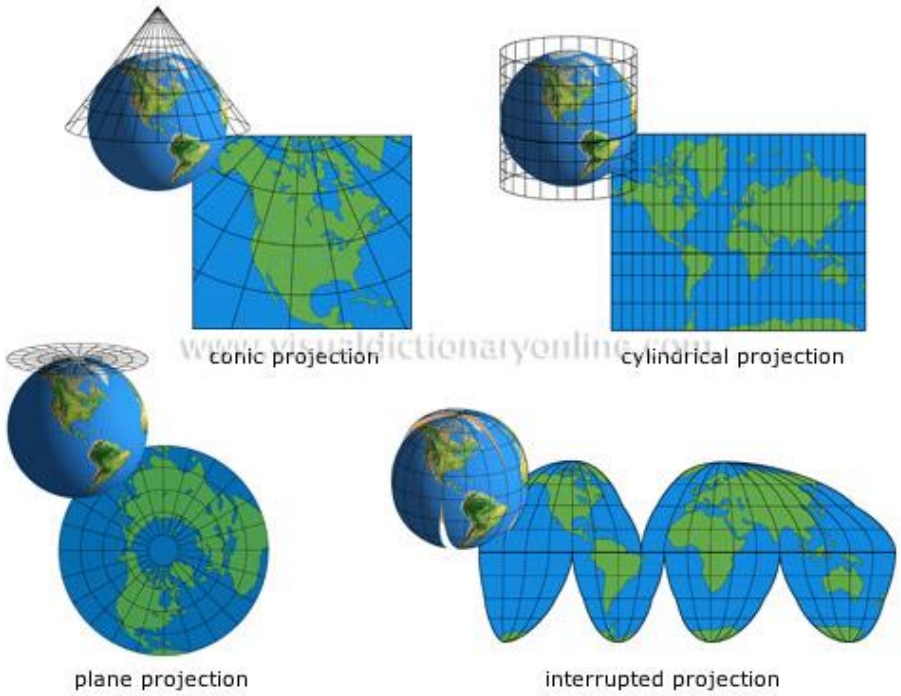
كلية التربية – شعبة التاريخ - الفرقة الأولى

مقرر: مدخل إلى علم الخرائط

الموضوع: مساقط الخرائط Map Projections

د/ جمال هنداوى

أستاذ الدراسات السكانية والخرائط المساعد



مقدمة

مفهوم مسقط الخريطة

فكرة الاسقاط

أنواع المساقط

مساقط الخرائط

* **مقدمة**:

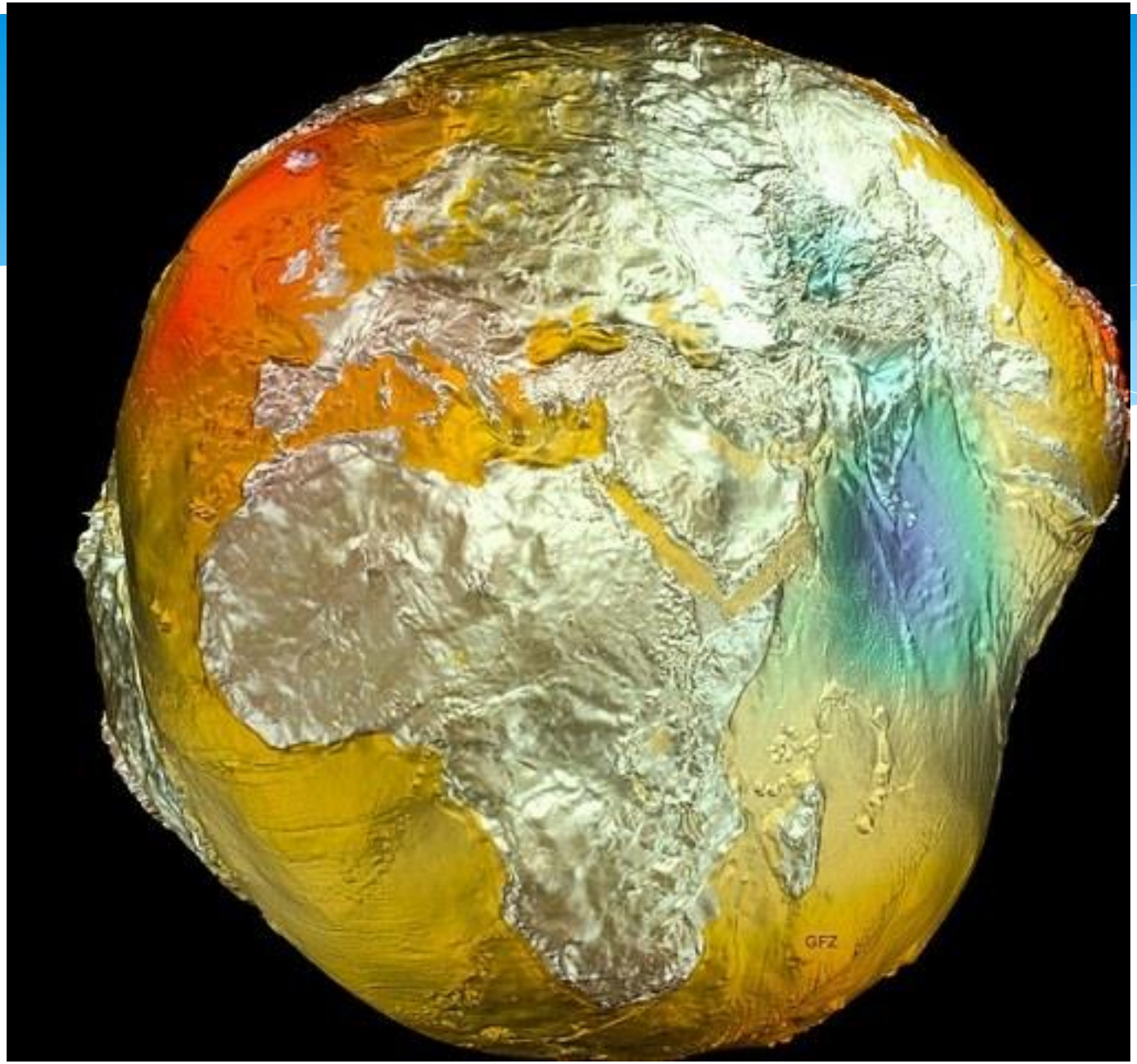
* تعتبر **الخريطة** هي الشكل أو الصورة الاصطلاحية المصغرة لمظاهر سطح الأرض الكروي، أو لجزء منه. وعند رسم أية خريطة لابد من تحديد مواقع عدد من النقط الأساسية على سطح الأرض ويتم هذا التحديد بواسطة دوائر العرض وخطوط الطول التي نرسمها على الخريطة، وبواسطة هذه الخطوط يمكننا تحديد مواقع الظاهرات الجغرافية على الخريطة بعد معرفة درجة عرضها ودرجة طولها على الطبيعة .

* والمعروف عن **شبكة دوائر العرض وخطوط الطول** أن دوائر العرض تمثل على الكرة الأرضية بدوائر كاملة موازية لبعضها وأن خطوط الطول تمثل بأقواس متعامدة على تلك الدوائر تلتقي عند القطبين. ولرسم هذه الشبكة على لوحة مستوية بنفس أبعادها وزواياها الحقيقية يكون ذلك **أمراً مستحيلاً** إلا إذا رسمت على لوحة على شكل كرة أو عندما تقطع اللوحة المستوية إلى أجزاء بيضاوية مدببة الأطراف وتتم مطابقتها على سطح الكرة .

Projections

- **Projecting** is the science of converting the spherical earth surface to a flat plane

* أكدت الرحلات الفضائية والصور المأخوذة للأرض بواسطة الأقمار الصناعية أن الشكل الكروي للأرض **غير تام الاستدارة** ، وأن أقرب شكل هندسي يمثل الأرض هو الشكل الناتج من دوران قطع ناقص حول محوره الأصغر.
* فالأرض **قطع ناقص** مفلطحاً عند طرفي محورها الرأسي - الأصغر - (القطر القطبي) ، منبعجاً عند طرفي محورها الأفقي - الأكبر - (الاستواء).
* ويرجع السبب في هذا التفلطح عند القطبين والانبعاج عند الاستواء وابتعاد الأرض عن الشكل الكروي تام الاستدارة إلى **قوة الطرد المركزية** التي نشأت نتيجة دوران الأرض حول محورها الرأسي لكي تتوازن مع قوة الجاذبية الأرضية عندما كانت الأرض في حالة غير صلبة تماماً.


GFZ

* وتعد الأرصفة والجبال التي ترتفع فوق سطح البحر شواذ غير هامة في تحديد سطح الأرض الكروي وليست لها مغزى قوي بالنسبة لحجم الأرض، فسطح الأرض هو ذلك السطح التخيلي الذي يمر قريباً جداً من سطح مياه البحار والمحيطات ويقطع القارات أسفل مستوى اليابس ليلاقي سطح مياه البحار والمحيطات مرة أخرى ، ويعد هذا السطح قريب الشبه بسطح الكرة، ويسمى سطح **الجيود**.
* وقد جرت محاولات عديدة لقياس طول كل من المحور **الأكبر** (القطر الاستوائي) والمحور **الأصغر** (القطر القطبي) للأرض إلا أنها جاءت مختلفة نتيجة لاعتماد عملية القياس على أجزاء محدودة من سطح الأرض. وقد آعلنت حديثاً الجمعية العالميا للجيودسيا قياسات دقيقة لسطح الأرض.

