محاضرة / نظم الاحداثيات ومساقط الخرائط

في بداية المعرفة البشرية ظن الانسان ان الارض هي قرص صلب يطفو فوق سطح الماء الى ان تطور التفكير العلمي وجاء العالم اليوناني فيثاغورث وافترض ان الارض كروية الشكل ،وأيد كلا من الرحالة كولومبوس وماجلان فكرة كروية الارض من خلال رحلاتها الشهيرة بالدوران حول الارض ، وطور العالم الشهير نيوتن عدة مبادئ نظرية علمية ، اهما ان الارض ليست كرة كاملة الاستدارة ولكنه شكل مفلطح قليلا باتجاه القطبين بسبب قوة الجذب الناتجة من دوران الارض حول محورها . وان شكل السطح الطبيعي للارض بما يضمه من قارات ومحيطات وجبال واودية وبحار ليس شكلا سهلا وليس منتظما لكي يمكن التعبير عنه بسهولة .

اولاً : نظام الاحداثيات الجغرافية Geographic coordinate system

هو النظام الذي نستعمله لتحديد موقع اي ظاهرة على سطح الارض ومن خلال استعراض تاريخ الخرائط نلاحظ كيف اضيفت خطوط الطول والعرض والتي استخدمت لتحديد موقع الظواهر المختلفة وبعد ان اكتشفت كروية الارض (حيث اعتقد ان الارض كروية الشكل ولها نصف قطر ثابت) ثم استخدام نظام الدرجات الستينية لأنه يتلائم مع السطح الكروي المنتظم وسمي هذا النظام بـ (نظام الاحداثيات الجغرافي) والاحداثيات هي قيم تمكن من خلالها التعرف على موقع نقطة ما على سطح الارض او على الخريطة .

وتتعدد هذه الانظمة بتعدد السطح المرجعي (سطح الاسناد) الذي يتم تمثيل المواقع عليه فعند اختيار السطح المستوي كسطح مرجعي كالخريطة ستكون احداثياته مستوية اي ذات بعد ثنائي 2D اي ان تحديد اي نقطة على سطح الارض تحتاج احداثيات س و ص (x,y) للتعرف عليها او الطول والعرض ولكن عند استخدام الكرة كسطح مرجعي فهذا يعني اضافة نوع اخر من الاحداثيات هو الارتفاع وبالتالي تكون الاحداثيات ثلاثية الابعاد اي (س،ص،ع) او (x,y,z) وبالتالي تدعى الاحداثية الكروية spherical coordinates.

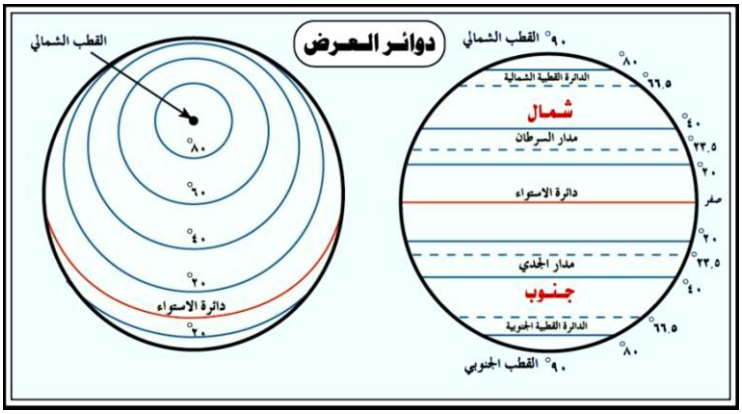
ابتكر العلماء منذ زمن بعيد طرق تمثيل المواقع على سطح الارض (باعتبار ان الارض كروية الشكل) وذلك عن طريق :

١- تحديد الدائرة العظمى (التي تمر بمركز الارض) التي تقع في منتصف المسافة بين القطبين والتي سميت (دائرة الاستواء) .
٢- اعتبار الخط الذي يصل بين القطبين ويمر ببلدة كرينتش هو خط الطول الاساس .
٣- تقسم الدائرة الى ٣٦٠ خط طول ، بحيث تكون قيمة خط الطول الاساس (خط كرينتش) تساوي صفر وتتوزع خطوط الطول الى ١٨٠ خط شرقا و١٨٠ خط غرب خط كرينتش .

٤- قسم خط الطول الاساس الى ١٨٠ قسما متساويا تمر منها دوائر العرض وموزعة الى ٩٠ دائرة شمال دائرة الاستواء و٩٠ دائرة الى جنوب الدائرة الاستوائية .

