المحاضرة الرابعة
أنظمة الاحداثيات الجغرافية و التموضع العالمي

Les systèmes de référence et de localisation

Reference and location systems

عناصر المحاضرة

- préface (Preface) مقدمة
- la forme réelle de la terre (the real shape of the earth) الشكل الحقيقي للأرض
- les références (the References) المراجع
- les coordonnées géographiques (the geographical coordinates) الإحداثيات الجغرافية: خطوط الطول ودوائر العرض
- les cordonnées géodésiques et cartésiennes (the geodesic and Cartesian coordinates) الإحداثيات الجيوديسية الكارتيزية أو الفراغية أو الديكارتية
- projection des cartes (map projection) إسقاط الخرائط
- Système mondial de coordonnées Mercator (Mercator Global Coordinate System) نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض العالمي
- détermination des cordonnées par GPS (determination of coordinates by GPS) قياس الإحداثيات بتقنية الجي بي أس

الهدف من المحاضرة

تهدف هذه المحاضرة التقديم الهندسي لفحوى الاحداثيات الأرضية وكل ما يتعلق بها من أنظمة ونظريات، حيث سنتعرض فيها الى أنظمة الاحداثيات وخلفياتها العلمية، ومنطلقاتها النظرية، وكيفية تطبيقها عمليا.

المعارف المكتسبة من المحاضرة

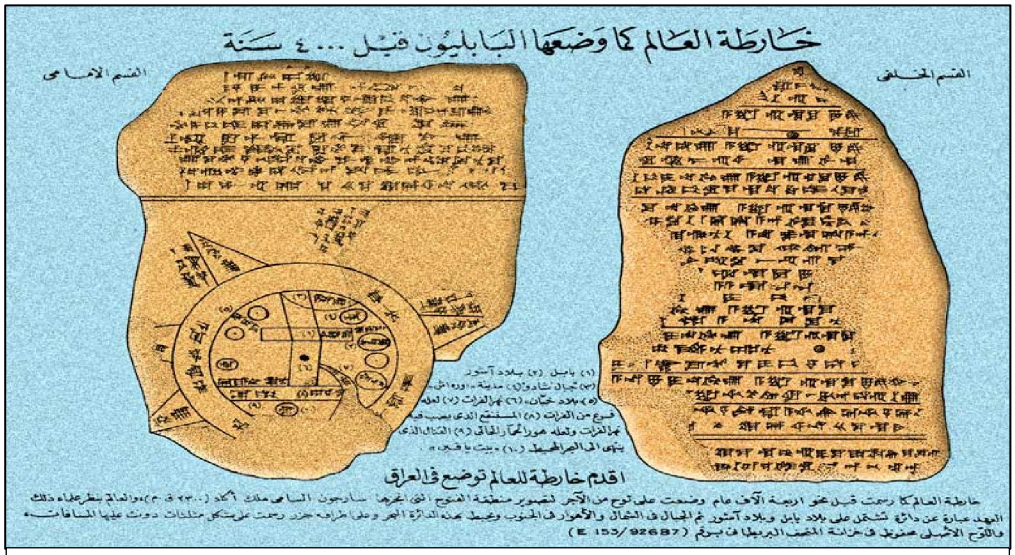
يكتسب الطالب من هذه المحاضرة الكثير من المعارف منها:

- اخذ فكرة أكثر تعمقا وتفصيلا عن شكل الأرض ونظام الاحداثيات.
- يتعرف الطالب علة كيفية التعامل مع الاحداثيات في مجال تخصصه.
- معرفة كيفية الانتقال من نظام احداثيات الى آخر.
- معرفة كيفية استخدام الاحداثيات الجغرافية في حساب الاطوال والمساحات والحجوم.

مقدمة: préface (Preface)

لقد دأب الانسان منذ تواجده على سطح المعمورة على اكتشاف محيطه و التعرف عليه، اذ اهتم منذ القدم بشكل و ابعاد الأرض، فبدأ يضع تصورا لذلك، و يبحث فيه، حتى توصل الى الشكل الحقيقي للأرض، حيث ظن البابليون في العراق قبل أربعة آلاف سنة ان الأرض عبارة عن قرص دائري تتوسطه بلاد بابل و تحيط بها الدول المجاورة في شكل دوائر تخيط بها البحار من كل الجوانب مثل ما تبينه الخريطة رقم 1.

الخريطة رقم : 1



المصدر: مخاضرات في علم الجغرافيا ، MMPW، OMAR .M.SALEH ص2

وورث الاغريق هذه الفكرة عن البابليين حيث افترضوا ان الأرض مستوية تحيط بها البحار من كل جانب مثلما هو مبين في الخريطة رقم: 2.

الخريطة رقم : 2

المصدر: مخاضرات في علم الجغرافيا ، MMPW، OMAR .M.SALEH ص 3

الى غاية القرن الخامس عشر حيث تطورت هذه الفكرة بشكل ملفت، و ذلك بعد ان اثبات كروية الأرض التي أشار اليها العالم اليوناني فيثاغورس Pythagoras في القرن السادس قبل الميلاد ، واكتشاف القارة الأمريكية، كما تشير اليه الخريطة رقم: 3 .

الخريطة رقم : 3

المصدر: مخاضرات في علم الجغرافيا ، MMPW، OMAR .M.SALEH ص 3

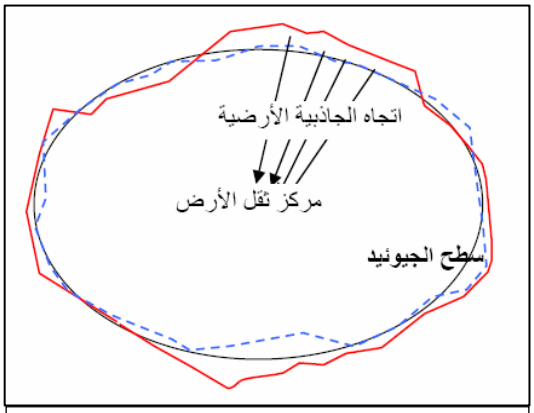
حيث ظهرت في هذه الحقبة الحاجة الى إيجاد نظام لتحديد مواقع الأشياء و المناطق، حيث قسمت الأرض بخطوط طول تبدأ من خط غرينيتش و خطوط عرض تبدأ من خط الاستواء كما هو متعارف عليه اليوم.

الشكل الحقيقي للأرض la forme réelle de la terre (the real shape of the earth)

كما اشرنا اليه في المقدمة فقد كانت فكرة الانسان عن شكل الأرض تعتبرها قرص مسطح تحيط به المياه من كل جهة، الى غاية القرن السادس قبل الميلاد حيث أشار العالم الاغريقي فيتاغورس الى كروية الأرض، و دأب مذ ذاك العلماء على حساب حجم و كتلة هذه الكرة مثل العالم الاغريقي أراتوستين، لكن بقيت هذه الفكرة مجرد افتراض فقط الى غاية القرن الخامس عشر و السادس عشر ميلادي حيث ايد كل من الرحالة كولومبس Columbus و ماجلان Magellan فكرة كروية الأرض من خلال رحلتهما الشهيرة بالدوران حول الأرض. في عام 1687 م طور العالم الشهير نيوتن Newtown عدة مبادئ نظرية علمية و كان أهمها: ان الشكل المتوازن لكتلة مائعة متجانسة خاضعة لقوانين الجذب و تدور حول محورها ليس هو شكل الكرة كاملة الاستدارة لكنه شكل مفلطح قليلا باتجاه القطبين، و في عام 1735 م قامت اكاديمية العلوم الفرنسية بتنظيم بعثتين لإجراء القياسات اللازمة للتأكد من هذه الفرضية، و اثبتت النتائج فعلا ان الأرض مفلطحة و ليست كروية تماما.

