاصله نیز می باشند.

می توان به سیستم های زیر اشاره کرد: Lambert azimuthal (equal-area), Stereographic (conformal)



انواع سیستم های تصویر

از آنجایی که نقشه اصولاً مسطح می باشد، بعضی از ساده ترین سیستمهای تصویر بر اساس اشکال هندسی که می توانند بدون کش آمدن و یا تغییر شکل دادن به سطح صاف تبدیل شوند شکل می گیرند که به رویه های توسعه پذیر معروف هستند. بعضی از متداولترین این رویه ها عبارتند از مخروطها، استوانه ها و سطوح. یک سیستم تصویر به صورت سیستماتیک موقعیت نقاط را از روی سطح کره با استفاده از الگوریتم های ریاضی بر روی یکی از سطوح فوق الذکر تصویر می کند.

اولین مرحله از تصویر کردن از یک سطح به سطحی دیگر در نظر گرفتن یک یا چند نقطه به عنوان نقطه تماس می باشد. هر نقطه و یا خط تماس، نقطه و یا خط مماسی نامیده می شود به طوری که در سیستم تصاویر صفحه ای¹ در یک نقطه و در سیستمهای تصویر مخروطی و استوانه ای، در طول یک خط، سطح کره با سطوح تصویر، مماس می شوند.

• سیستمهای تصویر مخروطی

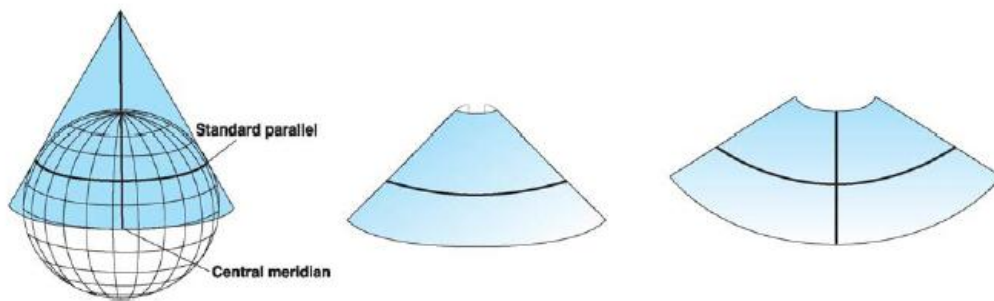
ساده ترین نوع سیستم تصویر مخروطی، نوع مماسی آن است که مخروط در یک عرض جغرافیایی معین با کره زمین مماس می گردد. این خط به نام مدار استاندارد² شناخته می شود. نصف النهارها بعد از تصویر شدن بر روی سطح مخروط، در نقطه رأس مخروط همدیگر را قطع می کنند و مدارها به صورت کمان نمایان می شوند. در نهایت مخروط در راستای یک نصف النهار بریده می شود و مسطح می گردد که نصف النهار مقابل آن را نصف النهار میانی³ می نامند. در این سیستم تصویر با

¹- Planar

²- Standard Parallel

³- Central Meridian

فاصله گرفتن از مدار استاندارد اعوجاجات افزایش پیدا می کنند بنابراین کنار گذاشتن قسمتهای فوقانی هرم (که نواحی شمالی بر روی آن تصویر می شوند) باعث افزایش دقت نقشه نهایی خواهد شد. این سیستم تصویر برای نواحی واقع در عرض میانی که گستره ای شرقی-غربی دارند بسیار مناسب می باشد.



سیستم تصویر مخروطی با یک مدار استاندارد.

در مواردی در بعضی از سیستم تصاویر مخروطی، مخروط در دو عرض سطح کره زمین را قطع می کند. به این نوع از سیستم تصاویر مخروطی، سیستم تصاویر متقاطع مخروطی⁴ می گویند که با دو مدار استاندارد تعریف می گردد. نمایش عوارض جغرافیایی بستگی به فاصله بین مدارهای استاندارد دارد. این سیستم در راستای شمالی جنوبی هم فاصله می باشد ولیکن هم شکل و هم مساحت نمی باشد.

