بسم الله الرحمن الرحيم

۱۳۷۱

دانشگاه خیام

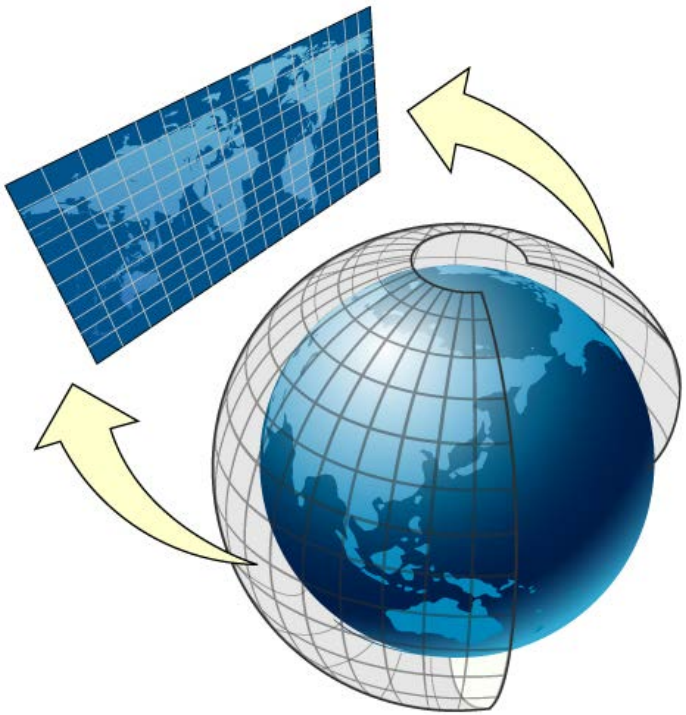
وزارت علوم تحقیقات و فناوری

کارتوگرافی

مهندس محمد امیدوار

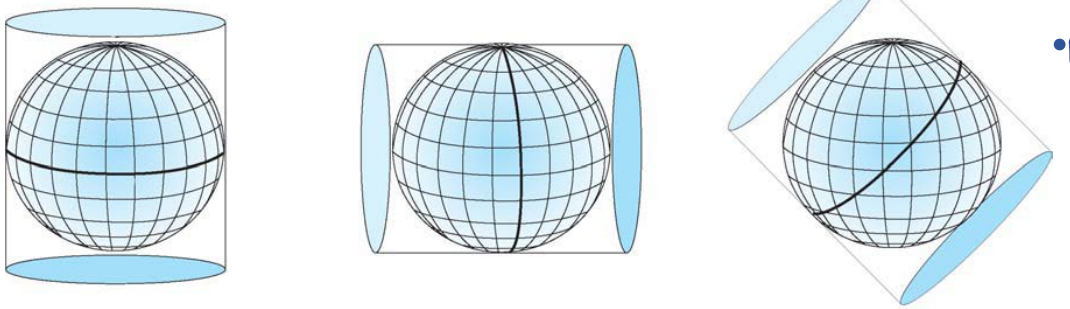
فصل هفتم

سیستم های تصویر (بخش دوم)



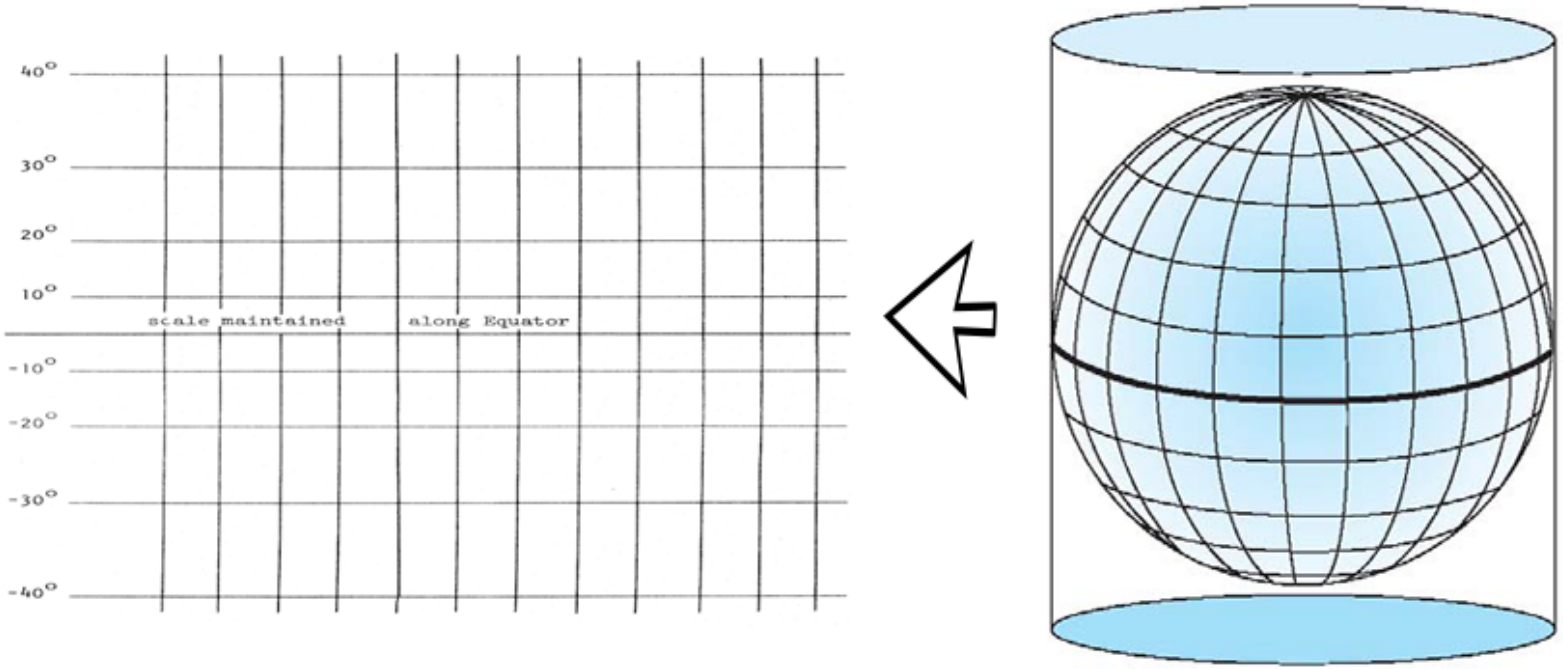
❖ سیستم تصویر استوانه ای (Cylindrical Projection)

بسته به این که استوانه بر مدارات یا نصف النهارها مماس گردد دو نوع سیستم تصویر مرکاتور و مرکاتور معکوس خواهیم داشت اما این نوع سیستم تصویر باز دارای اعوجاجات زیادی خواهد بود و تنها در محل های تماس یا تقاطع کاربرد خواهد داشت، ازاین رو برای تعریف یک سیستم تصویر جهانی ودرعین حال دارای کمترین اعوجاجات سیستم تصویری ابداع گردید به نام مرکاتور معکوس جهانی که در ادامه بررسی می گردد. از آنجا که موضوع سیستم‌های تصویر و روابط ریاضی آن پیچیده و خارج از درس مبانی کارتوگرافی است، لذا تنها به معرفی کوتاه و ذکر ویژگی‌های اساسی سه سیستم تصویر متشابه استوانه ای می پردازیم.



❖ سیستم تصویر مرکاتور

یک استوانه را طوری بر بیضوی محاط می‌کنیم که محور استوانه و محور زمین بر هم منطبق باشند و استوانه در طول استوا به بیضوی مماس باشد.