وعلى هذا الاساس لا يمكننا رسم شبكة خطوط الطول ودوائر العرض على الخريطة بنفس الابعاد والاتجاهات التي على سطح الارض الكروي لتحقيق جميع خصائص الشكل الصحيح التي تتركز في المسافات الصحيحة والاتجاهات الصحيحة والاشكال الصحيحة .

مما سبق يتضح ان النموذج الكروي هو الشكل الصحيح الوحيد الذي يمثل الارض تمثيلا صحيحا وان اي محاولة لتوقيع النموذج الكروي على لوحة مستوية plan سوف يؤدي الى تشويه اما في الشكل او المسافة او في المساحة او في الاتجاه .



واذا كان الامر كذلك فما هي دواعي التحول من الشكل الكروي الصحيح الى المستوى الذي يحدث له تشويه .

في الحقيقة هناك عدة عوامل ادت الى ضرورة هذا التحول وهي :

١- انه الشكل الكروي ليس مناسبا لعمليات القياس والدراسة مثل الخريطة المستوية .
٢- الشكل الكروي محدد الحجم وحتى في حالة تكبيره فانه يصعب استخدامه وتخزينه او التعامل معه (صعوبة حمله او نقله) .
٣- الشكل الكروي لا يظهر التفاصيل الكثيرة او خصائص الظاهرات الجغرافية فهو لا يصل بأي حال من الاحوال الى مستوى الخرائط التفصيلية (الطوبوغرافية) فمثلا لا يمكن للشكل الكروي ان يظهر نظم النقل والمواصلات على مستوى الوحدات الادارية الصغيرة مثل المدن والقرى .

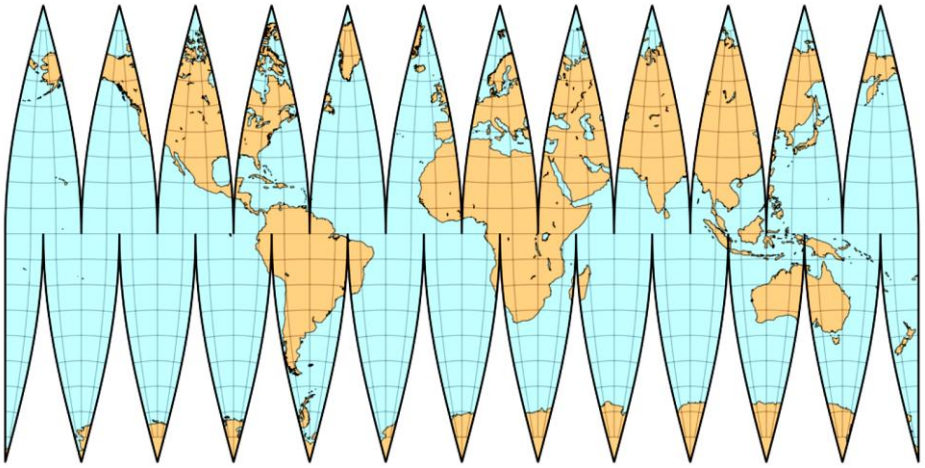
ثانياً : مساقط الخرائط

بعد ان ازدادت الحاجة الى استخدام الخرائط في مختلف المواضيع التي تتعلق بحياة الانسان وكذلك الحاجة الى ادراج الخرائط وتحويلها من السطح الكروي الى السطح المستوي للتمكن من ادخالها في الكتب والمجلدات وقد تمت هذه العملية

منذ اليوم الاول في تاريخ الخرائط ، اذ ان الخرائط القديمة قد رسمت على سطح مستوي ولكن عملية التسقيط هذه لم تتقيد باي نظرية او ضوابط ، بل اهملت كروية الارض لعدم معرفتهم بها في ذلك الزمن ، وبذلك تكون هذه الخرائط غير مفيدة في تحديد مواقع الاجسام او العوارض التي تظهرها ولكن مع اكتشاف كروية الارض وبعد تحيد النظام الجغرافي والذي يستخدم الدرجات ،اصبح بالإمكان رسم خريطة العالم على سطح مستوي من خلال معرفة احداثيات كل نقطة على سطح الارض وتسقيطها على السطح المستوي والذي يتم تقسيمه الى خطوط طول وعرض مشابهه لخطوط الطول والعرض لسطح الارض وكما في الشكل التالي .