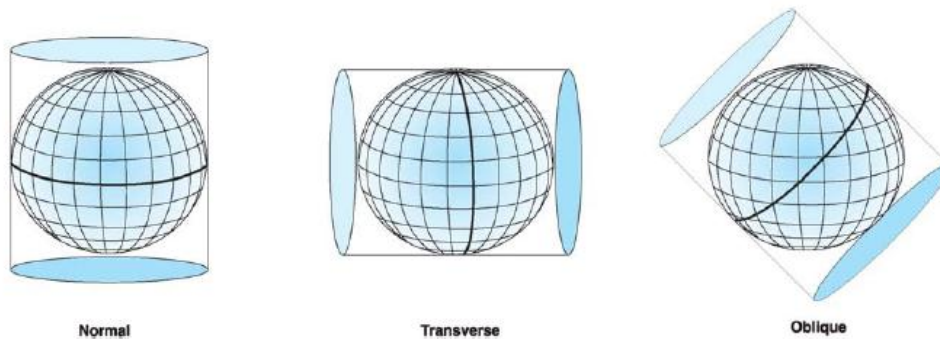


سیستم تصویر مخروطی با دو مدار استاندارد

⁴- Secant Projections

سیستمهای تصویر استوانه ای

مشابه با سیستمهای تصویر مخروطی، این سیستم ها دارای دو نوع مماسی و متقاطع می باشند. سیستم تصویر مرکاتور (Mercator) یکی از متداولترین این نوع سیستمها می باشد که استوانه در استوا با کره زمین مماس می گردد. نصف النهارات به صورت هندسی بر روی سطح استوانه تصویر می شوند و فاصله مدارها از یکدیگر با استفاده از روابط ریاضی محاسبه می شوند که در نهایت مدارات و نصف النهارات در این سیستم بر یکدیگر عمود خواهند بود. در نهایت استوانه در راستای یک نصف النهار بریده شده و مسطح می گردد. نصف النهارات در نهایت هم فاصله خواهند بود ولیکن فاصله مدارات با نزدیک شدن به قطبین افزایش پیدا می کند. این نوع سیستمهای تصویر هم شکل هستند و در راستاهای مستقیم جهت را نیز حفظ می کنند در نتیجه در این نوع از سیستمهای تصویر خطوط کشتیرانی (Rhumb Lines) و خطوط با آزیموت ثابت به صورت خط راست نمایش داده می شوند ولی خطوط منحنی، شکل خود را حفظ نمی کنند. در موارد خاص از این نوع از سیستمهای تصویر استوانه در راستایی غیر از راستای استوا بر کره مماس می گردد، به طور مثال در سیستم تصویر مرکاتور معکوس (Transverse Mercator) استوانه در راستای یک نصف النهار بر کره مماس می گردد در نتیجه مدارهای استاندارد شمالی - جنوبی خواهند بود.

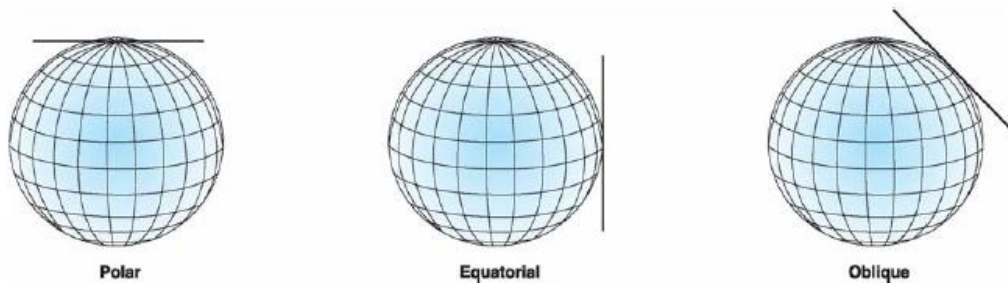


انواع حالتیهای ممکن مماس شدن استوانه با کره در سیستمهای تصویر استوانه ای

در تمامی انواع این دسته از سیستمهای تصاویر، در راستای خطوط مماسی و یا متقاطع اعوجاجی وجود ندارد و در این راستا نقشه هم فاصله می باشد.

سیستمهای تصویر صفحه ای

این دسته از سیستمهای تصویری، سطح کره را بر روی یک سطح مسطح که در نقطه ای بر سطح کره مماس می باشد، تصویر می کنند که به آنها سیستم تصویر آزیموتی⁵ و یا زنیثی⁶ نیز می گویند. این سیستمها معمولاً به گونه ای هستند که صفحه در یک نقطه با کره مماس می شود ولیکن نوع متقاطع آنها نیز وجود دارد. این نقطه به عنوان نقطه کانونی (Focus) شناخته می شود که مرکز سیستم مختصات محسوب می گردد و با یک طول جغرافیایی و یک عرض جغرافیایی مشخص می شود. انواع قطبی (Polar)، استوایی (Equatorial) و مایل (Oblique) در این سیستم تصاویر وجود دارد.



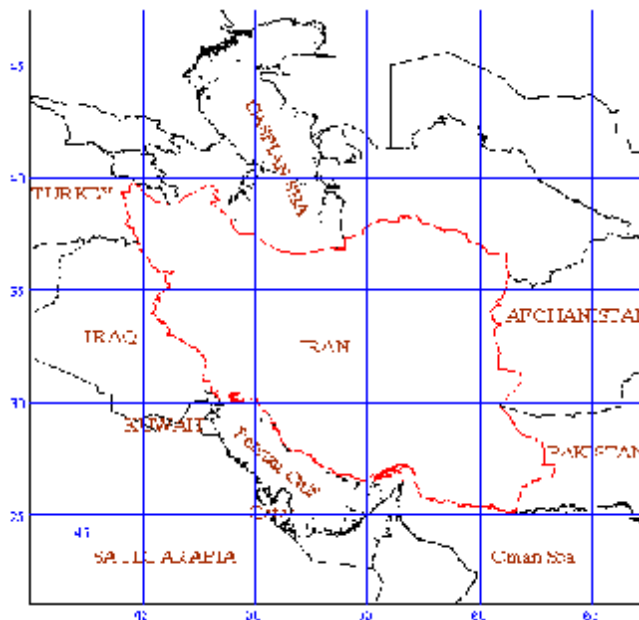
انواع حالتهای ممکن مماس شدن صفحه با کره در سیستمهای تصویر صفحه ای.

