الفصل الرابع
تعيين الموقع على الخارطة

الفصل الرابع
تعيين الموقع على الخارطة

أولا: تعيين الموقع على الخارطة باستخدام المساقط :

إن تمثيل شكل سطح الأرض على الخرائط هو ترسيم المظاهر الطوبوغرافية الطبيعية والصناعية على لوحة الخريطة وانتخاب المقياس و الإشارات المناسبة للتعبير عن إبعادها وإشكالها. ولقد وجد إن تمثيل سطح الأرض على الخرائط الصغيرة المقياس(1 : 1000000) لا يكون حقيقيا ، ذلك لان عالم الخرائط ينتخب فقط عددا من العوارض الطوبغرافية وكذلك بعض تفاصيلها المهمة و يمثلها برموز بسيطة ، مهملا التفاصيل الثانوية والعوارض الطوبغرافية مع تفاصيلها ضمن ذلك المقياس الصغير ، لأنها سوف تتشابك وتبدو الخريطة عندئذ معقدة الشكل ، وهكذا يلجأ علماء الخرائط إلى عملية التلخيص عند تعيين المواقع على الخارطة[1].

واعتمد سميلز عام 1953 في تعيين الموقع بدقة باستخدام خطوط الطول ودوائر العرض، والبعد والاتجاه من نقاط أخرى سبق تعيينها[2] .

كما اخذ رايسز بالحسبان عام 1962 تأثير الشكل الكروي للأرض في تعيين الموقع ، إذ يرى انه يستحيل مع هذا الشكل تسطيح سطح الأرض بدون مط او تمزيق ، ولتقريب ذلك يعين الموقع برسم خطوط الطول ودوائر العرض بشكل شبكة ذات مقياس معلوم .

وأورد مجموعة من المساقط التي تستخدم هذه الشبكة في تعيين الموقع منها مسقط مركيتور، إذ يتم عن طريقه اختيار دائرة عرض قرب مركز المساحة للخريطة وتوضع دوائر أفقية أخرى وتقسم بصورة متساوية ، ثم ترسم خطوط الطول العمودية على دوائر العرض وتقسم تقسيماً حقيقياً على المقياس ، وبرسم دوائر العرض الأفقية في نصف الكرة الشمالي والجنوبي تعين مواقع المدن والمقاطعات [3].

---

(1) هاشم محمد يحيى المصرف ، مصدر سابق ، ص 49.

(2) A.E.Smalles, The Geography of Towns, 5th.ed., Hutchlson, London , 1968, , P.40.

(3) E.Roisz , Principles of Cartography , Op.Cit , PP.166-169.

أما برج فقد اعتمد على مستوى سطح البحر في تعيين الموقع بحسب الارتفاع ، ويرى انه قبل تعيين المرتفعات والمنخفضات على الخارطة يجب تحديد ارتفاعها ، وان أي نقطة لا يمكن تعيينها إلا بالمقارنة مع نقطة أخرى أو خط أو سطح كمرجع ، واعتقد أن أكثر السطوح أهمية هو مستوى سطح البحر، ويعده مرجعاً جيداً يمكن من خلاله ان تؤخذ جميع قياسات الارتفاعات الأخرى[1]، وقد أدى شكل الأرض الكروي إلى صعوبة تعيين شكل الموقع واتجاهه على الخارطة باستخدام مسقط واحد، فمثلاً عند تعيين موقع في منطقة الاستواء يكون احد المساقط الاسطوانية اختياراً ملائماً، في حين لا يكون هذا المسقط ملائماً عند تمثيل منطقة تقع بين الاستواء والقطب، بل يفضل استخدام احد المساقط المخروطية الذي يتلاءم مع الموقع[2]، وهكذا حال تعيين باقي المواقع على وجه الأرض.