وسمي تحويل شكل سطح الارض من الكروي الى المستوي بهذه الطريقة بـ(تسقيط الخرائط MAP PROJECTION) وكانت هذه الطريقة هي اول اسلوب اتبع لتسقيط الخرائط بالاعتماد على الاحداثيات الجغرافية .

(التشويه الذي يصيب العلاقات المكانية بعد تحويلها من الشكل الكروي الى السطح المستوي)

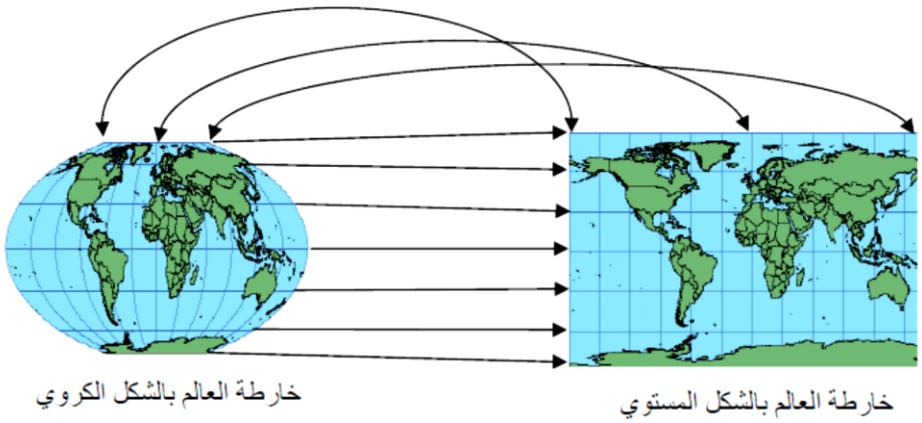


مسقط الخريطة MAP PROJECTION

هو صيغة رياضية لشبكة خطوط الطول ودوائر العرض ، يتم بموجبها تجنب تشويه العلاقات المكانية التي لا يمكن ان يظهرها بشكل صحيح النموذج الكروي .

ويقصد بمسقط الخريطة بانه .. عبارة عن تنظيم شبكة خطوط الطول والعرض بشكل معين بحيث يسمح بتوقيع سطح الارض وظاهراته عليها بسهولة .

كما انه عبارة عن مجموعة النظم الهندسية التي تساعد على تحويل الشكل الكروي البيضاوي للارض الى الشكل المستوي على الخريطة .



فكرة الاسقاط

جرت محاولات لتخفيف من التشويه ، وذلك بابتكار مساقط معدلة ، اتبع في رسمها حسابات خاصة ، بينما المساقط الاصلية رسمت بطرق هندسية ثابتة ، وتعتمد الفكرة الاساسية لرسم المسقط على :

١- نقل او اسقاط شبكة خطوط الطول ودوائر العرض من الشكل الكروي الى اللوحة المستوية (الخريطة) . وذلك بوضع مصدر ضوئي في داخل النموذج الكروي وبذلك تظهر خطوط الطول ودوائر العرض على اللوحة المستوية .

٢- يتحدد نوع المسقط على اساس عدة اسس منها :

ا- **شكل اللوحة**

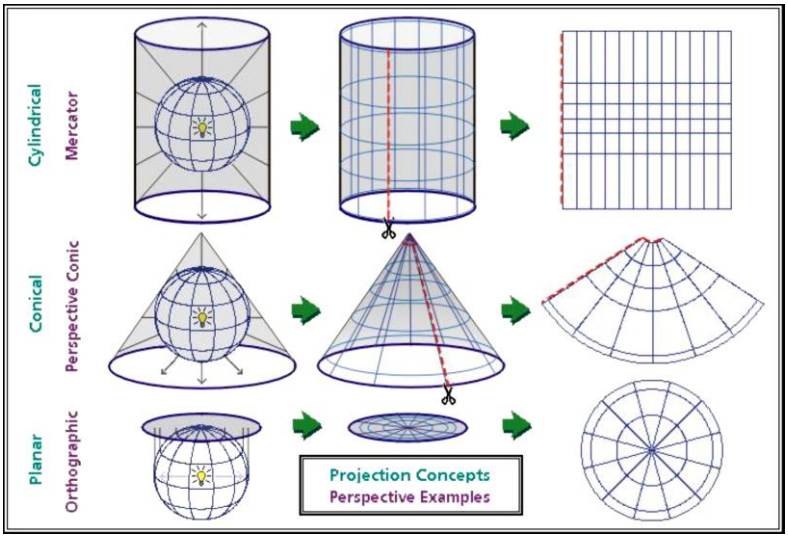
فقد تكون اللوحة على شكل اسطواني (المساقط الاسطوانية) او مخروطي (المساقط المخروطية) او مستوية (المساقط المستوية)