بحث العلماء عن شكل افتراضي للأرض يكون اقل تعقيدا فاهتدوا الى فكرة انه طالما ان مساحة المحيطات تشكل 80 ٪ من مساحة الأرض فان شكل الأرض يكاد يكون هو الشكل المتوسط لسطح الماء (اذا اهملنا حركة سطح الماء بسبب المد و الجزر) (Niveau moyen de la mer (Mean Sea Level، و اذا امتد هذا السطح على كل الأرض بما في ذلك اليابسة فانه سيشكل الشكل العام للأرض و هو الأقرب للواقع حيث ثمت تسمية هذا الشكل بالجويد او الجيونيد (Géoïde (Geoid مع العلم ان الفرق بين الجويد و سطح المحيطات هو 1 متر الا ان اغلب التطبيقات الجغرافية تغض النظر عن هذا الفرق. الا ان شكل الجويد يبقى غير منتظم و معقد يصعب تمثيله بكل دقة.

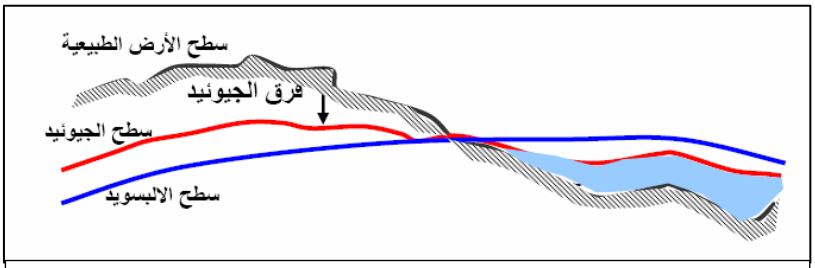
الشكل رقم : 1



المصدر: محمد جمعة داوود، مبادئ علم نظم المعلومات الجغرافية، 2014، ص 56

لكن و لصعوبة تمثيله بمعادلات رياضية اتجه العلماء الى تمثيله بأقرب شكل اليه و هو القطع الناقص ellipse (Ellipse) ،

الشكل رقم : 2 *العلاقة بين الجويد و الالبسويد*



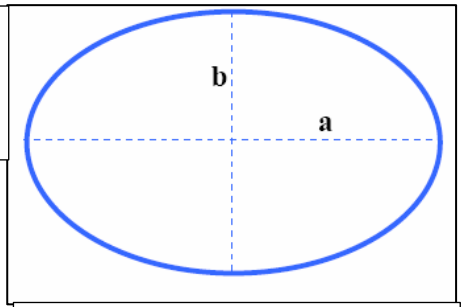
المصدر: محمد جمعة داوود، مبادئ علم نظم المعلومات الجغرافية، 2014، ص 57

المراجع les références (the References)

لكي يمكن تحديد المواقع على سطح الأرض يلزمنا احتيار شكل هندسي منتظم يعبر عن شكل الأرض و هو ما يطلق عليه الشكل المرجعي la forme de référence (Reference surface). احد هذه الأشكال المرجعية يمكن ان يكون شكل الكرة و الذي كان مستخدم لفترة طويلة لتحديد المواقع التي لا تتطلب دقة كبيرة، و رسم الخرائط التي لا يزيد مقياس رسمها عن 1 على مليون و المساحات الصغيرة التي لا تزيد عن 50 كيلومتر مربع.
كما من الممكن اعتبار الشكل المستوي le plan (plane) شكلا مرجعيا.
اما لتحديد المواقع لدقة عالية او رسم الخرائط الدقيقة فان الالبسويد هو الشكل المرجعي المستخدم.

الشكل رقم : 3 *شكل الالبسويد*

F= (a-b)/a
F=1-(b/a)
F : هو معامل التفلطح



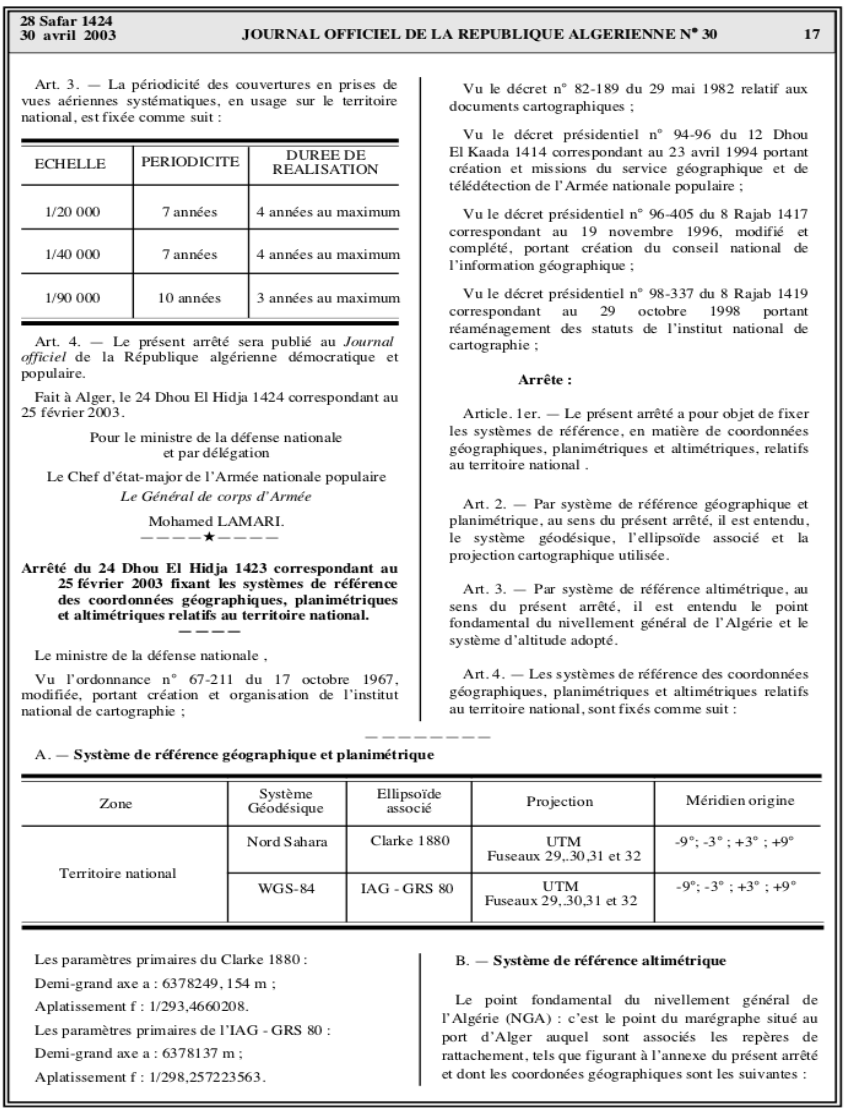
المصدر: محمد جمعة داوود، مبادئ علم نظم المعلومات الجغرافية، 2014، ص 57

طوال القرنين السابقين تعددت محاولات العلماء لإيجاد انسب البسويد اكثر قربا للشكل الحقيقي للأرض، و كلما توفرت قياسات جديدة تم إعادة حساب عناصر الالبسويد (a,b,f) مما أدى الى العديد من نماذج الالبسويد ، و يعرض الجدول التالي بعضا منها:

اسم الالبسويد	نصف المحور الأكبر a بالمتر	نصف المحور الأصغر b بالمتر	الدولة التي تستخدمه
Helmert 1906	6378200	6256818	مصر
Clarke 1866	6378274	6356651	أمريكا الشمالية
Bassel 1841	6377397	6356079	وسط أوروبا
Airy 1830	6377563	6356257	بريطانيا
WGS 72	6378135	6356750	عالمي
WGS 84	6378137	6356752	عالمي

اما الجزائر فتستعمل نظام شمال الصحراء Nord Sahara (North Sahara) والنظام العالمي WGS 84 كما هو مبين في القرار الوزاري المؤرخ في 25 فيفري 2003 و المنشور في الجريدة الرسمية رقم: 30 الصادرة في 30 افريل 2003 .

و يعتبر المرجع الجغرافي لأي دولة عبارة عن البسويد اعيد تموضعه ليتناسب مع موقع تلك الدولة فيصبح يسمى المرجع الجيوديسي الوطني datum national (local datum) .