ولكي يتم استخدام المساقط في رسم الخرائط فقد استخدم نظام الاسقاط وهو النظام الذي نستعمله لتقسيم سطح الأرض إلى أجزاء أفقيا وعموديا ومن خلال معرفة قياس طول كل جزء بالاتجاهين يتم تحديد موقع كل جسم على سطح الأرض، وقد استخدمت خطوط الطول والعرض لتحديد موقع أي نقطة على الخريطة .

وبعد أن اكتشفت كروية الأرض (حيث اعتقد إن الأرض تأخذ شكل الكروية ولها نصف قطر ثابت) تم استخدام نظام الدرجات لأنه يتلاءم مع السطح الكروي المنتظم وسمي هذا النظام بنظام الإحداثيات الجغرافي (Geographic Coordinate System) والذي استخدم الدرجات الستينية والتي تلاءم السطح الكروي ، حيث قسم خط الاستواء إلى مائة وثمانون درجة بالاتجاه الشرقي من خط الزوال ومائة وثمانون درجة بالاتجاه الغربي من خط الزوال وبهذا إذا أردنا تحديد موقع نقطة من خط الزوال نحدد عدد الدرجات وكذلك الاتجاه فإذا كان إلى الشرق من خط الزوال نلحق عدد الدرجات بالحرف E إشارة إلى الكلمة East أي شرق ،أما إذا كان إلى الغرب فنلحق الرقم بالحرف W إشارة للكلمة Westأي الغرب.أما خط الطول فقد قسم إلى تسعون درجة إلى الشمال من خط الاستواء وتسعون درجة إلى الجنوب من خط الاستواء .

---

(4) T.W.Birch , Op.Cit , P.76.

(2) خضر العبادي ، الكارتوكرافي : مساقط الخرائط ، 1981، مصدر سابق ، ص366.

وبعد أن ازدادت الحاجة إلى استخدام الخرائط في مختلف المواضيع التي تتعلق بحياة الإنسان وكذلك الحاجة إلى إدراج الخرائط في الكتب لإيصال المعلومات بشكل أوضح وأسهل من الكلمات بدأ الإنسان يهتم إلى تقسيط الخرائط من سطح الأرض الكروي إلى السطح المستوي للتمكن من إدخالها في الكتب والمجلدات وقد تمت هذه العملية منذ اليوم الأول في تأريخ الخرائط كما نذكر حيث أن كل الخرائط القديمة رسمت على سطح مستوي ولكن عملية التسقيط هذه لم تتقيد بأي نظرية ،كما سندرسها في الموضوع التالي، بل أهملت كروية الأرض، لعدم معرفتهم بها في ذلك الزمن، وبذلك تكون هذه الخرائط غير مفيدة في تحديد مواقع الأجسام على التي تظهرها ولكن مع اكتشاف كروية الأرض وبعد تحديد النظام الجغرافي والذي يستخدم الدرجات أصبح بالإمكان رسم خارطة العالم على سطح مستوي من خلال معرفة إحداثيات كل نقطة على سطح الأرض و تسقيطها على السطح المستوي والذي يتم تقسيمه إلى خطوط طول وعرض مشابهة لخطوط الطول والعرض لسطح الأرض ، وسمي تحويل شكل سطح الأرض من الكروي إلى المستوي بهذه الطريقة تسقيط الخرائط وكانت هذه الطريقة هي أول أسلوب اتبع لتسقيط الخرائط بالاعتماد على الإحداثيات الجغرافية [1].

ثانيا : أنواع مساقط الخرائط :

يعرف المسقط بأنه عملية رسم شبكة خطوط الطول والعرض على سطح مستوي ، وهو النظام الذي يحدد العلاقة بين موقع نقطة ما على سطح الارض الكروية وموقعها على الخارطة[2]، ولتحقيق ذلك لابد إن يتم تحويل خصائص الشكل الكروي المتمثلة بالمسافات الصحيحة والمساحات الصحيحة والاتجاهات الصحيحة والإشكال الصحيحة إلى شكل مستوى [3] .