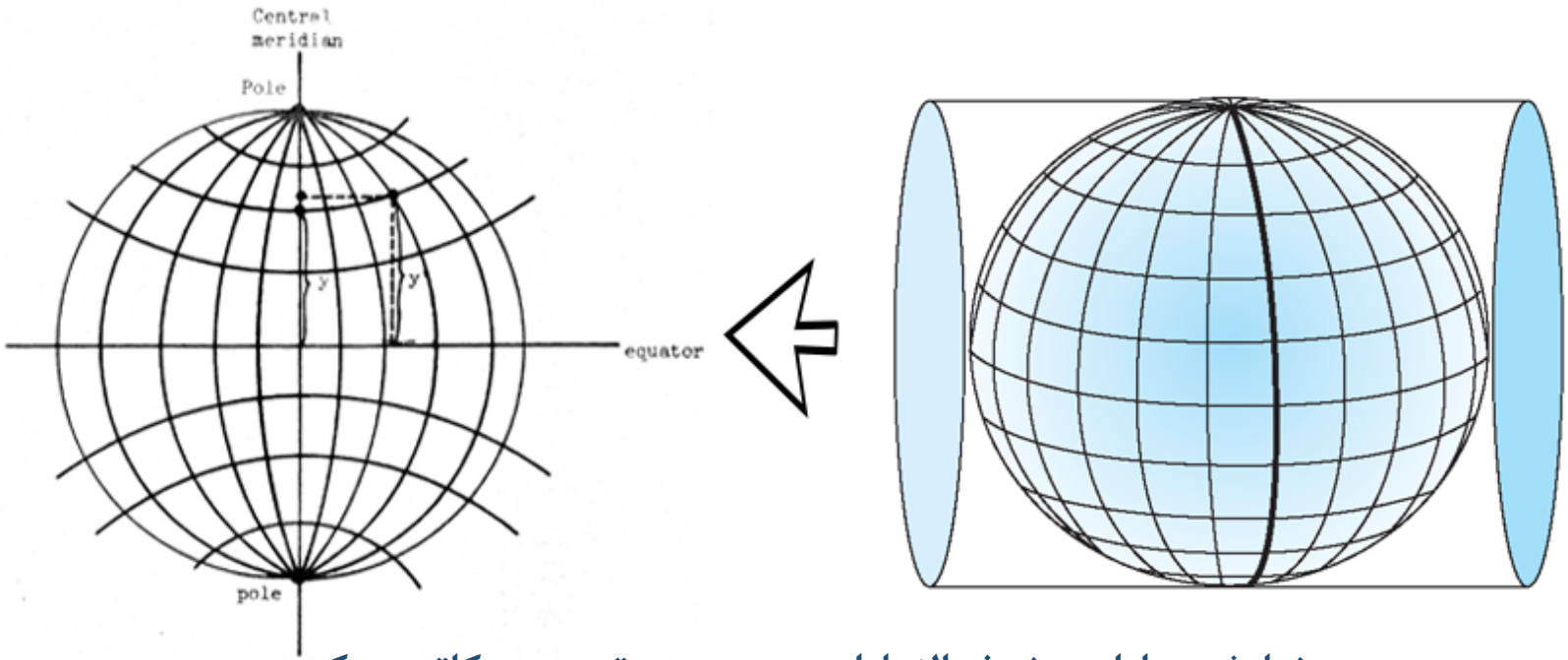
نمایش مدارات و نصف النهارات در سیستم تصویر مرکاتور

❖ **ویژگی‌های سیستم تصویر مرکاتور**

- تصویر نصف‌النهارها باهم موازی‌اند.
- تصویر نصف‌النهارها و مدارات بر هم عمود هستند
- فواصل بین تصویر نصف‌النهارها مساوی است
- فواصل بین مدارات با دور شدن از استوا افزایش می‌یابد. در نتیجه این سیستم تصویر برای مناطق قطبی مناسب نیست
- ضریب مقیاس در طول خط استوا برابر ۱ است.

❖ سیستم تصویر مرکاتور معکوس (TM)

این سیستم تصویر مشابه مرکاتور است با این تفاوت که به جای آنکه استوانه در طول خط استوا بر کره مماس شود در طول نصف‌النهار مبدأ بر آن مماس می‌شود.



نمایش مدارات و نصف النهارات در سیستم تصویر مرکاتور معکوس

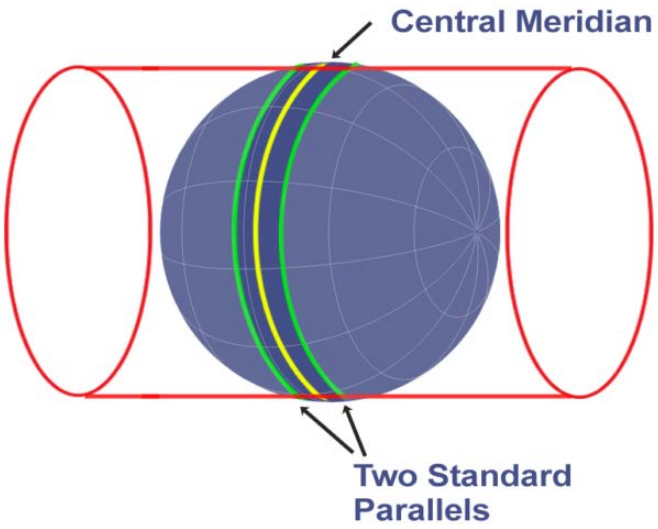
❖ **ویژگی‌های سیستم تصویر مرکاتور معکوس**

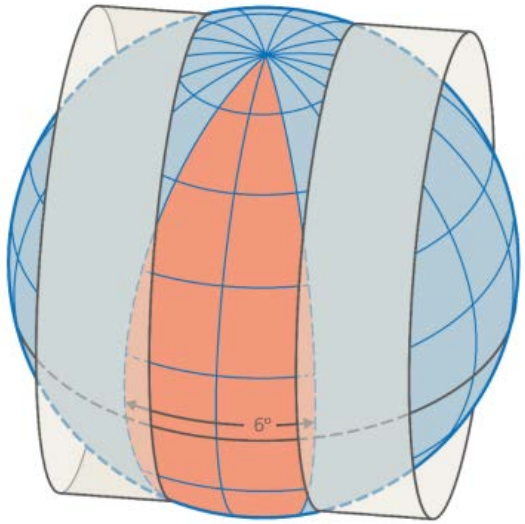
- **تصویر مدارات و نصف‌النهارها بر هم عمود است.**
- **ضریب مقیاس در طول نصف‌النهار مبدأ یک است.**

❖ سیستم تصویر مرکاتور معکوس جهانی (U.T.M)

نوع خاصی از سیستم تصویر مرکاتور معکوس است که در آن استوانه با نصف‌النهار مرکزی منطقه‌ای که از آن نقشه تهیه می‌گردد مماس می‌شود.

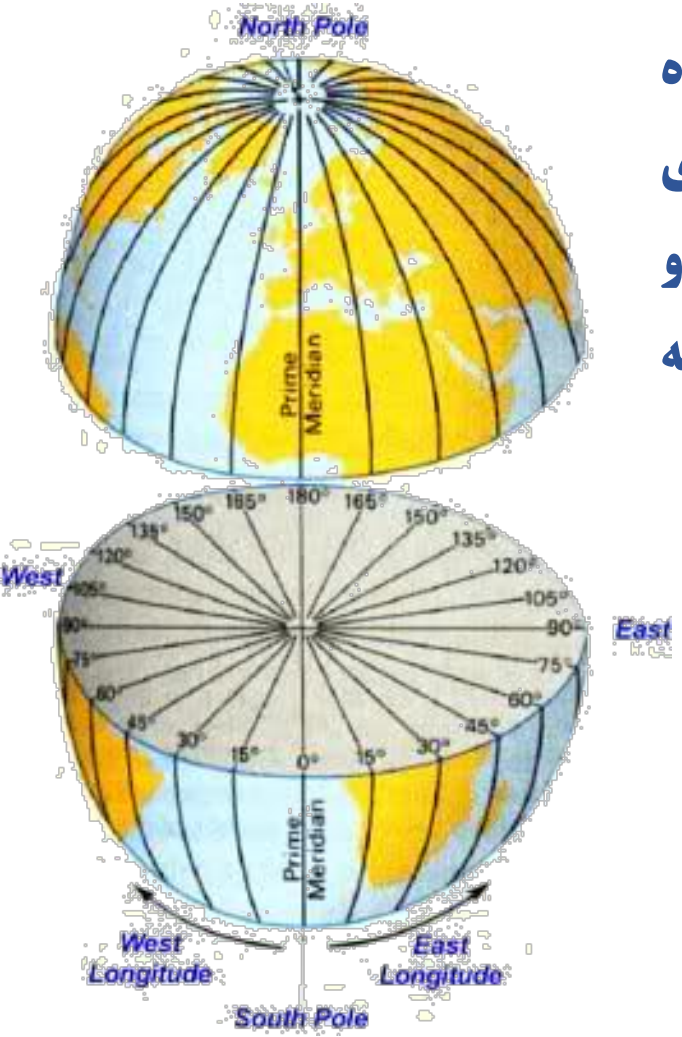
تعریف Zone: در سیستم تصویر UTM دور استوایی زمین را به ۶۰ قاچ ۶ درجه‌ای تقسیم می‌کنند، هر قاچ یک Zone نامیده می‌شود.