ب- **وضع اللوحة بالنسبة للكرة الارضية**

فقد تكون اللوحة مماسة للكرة عند الدائرة الاستوائية (مسقط استوائي) او عند احد القطبين (مسقط قطبي) تو عند اي دائرة عرض (مسقط منحرف)

جـ - **مكان وجود المنبع الضوئي بالنسبة للكرة الارضية**

فقد يكون في مركز الارض (مسقط مركزي) او على الدائرة الاستوائية (مسقط مجسم) او على بعد يساوي نصف الوتر بين القطب والدائرة الاستوائية (مسقط كروي) او على بعد لا نهائي (مسقط صحيح)

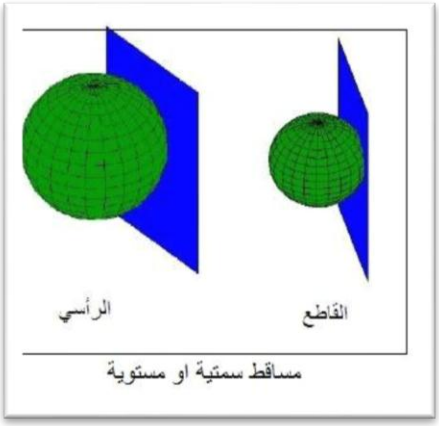


انواع المساقط

يمكن فهم معنى تسقيط الخرائط من خلال وضع مصباح ضوئي داخل كرة زجاجية مجوفة ترسم على غشائها الخارجي خارطة العالم ، وتوضع هذه الكرة داخل لوحة اسطوانية وبعد تشغيل المصباح ، سنلاحظ ظهور خارطة العالم على الجدار الداخلي للوح الاسطواني ، وهذه الظلال هي ما سيتم رسمه على الخريطة طبقاً لموضع المصدر الضوئي (هل هو عند احد القطبين ام عند دائرة الاستواء ام في مكان اخر) فستكون نماذج مختلفة لما سيظهر على اللوحة المستوية ، اي سيكون لدينا عدد من المساقط ، كذلك اذا تغير موضع اللوحة المستوية ذاتها (هل هي عند القطبين ام عند دائرة الاستواء). وبناءً على ذلك توجد عدة انواع من المساقط اهمها :

اولاً : 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.



مساقط سمتية او مستوية

المسقط الاستوائي المركزي:

خصائصه:

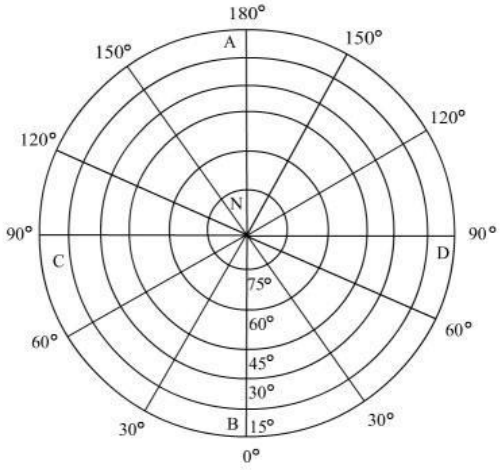
١- المنبع الضوئي عند مركز الكرة .
٢- تظهر دوائر العرض على شكل أقواس تنحني نحو الدائرة الاستوائية كما تتباعد عن بعضها كلما اتجهنا نحو القطبين ، كما تظهر الدائرة الاستوائية على شكل خط مستقيم يتعامد على خط الزوال الأوسط .
٣- تظهر خطوط الزوال مستقيمة ومتوازية وتتباعد عن بعضها كلما اتجهنا شرقا أو غربا عن 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 شرقا أو غربا أو شمالا أو جنوبا عن نقطة التماس حتى أنه لا يظهر منطقة القطب.