ويمكن فهم معنى تسقيط الخرائط من خلال تخيل وضع مصباح ضوئي داخل كرة زجاجية مجوفة ترسم على غشائها الخارجي خارطة العالم وتوضع هذه الكرة داخل لوح اسطواني وبعد تشغيل المصباح سنلاحظ ظهور خارطة العالم على الجدار الداخلي للوح

---

(1) نقلا عن الانترنيت http://www.sae7.net/showthread.php?t=3267

(2) خضر العبادي مبادئ الخرائط،مساقط الخرائط، الدار العلمية للنشر والتوزيع ، عمان ، 2002، ص 6.

(3) عبد الحكيم ناصر العشاوي ، مصطفى أبو كرم ، مصدر سابق ، ص 145 .

الاسطواني وبذلك يمكن رسمها ومن ثم فتح اللوح الاسطواني ليصبح مستويا ، ومع تطور العلوم ازدادت حاجة الإنسان إلى تحديد أمور أكثر تعقيدا مثل الشكل والمساحة والمسافات والاتجاه لكل جسم على الخارطة بالإضافة إلى موقع الجسم وبصورة دقيقة أكثر من السابق وبهذا بدأ التركيز يزداد على نظام تسقيط الخريطة المتبع ولم تتمكن أي من نظريات التسقيط من الحفاظ على المواصفات الأربع الخاصة بالخرائط وهي الشكل ،المساحة ، المسافة والاتجاه حيث أن كل نظام إحداثيات يعمل على ضبط احد هذه المواصفات وهذا يؤدي إلى تشوه المواصفات الأخرى فمثل في النظام الجغرافي GCS يلاحظ أن الشكل والمساحة والمسافة بالقرب من القطبين قد تشوهت بالكامل حيث نلاحظ أن مساحة جزيرة غرينلاند تظهر اكبر من مساحة البرازيل وهذا غير صحيح لان مساحة البرازيل اكبر بكثير من مساحة غرينلاند وعليه لا يعتبر النظام GCS نظاما لتسقيط الخرائط بالمعنى الحديث وإنما نظاما لتقسيم سطح الأرض باستخدام الدرجات [1].

وقد أدى رسم الخرائط على سطح مستوي الى ظهور نظام إحداثيات جديد سمي نظام الإحداثيات المسقط (Projected Coordinate System) والذي استخدم وحدأة قياس الطول مثل المتر أو القدم بدل من الدرجات ، وبهذا أصبح بالإمكان قياس المسافات بين النقاط على الخريطة بالإضافة إلى مواقع النقاط بعد أن كان استخدام الخرائط ينحصر بإيجاد مواقع النقاط فقط، إحداثيات النقطة (A X1, Y1) والنقطة B (X2, Y2) بوحدات المتر لذلك يمكن استخدام المعادلة التالية لحساب المسافة بين النقطتين وكما مبين أدناه :إن ناتج هذه المعادلة لا يساوي البعد الحقيقي بين النقطتين على سطح الأرض لان المعادلة أعلاه تفترض أن السطح مستوي وتقل نسبة الخطأ كلما كانت المسافة التي نقيسها اقل لحد ألان كان معنى كلمة نظام إحداثيات هي فقط الوحدات المستعملة لتقسيم سطح الأرض فإذا كانت بالدرجات فإننا نقول إن نظام الإحداثيات هو النظام الجغرافي أما إذا كانت الوحدات هي وحدات طول مثل المتر فإننا سنقول إن نظام الإحداثيات هو المسقط وفي المستقبل ستظهر اكتشافات جديدة تزيد من تعقيد هذا المصطلح[2].