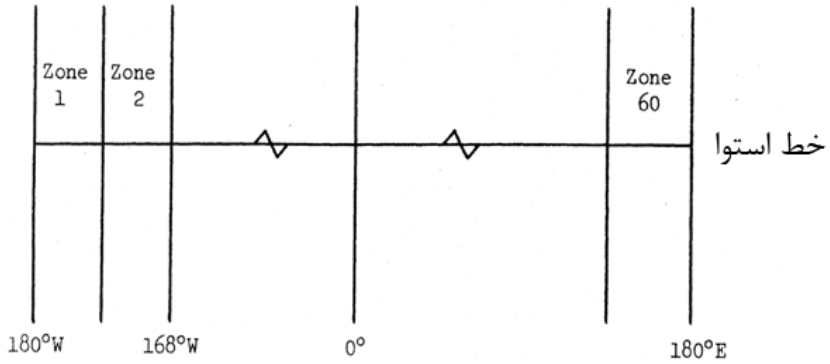




❖ ویژگی‌های سیستم تصویر UTM

- هر Zone به صورت جداگانه تصویر می‌شود و با شماره آن مشخص می‌گردد. شماره گذاری قاچ‌ها از ۱ برای نصف‌النهار ۱۸۰ درجه غربی تا ۱۷۴ درجه غربی شروع و به ۶۰ برای نصف‌النهار ۱۷۴ درجه شرقی تا ۱۸۰ درجه شرقی ختم می‌گردد.