⁵- Azimuthal

⁶- Zenithal

بررسی و مقایسه سیستمهای تصویر مورد استفاده در ایران

کشور ما ایران، در گستره ای به عرض 15 درجه (از 25 درجه شمالی تا 40 درجه شمالی) و طول 19/5 درجه (از 44 درجه شرقی تا 63/5 درجه شرقی) در ربع کره شمالی-شرقی بر روی زمین واقع شده است.



گستره جغرافیایی ایران بر روی زمین.

با توجه به وسعت زیاد و شکل نسبتاً مربعی شکل آن (تقریباً در هیچ راستایی کشیدگی ندارد) تعیین یک سیستم تصویر خاص که در تمامی مقاصد بتوان از آن استفاده کرد، کاری غیر ممکن می باشد. از اینرو معمولاً برای هر مقصد خاصی بسته به گستره ناحیه مورد مطالعه و مقیاس نقشه ای که قرار است تهیه شود و همچنین نوع مطالعه ای که قرار است بر روی نقشه های به دست آمده انجام پذیرد، سیستم تصویر مناسب انتخاب می گردد. امروزه با توسعه روز افزون علم و فن ژئوماتیک⁷ و نرم افزارهای کاربردی در این زمینه به راحتی و در کمترین زمان می توان با مشخص

⁷- Geomatic

بودن پارامترهای سیستم مختصات هر نقشه راقومی، به راحتی به یک سیستم مختصات دیگر تبدیل نمود.

سیستم مختصات لامبرت هم شکل (Lambert Conformal Conic) LCC

این سیستم مختصات توسط سازمان نقشه برداری ایران به گونه ای طراحی شده است که خطاها و اعوجاجات آن در کل سطح ایران کمینه می باشد. با نگاهی به ویژگیهای سیستم تصویر لامبرت هم شکل، متوجه می شویم که دلایل انتخاب این سیستم تصویر از قرار زیر می باشد:

الف) این سیستم تصویر یکی از بهترین، کم خطا ترین و کاربردی ترین سیستم های تصویر برای عرضهای میانی (بین قطبین و استوا) می باشد و با توجه به اینکه کشور ما نیز در یک چنین جایی واقع شده است لذا استفاده از این سیستم تصویر مناسب به نظر می رسد.

ب) از آنجایی که در این سیستم تصویر از دو مدار استاندارد استفاده می شود، لذا می توان با درجه آزادی بیشتری آنرا برای منطقه مورد نظر سفارشی⁸ کرد به گونه ای که خطاها کمینه گردند.

ج) خطاهای موجود در مساحت و شکل در این سیستم تصویر برای یک منطقه وسیع مانند ایران کمینه می باشد از اینرو استفاده از آن در مقیاسهای کوچک و متوسط مانند مطالعات کالبدی و حتی منطقه ای و در مواردی که قرار است پایگاه نهایی داده ها و اطلاعات به صورت یکپارچه⁹ طراحی گردد، بسیار متداول می باشد.

پارامترهای این سیستم مختصات از قرار زیر می باشند:

Projection: *Lambert Conformal Conic*

Ellipsoid: *International 1909* or *WGS 84*

⁸- Customize

⁹- Seamless

Datum: *European 1950 (ED50)* or *WGS 84*

False Easting: *2000000*

False Northing: *40000*

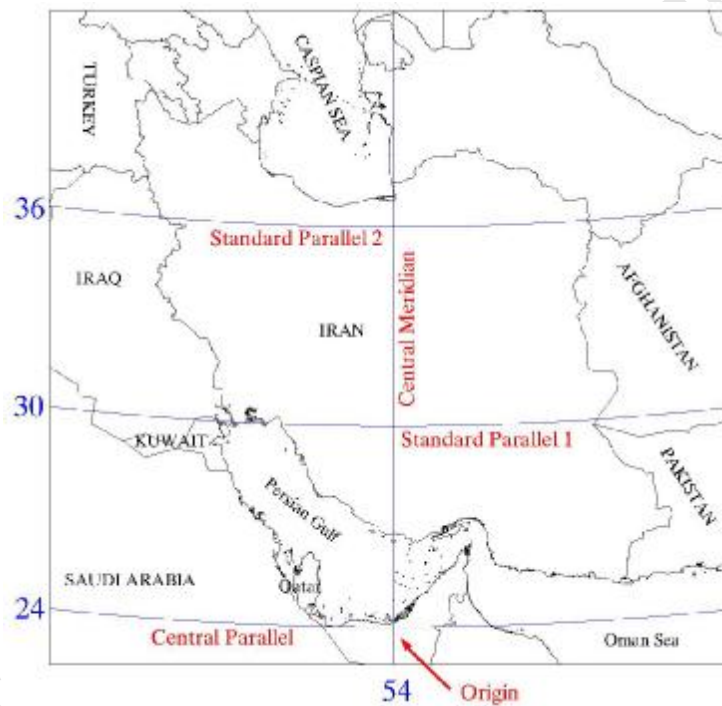
Central Meridian: *54*

Latitude of Origin: *24*

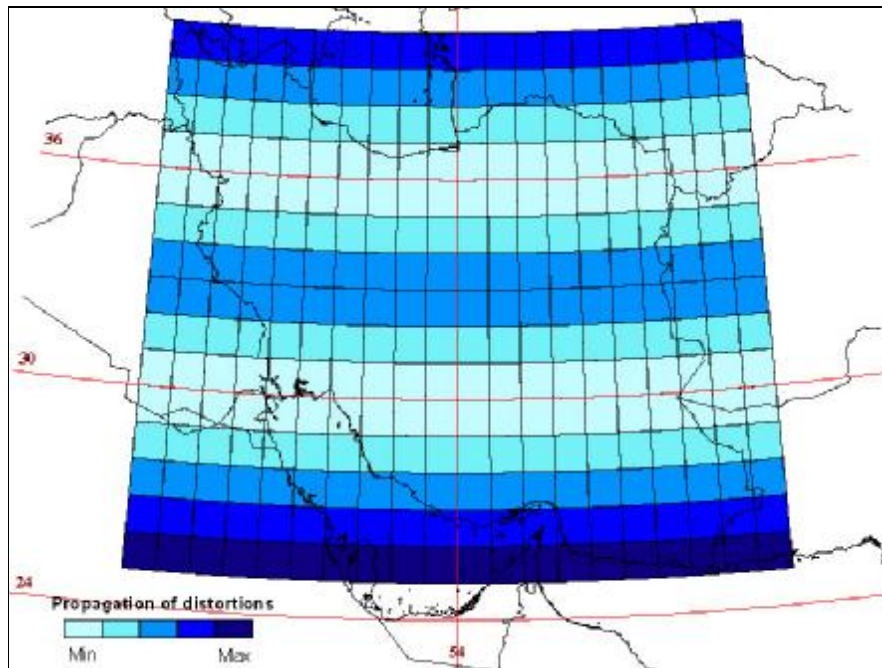
Scale Factor: *1*

Standard Parallel 1: *30*

Standard Parallel 2: *36*



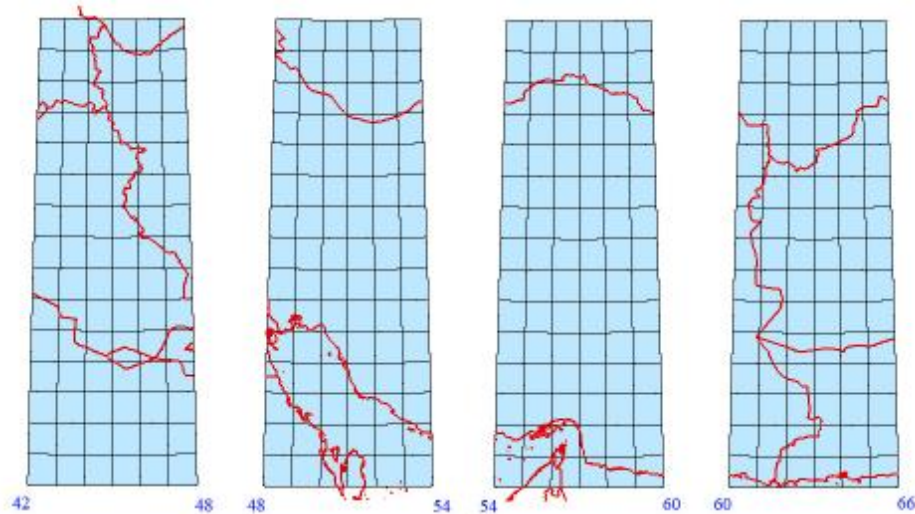
شمای کلی سیستم مختصات لامبرت یزد تعریف شده برای کل ایران



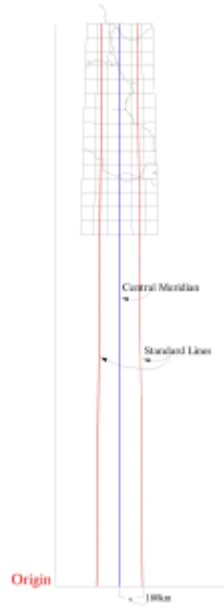
نحوه توزیع خطاها در سیستم مختصات لامبرت

سیستم مختصات UTM

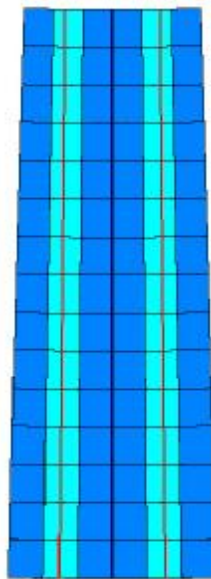
این سیستم مختصات از بهترین سیستمهای تصویر از نظر خطاها و اعوجاجات چه در اشکال و چه در جهتها و مساحتها می باشد. در عین حال اصلی ترین مشکلی که در این سیستم تصویر وجود دارد این است که ساختاری یکپارچه ندارد و ساختار و مختصات هر زون دقیقاً مانند زونهای دیگر است به طوری که تمامی 60 زون مختصاتی یکسان دارند و فقط شماره زون است که آنها را از یکدیگر متمایز می سازد. کشور ما با توجه به وسعت آن در چهار زون 38، 39، 40 و 41 UTM قرار گرفته است. شکل ذیل نحوه قرار گیری ایران در این چهار زون را نمایش می دهد.