28 Safar 1424
30 avril 2003 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 30 17

Art. 3. — La périodicité des couvertures en prises de vues aériennes systématiques, en usage sur le territoire national, est fixée comme suit :

ECHELLE	PERIODICITE	DUREE DE REALISATION
1/20 000	7 années	4 années au maximum
1/40 000	7 années	4 années au maximum
1/90 000	10 années	3 années au maximum

Art. 4. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 24 Dhou El Hidja 1424 correspondant au 25 février 2003.

Pour le ministre de la défense nationale
et par délégation
Le Chef d'état-major de l'Armée nationale populaire
Le Général de corps d'Armée
Mohamed LAMARI.

———★———

Arrêté du 24 Dhou El Hidja 1423 correspondant au 25 février 2003 fixant les systèmes de référence des coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques relatifs au territoire national.

———

Le ministre de la défense nationale ,

Vu l'ordonnance n° 67-211 du 17 octobre 1967, modifiée, portant création et organisation de l'institut national de cartographie ;

Vu le décret n° 82-189 du 29 mai 1982 relatif aux documents cartographiques ;

Vu le décret présidentiel n° 94-96 du 12 Dhou El Kaada 1414 correspondant au 23 avril 1994 portant création et missions du service géographique et de télédétection de l'Armée nationale populaire ;

Vu le décret présidentiel n° 96-405 du 8 Rajab 1417 correspondant au 19 novembre 1996, modifié et complété, portant création du conseil national de l'information géographique ;

Vu le décret présidentiel n° 98-337 du 8 Rajab 1419 correspondant au 29 octobre 1998 portant réaménagement des statuts de l'institut national de cartographie ;

Arrête :

Article. 1er. — Le présent arrêté a pour objet de fixer les systèmes de référence, en matière de coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques, relatifs au territoire national .

Art. 2. — Par système de référence géographique et planimétrique, au sens du présent arrêté, il est entendu, le système géodésique, l'ellipsoïde associé et la projection cartographique utilisée.

Art. 3. — Par système de référence altimétrique, au sens du présent arrêté, il est entendu le point fondamental du nivellement général de l'Algérie et le système d'altitude adopté.

Art. 4. — Les systèmes de référence des coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques relatifs au territoire national, sont fixés comme suit :

———————

A. — **Système de référence géographique et planimétrique**

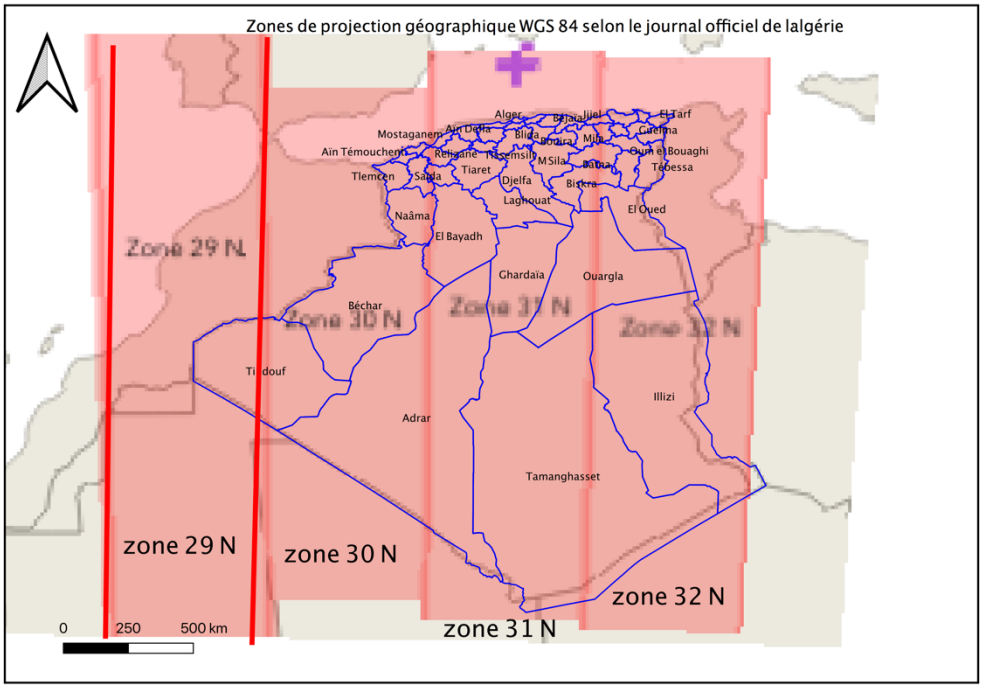
Zone	Système Géodésique	Ellipsoïde associé	Projection	Méridien origine
Territoire national	Nord Sahara	Clarke 1880	UTM Fuseaux 29,.30,31 et 32	-9°; -3° ; +3° ; +9°
	WGS-84	IAG - GRS 80	UTM Fuseaux 29,.30,31 et 32	-9°; -3° ; +3° ; +9°

Les paramètres primaires du Clarke 1880 :
Demi-grand axe a : 6378249, 154 m ;
Aplatissement f : 1/293,4660208.
Les paramètres primaires de l'IAG - GRS 80 :
Demi-grand axe a : 6378137 m ;
Aplatissement f : 1/298,257223563.

B. — **Système de référence altimétrique**

Le point fondamental du nivellement général de l'Algérie (NGA) : c'est le point du marégraphe situé au port d'Alger auquel sont associés les repères de rattachement, tels que figurant à l'annexe du présent arrêté et dont les coordonnées géographiques sont les suivantes :

الشكل رقم : 4 مناطق الاسقاط الجغرافي WGS84 في الجزائر



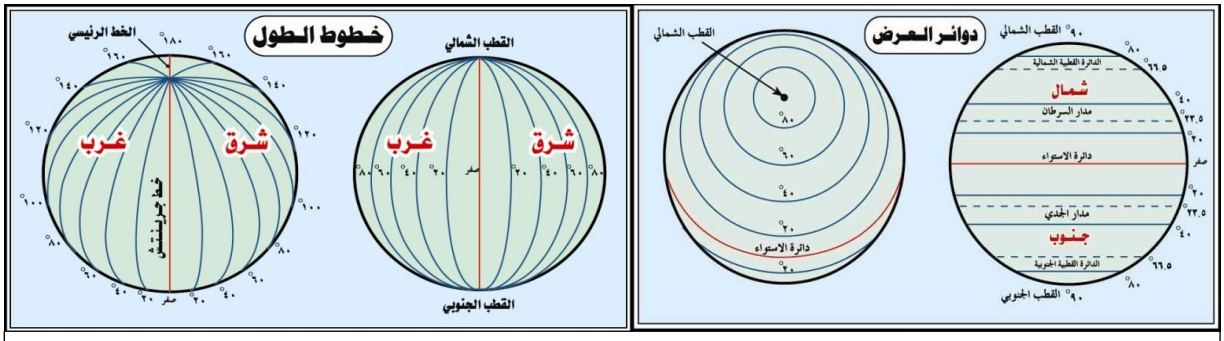
المصدر: من انجاز أستاذ المادة بالاعتماد على الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية

الإحداثيات الجغرافية: خطوط الطول ودوائر العرض les coordonnées géographiques (the geographical coordinates

نظام الاحداثيات هو النظام الذي نستعمله لتقسيم سطح الأرض الى أجزاء افقيا وعموديا، ومن خلال معرفة قياس طول كل جزء بالاتجاهين يتم تحديد موقع كل كائن جغرافي على سطح الأرض.

ثم استخدام نظام الدرجات لأنه يتلاءم السطح الكروي للأرض الذي كان سائدا في البداية، وسمي هذا النظام بنظام الاحداثيات الجغرافي système de coordonnées géographiques (geographic coordinate system) و الذي استخدم الدرجات الستينية التي تلائم السطح الكروي، حيث قسم خط الاستواء الى مائة و ثمانون درجة بالاتجاه الشرقي و مائة و ثمانون أخرى بالاتجاه الغربي انطلاقا من خط الزوال الذي يمر بمدينة غرينويتش بالمملكة المتحدة و سميت خطوط الطول.