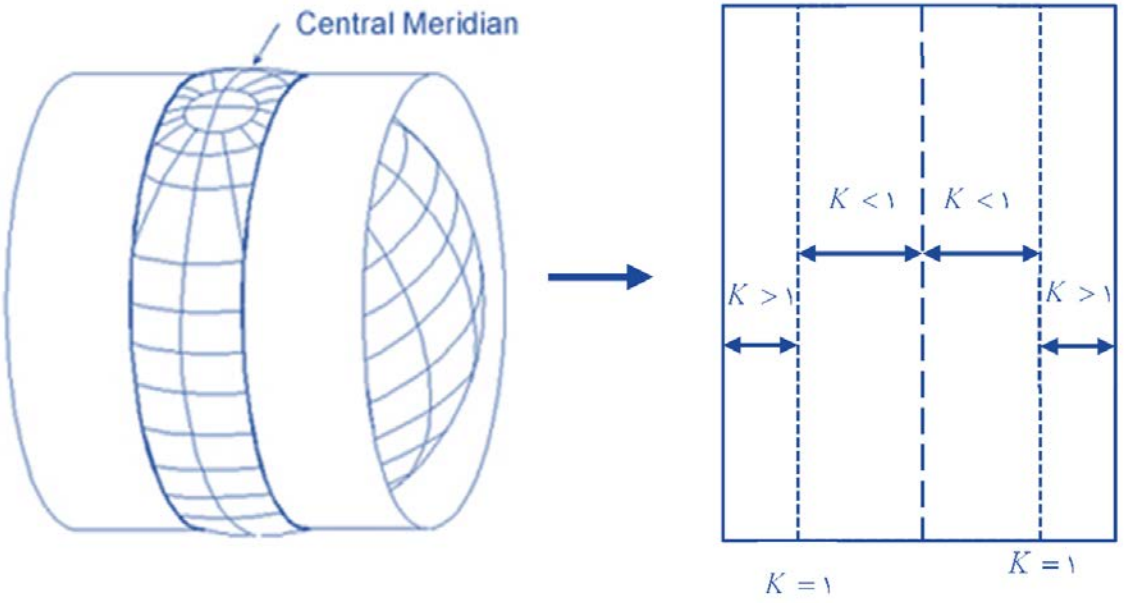


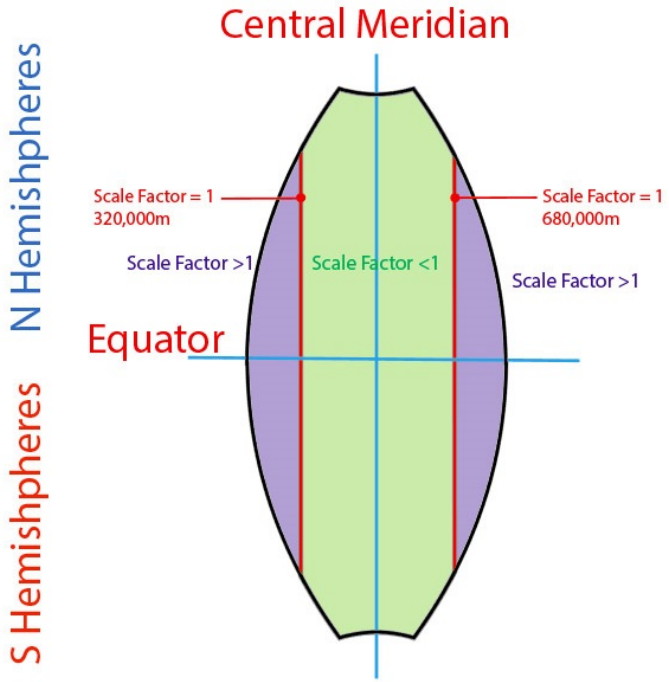


قاچ بندی در سیستم مرکاتور معکوس جهانی

❖ ویژگی‌های سیستم تصویر UTM

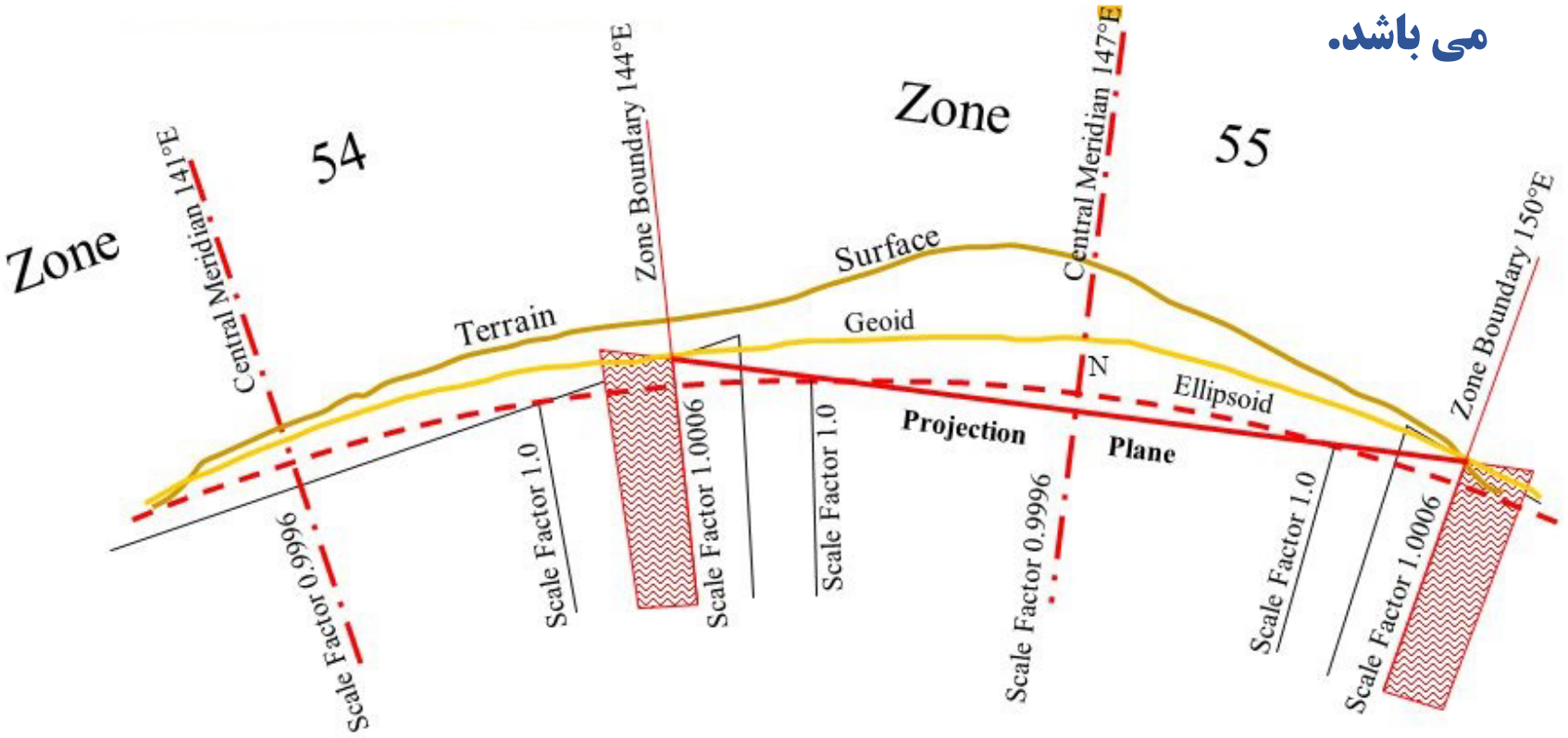
- ضریب مقیاس در نصف‌النهار مرکزی ۰/۹۹۹۶ است.





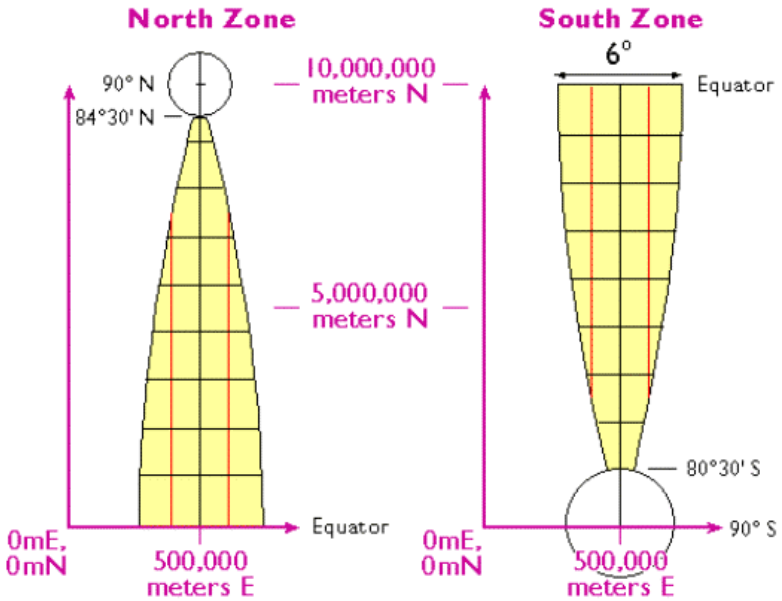
❖ ویژگی‌های سیستم تصویر UTM

- **هر قاچ یا هر زون با زون جانبی خود در حدود یک کیلومتر هم پوشانی دارد، بیشترین ضریب مقیاس در ابتدا در انتهای قاچ رخ می دهد و مقدار آن برابر با ۱.۰۰۶ می باشد.**



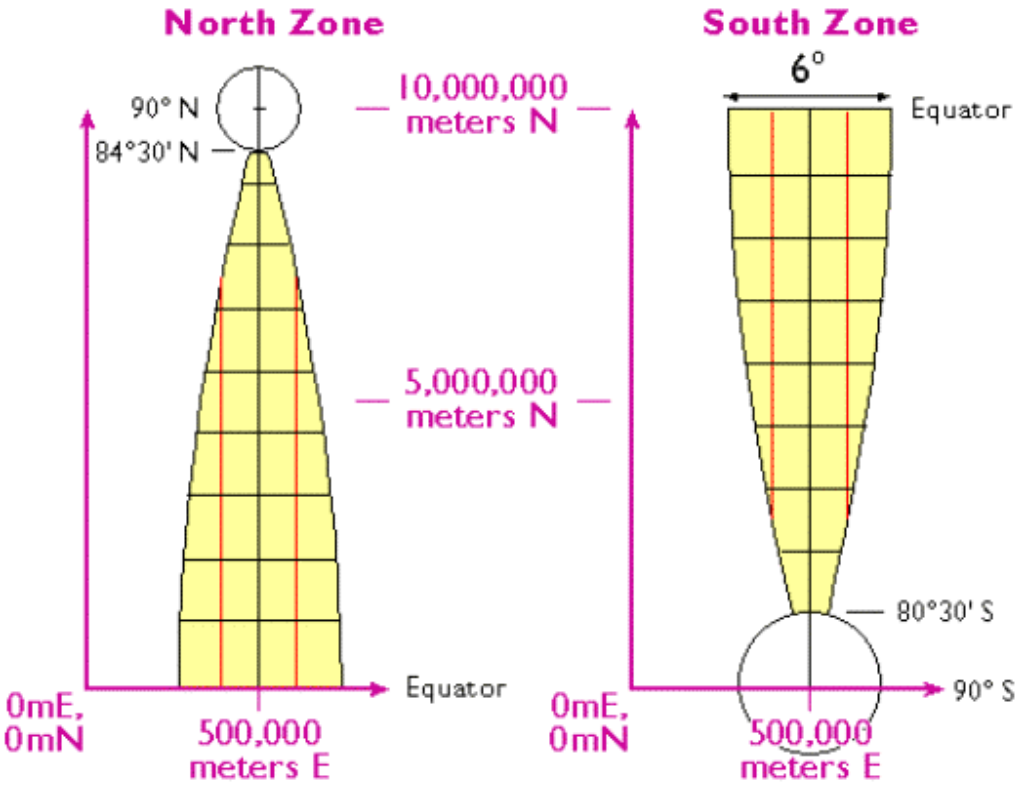
❖ ویژگی‌های سیستم تصویر UTM

- نصف‌النهار مرکزی هر قاچ مبدأ مختصات طولی و استوا مبدأ مختصات عرضی است.
- مبدأ مختصات در هر قاچ محل تقاطع نصف‌النهار مرکزی آن قاچ و خط استوا می‌باشد. برای اجتناب از مختصات منفی مختصات این نقطه برای نیم کره شمالی (۰ و 500,000) و برای نیم کره جنوبی (10,000,000 و 500,000) در نظر گرفته می‌شود.