---

(1) نقلا عن الانترنيت http://www.sae7.net/showthread.php?t=3267

(2) المصدر السابق ، نقلا عن الانترنيت

ونتيجة لتعدد طرق إسقاط الخرائط ظهرت شبكة الإحداثيات الجغرافية على الخرائط بأشكال متعددة ، فظهرت خطوط الطول ودوائر العرض ممثلة بخطوط مستقيمة في بعض المساقط، وفي غيرها تكون ممثلة في خطوط منحنية، وأخرى تكون فيها خطوط الطول مستقيمة ودوائر العرض منحنية ، أو العكس، أو تكون فيها خطوط الطول ودوائر العرض بشكل أقواس (أجزاء من دوائر) ، أو يمكن أن تظهر خطوط الطول ودوائر العرض في جزء معين من الخارطة ، وقد أدى ذلك إلى ظهور أنماط عديدة لمساقط الخرائط تتوافق مع الأغراض المتعددة التي تحققها، فلكل مسقط طريقة إنشاء تختلف عن مثيلها المتبعة في المساقط الأخرى ، وكل مسقط يرسم لتوضيح غرض ما مناسبا لمكان ما على سطح الكرة الأرضية أو للأرض بأكملها، وعلى الرغم من تعدد المساقط التي ظهرت حديثا إلا انه يمكن حصرها في ثلاثة أنواع رئيسية وهي:المساقط الاتجاهية ، والمساقط المخروطية، والمساقط الاسطوانية، وكل مسقط يحقق خاصية معينة لشكل الأرض الكروي[1] ، لاحظ الشكل (41) ، ويمكن إيضاح كل مسقط في ضوء الأتي :

1. المساقط الاتجاهية :

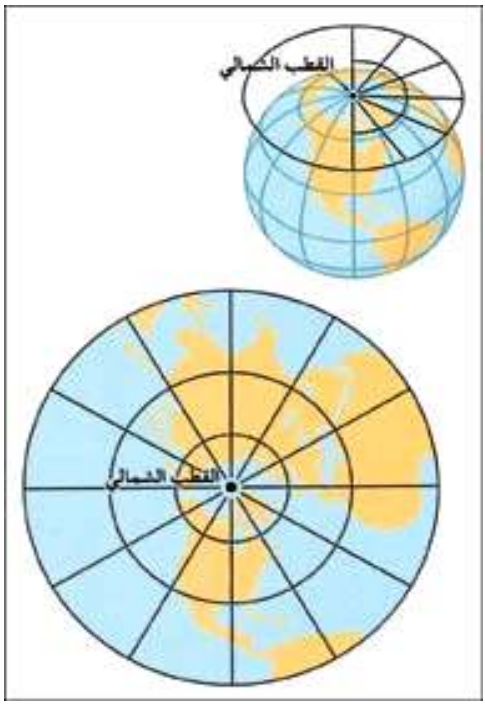
هو إسقاط الكرة على سطح مستوٍ ، ولرؤية إسقاط مستوٍ يمكن تصور قطعة من الورق تلامس كرة مضاءة عند نقطة واحدة. فتظهر خطوط الكرة على قطعة الورق، وفي هذه الحالة، تكون نقطة تماس قطعة الورق على الكرة خالية من أي تشوه. وبهذا يستطيع الخرائطي رسم المساقط المستوية لتلك القطاعات المستوية نظرياً من خلال الكرة. كما أن الخطوط والدوائر الموجودة عند تقاطع الورقة المستوية مع الكرة خالية من أي تشوه وغالباً ما تُستخدم المساقط السمتية (المستوية) لرسم المناطق المندمجة من سطح الأرض كما هو الحال في المناطق القطبية. ويوجد من المساقط المستوية نوع يدعى بالمسقط المزولي ، ويعبِّر هذا المسقط عن أقصر مسافة بين أية نقطتين على الأرض وكأنها خط مستقيم ، وتُعرف هذه المسافة بمسار الدائرة العظمى ، وللمساقط المركزية أهمية خاصة في الملاحة الجوية [2] .