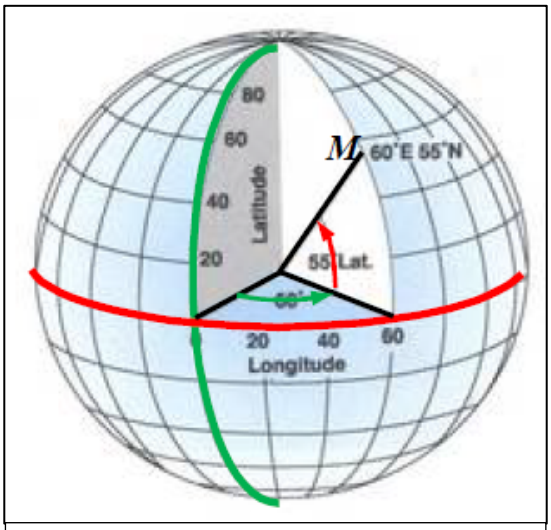
الشكل رقم : 5



المصدر : صورمن محرك البحث قوقل

وقسمت الأرض كذلك بموازاة خط الاستواء و سميت هذه الخطوط خطوط العرض.

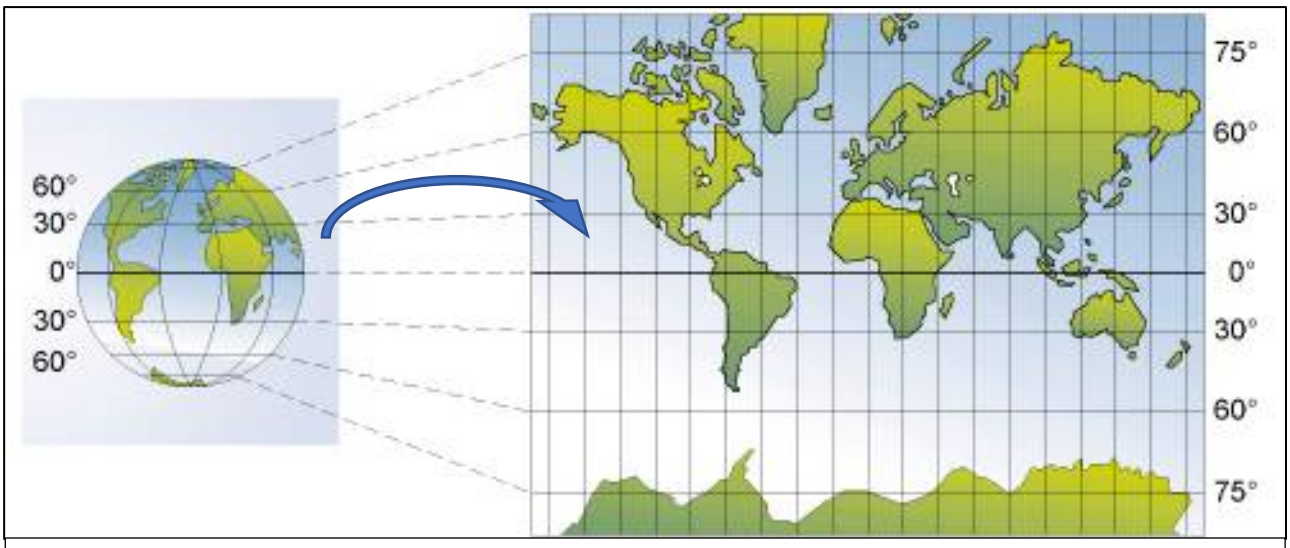
الشكل رقم : 6 كيفية تحديد احداثيات موقع على سطح الأرض



المصدر: محرك البحث قوقل بتصرف أستاذ المادة

و مع تطور العلم و زيادة الحاجة الى استعمال الخرائط اكثر فاكثر، اضطر الانسان الى استخدام خرائط مسقطة على سطح مستوي بدل السطح الكروي الذي كان سائدا، فظهر نظام الاسقاط و معه الاحداثيات الجغرافية المسقطة système de coordonnées projetées (Projected coordinate system) و الذي استخدم المتر كوحدة قياس بدل الدرجة في النظام سابق الذكر.
مما سهل حساب المسافات والأطوال على عكس النظام الأول الذي اقتصر على تحديد المواقع فقط.

الشكل رقم : 7 من الاسقاط الكروي الى الاسقاط المستوي



المصدر: محرك البحث قوقل بتصرف أستاذ المادة

فاذا اردنا حساب المسافة بين نقطتين A (X1,Y1) و النقطة B (X2,Y2) فاننا نستعمل العلاقة التالية :

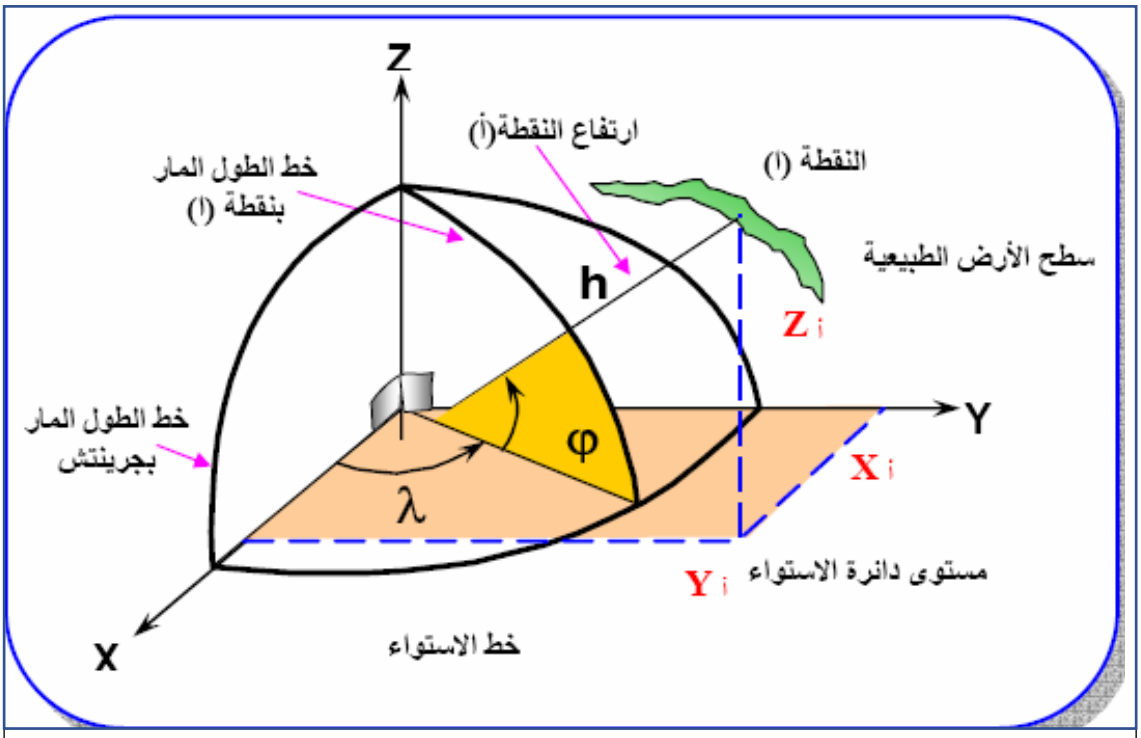
$$\text{Distance} = \sqrt[2]{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}$$

لكن يبقى ناتج هذه المعادلة يفتقر الى الدقة العالية لأن سطح الأرض في الواقع ليس مستويا انما هذا يبقى مجرد افتراض تقريبي فقط، وكلما زادت المسافة المحسوبة كلما زاد الخطأ والعكس صحيح.