* الدوائر العظمى والصغرى على سطح الأرض Great and Small Circles :

* يعد الخط المستقيم أقصر مسافة ما بين نقطتين، ومن المستحيل أن تكون المسافات بين النقط علي سطح الأرض الكروي على شكل خطوط مستقيمة، وقد ترتب على ذلك أن أصبح الخط الذي يصل بين نقطتين فوق السطح الكروي للأرض على شكل قوس (جزء من الدائرة).
* ويعد هذا القوس جزء من الدائرة التي تنتج عن تقسيم الكرة الأرضية بمستوى يمر بمركزها فتقسمها إلى قسمين متساويين مثل الدائرة الاستوائية، وهي أكبر دائرة يمكن أن ترسم على سطحها وتسمى هذه الدائرة **بالدائرة العظمى**. أما الدوائر التي تنتج من تقاطع مستوى مع سطح الكرة في أي إتجاه آخر غير الاتجاه المار بمركزها فتسمى **الدوائر الصغرى**.
* **وتتميز الدوائر العظمى** بعدد من العلاقات الهندسية مع السطح الكروي للأرض نوجزها فيما يلي:
  * تتقاطع الدوائر العظمى مع بعضها البعض.
  * أقصر مسافة بين نقطتين على سطح الكرة هي قوس من دائرة عظمى تمر بها.
  * عند وقوع أي ثلاث نقاط على مستوى الدوائر العظمى فإن النقطة الثالثة لابد أن تكون هي مركز الكرة.
  * يمكن رسم عدد لا نهائي من الدوائر العظمى على سطح الأرض.
* ولأن المسافة علي الدوائر العظمى تمثل آقصر مسافة بين نقطتين علي السطح الكروي فقد استخدمت في تحديد مسارات الملاحة البحرية والجوية ، حيث يكون من الأوفر اقتصادياً أن يكون خط السير منطبقاً على قوس من دائرة عظمى يصل بين نقطتين البداية والنهاية للرحلة.

أبعاد سطح الأرض

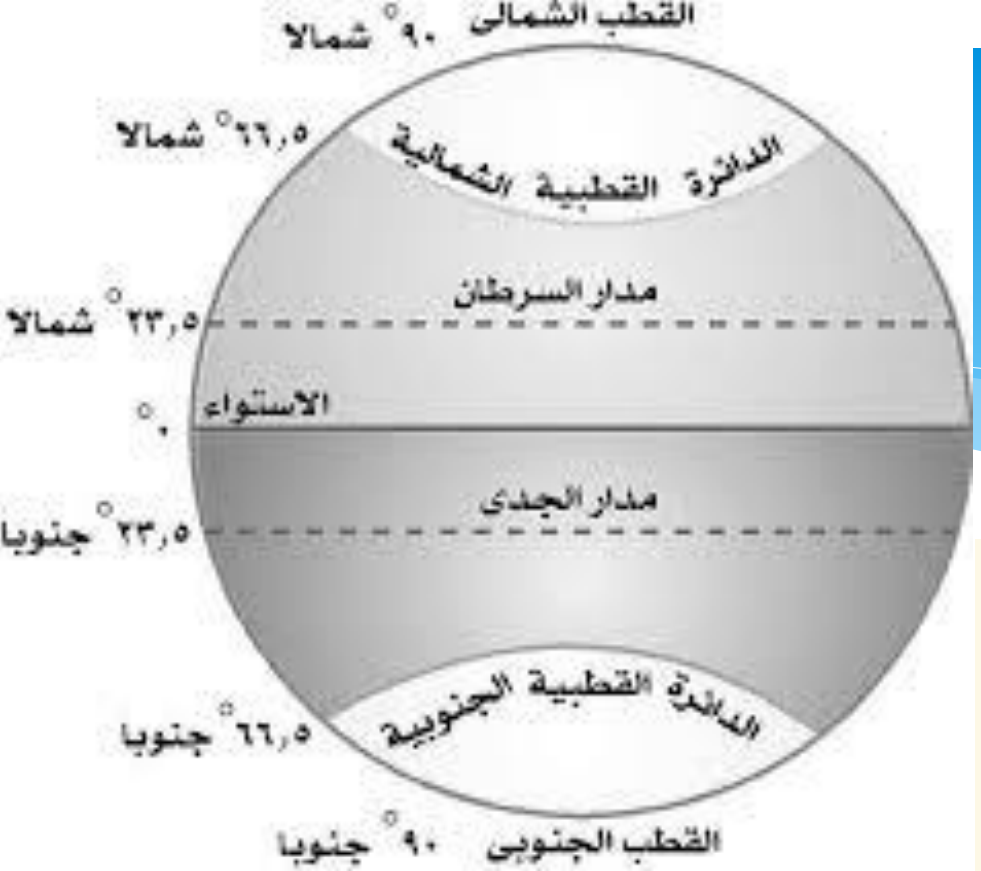
نوع القياس	القياس
طول القطر الاستوائى	١٢٧٥٦,٣٠ كم
طول القطر القطبى	١٢٧١٣,٥٠ كم
الفرق بين القطرين الاستوائى والقطبى	١٢٧٥٦,٣٠ - ١٢٧١٣,٥٠ = **٤٢,٨ كم**
طول محيط الأرض	٤٠٠٧٥,١٠ كم
طول نصف قطر الأرض (كامل الاستدارة)	٦٣٧١,٠٠ كم
طول محيط الأرض (كامل الاستدارة)	٤٠٠٣٠,١٧ كم
مساحة الكرة الأرضية	٥١٠٠٦٤٥٠٠,٠٠ كم٢

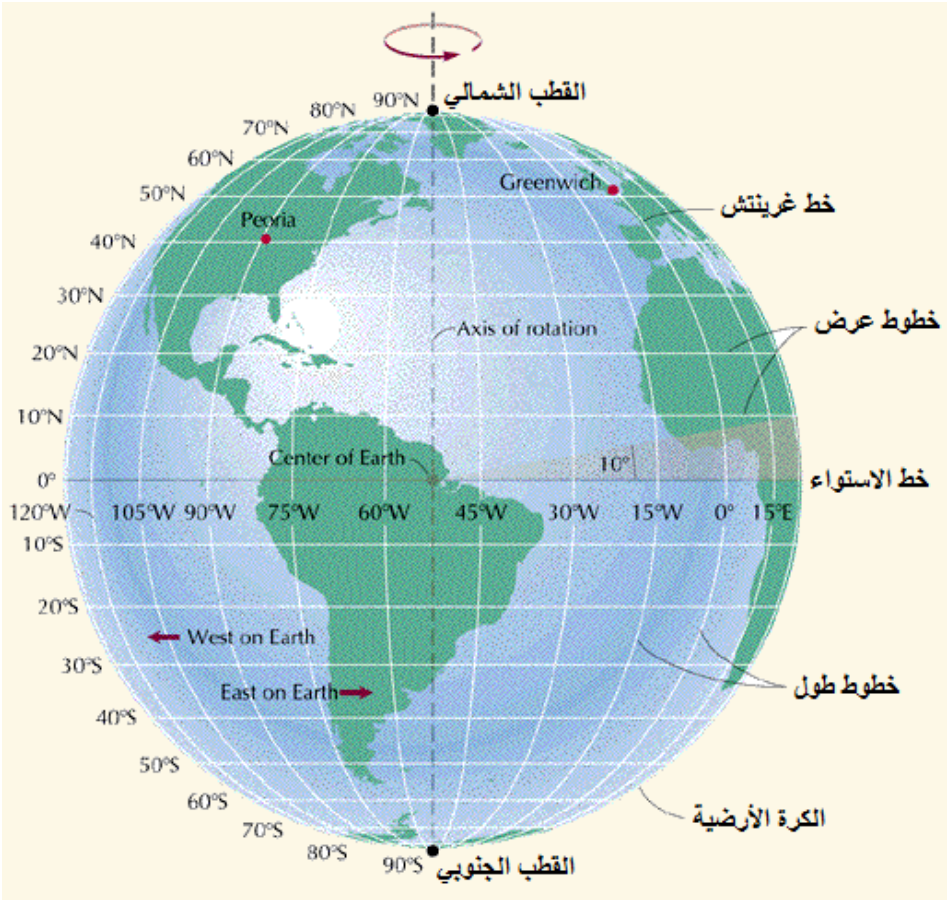
* نظام الإحداثيات على سطح الأرض :

* تقسم الكرة الأرضية إلى شبكة فلكية عبارة عن خطوط شمالية جنوبية تصل بين القطبين وتسمى بخطوط الزوال ، ودوائر شرقية غربية توازي دائرة الاستواء وتسمى بالمتوازيات ، وتستخدم هذه الشبكة في تحديد وتعيين الأماكن على سطح الأرض.
*

* **خطوط الزوال (الطول) Meridians:**
* هي عبارة عن أنصاف دوائر عظمى تصل بين نقطتي القطب الشمالي والقطب الجنوبي للأرض، وعليه فإن كل خط زوال يمثل نصف محيط دائرة عظمى. وقد اتخذ من خط الزوال المار بمرصد جرنتش بالقرب من لندن خطاً أساسياً تم ترقيمه بالرقم (صفر) ثم تم ترقيم خطوط الزوال الواقعة إلى الشرق وإلى الغرب من خط جرنتش من ١ ْ وحتى ١٨٠ ْ شرقاً وغرباً على الترتيب. وينطبق خط الزوال ١٨٠ ْ على خط زوال ١٨٠ ْ غرباً ويمثل نصف الدائرة العظمى المكمل لخط زوال صفر ْ من الناحية المقابلة على سطح الأرض.