---

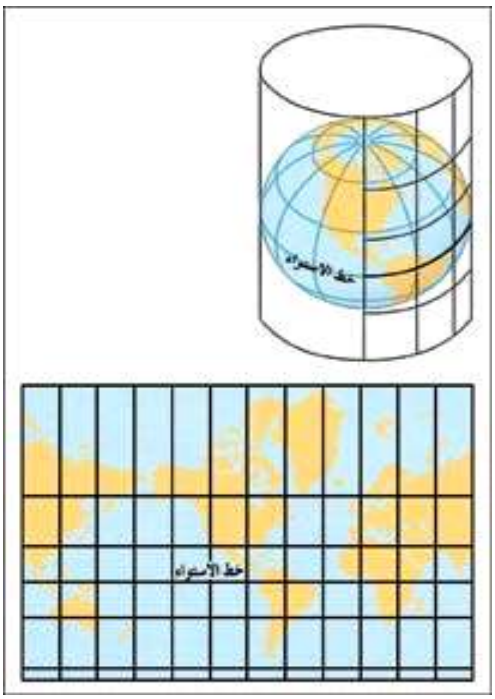
(1) محمد إبراهيم محمد شرف ، مصدر سابق ، ص ص 53-55 .

(2) نقلا عن الانترنيت html79385as.com/vb/t3http://www.t

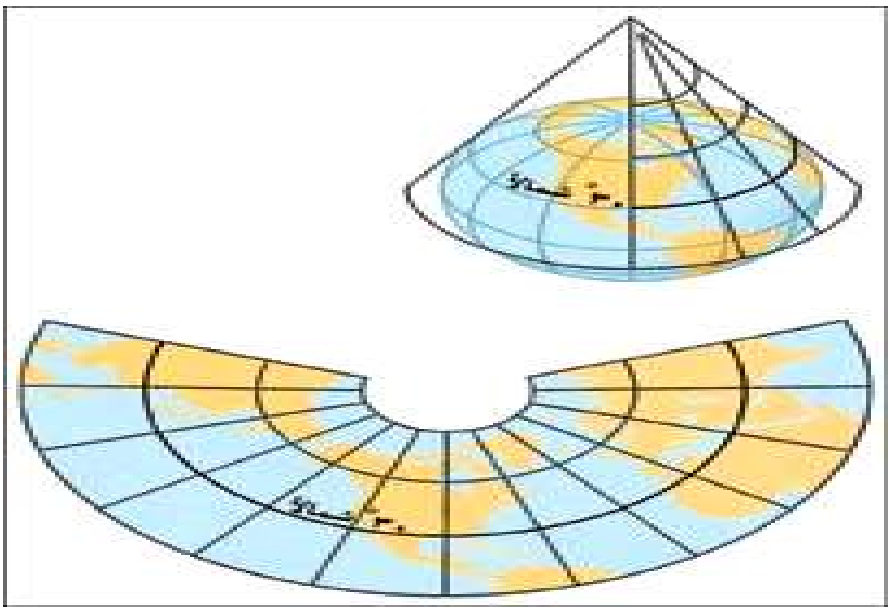
أ-المساقط المستوية



ب- المساقط الاسطوانية



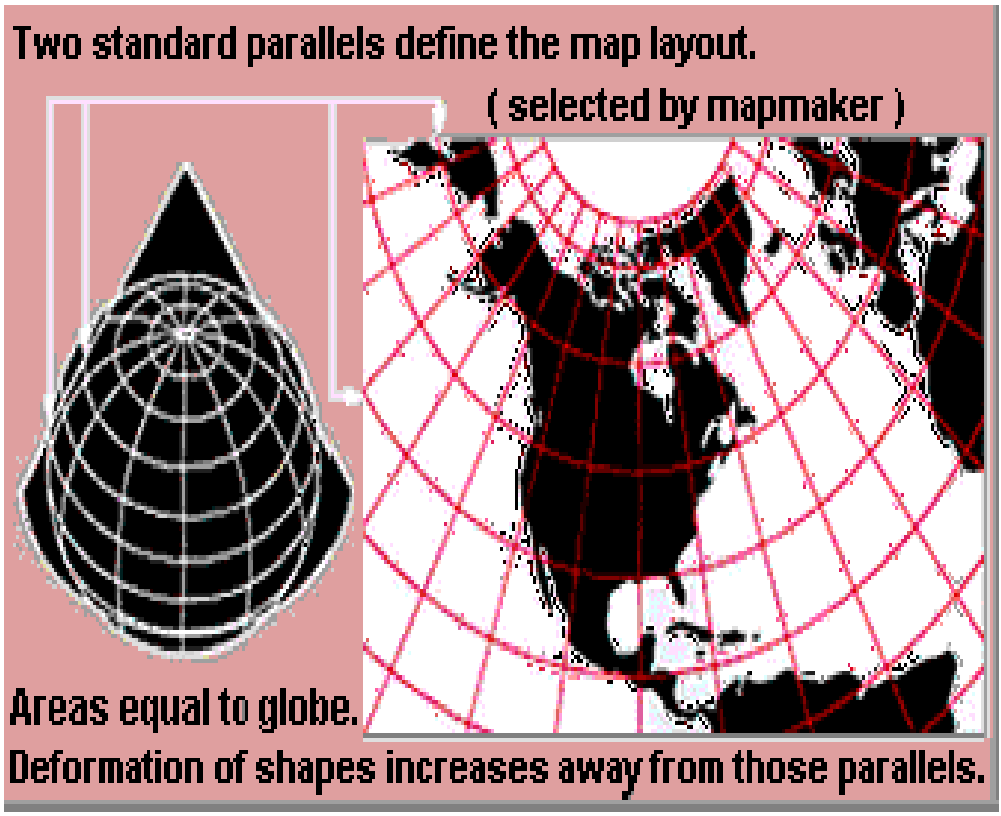
ج-المساقط المخروطية



الشكل (41) تقسيم المساقط على ضوء الشكل المغلف للكرة

2. المساقط المخروطية :

هو إسقاط الكرة على مخروط ، اذ تكون تكون قاعدة المخروط عند دائرة عرض اختيارية على نموذج الكرة الأرضية ويمس المخروط الكرة عند هذه الدائرة على أن يكون رأس المخروط يقع على المحور القطبي ، ويكون المنبع الضوئي في منتصف الكرة وباسقاط الاشعة تظهر شبكة خطوط الطول ودوائر العرض ، ويلاحظ ان خطوط الطول تظهر في صورة مستقيمات تلتقي في نقطة القطب بينما تظهر دوائر العرض في هيئة أقواس دوائر تتعامد عليها خطوط الطول ومركز هذه الدوائر جميعا نقطة القطب ذاتها [1] ، لاحظ الشكل (42).



الشكل (42) المسقط المخروطي

(1) وفاء عبدالله علم الخرائط ، مصدر سابق، ص 117.

3.المساقط الاسطوانية :