الإحداثيات الجيوديسية الكارتيزية أو الفراغية أو الديكارتية les cordonnées géodésiques et cartésiennes (the geodesic and Cartesian coordinates)

يتميز هذا النظام بالوحدة المستعملة فيه التي هي وحدة طولية كالمتر او الكيلومتر بدلا عن الدرجات، مما يجعله أكثر فهما وأسهل استعمالا، و خاصة في حساب الأطوال و المساحات، و قد ابتكره العالم الفرنسي ديكارت في القرن السابع عشر. نقطة الأصل لهذا النظام هي مركز الأرض و محوره الأول X ينشأ من تقاطع مستوى خط الطول المار بغرينيتش مع مستوى دائرة الاستواء، اما محوره الثاني Y هو العمودي على محور X بينما المحور الثالث Z هو محور دوران الأرض و الذي يمر بمركز الأرض و كلا القطبين و يعبر عن موقع كل نقطة في هذا النظام بثلاث احداثيات: X, Y, Z

الشكل رقم : 8 الاحداثيات الديكارتية



المصدر: (داوود م.، صفحة 63)

و يمكن باستعمال العلاقات الرياضية الموالية تحويل الاحداثيات الجغرافية (ϕ,λ,h) الى احداثيات ديكارتية (x,y,z) :

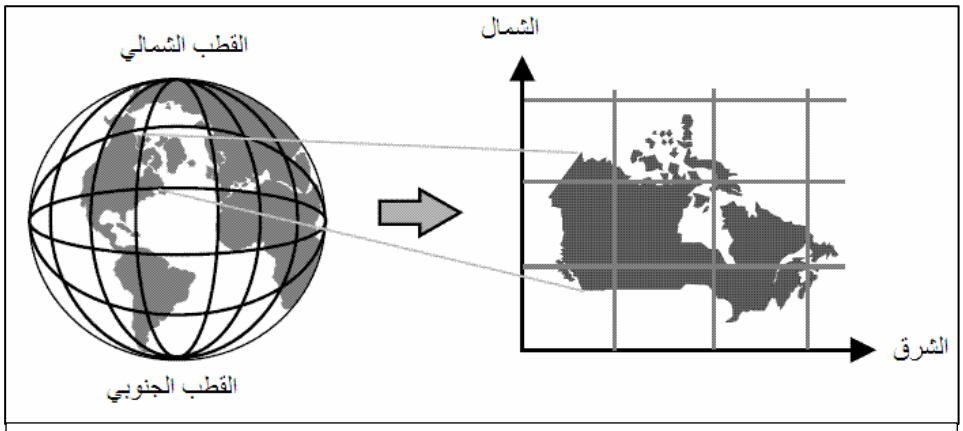
$$X = (c + h)\cos\phi \cdot \cos\lambda$$
$$Y = (c + h)\cos\phi \cdot \sin\lambda$$
$$Z = [h + c\,(1 - e^2)\,]\sin\phi$$

حيث:
C نصف قطر التكور rayon de courbure (radius of curvature).
e المركزية الأولى première excentricité (first eccentricity).

إسقاط الخرائط projection des cartes (map projection)

و هو العملية الرياضية التي تمكننا من تحويل الاحداثيات على مجسم الأرض ـ سواء كان الشكل المرجعي الذي يمثل الأرض هو الكرة او الالبسويد (احداثيات ثلاثية الأبعاد) الى احداثيات ممثلة على سطح مستوي، و هو الخريطة (أي الاحداثيات ثنائية الأبعاد أو احداثيات شبكية). او بمعنى آخر: هو العملية التي تمكننا من تحويل قيم خط الطول و دائرة العرض لموقع ما الى الاحداثي الشرقي و الشمالي المطلوبين لتوقيع هذا الموقع، و يسمى الشكل الناتج عن هذه العملية بالمسقط.

الشكل رقم9 : عملية اسقاط الخرائط



المصدر:نفس المرجع السابق (صفحة 65)

و تخضع أي عملية تحويل من شكل كروي الى شكل مسطح الى ما يسمى بالتشوه و ذلك في جميع طرق التحويل الممكنة، بل تحاول كل طريقة من هذه الطرق ان تحافظ على اكبر نسبة من الخصائص التالية :

- تطابق في المساحات.
- تطابق في المسافات.
- تطابق في الاتجاهات.
- تطابق في الزوايا.
- تطابق في الشكل.

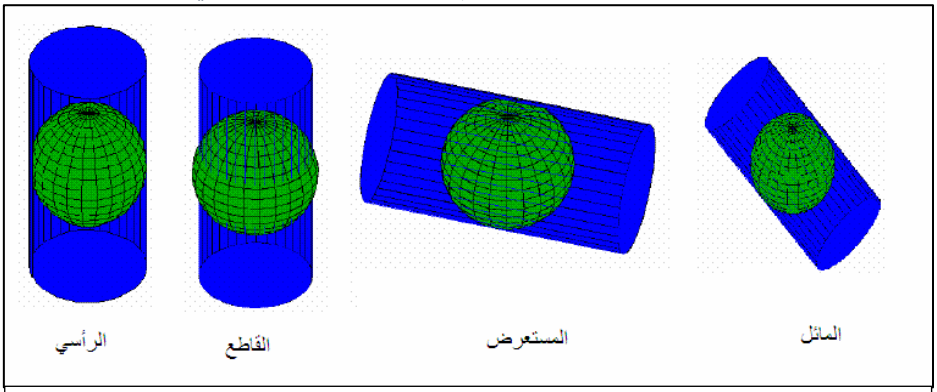
هناك بعض الاسقاطات التي تحافظ على التطابق في المسافات بشكل خاص و تسمى: مساقط المسافات المتساوية projection d'équidistance (Équidistance projection) ، و أنواع أخرى تحافظ على الأشكال و الزوايا معا لكن في مساحات محدودة و تسمى مساقط التماثل projection de conformité (Comformal

Projection) و هي الأقرب للاستعمال في التطبيقات المساحية، و أنواع أخرى تحافظ على المساحات تسمى مساقط المساحات المتساوية (Projrction à zone égale (Equal-Area Projrction).

وتنقسم مساقط الخرائط الى أربعة اقسام رئيسية هي:

1. المساقط الاسطوانية projection cylindrique (cylindrical projection) : و هي عبارة عن اسقاط سطح الأرض على أسطوانة محيطة بالأرض، اما تلامسها راسيا او تقطعها او تمسها عرضيا او بصورة مائلة.

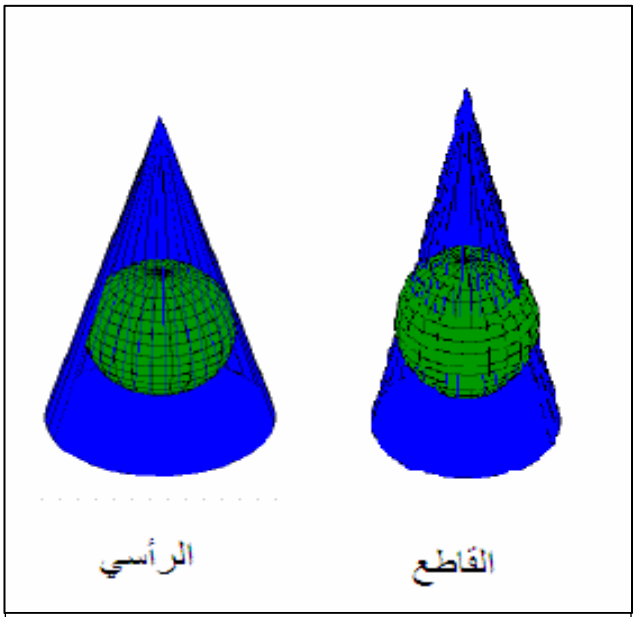
الشكل رقم : 10 الاسقاط الاسطواني



المصدر:نفس المرجع السابق (صفحة 66)

2. المساقط المخروطية projection conique (conical projection) : و تنشأ من اسقاط سطح الأرض على مخروط و الذي يلامس الأرض رأسيا او يقطعها.