فاکتور مقیاس در نصف النهار میانی هر زون برابر $0/9996$ می باشد و در فاصله ای حدود 180 کیلومتر از نصف النهار میانی در استوا (که با نزدیک شدن به قطبین این فاصله نیز کاهش پیدا می کند) این فاکتور برابر 1 می باشد و در راستای این خطوط مقیاس واقعی می باشد، مبدأ مختصات تمام زونها به گونه ای انتخاب شده است که طول نصف النهار میانی 500000 متر می باشد و از آنجایی که ایران در نیمکره شمالی است، استوا به عنوان مبدأ عرضها در نظر گرفته می شود. بدین ترتیب مختصات تمام زونها مانند یکدیگر می باشد.



شمای کلی سیستم مختصات *UTM*



نحوه توزیع خطاها در سیستم مختصات *UTM* در دو زون

سیستم مختصات *UTM* (Universal Transverse Mercator) در واقع نوعی از سیستم *Transverse Mercator* می باشد که پارامترهای آن در سطح جهانی به صورت استاندارد تعریف شده است. در سیستم *TM*، پارامترهای مرتبط را می توان بر حسب گستره منطقه مطالعاتی بر

روی زمین، تعیین نمود و عموماً در شرایطی که وسعت منطقه برای استفاده از این سیستم مناسب باشد (طول جغرافیایی منطقه کمتر از 6 درجه جغرافیایی باشد) اما گستره منطقه مورد مطالعه در محدوده یک زون UTM قرار نداشته باشد یعنی بخشی از آن در یک زون و بخشی از آن در زون دیگر باشد، بنابراین می توان به جای استفاده از UTM از سیستم TM استفاده نمود.

پارامترهای این سیستم تصویر عبارتند از:

Projection: *Transverse Mercator*

Ellipsoid: *International 1909* or *WGS 84*

Datum: *European 1950 (ED50)* or *WGS 84*

False Easting: *500000*

False Northing: *0*

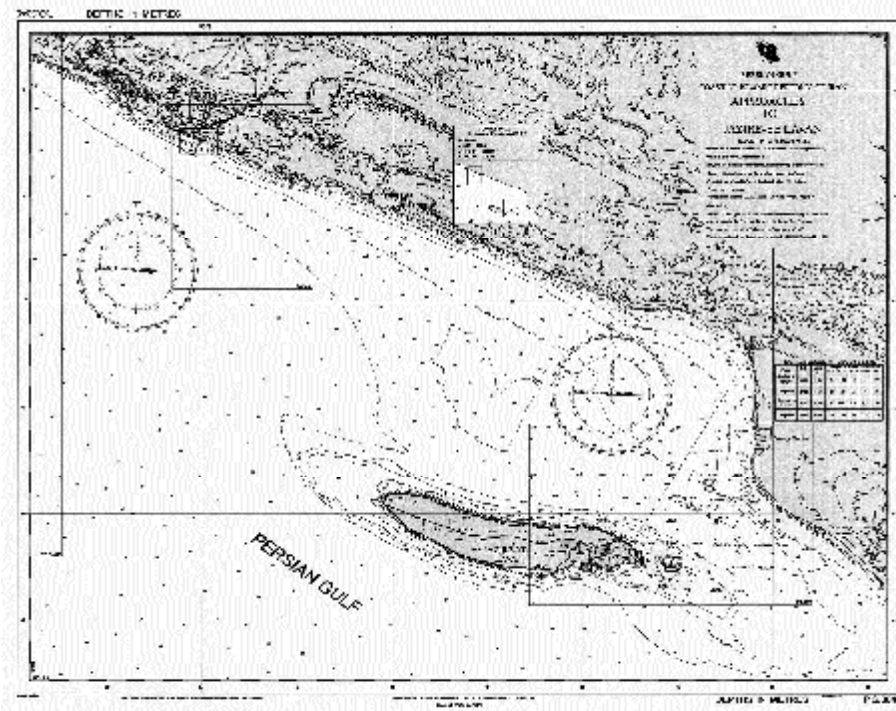
Central Meridian: *Based on Area Extent*

Latitude of Origin: *0*

Scale Factor: *0.9996*

سیستم تصویر مرکاتور (Mercator)