* **المتوازيات (دوائر العرض) Parallels:**
* هي عبارة عن دوائر صغرى نتجت عن تقاطع مستويات موازية لمستوى الاستواء مع سطح الأرض، وأساس تلك المستويات هي تقسيم خط زوال جرنتش إلى ١٨٠ قسماً متساوياً يمر بكل نقطة من التقسيم دائرة موازية لدائرة الاستواء (الدائرة العظمى الوحيدة في المتوازيات) باعتبارها بداية التقسيم وتأخذ الرقم صفر ْ. وقد رقمت دوائر العرض التي تقع إلى الشمال وإلى الجنوب من دائرة الاستواء من ١ ْ إلى ٩٠ ْ حيث تمثل دائرة ٩٠ ْ شمالاً نقطة القطب الشمالي وتمثل دائرة ٩٠ ْ جنوباً نقطة القطب الجنوبي.


القطب الشمالى ٩٠° شمالا
الدائرة القطبية الشمالية ٦٦,٥° شمالا
مدار السرطان ٢٣,٥° شمالا
الاستواء ٠°
مدار الجدى ٢٣,٥° جنوبا
الدائرة القطبية الجنوبية ٦٦,٥° جنوبا
القطب الجنوبى ٩٠° جنوبا


القطب الشمالي
90°N
80°N
70°N
60°N
50°N
40°N
30°N
20°N
10°N
0°
10°S
20°S
30°S
40°S
50°S
60°S
70°S
80°S
90°S
Greenwich
Peoria
Axis of rotation
Center of Earth
10°
120°W
105°W
90°W
75°W
60°W
45°W
30°W
15°W
0°
15°E
West on Earth
East on Earth
خط غرينتش
خطوط عرض
خط الاستواء
خطوط طول
الكرة الأرضية
القطب الجنوبي

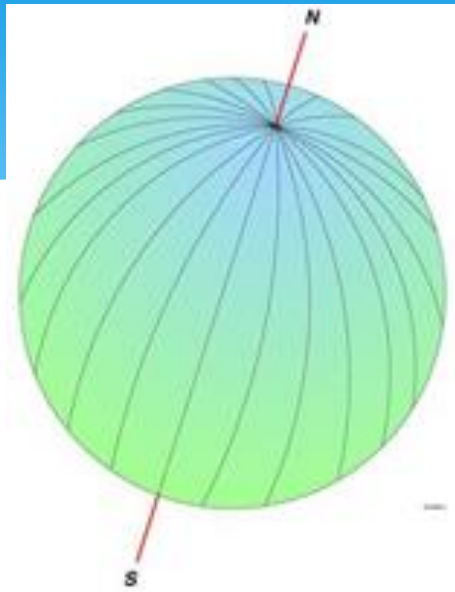
Location / direction

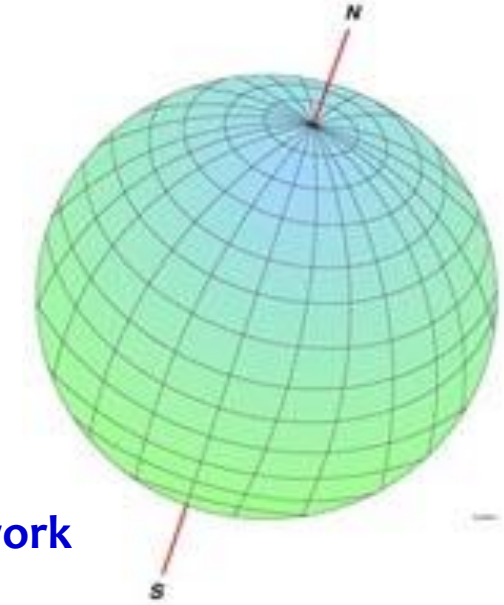
* (latitude/longitude) or the direction (where's north?),

- Most of the maps contain latitude and longitude, making it easier to determine the direction of the map.
- Latitude determine the east-west direction, while longitudes determine a north-south direction.

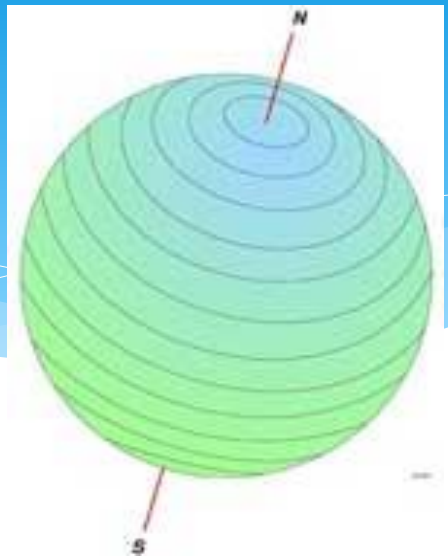
Coordinates

Longitude





Graticular network

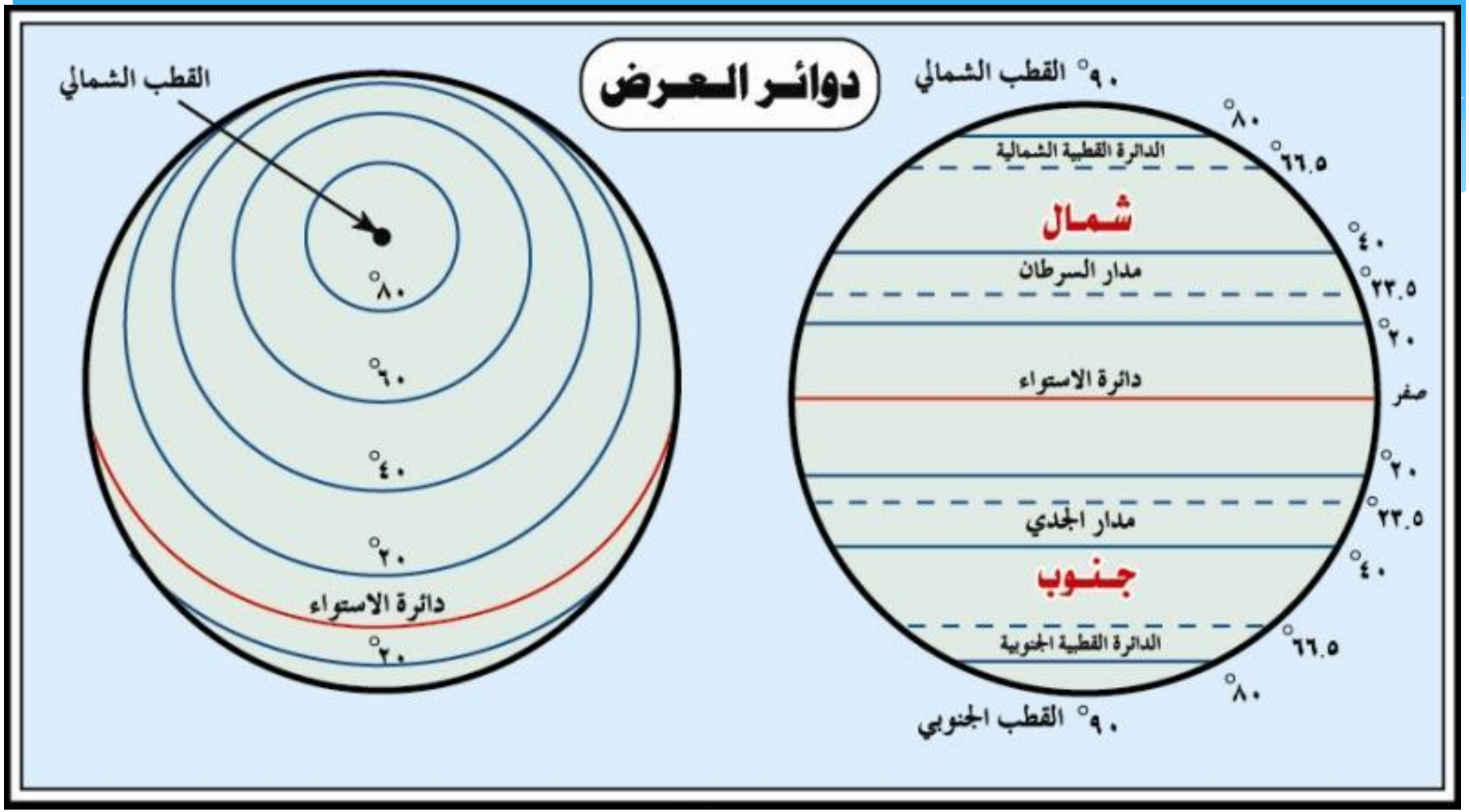


Latitude

Add the Two Together

Combine latitude and longitude together is a system to record the location of any feature on the surface of the Earth.