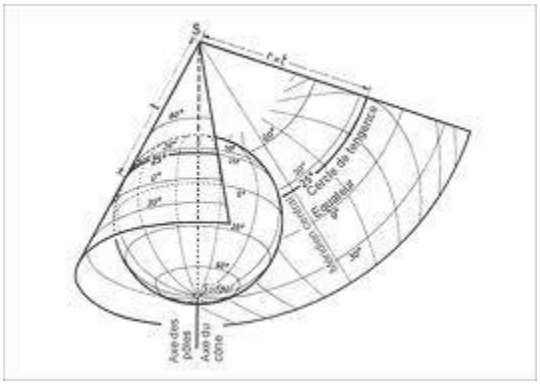
استعمالاته:

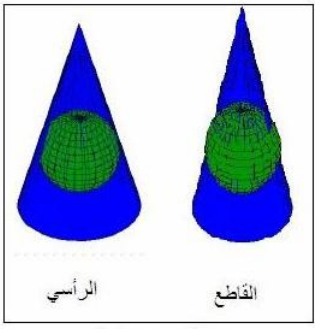
لا يصلح إلا لرسم المناطق التي لا تبتعد عن خط الاستواء بأكثر من ١٥ - ٢٠ شمالا أو جنوبا وبنفس المقدار عن خط الزوال الأوسط شرقا أو غربا ،فهو يصلح لرسم قارة أفريقيا وبخاصة أجزائها الوسطى بينما لا يصلح لرسم قارة آسيا مثلا التي تمتد كثيرا في أطرافها.



ثانياً : المساقط المخروطية Conical Projections

تعتمد فكرة الأسقاط في هذا النوع من المساقط أن تكون اللوحة على شكل مخروط يمسإحدى 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 شمالا وجنوبا .

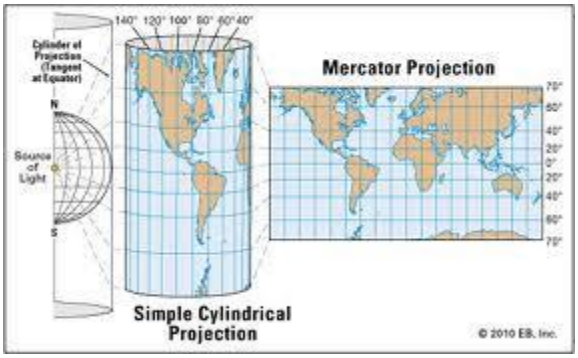




مساقط مخروطية

ثالثاً : 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 نظر ا لتعامد خطوط الزوال على دوائر العرض والتي تظهر على شكل خطوط مستقيمة متوازية متعامدة على بعضها.

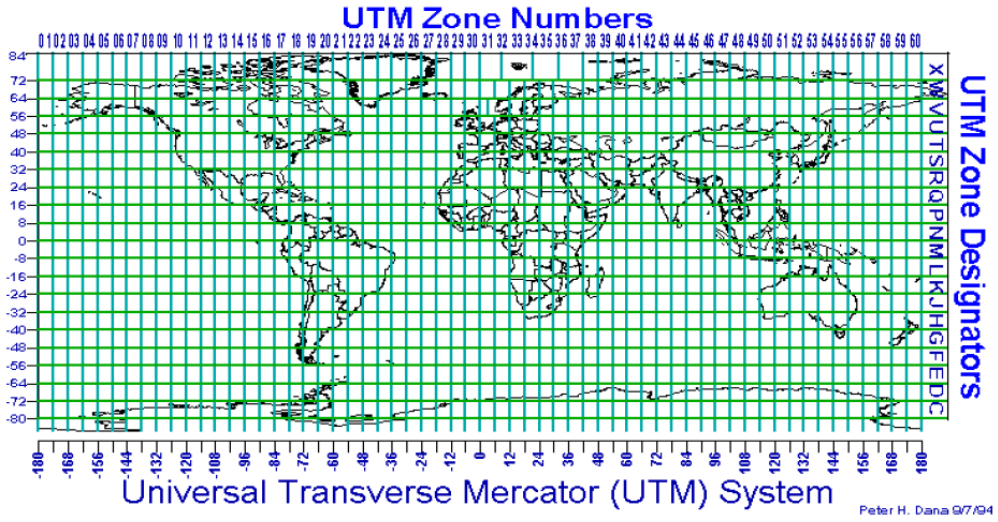


المسقط الاستوائي المركزي (مركيتور)

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 الكروي).

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 شمالا وجنوبا .
٣- لا يظهر القطبان نظرا 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 عرضيا عند دائرة الاستواء التي لا تتعدى ٢٠ شمالا أو جنوبا.

المصادر :-

- بشار كمال بشير ، علم الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية ، جامعة الملك سعود ، الرياض،٢٠١١.
- احمد البدوي محمد الشريعي ، الخرائط الجغرافية ،دار الفكر العربي ، القاهرة ،١٩٩٧.
- جمعة محمد داود ،المدخل الى الخرائط ، مكة المكرمة ، ٢٠١٣.