معمولاً سازمان نقشه برداری از این سیستم تصویر برای تهیه چارتهای دریایی استفاده می کند. این سیستم تصویر از بهترین سیستمهای تصاویر برای مقاصد دریایی و دریانوردی می باشد چرا که در آن جهت ها واقعی است و می توان خطوط کشتیرانی را بر روی آنها براحتی ترسیم نمود و با اندازه گیری آزیموت بر روی این نقشه ها مسیر کشتیها را تعیین و تصحیح کرد. به هر حال تنها مشکل این سیستم تصویر در عدم توانایی تصویر کردن مناطق قطبی می باشد که البته در دریاهای ما چه در جنوب و چه در شمال مشکلی از این بابت وجود ندارد. شکل زیر، نمونه ای از چارتهای دریایی مربوط به خلیج فارس و جزیره لاوان که در سازمان نقشه برداری کشور و در سیستم تصویر مرکاتور تهیه شده است را نمایش می دهد.



یک نمونه از چارتهای دریایی مربوط به خلیج فارس و جزیره لاوان که در سازمان نقشه برداری کشور و در سیستم تصویر مرکاتور تهیه شده است.

در این نقشه ها مبنای ارتفاعی چارت دیتوم¹⁰ یا Vertical Datum، می باشد که به طور تقریبی کمینه سطح آب در موقع جزر می باشد و با دستگاههای اندازه گیری جزر و مد¹¹، اندازه گیری و محاسبه می شود. از اینرو مبنای اندازه گیریهای ارتفاعی (عمقی) در شیت های مجاور می تواند یکسان نباشد لذا در مواقعی که قرار است نقشه ای یکپارچه با کنار هم قرار دادن چند شیت تهیه گردد، این مورد باید مد نظر قرار گیرد و تصحیحات مربوطه اعمال گردند. مبنای مختصات مسطحاتی (Horizontal Datum) نیز معمولاً بیضوی WGS-84 می باشد.

سیستمهای مختصاتی که در بالا ذکر گردید، از اصلی ترین سیستمهای مختصاتی که در نقشه های تهیه شده توسط سازمانها و مراکز تهیه نقشه در ایران به کار گرفته شده است، می باشند

¹⁰- Chart Datum

¹¹- Tide Gauge

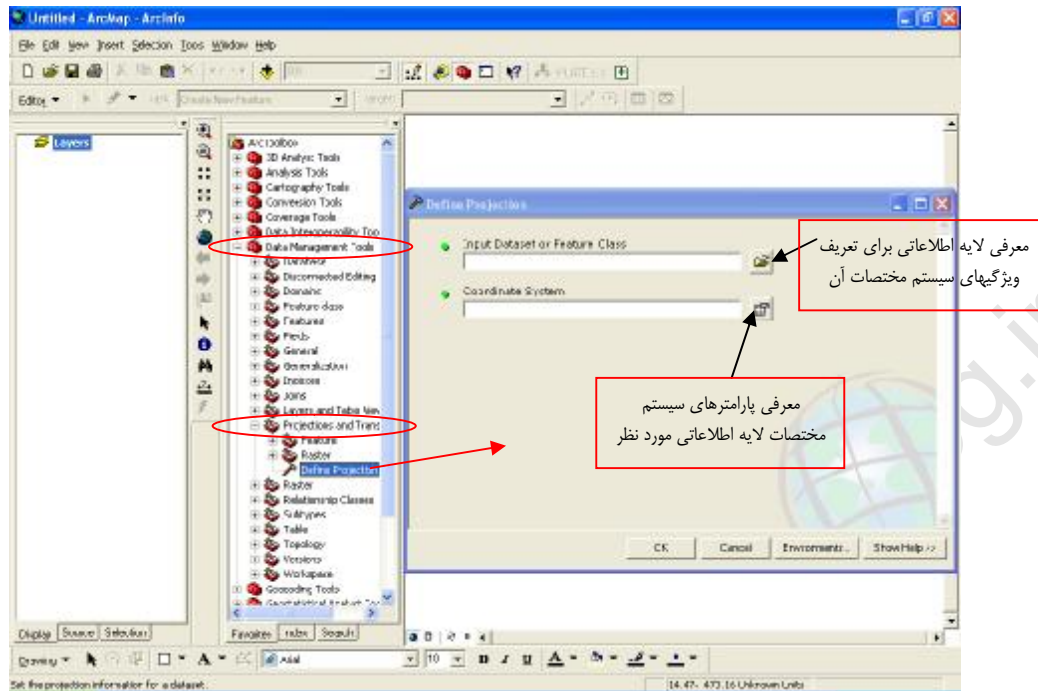
لیکن به حتم در موارد خاص می توان از سیستمهای مختصاتهای دیگری نیز استفاده نمود. به هر حال امروزه با توجه به پیشرفت روز افزون نرم افزارهای کاربردی در زمینه ژئوماتیک به راحتی می توان انواع نقشه های تهیه شده در یک سیستم مختصات را (اعم از نقشه های رستر و یا وکتور) به نقشه ای با سیستم مختصاتی دیگر تبدیل نمود. حتی می توان با استفاده از این نرم افزارها و با اسکن کردن نقشه های کاغذی قدیمی به تصحیح هندسی آنها پرداخت و تا حد زیادی خطاهایی که در موقع تهیه این نقشه ها وجود داشته و یا بر اثر مرور زمان در آنها ایجاد شده است را کاهش داد.