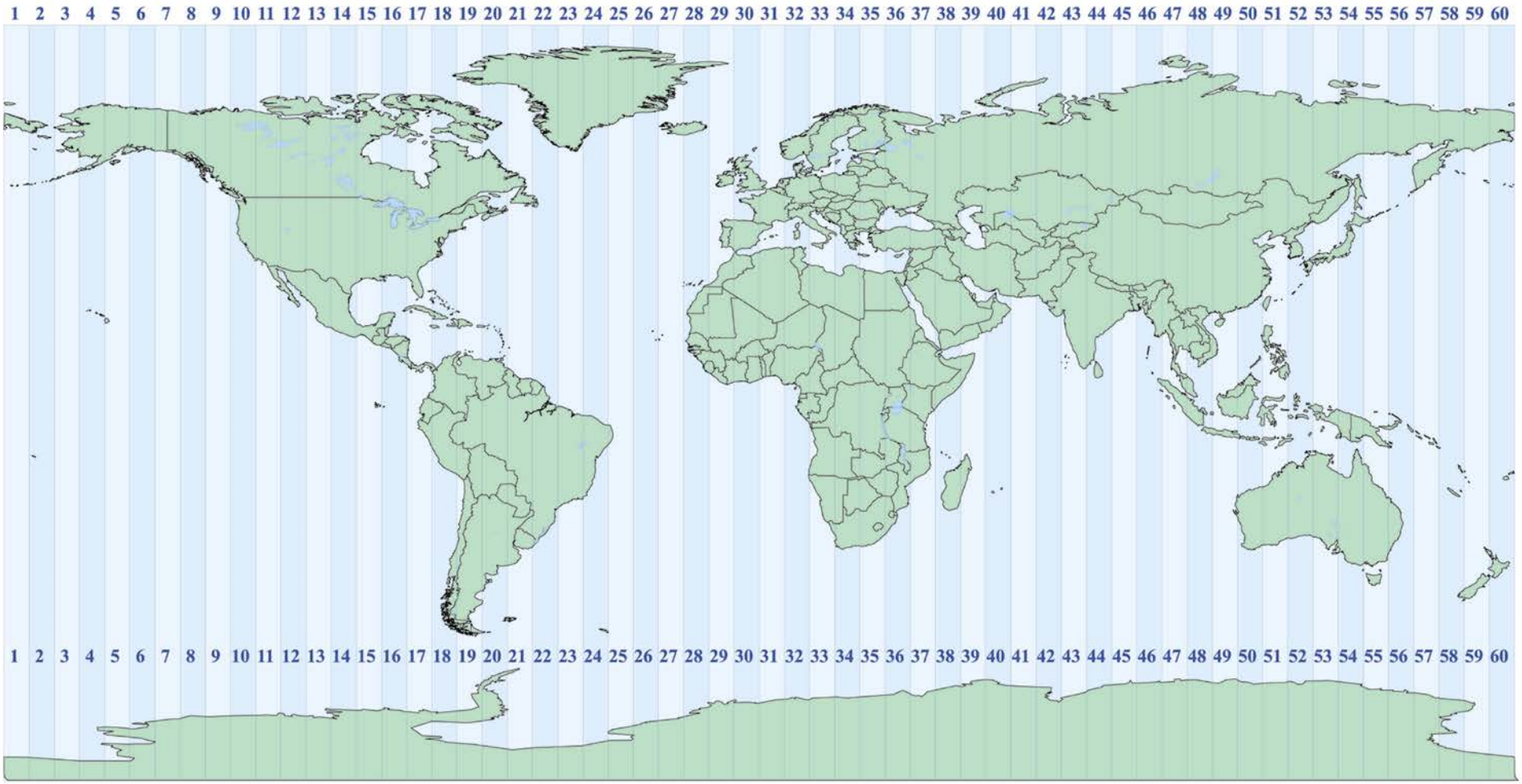


❖ ویژگی‌های سیستم تصویر UTM

- **این سیستم تصویر تا عرض ۸۰ درجه شمالی و ۸۴ درجه جنوبی کاربرد دارد و برای عرض های بالاتر و پایین تر، از سیستم تصویرهای دیگر استفاده می شود.**

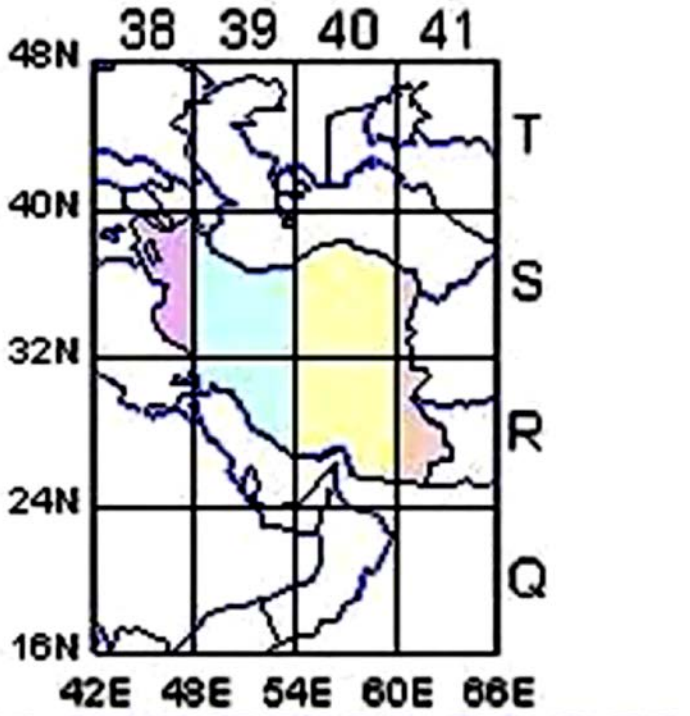


❖ نقشه زون های UTM



❖ سیستم تصویر U.T.M در ایران

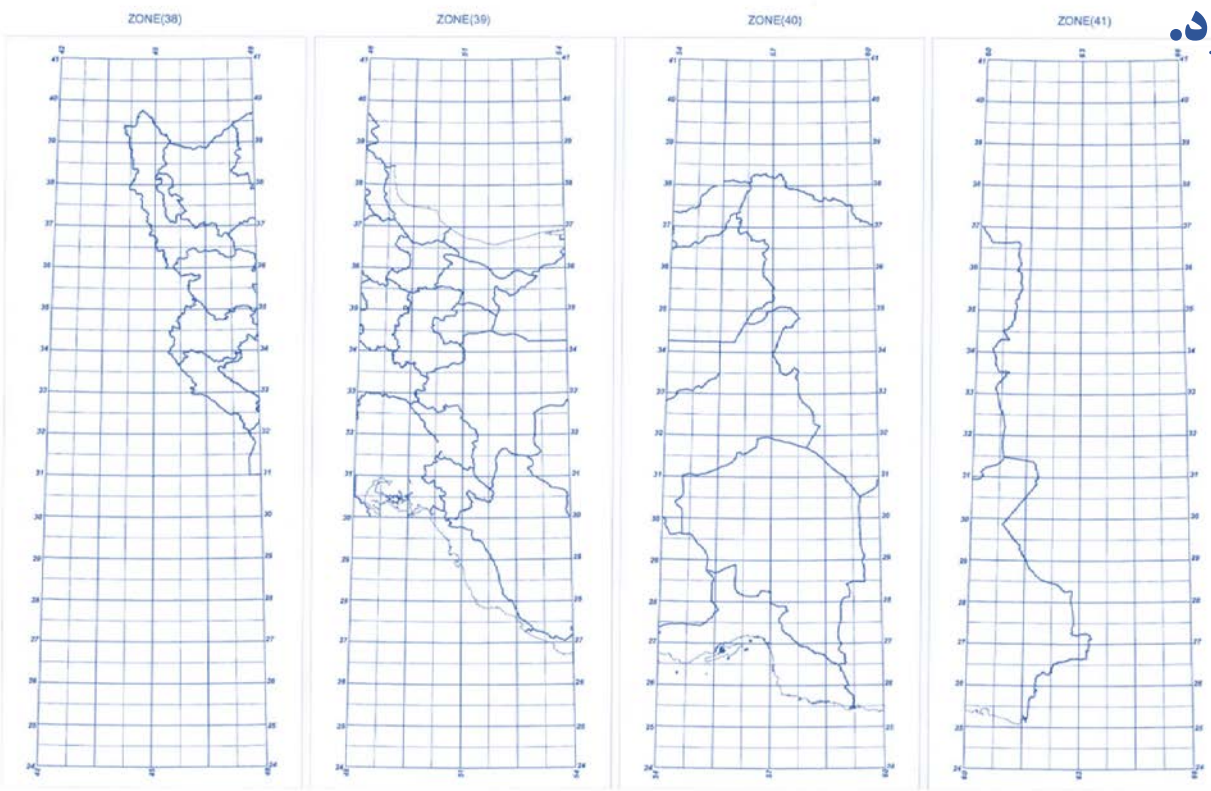
سیستم تصویر U.T.M به عنوان سیستم تصویر بین‌المللی انتخاب شده است. ایران در ۴ زون ۳۸، ۳۹، ۴۰ و ۴۱ گسترده شده است. شهر مشهد نیز در زون ۴۰ قرار دارد.