* **Latitude**
* *Four (4) significant lines of latitude are:*
  * **0°** - *The* ***Equator*** خط الاستواء
  * **23.5°** *N & S - The Tropics (called* ***Cancer*** (مدار السرطان) *in the north and* ***Capricorn*** (مدار الجدى) *in the south)*
    * *between these two, at some time of the year, the sun is directly overhead*
    * *beyond each of these the sun is never directly overhead*
  * **66.5°** *N & S - The* ***Polar Circles*** الدائرة القطبية
  * **90°** *N & S - The* ***Poles*** القطب
* Because lines of latitude are like slices through the Earth they have different lengths. For example:
  * the Equator is 40,075 km long.
  * the Antarctic Circle is 17,662 km long.
  * the South Pole is 0 km long.

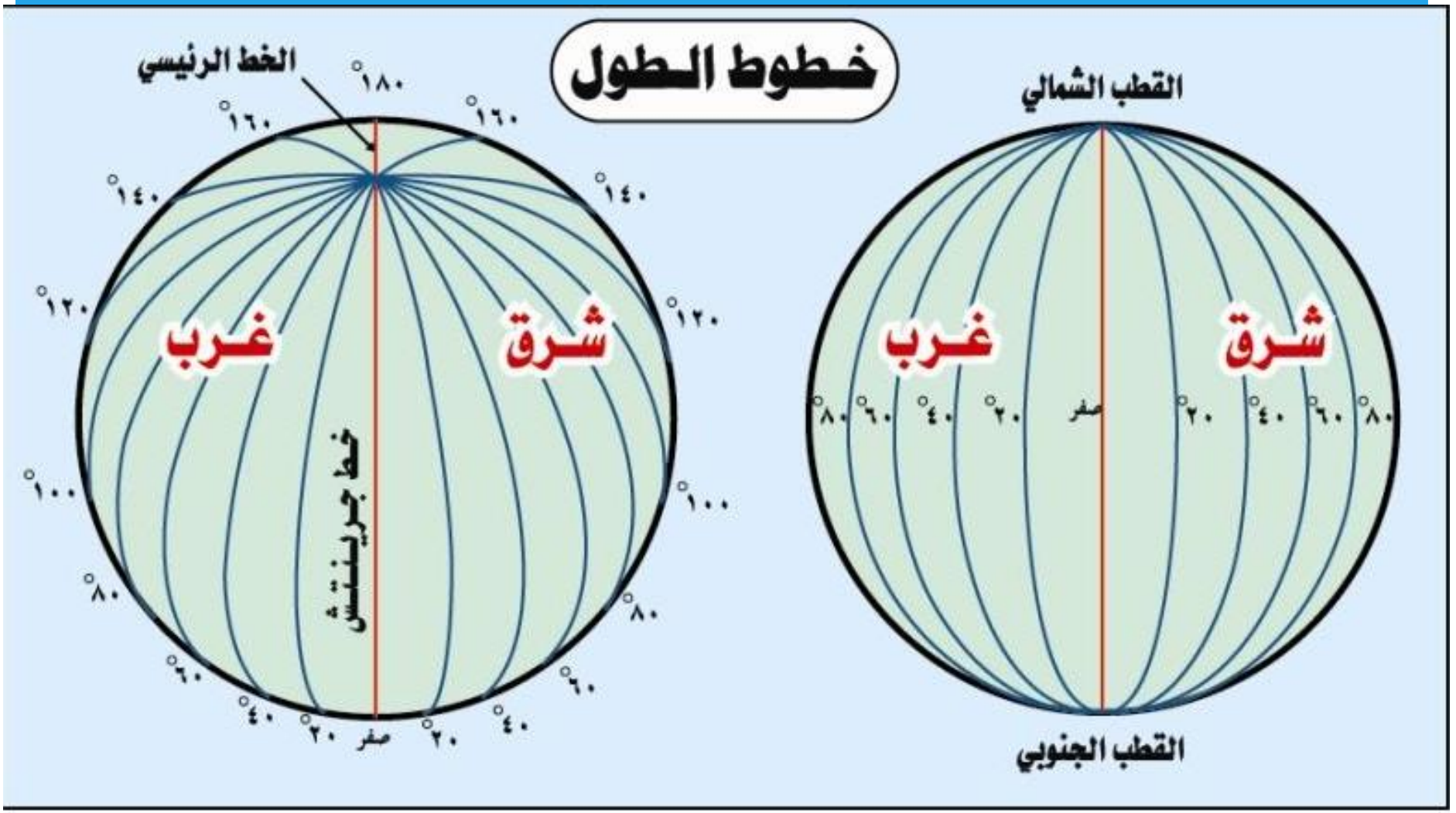

دوائر العرض
القطب الشمالي
٨٠°
٦٠°
٤٠°
٢٠°
دائرة الاستواء
٢٠°
٩٠° القطب الشمالي
٨٠°
٦٦.٥°
الدائرة القطبية الشمالية
شمال
٤٠°
مدار السرطان
٢٣.٥°
٢٠°
دائرة الاستواء
صفر
٢٠°
مدار الجدي
٢٣.٥°
جنوب
٤٠°
الدائرة القطبية الجنوبية
٦٦.٥°
٨٠°
٩٠° القطب الجنوبي

* Longitude

* Lines of longitude are called **meridians**
- It was agreed that a primary line of longitude should be identified and that this should be zero degrees (0°) of longitude.
- For a considerable period of time the issue of which line of longitude was to be the **primary** line could not be agreed.
- For obvious religious reasons, early European maps often used Jerusalem as the primary line of longitude.
- Other early map makers, such as ***Ptolemy***, had used Alexandria in Egypt.
- A few European examples are Copenhagen, Madrid, Paris and Saint Petersburg; while in the United States of America Washington and Philadelphia had been chosen.

- **Longitude (Con.)**
- Eventually, in October 1884, at the International Meridian Conference, it was agreed that the line of longitude that runs through the Royal Observatory, **Greenwich** in United Kingdom, was to be adopted as the standard primary line of longitude.
- Radiating to the east and to the west would be 180° of longitude. These would meet at the opposite side of the Earth and form a joint 180° line of longitude (with 180°E and 180°W being the same line).

خط طول (صفر°)
بضاحية جرينيتش بلندن


خطوط الطول
الخط الرئيسي
١٨٠°
١٦٠°
١٦٠°
١٤٠°
١٤٠°
١٢٠°
١٢٠°
١٠٠°
١٠٠°
٨٠°
٨٠°
٦٠°
٦٠°
٤٠°
٤٠°
٢٠°
٢٠°
صفر
غرب
شرق
خط جرينتش
القطب الشمالي
غرب
شرق
٨٠°
٦٠°
٤٠°
٢٠°
صفر
٢٠°
٤٠°
٦٠°
٨٠°
القطب الجنوبي