الشكل رقم : 11 الاسقاط المخروطي

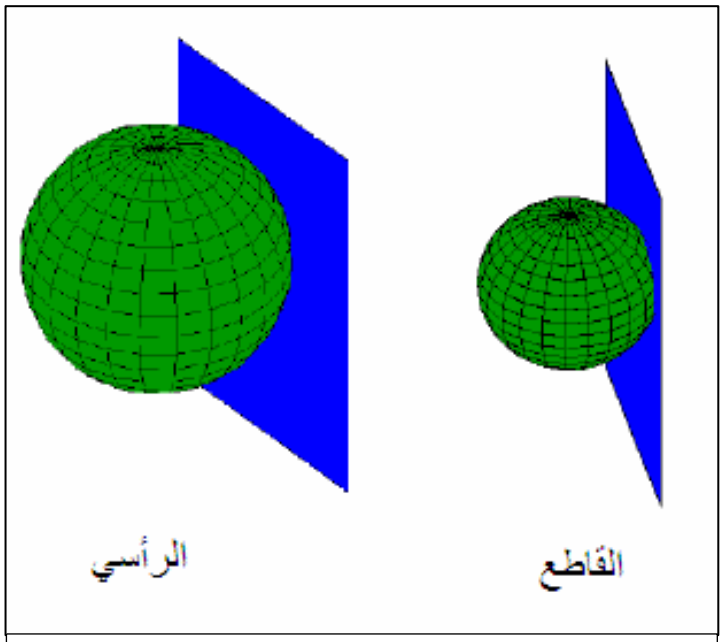


المصدر:نفس المرجع السابق (صفحة 66)

3. المساقط السمتية او المستوية او الاتجاهية (azimuthal projection) projection azimutale :

و تنشأ من اسقاط سطح الأرض على مستوي و الذي اما يلامس الأرض رأسيا عند نقطة محددة او يقطعها في دائرة.

الشكل رقم12 : الاسقاط السمتي



المصدر:نفس المرجع السابق (صفحة 66)

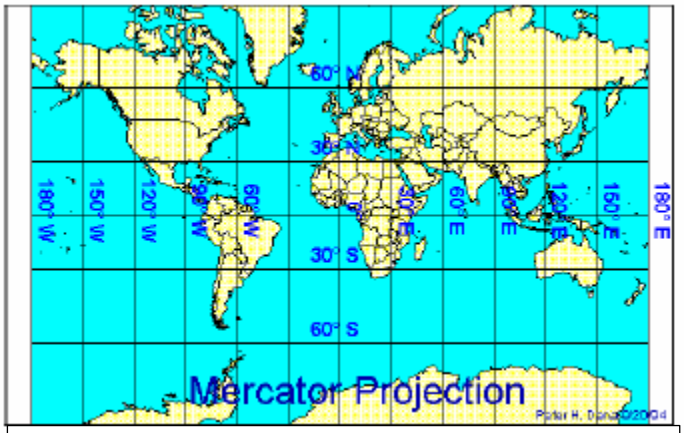
4. مساقط أخرى خاصة:

غالبا ما يلعب شكل المنطقة الجغرافية المطلوب اسقاطها دورا مهما في تحديد طريقة الاسقاط، فكمثال نختار اسقاط سمتي إذا كان شكل المنطقة شبه دائري وطريقة اسقاط اسطواني في حالة المناطق شبه المستطيلة و طريقة اسقاط مخروطي للمناطق شبه المثلثية.

و في هذه العجالة سنتطرق الى نماذج الاسقاط الشهيرة:

- مسقط ميريكاتور (merecator projection) projection de Merecator: و هو عبارة عن مسقط اسطواني يحقق شرط ان خطوط الطول و دوائر العرض تتقاطع في زوايا قائمة تماما، يكون المقياس صحيحا عند دائرة الاستواء او عند دائرتي عرض قياسيتين على مسافات متساوية من الاستواء، غالبا يستخدم هذا المسقط في الخرائط البحرية.
-

الخريطة رقم : 4مسقط ميريكاتور



المصدر: نفس المرجع السابق ص 67

- مسقط ميريكاتور المستعرض projection transversale de Merecator (transversal Merecator projection) :

ينتج هذا المسقط من اسقاط الأرض على أسطوانة تمسها عند خط طول مركزي Meridian central (central Meridian). وغالبا يستخدم هذا المسقط للمناطق التي تمتد في اتجاه شمال جنوب أكبر من امتدادها في اتجاه شرق غرب. ويزداد التشوه (في المقياس والمسافة والمساحة) كلما ابتعدنا عن خط الطول المركزي، ولذلك نلجأ الى فكرة الشرائح عند استعمال هذا النوع من الاسقاط، حيث يكون عرض الشريحة الواحدة (في اتجاه الشرق) ثلاث او أربع درجات من خطوط الطول بحيث لا يكون مقدار التشوه كبيرا عند أطراف الشريحة التي يقع خط طولها المركزي في منتصفها.

مسقط ميريكاتور المستعرض مستخدم في خرائط الكثير من دول العالم مثل : مصر ، الجزائر، بريطانيا ...

نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض العالمي Système mondial de coordonnées Mercator (Mercator Global Coordinate System)

سنتعرض لهذا الاسقاط لأنه يعتبر اشهر أنواع المساقط المستعملة في رسم الخرائط في العالم، و يرمز له اختصارا بالحروف اللاتينية التالية: U T M. كما زادت أهميته في السنوات الأخيرة بسبب انه أحد المساقط المستعملة في الأجهزة التقنية للنظام العالمي لتحديد المواقع GPS.

- يعتمد هذا المسقط على إيجاد طريقة لسرم خرائط العالم كله وذلك عن طريق تقسيم الأرض الى 60 شريحة (او منطقة) كلا منها يغطي 6 درجات من خطوط الطول بحيث يكون لكل شريحة مسقط UTM له خط طول مركزي يقع في مركز هذه الشريحة.
- تمتد شرائح هذا المسقط من دائرة العرض °80 جنوبا الى دائرة العرض °84 شمالا.
- ترقم الشرائح من رقم 1 الى رقم 60 بدأ من خط الطول °180 غربا، بحيث تمتد الشريحة الأولى من °180 غربا الى °174 غربا و يكون خط طولها المركزي عند °177 غربا.
- تقسم كل شريحة طولية الى مربعات كل °8 من دوائر العرض.
- يكون هناك حرف خاص (كاسم) لكل مربع من هذه المربعات، و تبدأ الحروف من حرف C جنوبا الى حرف X شمالا مع استبعاد حرفي I و O لقربي الشبه بينهما و بين بعض الأرقام.