UTM GRID ZONES OF IRAN

❖ سیستم تصویر U.T.M در ایران

بر اساس شکل زیر نواحی ایران به ۱۲۰۰ منطقه در سیستم UTM تقسیم بندی می شود هر منطقه با یک عدد برای طول جغرافیایی و یک حرف برای عرض جغرافیایی نشان داده می شود.



❖ بدست آوردن شماره Zone

برای به دست آوردن شماره هر قاچ با توجه به طول جغرافیایی آن از رابطه زیر استفاده می گردد:

$$Z_n = \left[\frac{\lambda}{6}\right] + 31$$

مثال: مطلوب است شماره قاچ منطقه ای که در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۱ ثانیه قرار دارد.

$$Z_n = \left[\frac{52^\circ\, 22'11''}{6}\right] + 31 = 39$$

❖ **بدست آوردن نصف النهار مرکزی هر قاچ**

برای به دست آوردن نصف النهار مرکزی هر قاچ می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$\text{طول جغرافیایی نصف‌النهار مرکزی} = \left[\frac{\lambda}{6}\right] \times 6 + 3$$

مثال: مطلوب است طول جغرافیایی نصف النهار مرکزی منطقه ای که در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۱ ثانیه قرار دارد.

$$\lambda_{Z\,center} = \left[\frac{52^\circ\,22'11''}{6}\right] \times 6 + 3 = 51$$

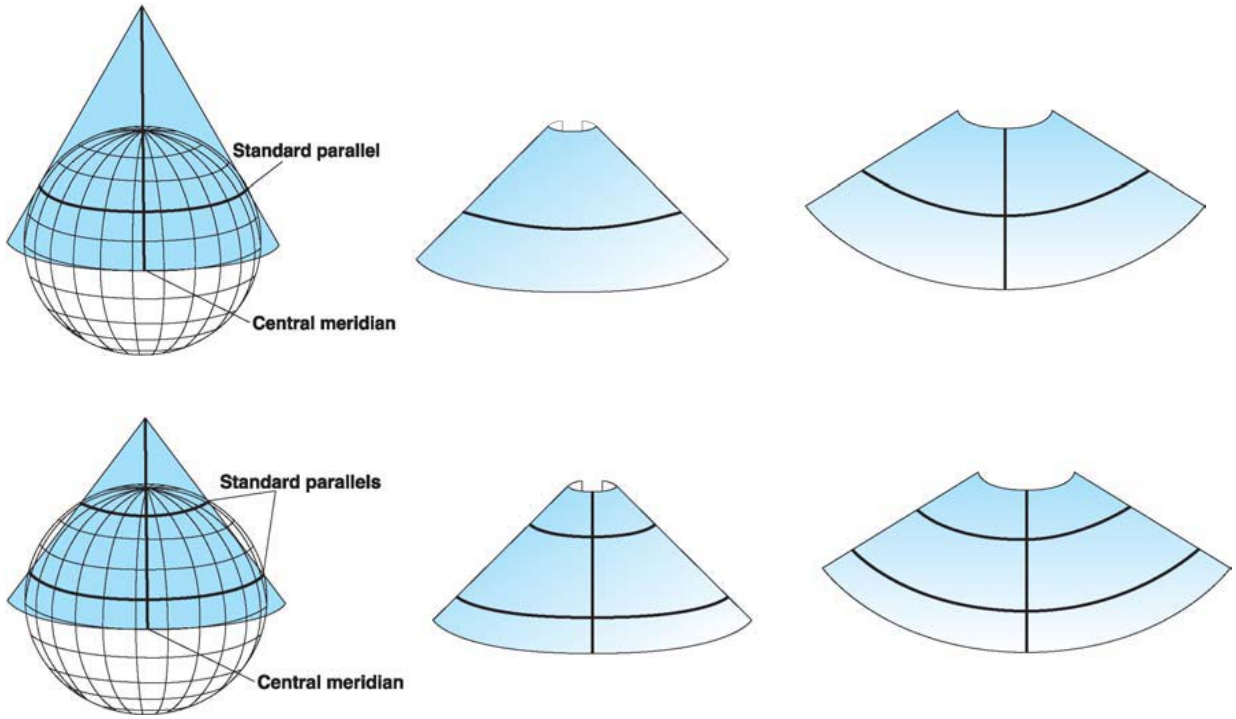
❖ بررسی ضریب مقیاس در سیستم تصویرهای مختلف

نکته: چنانچه در سیستم تصویر استوانه ای طول نصف النهارها یا سطح استوانه مماس باشد، اصطلاحاً به این سیستم تصویر استوانه ای جانبی گفته می شود و چنانچه مدار سطح استوانه با مدار استوا مماس باشد سیستم تصویر در حالت معمولی می باشد.

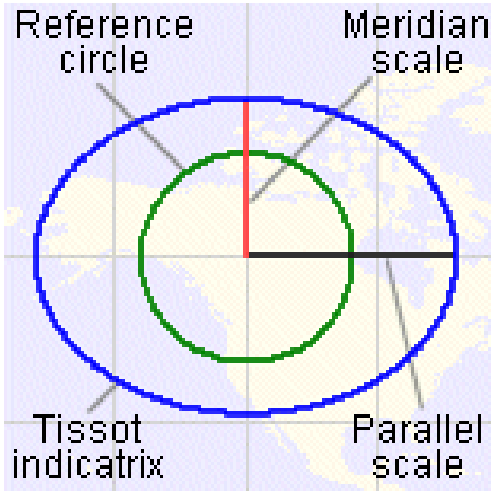
در مورد سیستم تصویر سمتی یا آزیموتی چنانچه صفحه در نقطه ای در استوا با کره مماس گردد به آن حالت استوایی گفته می شود و چنانچه با قطب مماس باشد به آن حالت قطبی و چنانچه در نقطه دیگر مماس باشد به آن حالت مایل گفته می شود و همچنین اگر صفحه کره را قطع کند به آن حالت متقاطع گفته می شود، در مورد سیستم تصویر استوانه ای نیز چنانچه استوانه با مدارات یا نصف النهارها مماس نباشد به آن حالت مایل گفته می شود و همچنین در مورد سیستم تصویر مخروطی چنانچه مخروط سطح کره را قطع کند به آن حالت متقاطع گفته می شود.

❖ بررسی ضریب مقیاس در سیستم تصویرهای مختلف

نکته قابل ذکر این است که ضریب مقیاس در محل مماس (تماس) یا تقاطع سطح قابل گسترش با کره یک می باشد، به عبارتی در این مکان ها تغییر مقیاس رخ نمی دهد.