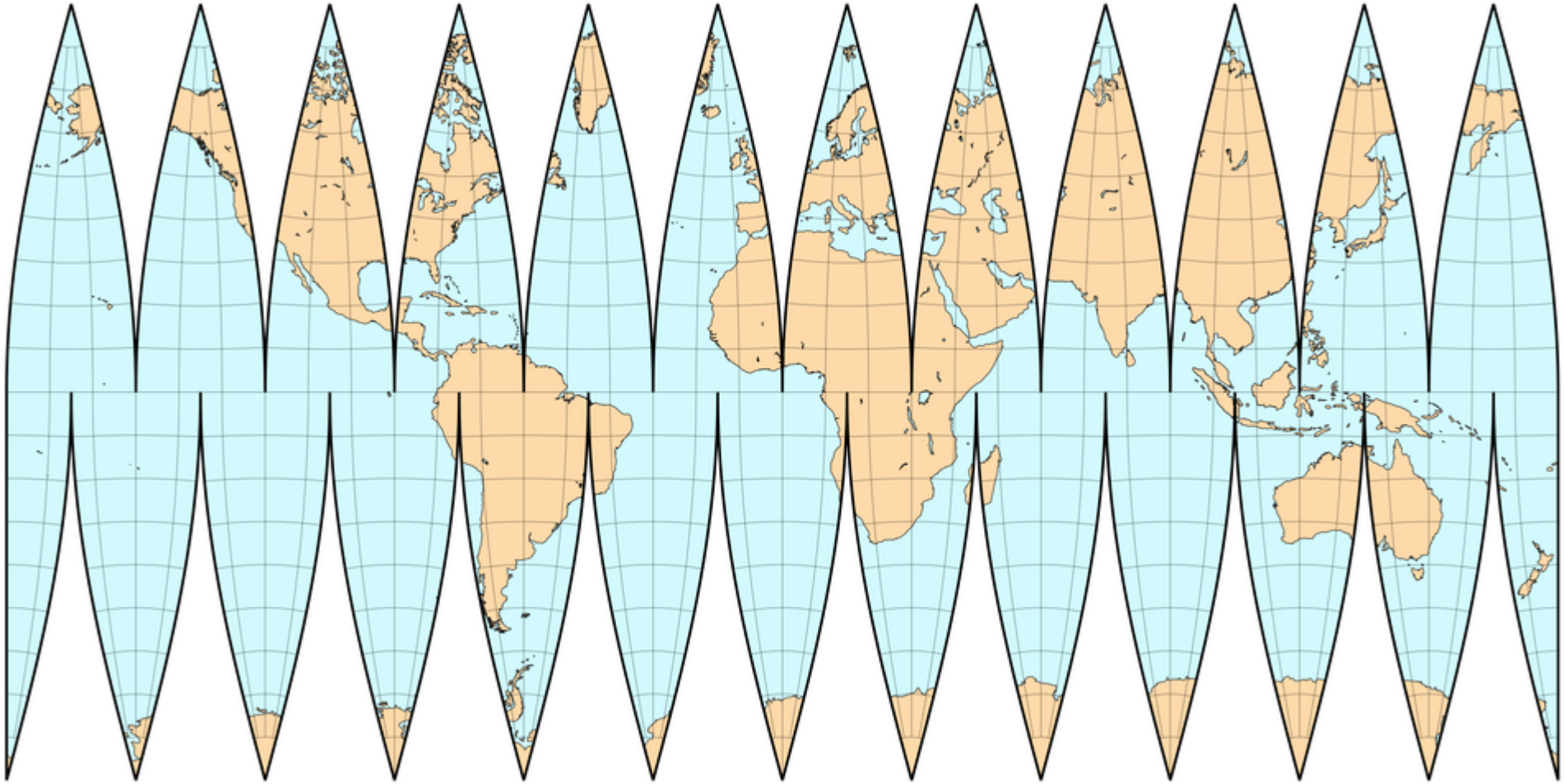
مساقط الخرائط

* وعلى هذا الأساس لا يمكننا رسم شبكة خطوط الطول و العرض على الخريطة بنفس الأبعاد والاتجاهات التي على سطح الأرض الكروي لتحقيق **جميع خصائص الشكل الصحيح** التي تتركز في ***المسافات الصحيحة والمساحات الصحيحة والاتجاهات الصحيحة والأشكال الصحيحة***.
* مما سبق يتضح أن النموذج الكروى هو الشكل الوحيد الذى يمثل الأرض تمثيلا صحيحا. و أن أى محاولة لتوقيع النموذج الكروى على لوحة مستوية Plan سوف يؤدى الى تشويه أما فى الشكل أو المسافة أو فى المساحة أو فى الاتجاه .
* **واذا كان الأمر كذلك فما هى دواعى التحول من الشكل الكروى (الصحيح) الى المستو (يحدث له تشويه)؟**. فى الحقيقة هناك عدة عوامل أدت الى ضرورة هذا التحول وهى:
* أن الشكل الكروى ليس مناسبا لعمليات القياس والدراسة مثل الخريطة المستوية.
* الشكل الكروى محدود الحجم وحتى فى حالت تكبيره فانه يصعب استخدامه وتخزينه أو التعامل معه (صعوبة حمله أو نقله).
* الشكل الكروى لا يظهر التفصيل الكثيرة أو خصائص الظاهرات الجغرافية، فهو لا يصل بأى حال من الأحوال الى مستو الخرائط التفصيلية (الطبوغرافية). فمثلا لا يمكن للشكل الكروى أن يظهر نظم النقل والمواصلات على مستوى الوحدات الادارية الصغيرة مثل المدن أو القرى.

مساقط الخرائط

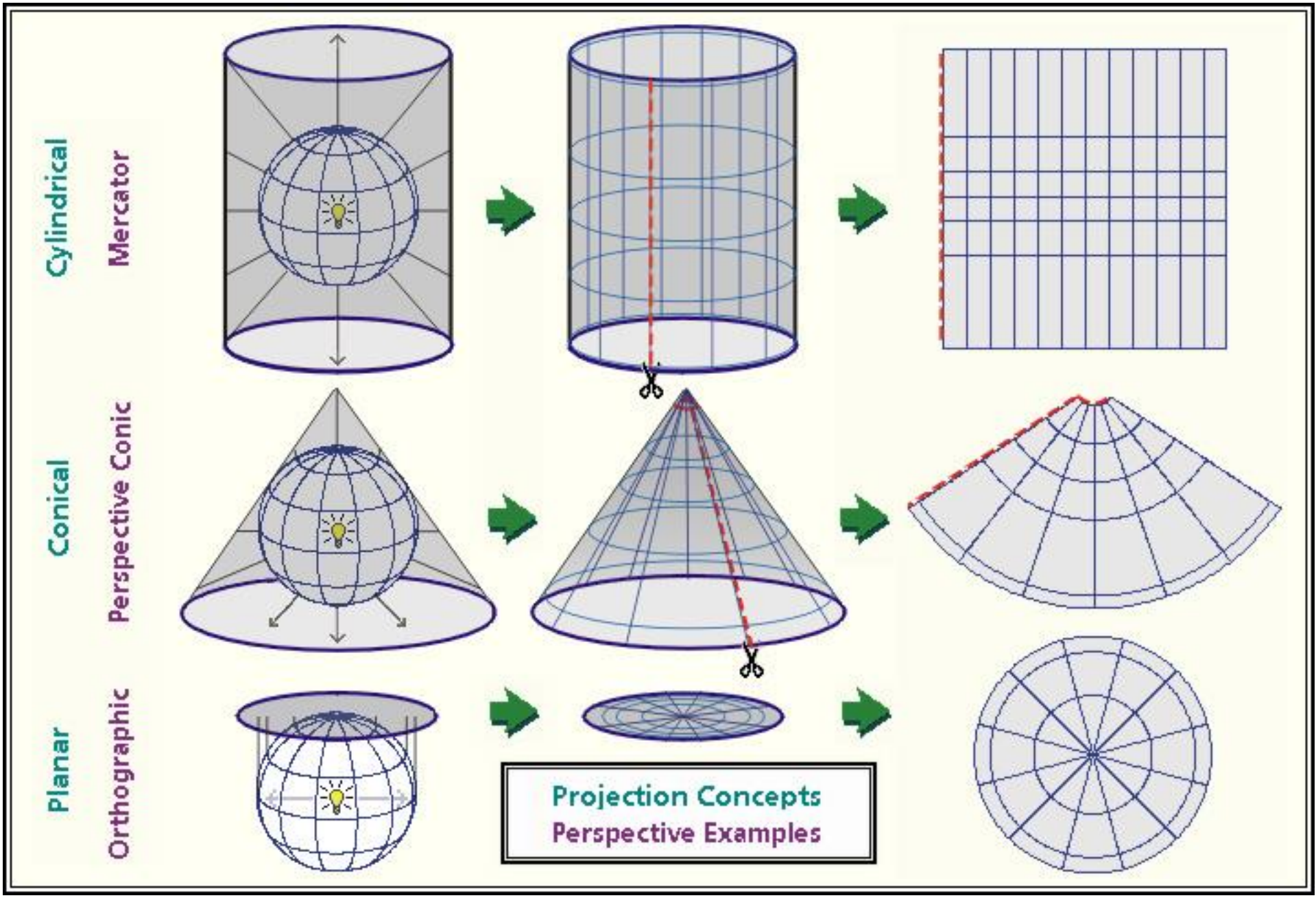
* **مفهوم مسقط الخريطة**
* يقصد بمسقط الخريطة بأنه عبارة عن تنظيم شبكة خطوط الطول والعرض بشكل معين بحيث يسمح بتوقيع سطح الأرض وظاهراته عليها بسهولة.
* What is a map projection?
* Vido1..\Video\Why all world maps are wrong.mp4
* Vido2 ..\Video\Mercator projection.mp4
* A ***map projection*** is a mathematically described technique of how to represent the Earth's curved surface on a flat map.
* كما أنه عبارة عن مجموعة النظم الهندسية والرياضية التى تنتج من (أو تساعد) تحويل الشكل الكروى (البيضاوى) للأرض الى الشكل المستو (الخريطة).
* ويعرف المسقط أيضا بأنه عبارة عن طريقة لرسم هذه الشبكة الفلكية على اللوحة المستوية لتحقيق أحد شروط الجسم الكروي. لذلك تعددت طرق رسم المساقط وكل طريقة تحقق أحد هذه الشروط

التشوية الذى يصيب الشكل الكروى عند تحويله الى شكل مستو



* فكرة الاسقاط:

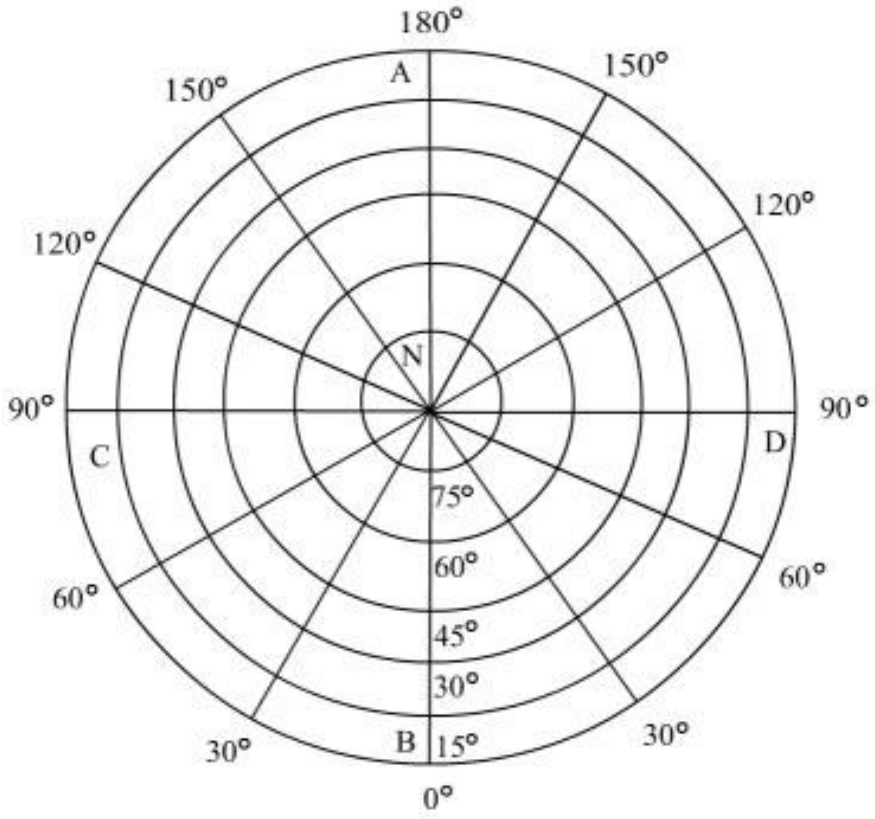
* جرت محاولات للتخفيف من التشويه وذلك بابتكار مساقط معدلة اتبع في رسمها حسابات خاصة، بينما المساقط الأصلية رسمت بطرق هندسية ثابتة، وتعتمد **الفكرة الأساسية لرسم المسقط** على :
* نقل أو اسقاط شبكة خطوط الطول ودوائر العرض من الشكل الكروى إلى أو على اللوحة المستوية (الخريطة). و ذلك بوضع مصدر ضوئى فى داخل النموذج الكروى، و بذلك تظهر ظلال خطوط الطول والعرض على اللوحة المستوية
* **يتحدد نوع المسقط على أساس عدة أسس منها:**
* **١ – شكل اللوحة:**
* فقد تكون اللوحة على شكل أسطواني (المساقط الاسطوانية) أو مخروطي (المساقط المخروطية) أو مستوي (المساقط المستوية).
* **٢ – وضع اللوحة من الكرة الأرضية:**
* فقد تكون اللوحة مماسة للكرة عند الدائرة الاستوائية (مسقط استوائي) أو عند أحد القطبين (مسقط قطبي) أو عند أي دائرة عرض (مسقط منحرف) .
* **٣ – وجود المنبع الضوئي بالنسبة للكرة الأرضية:**
* فقد يكون في مركز الأرض (مسقط مركزي) أو على الدائرة الاستوائية (مسقط مجسم) أو على بعد يساوي نصف الوتر بين القطب والدائرة الاستوائية (مسقط كروي) أو على بعد لانهائي (مسقط صحيح) .



أنواع المساقط

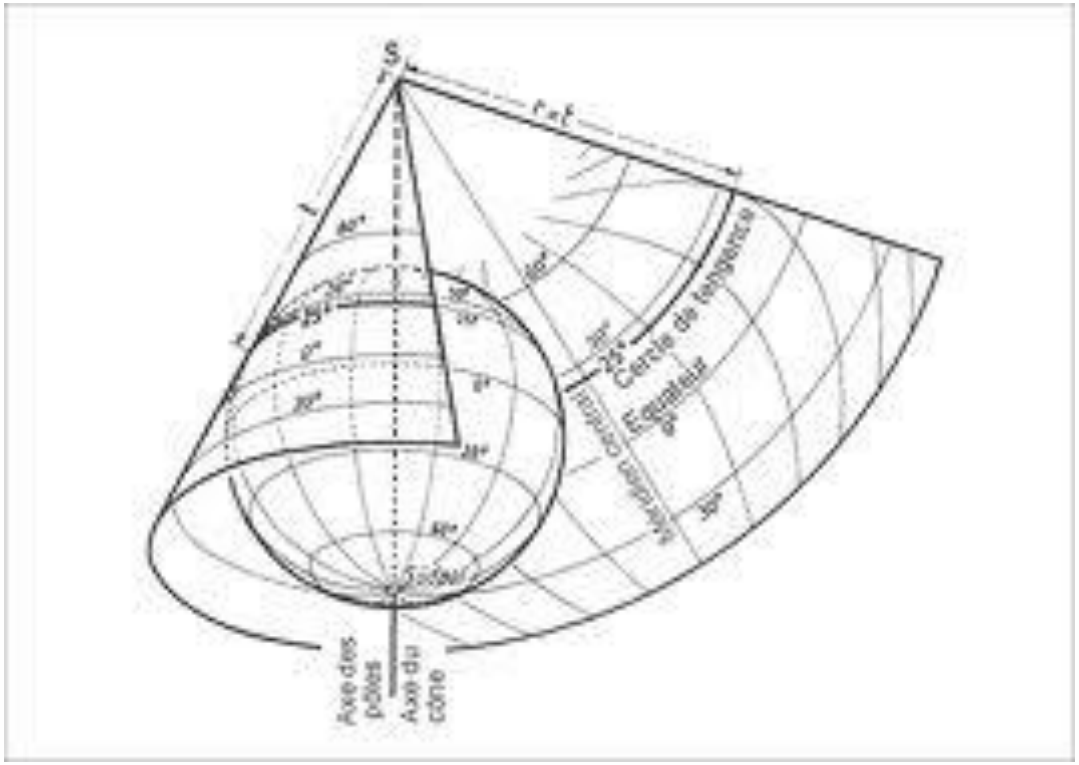
أنواع المساقط

* **المساقط المستوية Zenithal Projections**
* وهي المساقط التي تختص برسم نصف الكرة الأرضية أو جزء منها وفيها تكون اللوحة مستوية وتمس الكرة إما عند الدائرة الاستوائية أو أحد القطبين أو أي نقطة أخرى بينهما.
* **المسقط الاستوائي المركزي:**
* **خصائصه:**
* ١ – المنبع الضوئي عند مركز الكرة .
* ٢ – تظهر دوائر العرض على شكل أقواس تنحني نحو الدائرة الاستوائية كما تتباعد عن بعضها كلما اتجهنا نحو القطبين ، كما تظهر الدائرة الاستوائية على شكل خط مستقيم يتعامد على خط الزوال الأوسط .
* ٣ – تظهر خطوط الزوال مستقيمة ومتوازية وتتباعد عن بعضها كلما اتجهنا شرقاً أو غرباً عن خط الزوال (الطول) الأوسط.
* **مميزاته وعيوبه:**
* ١ – لا تتعامد خطوط الزوال على دوائر العرض لذلك فهو لا يحقق شرط الاتجاه الصحيح إلا على خط الزوال الأوسط والدائرة الاستوائية .
* ٢ – لا يحقق أي شرط من الشروط الأخرى الخاصة بالشكل الكروي للكرة الأرضية لا المسافات الصحيحة ولا المساحات الصحيحة ولا الأشكال الصحيحة .
* ٣ – يزداد التشويه كلما اتجهنا شرقاً أو غرباً أو شمالاً أو جنوباً عن نقطة التماس حتى أنه لا يظهر منطقة القطب.
* **استعمالاته:**
* لا يصلح إلا لرسم المناطق التي لا تبتعد عن خط الاستواء بأكثر من ١٥- ٢٠شمالاً أو جنوباً وبنفس المقدار عن خط الزوال الأوسط شرقاً أو غرباً ،
* فهو يصلح لرسم قارة أفريقيا وبخاصة أجزائها الوسطى بينما لا يصلح لرسم قارة آسيا مثلاً التي تمتد كثيراً في أطرافها.