تعریف ویژگیهای سیستم تصویر برای یک لایه اطلاعاتی

با توجه به توضیحات ارائه شده، به وضوح روشن است که هر لایه اطلاعاتی دارای یک سیستم مختصات با ویژگیهای منحصر به خود می باشد و در بهره گیری و استفاده از لایه اطلاعاتی، آگاهی از نوع و ویژگیهای سیستم مختصات آن، ضروری است. از اینرو، در بسیاری از نرم افزارهای GIS از جمله ArcInfo و ArcGIS، امکان تعریف ویژگیهای سیستم مختصات و پارامترهای سیستم تصویر برای لایه های اطلاعاتی (Project Define) وجود دارد و این تعریف جزئی از ساختار لایه می گردد. تعریف Projection هر لایه، علاوه بر اینکه نرم افزار را قادر می سازد تا در هنگام کار با لایه اطلاعاتی از ویژگیهای سیستم مختصات آن مطلع باشد، این امکان را فراهم می سازد تا در هنگام تغییر سیستم تصویر (اجرای عملیات Project)، لزومی به ورود پارامترهای سیستم مختصات لایه ورودی نباشد.

تعریف ویژگیهای سیستم مختصات برای یک لایه اطلاعاتی وکتور (Coverage) یا یک لایه رستر (Grid) در نرم افزار ArcInfo Workstation، از طریق فرمان Projectdefine امکانپذیر است. در نرم افزار ArcGIS نیز در برنامه ArcMap، طبق مراحل ذیل امکان تعریف Projection برای هر نوع لایه اطلاعاتی وجود دارد:

1- در گروه ابزارهای مدیریت داده (Data Management Tools) و در بخش Projection and Transforms، گزینه Define Projection را انتخاب کرده و مطابق شکل ذیل، پنجره برنامه ظاهر می گردد.