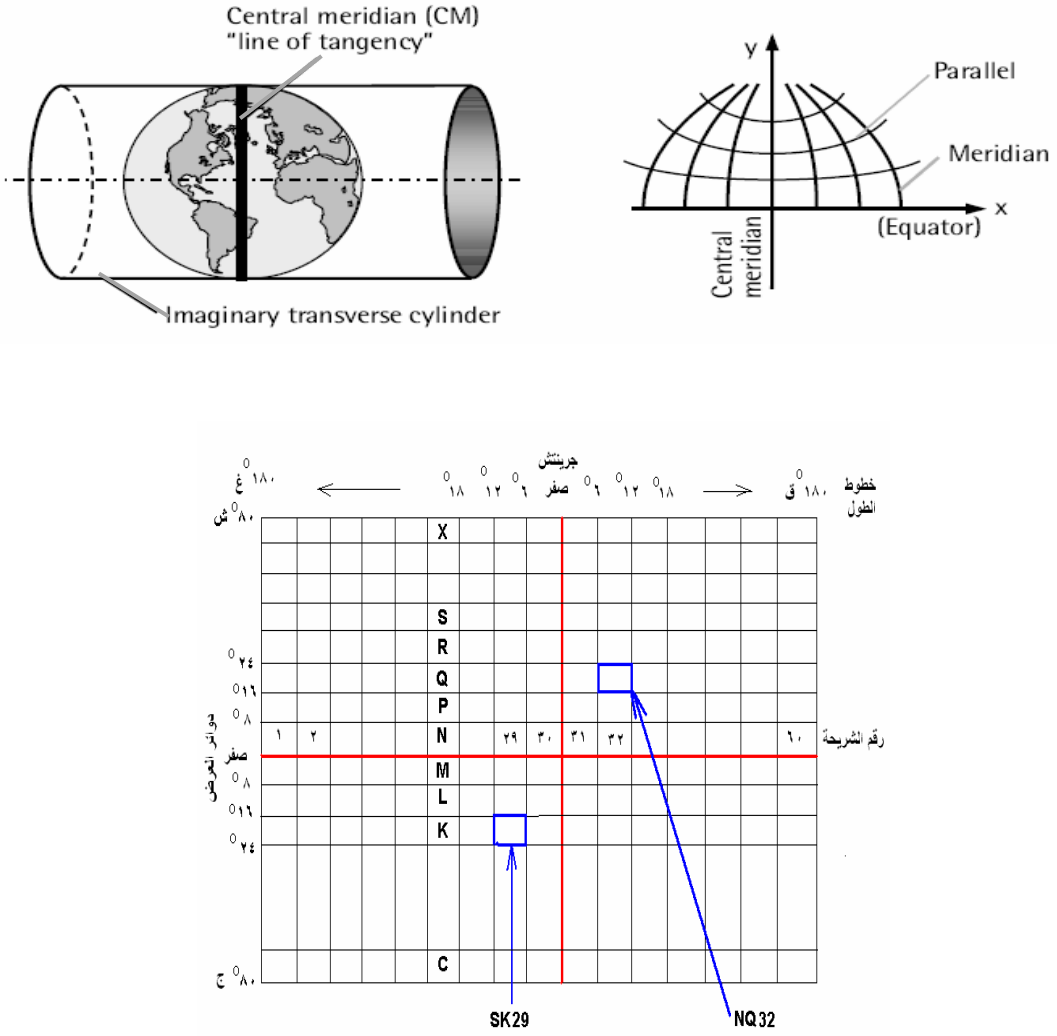
الشكل رقم : 13 ترميز الشرائح

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	2	3	4	5	6	-	7	8	9	10	11	-	12	13	14	15	16

المصدر: نفس المرجع السابق ص 68

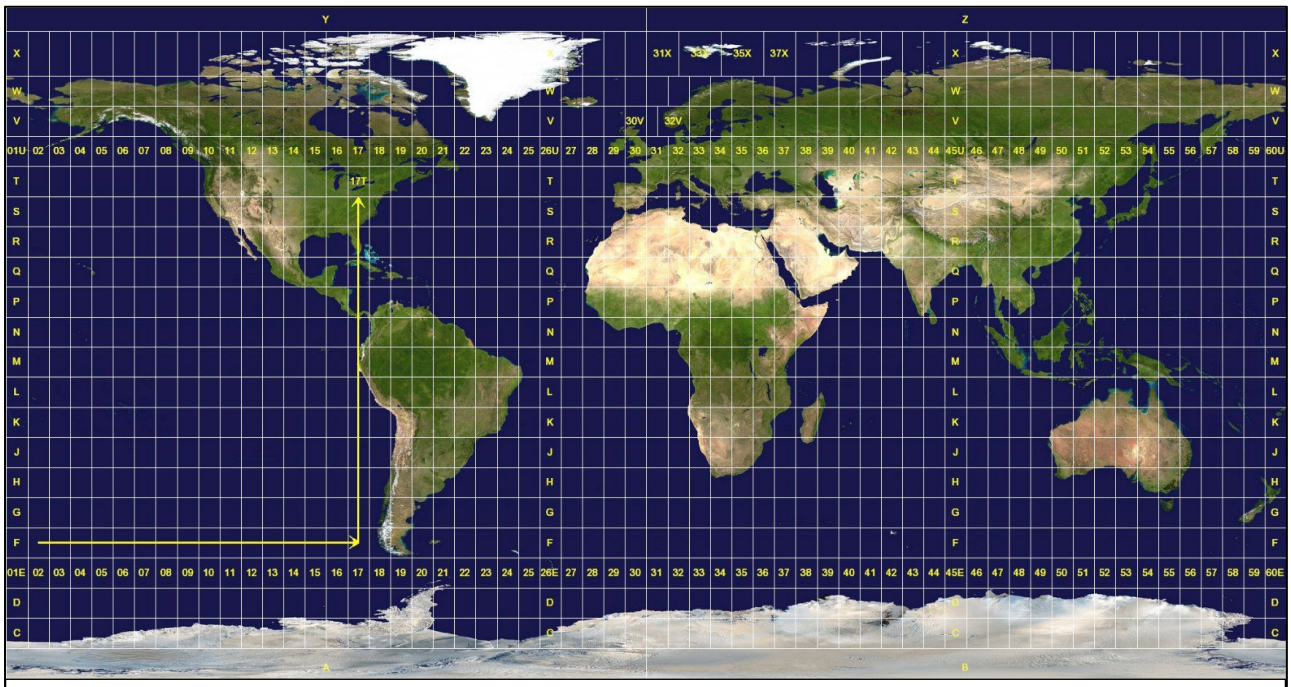
- يكون معامل المقياس مساويا 0,9996 عند خط الطول المركزي، بحيث مع ازدياد التشوه كلما ابتعدنا عن خط الطول المركزي فان اقصى قيمة لمعامل المقياس عند اطراف الشريحة ستكون 1,00097 عند خط الاستواء او 1,00029 عند دائرة عرض °45 ش.

الشكل رقم : 14مسقط ميريكاتور المستعرض



المصدر: نفس المرجع السابق ص 69

الشكل رقم : 15 مسقط ميريكاتور المستعرض (المناطق)

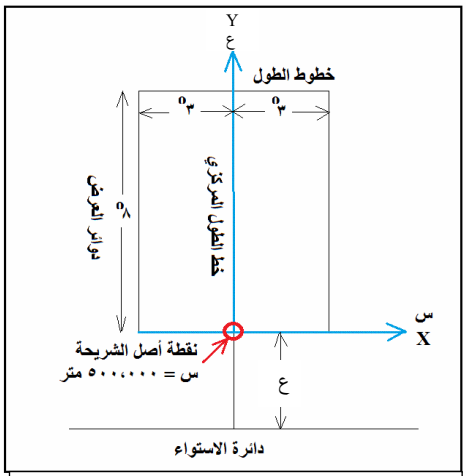


المصدر : محرك البحث قوقل

و يتكون نظام الاحداثيات المسقطة في UTM من:

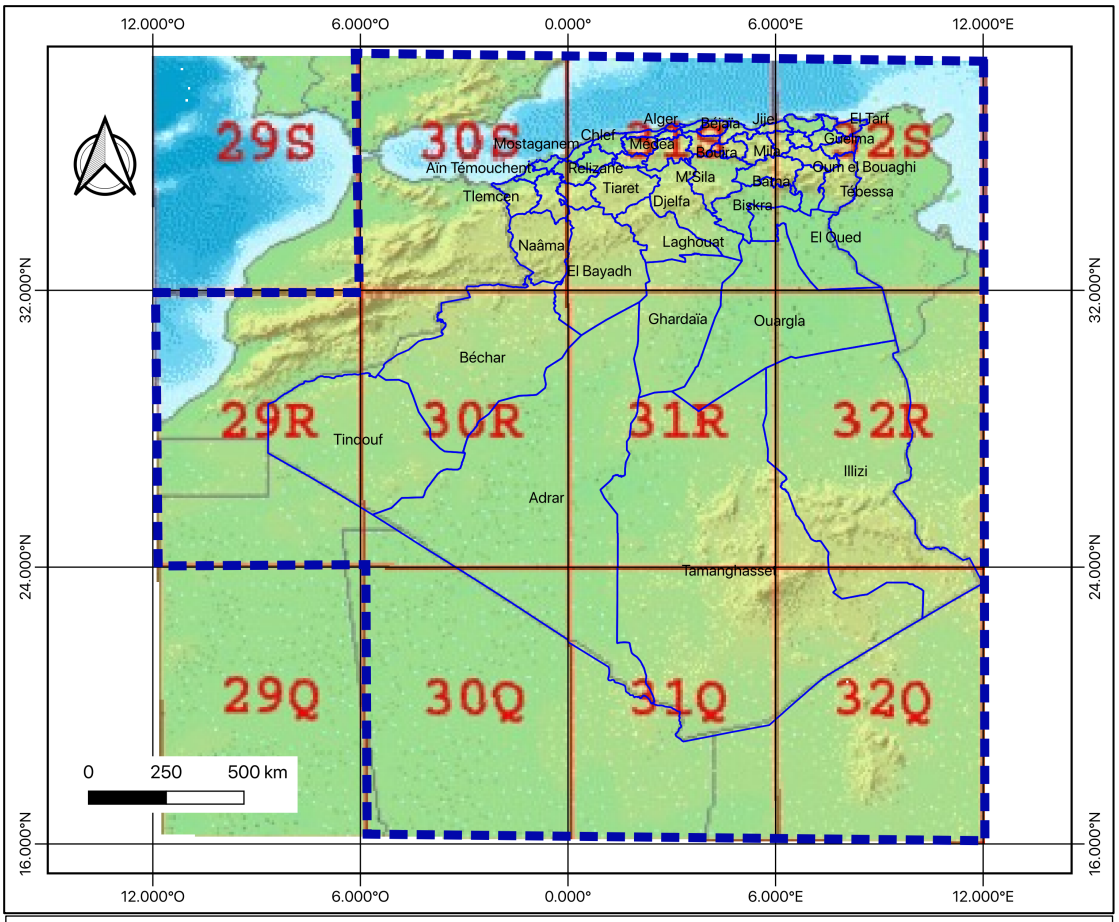
- نقطة الأصل (صفر،صفر) للشريحة التي تقع في تقاطع خط الطول المركزي للشريحة مع دائرة الاستواء.
- الاحداثيات السينية X في اتجاه الشرق.
- الاحداثيات العينية Y في اتجاه الشمال.
- تعطى قيمة احداثيا سينية X زائفة لنقطة الأصل تقدر بـ : 500000 متر (لذلك فان الاحداثي السيني لا يزيد عن 6خانات.
- لا نعطى اية قيمة للإحداثيات العينية Y لنقطة الأصل، أي ان قيمة الصفر في اتجاه الشمال تكون بالفعل عتد دائرة الاستواء (و بذلك فان الاحداثي العيني قد يصل الى 7 خانات)

الشكل رقم : 16 شرائح مسقط ميريكاتور المستعرض العالمي



المصدر : محمد جمعة داوود ص 70

الخريطة رقم : 5 شرائح مسقط UTM للجزائر



المصدر: من انجاز أستاذ المادة باستعمال Qgis 3.16 version mac os

قياس الإحداثيات بتقنية الجي بي أس détermination des cordonnées par GPS (determining of coordinate by GPS)

في عام 1969م قامت وزارة الدفاع الأمريكية بإنشاء برنامج تحت اسم البرنامج العسكري للملاحة بالأقمار الصناعية، ويهدف لإطلاق نظام ملاحي جديد.
و بالفعل تم اقتراح تقنية جديدة تخت اسم النظام العالمي الملاحي لتحديد المواقع بقياس المسافة و الزمن باستخدام الأقمار الصناعية، الا انه عرف بعد ذلك على نطاق جد واسع بالنظام العالمي لتحديد المواقع اختصارا جي بي اس GPS، و قد اشتملت هذه التقنية على العديد من المميزات التي ساعدت على انتشارها عبر العالم بصورة لم يسبق لها مثيل:

- متاح طوال 24 ساعة يوميا وعلى مدار السنة.
- يغطي جميع انحاء العالم.
- لا يتأثر بأية ظروف مناخية اطلاقا.
- الدقة العالية في تحديد المواقع تصل الى مليمترات.
- تدني الكلفة الاقتصادية حيث توفر هذه التقنية تخفيض يصل الى 25٪ مقارنة بالأنظمة الملاحية الأخرى.
- لا يحتاج الى خبرة تقنية متخصصة لتشغيل أجهزة الاستقبال.

ويتكون نظام جي بي اس من ثلاثة اقسام هي:

- قسم الفضاء او الأقمار الصناعية:

يتكون قسم الفضاء من 24 قمرا صناعيا (21 قمر عامل و3 احتياطية موجودة في الفضاء) موزعة في ست مدارات على نحو أربعة أقمار في كل مدار مما يسمح بالتغطية الدائمة لكل موقع على سطح الأرض.

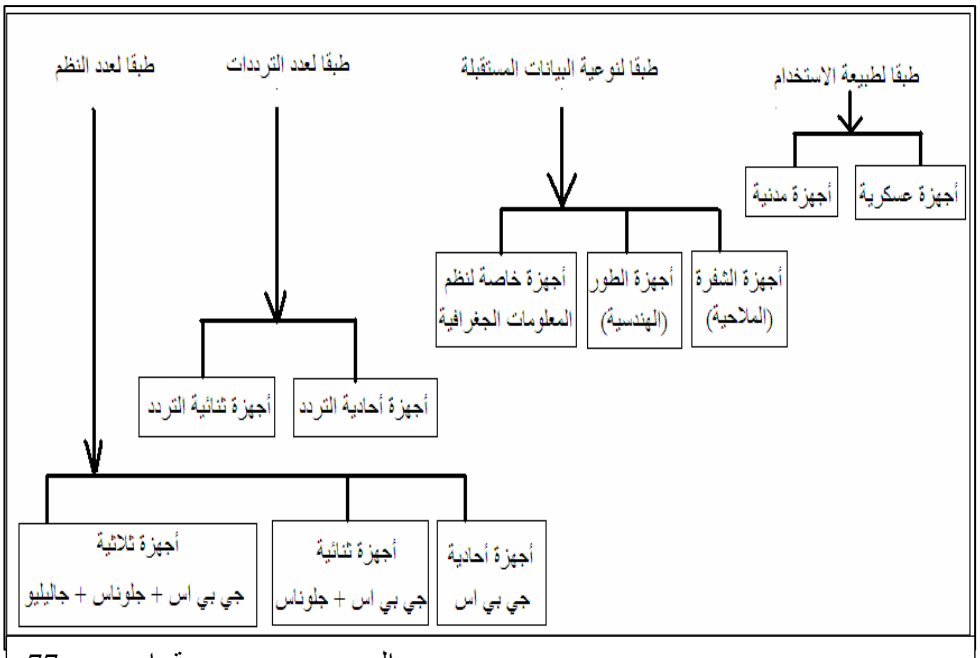
- قسم التحكم والمراقبة:

يتكون هذا القسم من محطة التحكم الرئيسية في ولاية كولورادو الامريكية وأربعة محطات مراقبة في عدة مواقع عبر العالم، تستقبل هذه المحطات كل إشارات الأقمار الصناعية وتحسب منها المسافات لكل الأقمار المرصودة وترسل هذه المعطيات بالإضافة الى قياسات الأحوال الجوية الى محطة التحكم الرئيسية التي تستخدم هذه البيانات في حساب المواقع اللاحقة للأقمار وارسال التصحيحات اللازمة، تقوم هذه المحطة بتصحيح مسارات وساعات كل الأقمار وارسالها كل 24 ساعة.

- قسم المستقبلات الأرضية:

و يتمثل هذا القسم في أجهزة استقبال الجي بي اس الأرضية التي تستخدم من طرف المستعملين على سطح الأرض، حيث ان هناك العديد من أنواعها مصنفة حسب عدة ضوابط نذكرها في الشكل الموالي.

الشكل رقم : 17تصنيف اجهزة الجي بي اس



المصدر : محمد جمعة داوود ص 77

الشكل رقم : 18 بعض اجهزة الجي بي اس

المصدر : نفس المرجع السابق ص 77

المراجع:

- Dawod, Gomaa M., 2014, Principles of GIS Science (in Arabic), Holy Makkah, Saudi Arabia.
- المهندس أحمد صالح ألشمري ، نظم المعلومات الجغرافية من البداية، الطبعة الأولى 2007، IRAQ GIS TEAM
- بعض المراجع غير المحددة المصدر.