هو المسقط الذي تكون اللوحة فيه على شكل أسطوانة تمس الكرة الأرضية عند دائرة الاستواء ويختص هذا النوع برسم خرائط تبين العالم كله كما يمتاز بأنه يحقق شرط الاتجاه الصحيح نظرا لتعامد خطوط الطول ودوائر العرض التي تظهر على شكل خطوط مستقيمة متوازية ومتعامدة مع بعضها[1] .

وتظهر عدة أنواع من المساقط الاسطوانية بحسب طبيعة التماس بين الاسطوانة والكرة الأرضية ، فقد يكون تماس الاسطوانة الأرضية عند الدائرة الاستوائية (وهي الحالة الشائعة في مثل هذه المساقط) ، أو تمس الأرض على خطي طول متقابلين (أي يمثلون معا دائرة عظمى)، ويسمى المسقط الناتج عن هذه الحالة بالمسقط الاسطواني المستعرض ، أو قد يكون المسقط الاسطواني المنحرف في حالة إذا كان التماس حول أي دائرة عظمى تقع بين الدائرة الاستوائية (المسقط الرأسي) والدائرة القطبية (المسقط المستعرض) ، وفي هذه الحالات الثلاثة سوف تظهر خطوط الطول ودوائر العرض على اللوحة الاسطوانية بعد فردها وإعادتها الى الشكل المستوى على هيئة خطوط مستقيمة تتعامد فيها خطوط الطول مع دوائر العرض التي تظهر على شكل خطوط مستقيمة ، يسمى هذا الهيكل الجغرافي بالمسقط الاسطواني [2] ،لاحظ الشكل (43).