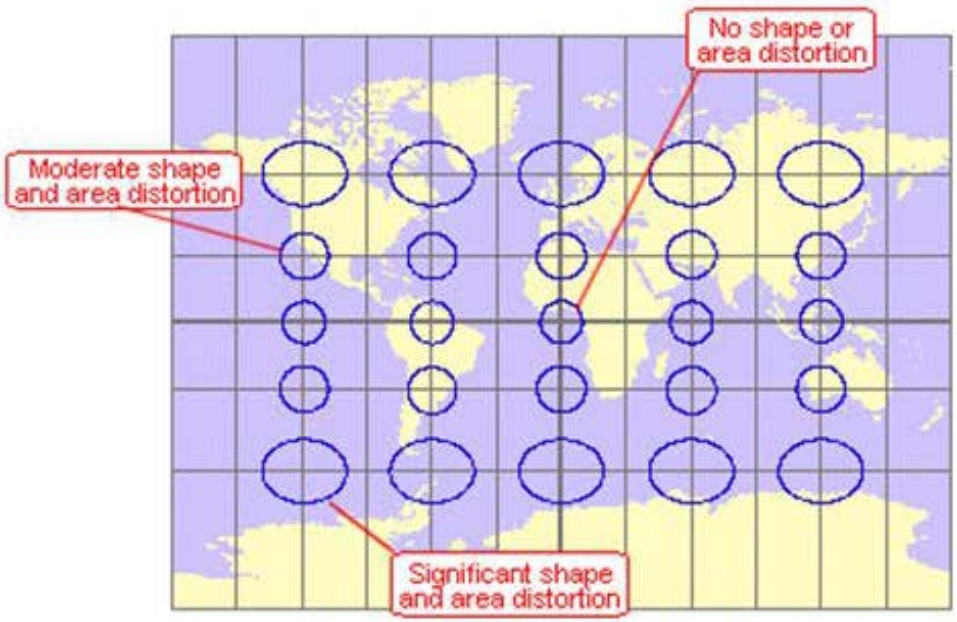
❖ دیاگرام اعوجاج (Tissot)

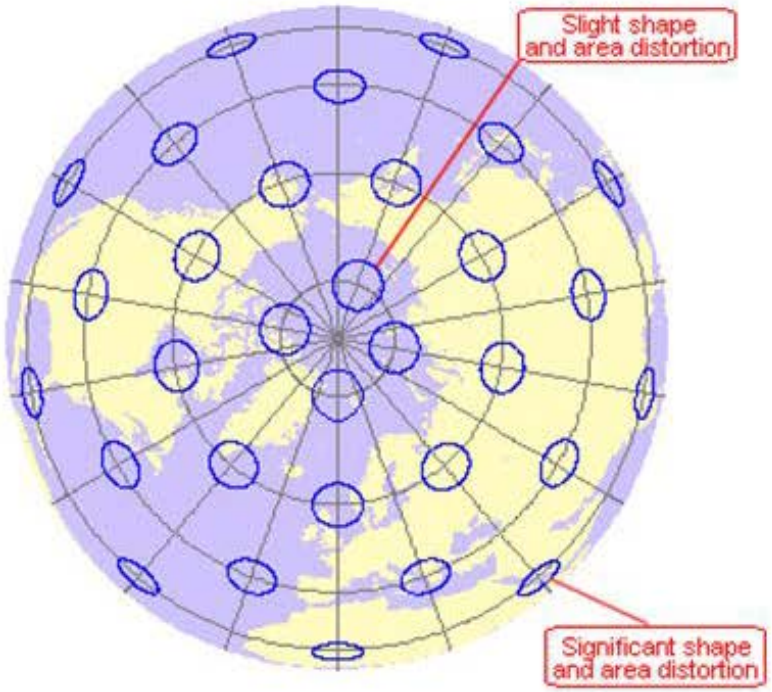


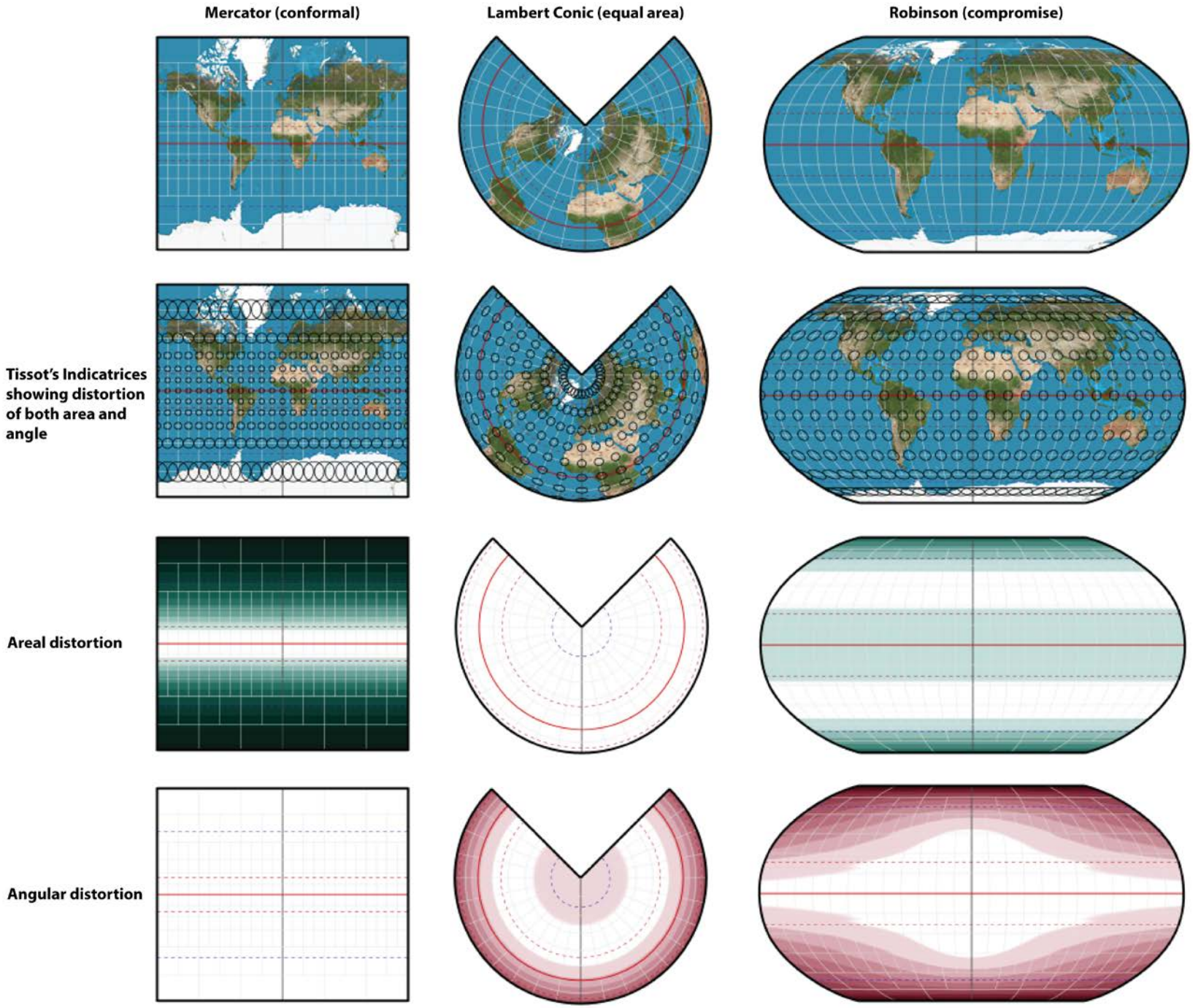
مهمترین ویژگیهای یک سیستم تصویر نقشه اندازه اعوجاج و اثر آن اعوجاج بر استفاده از نقشه هستند. کمک به ارزیابی این جنبه ها می تواند از طریق مقایسه شکلهای آشنای جزایر و خطوط ساحلی انجام شود. مقایسه دقیق تر می تواند از طریق استفاده از شاخص های تیسوت برای طول و عرض جغرافیایی بجز قطبها انجام شود.