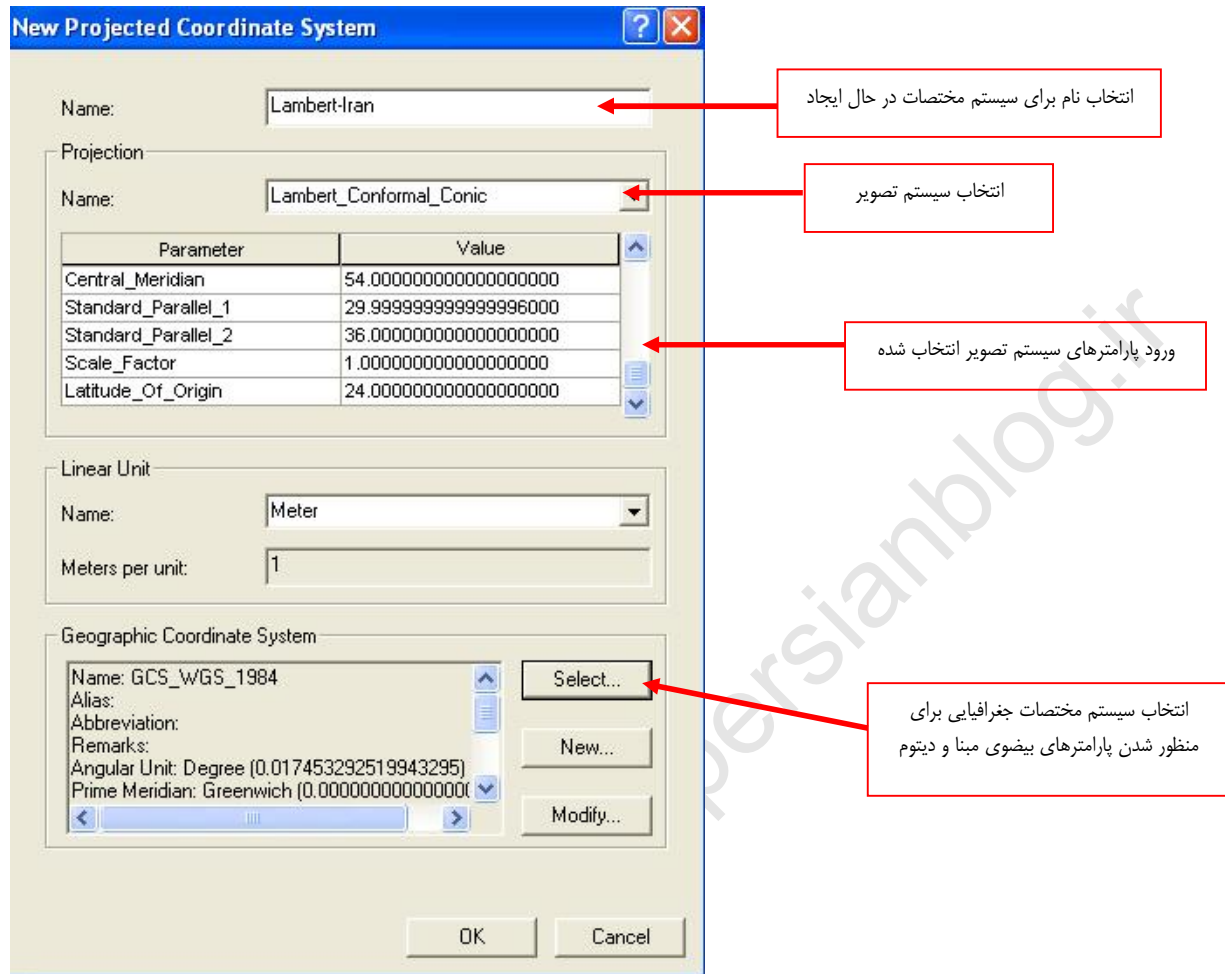


2- برای تعریف پارامترهای سیستم تصویر، همانطور که در شکل مشخص است، با فشردن دکمه مربوطه، پنجره تعریف ویژگیهای رفرنس مکانی (Spatial Reference Properties) نمایش داده می شود. این پنجره در فرامین دیگری مثل اجرای Project که لازم است ویژگیهای سیستم مختصات لایه خروجی، تعریف شود نیز بکار گرفته می شود.



3- همانطور که در شکل مشخص است، سه دکمه Select، Import و New در شرایط مختلف و با عملکردهای متفاوت به شرح ذیل امکان تعریف ویژگیهای سیستم تصویر مورد نظر را فراهم می سازد:

- در نرم افزار ArcGIS، برخی از سیستم های تصویر مانند UTM با دیتوم WGS84 و ... تعریف شده است و چنانچه سیستم تصویر مورد نظر جزء این لیست باشد، از طریق استفاده از دکمه Select قابل انتخاب می باشد. پس از انتخاب این گزینه، سیستم های مختصات قابل انتخاب در دو گروه، Geographic Coordinate Systems و Projected Coordinate Systems نمایش داده می شوند. به عنوان مثال، چنانچه لایه اطلاعاتی مورد نظر دارای سیستم مختصات جغرافیایی با دیتوم European 1950 باشد، لازم است در فولدر Geographic Coordinate Systems و سپس فولدر Europe گزینه European 1950. انتخاب گردد یا مثال دیگر، اگر لایه اطلاعاتی مورد نظر دارای سیستم مختصات UTM در زون 39 با دیتوم WGS84 باشد، لازم است در فولدر Projected Coordinate Systems و سپس فولدر UTM و پس از آن فولدر WGS 1984، گزینه WGS 1984 UTM Zone 39N.prj انتخاب گردد.
- دکمه Import برای انتخاب سیستم مختصات برای لایه مورد نظر شبیه به سیستم مختصات یک لایه اطلاعاتی دیگر که قبلاً دارای تعریف Projection می باشد، بکار می رود. در واقع، از طریق این دکمه، اطلاعات Projection مورد نظر از یک لایه دیگر، Import می شود.
- دکمه New، برای ایجاد و انتخاب پارامترهای یک سیستم تصویر بکار می رود. به عنوان مثال، چنانچه هدف، تعریف سیستم Lambert Conformal Conic مناسب کشور ایران، برای یک لایه اطلاعاتی باشد، با توجه به اینکه این سیستم مختصات، از پیش تعریف نشده است، (در گزینه هایی که از طریق دکمه Select قابل انتخاب است، وجود ندارد)، لذا از این دکمه استفاده می شود و مطابق شکل ذیل، تنظیمات مربوطه انجام می گردد. برای مثال فوق، انتخاب دکمه New و گزینه Projected منجر به نمایش پنجره New Projected Coordinate System می گردد.



4- پس از انتخاب و تنظیم پارامترها و انتخاب دکمه Ok، عملیات تعریف Projection برای لایه مورد نظر، انجام می شود. پس از تعریف Projection برای یک لایه اطلاعاتی، هنگام استفاده از آن لایه در نرم افزار ArcGIS، ویژگیهای سیستم مختصات آن توسط نرم افزار شناخته می شود و همچنین، برای Project کردن یا تغییر سیستم تصویر یک لایه، لازم است ابتدا از طریق مراحل بالا، Project Define صورت پذیرد.

نحوه تغییر و تبدیل سیستم تصویر (Project) در نرم افزار ArcGIS

همانطور که در بالا اشاره شد، در نرم افزار ArcGIS برای اجرای عملیات Project (تبدیل و تغییر سیستم تصویر) لازم است که ویژگیهای سیستم مختصات لایه مورد نظر یعنی لایه ورودی، از پیش برای لایه تعریف شده باشد که نحوه اجرای این کار، در بند قبلی تشریح گردید. برای اجرای Project یک لایه وکتور با فرمت Shapefile یا GeoDataBase یا در پنجره ArcToolBox، در گروه ابزارهای مدیریت داده (Data Management Tools) و در بخش Projection and Transforms و زیر بخش Features، گزینه Project انتخاب گردیده و همانطور که در شکل ذیل نشان داده شده است، اجرا می گردد.