180°
150°
150°
A
120°
120°
N
90°
90°
C
D
75°
60°
60°
60°
45°
30°
30°
30°
B
15°
0°

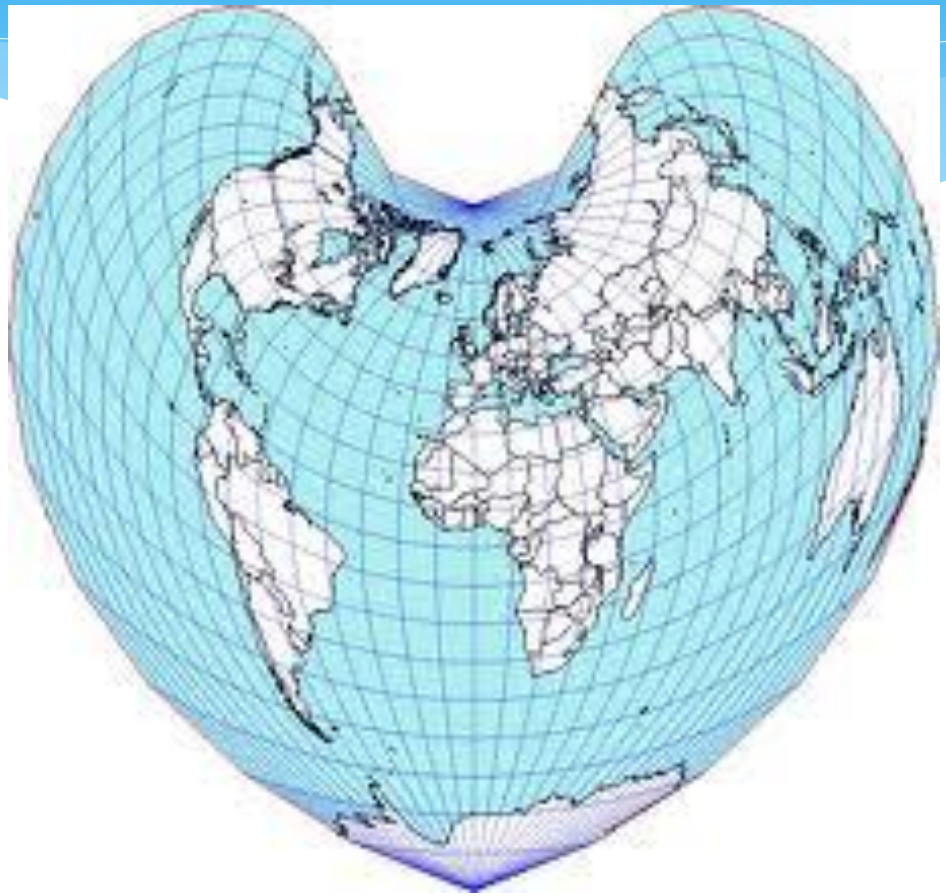
* المساقط المخروطيــة Concial Projections

* تعتمد فكرة الأسقاط في هذا النوع من المساقط أن تكون اللوحة على شكل مخروط يمس إحدى دوائر العرض إلى الشمال أو الجنوب من دائرة الاستواء. وقمة المخروط على امتداد المحور القطبي. ولا يمكن أن يمس المخروط دائرة الاستواء وإلا فإنه يتحول إلى اسطوانة، وتختص هذه المساقط برسم أجزاء من الكرة الأرضية فقط وبخاصة المناطق فيما بين دائرتي عرض ٣٠ ، ٦٠ ° شمالاً وجنوباً.



* **مسقط بـون Bonne**
* **خصائصـه :**
* ١ – مسقط حسابي معدل من المسقط المخروطي البسيط .
* ٢ – ترسم دوائر العرض من مركز مشترك وعلى أبعاد متساوية من خط الزوال المركزي وتساوي نظائرها على الكـرة .
* ٣ – تظهر خطوط الزوال – ماعدا المركزي منها – على شكل منحنيات تبدأ من القطب والمسافات فيما بينها على دوائر العرض المختلفة تساوي ما يقابلها على الطبيعة
* **مميزاته وعيوبـه :**
* ١ – يحقق شرط المساحات المتساوية والمسافات المتساوية على خط الزوال المركزي وعلى كل دوائر العرض .
* ٢ – لا يحقق شرطي الاتجاه الصحيح والشكل الصحيح إلا على خط الزوال المركزي .
* **استعمالاتـه :**
* ١ – يستعمل في رسم الخرائط الطبوغرافية وخرائط التوزيعات .
* ٢ – يستعمل في رسم القارات والدول التي تمتد عرضياً مثل أوراسيا والصين واستراليـا.

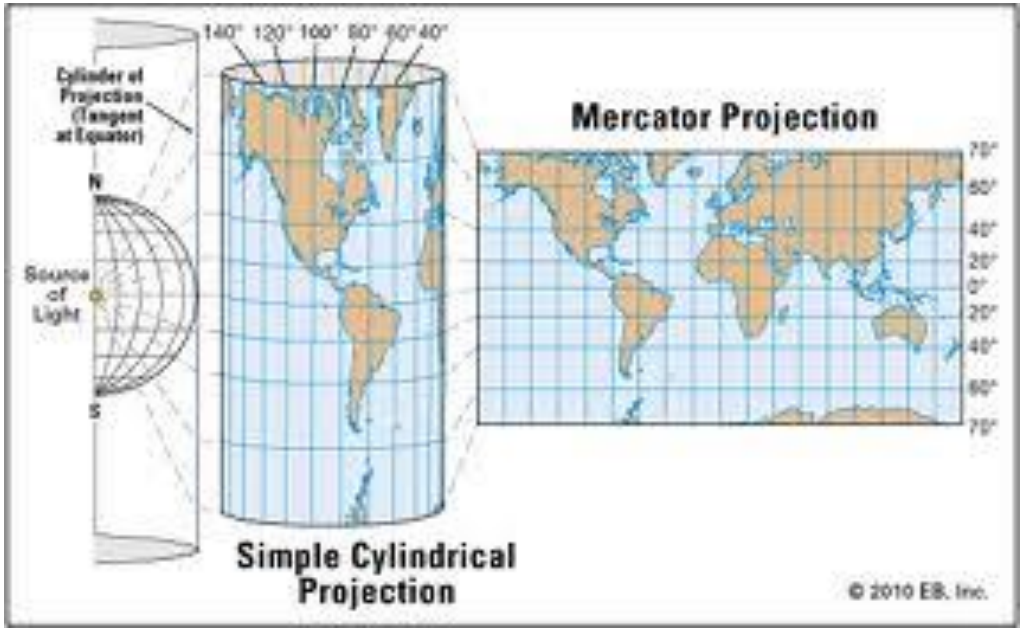
مسقط بـون Bonne



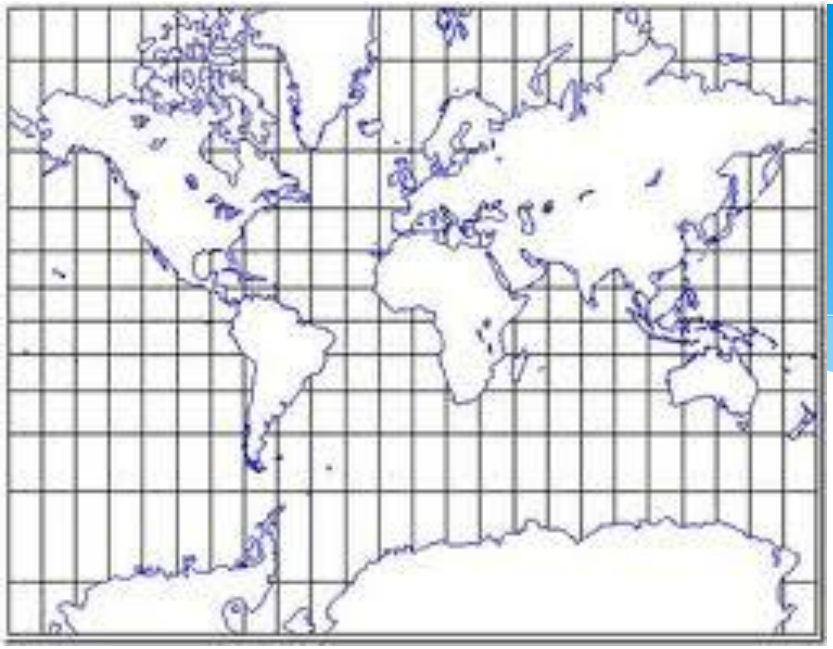
* المساقط الاسطوانية Cylindrical Projections