شاخص تیسوت که بوسیله کارتوگراف فرانسوی نیکلاس آگوسته تیسوت در قرن نوزدهم میلادی ابداع گردید، شکل دایره ای بینهایت کوچک برروی زمین را نشان می دهد بصورتی که هنگام ترسیم با استفاده از یک مقیاس متناهی ثابت در همان مکانها بر روی نقشه ظاهر می شوند. هر دایره بصورت یک دایره یا یک بیضی یا در بدترین حالت، بصورت یک خط راست ترسیم می گردد.

❖ دیاگرام اعوجاج (Tissot)

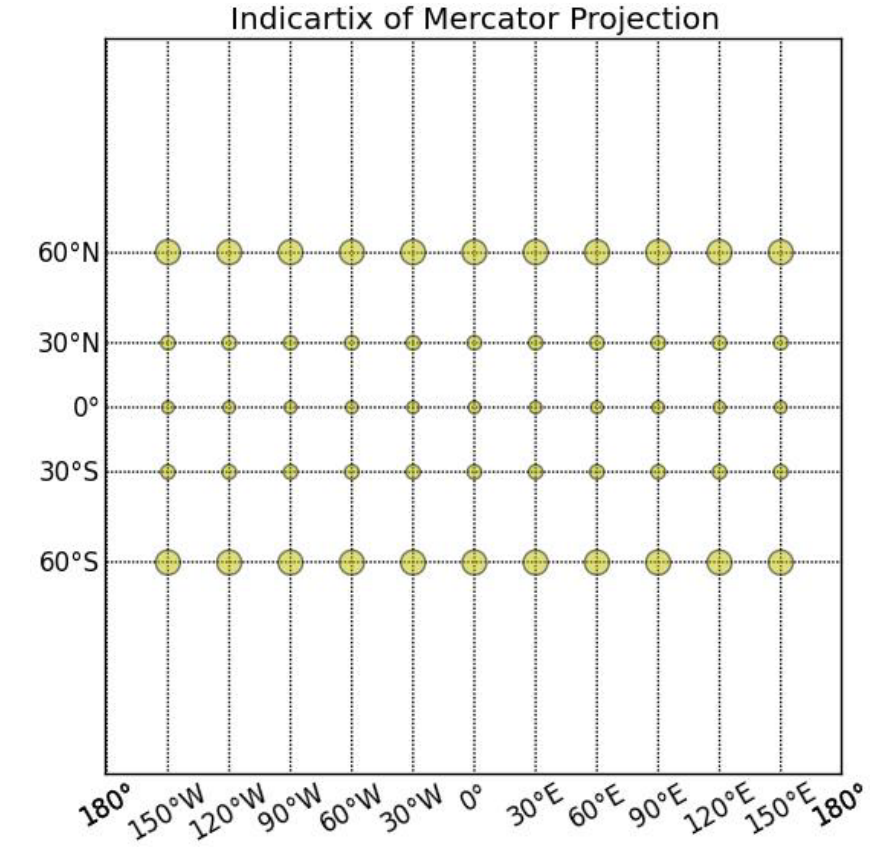


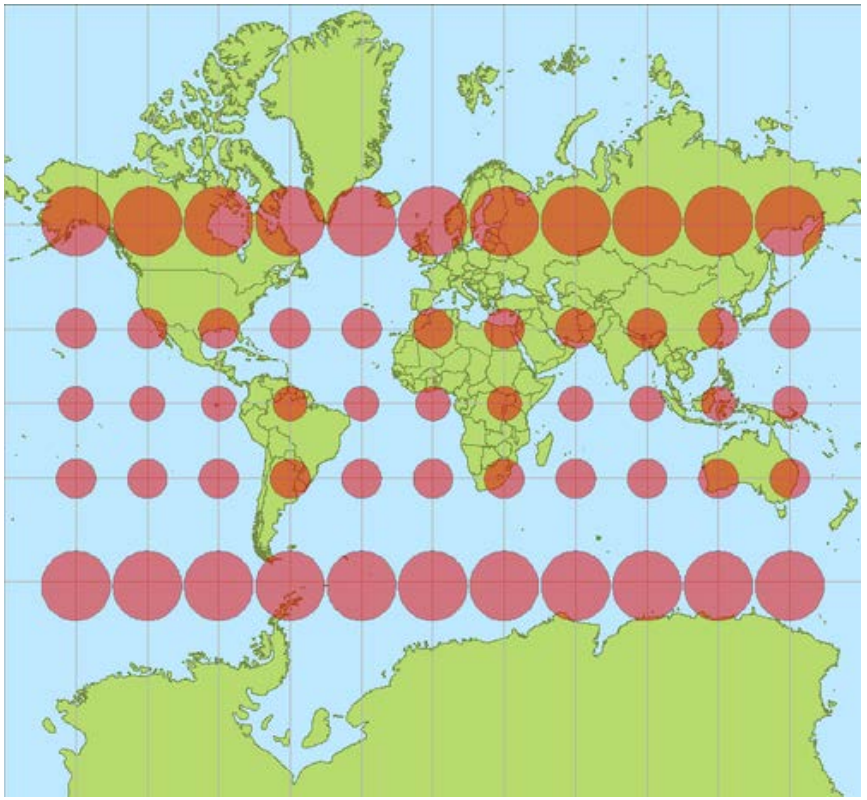



Mercator (conformal)
Lambert Conic (equal area)
Robinson (compromise)
Tissot's Indicatrices showing distortion of both area and angle
Areal distortion
Angular distortion

❖ دیاگرام اعوجاج (Tissot)

مثلا برای سیستم تصویر متشابه مرکاتور شاخصهای تیسوت در شکل زیر نشان داده شده است که همه آنها دایره هستند.





❖ رابطه های تبدیل مختصات ژئودتیکی به UTM و برعکس

برای تبدیل مختصات جغرافیایی به دکارتی از معادلات مستقیم و برای تبدیل مختصات دکارتی به جغرافیایی از معادلات معکوس سیستم تصویر استفاده می شود.

معادلات مستقیم و معکوس سیستم تصویر UTM برای کره در اینجا آورده شده است. برای فرم بیضوی از معادلات پیچیده تری استفاده می شود که از موضوع این درس خارج است.

$$X=\frac{1}{2}Rk_0 \ln[(1+B)/(1-B)]$$

یا

$$X=Rk_0 \operatorname{arctanh} B$$

$$Y=Rk_0[\arctan[\tan\varphi/\cos(\lambda-\lambda_0)]-\varphi_0]$$

$$k=k_0/(1-B^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$B=\cos\varphi\sin(\lambda-\lambda_0)$$

$$\varphi=\arcsin[\sin D/\cosh(x/Rk_0)]$$

$$\lambda=\lambda_0+\arctan[\sinh(x/Rk_0)/\cos D]$$

$$D=Y/(Rk_0)+\varphi_0$$

❖ **مثال از تبدیل مختصات ژئودتیکی به UTM**

مثال: چنانچه سطح مبنای سیستم تصویر UTM در دایره ای به شعاع ۶۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیریم مطلوب است مختصات مکان های زیر در سیستم مختصات UTM .

$$A = \lambda : 50^\circ 17' 12.1'' \rightarrow \varphi : 21^\circ 01' 52''$$
$$B = \lambda : -50^\circ 17' 12.1'' \rightarrow \varphi : -21^\circ 01' 52''$$

$$N_{ZA} = \left[\frac{50^\circ 17' 12.1''}{6}\right] + 31 = 39$$

$$\lambda_{Z\,center\,A} = \left[\frac{50^\circ 17' 12.1''}{6}\right] \times 6 + 3 = 51^\circ$$

$$\Delta\lambda = 50^\circ 17' 12.1'' - 51 = 0^\circ 42' 47.9''$$
$$\Delta\chi = \Delta\lambda \times R = -79.677^{km}$$

$$\chi A = 500 + (-79.677) = 420.323^{km} = 420323$$

$$N_{ZB} = \left[\frac{-50^\circ 14' 12.1''}{6}\right] + 31 = 23$$

$$\lambda_{Z\,center\,B} = \left[\frac{50^\circ 17' 12.1''}{6}\right] \times 6 + 3 = 51^\circ$$