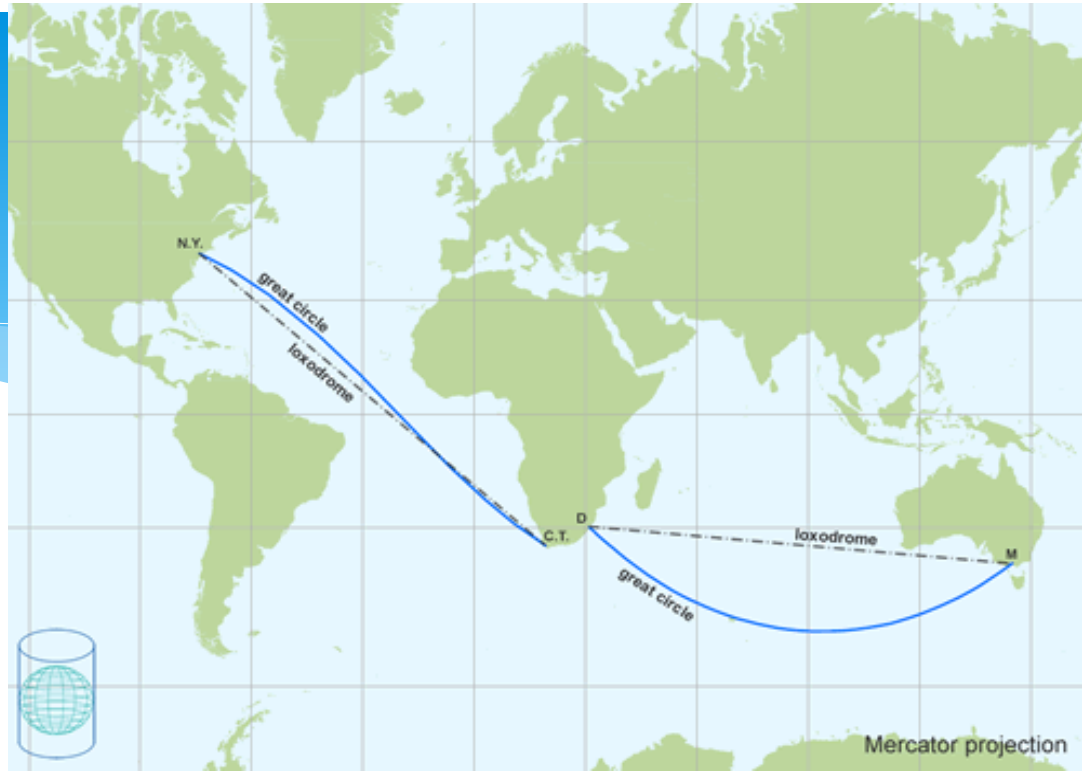
*

* يمكن لهذا النوع من المساقط رسم الخرائط التي تبين العالم كله. وتكون هذه اللوحة (قبل فردها) على شكل اسطوانة تمس الكرة الأرضية عند دائرة الاستواء، ويمتاز بأنه يحقق – في جميع أشكاله – شرط الاتجاه الصحيح نظراً لتعامد خطوط الزوال على دوائر العرض والتي تظهر على شكل خطوط مستقيمة متوازية متعامدة على بعضها.

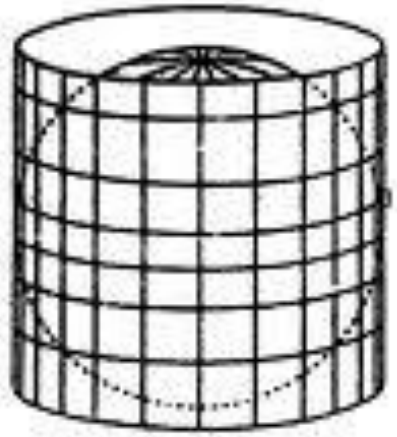


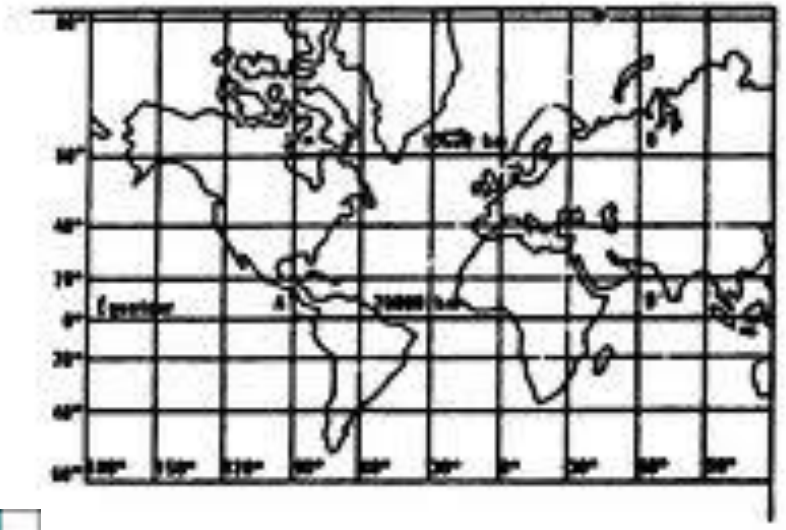
* **المسقط الاستوائي المركزي (مركيتور)**
* كان جيرهارد كرامر مركيتور كرتوجرافيا هولنديا، ولد سنة ١٥١٢. و فى سنة ١٥٦٩ إبتكر مركيتور هذا المسقط. ولم يكن المسقط صحيحا تماما فى أول الأمر، إذ عدله بعد ذلك (ثلاثين عاما) كرتوجرافى بريطانى إسمه إدوارد رايت E. Wright. و قد أصبح مسقط مركيتور (و هو مسقط إسطوانى معدل) رائجا و شائعا فى الأطالس التى كانت تصدر فى بريطانيا. و كان السبب الرئيسى فى ذلك هو تحقيقه للاتجاه الصحيح، و من ثم إستخدم بشكل عظيم فى الأغراض الملاحية.
* **خصائصه:**
* ١ – يفترض فيه وضع المنبع الضوئي في مركز الكرة.
* ٢ – تظهر خطوط الزوال (الطول) متوازية والأبعاد بينها متساوية وتساوي نظيراتها على دائرة الاستواء (وهذا مخالف للواقع إذ أن الأبعاد بينها تقل كلما اتجهنا نحو القطبين) .
* ٣ – تظهر دوائر العرض مستقيمة ومتوازية والأبعاد فيما بينها تزداد كلما اتجهنا نحو القطبين (الحقيقة أن الأبعاد بينها متساوية على سطح الكرة).
* ٤- تتقابل خطوط الطول و العرض بزوايا قائمة (كما فى حالة النموذج الكروى).
* **مميزاته وعيوبه:**
* ١ – لا يحقق سوى شرط الاتجاه الصحيح .
* ٢ – يحقق شرط المسافات الصحيحة والشكل الصحيح على دائرة الاستواء فقط ويزداد التشويه كلما اتجهنا نحو القطبين ويبلغ أقصاه بعد دائرة العرض ٦٠° شمالاً وجنوباً .
* ٣- لا يظهر القطبان نظراً لتوازي الشعاع المتجه إليهما من مركز الكرة مع الاسطوانة .
* **استعمالاته :**
* ١ – يستعمل في رسم الخرائط التي تستخدم للأغراض البحرية أو الجوية وخرائط التيارات البحرية حيث أنه يعطي الانحراف الصحيح.
* ٢ – يستعمل في رسم المناطق التي تمتد عرضياً عند دائرة الاستواء التي لا تتعدى ٢٠° شمالاً أو جنوباً.

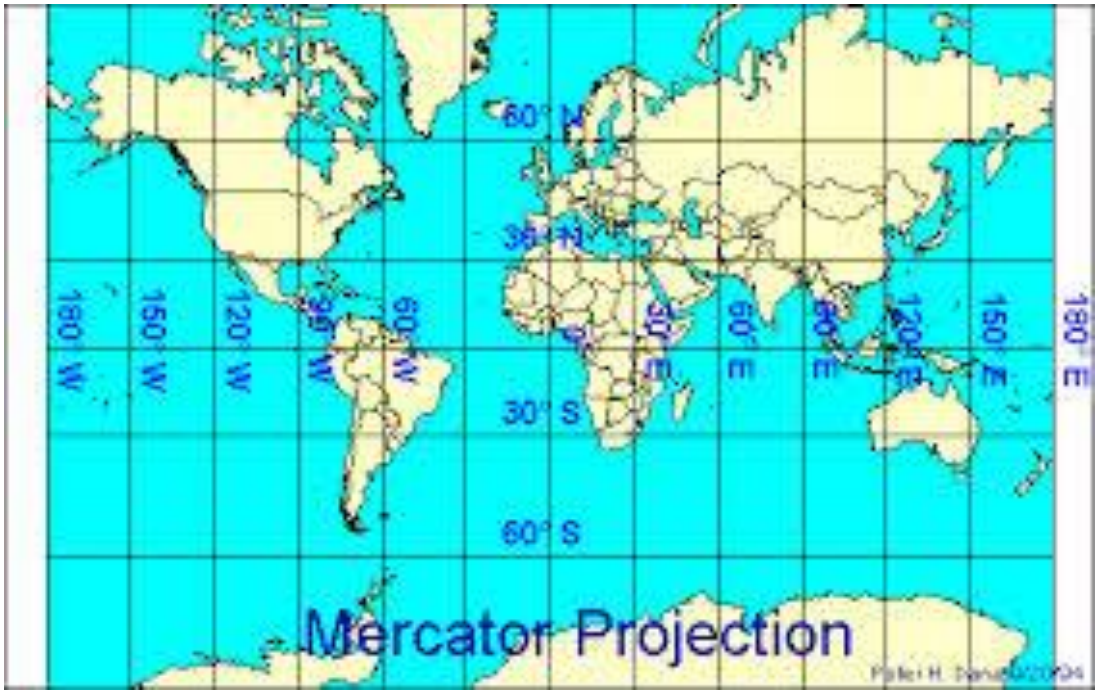




Mercator projection is a cylindrical map projection with a conformal property. The loxodromes in black are straight lines. The great circle lines (orthodromes) in blue are curved.







Video: ..\Video\Why all world maps are wrong.mp4