ثالثا: تسقيط المواقع على الخرائط باستخدام الأنظمة الحديثة

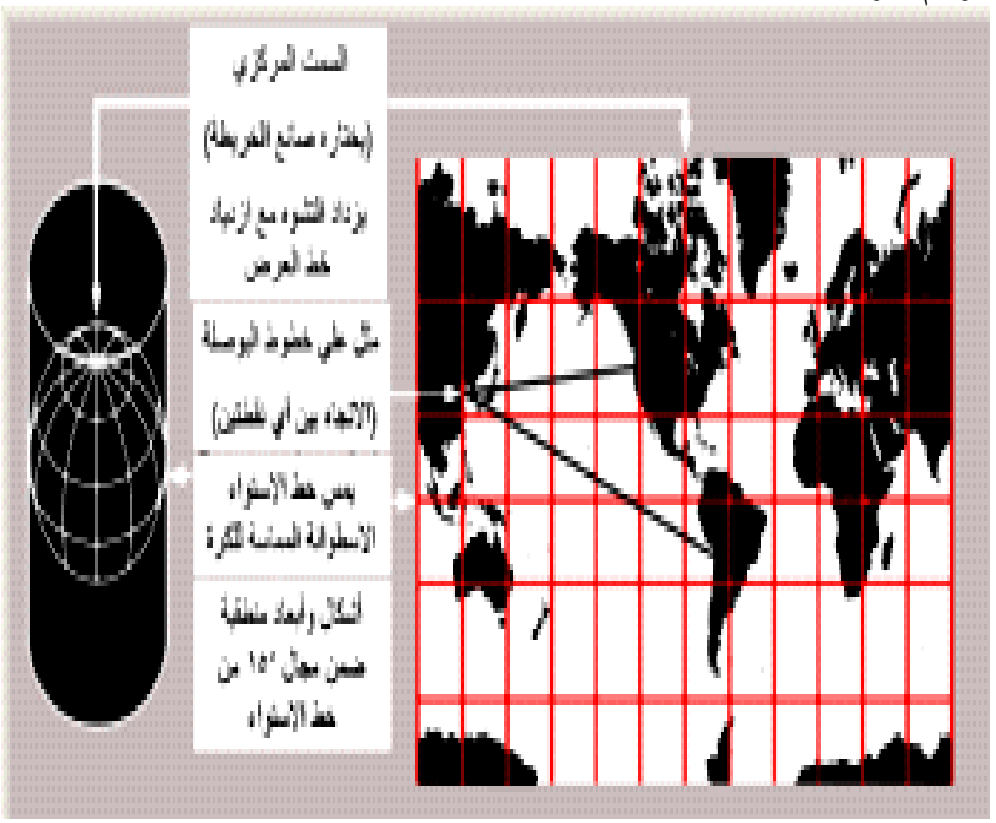
إن أحدث نظرية لتسقيط الخرائط هي نظرية (UTM (Universe Transverse Mercator)) والتي اعتمدت على المعادلات الرياضية المعقدة,ويتم من خلالها تقسيم العالم إلى مناطق (Zones) وكل منطقة يتم تحويلها إلى سطح مستوي بشكل مستقل وبهذا ستكون نسبة الخطأ في تلك المنطقة اقل ما يمكن لذلك يتم تطبيق هذا النظام في مختلف المشاريع الحديثة في نظام الـــ GIS ،لاختيار نظام تسقيط الخرائط نحدد رقم المنطقة وكذلك الموقع أما شمال خط الاستواء أو جنوبه باستخدام الحرف N للدلالة على الشمال أو الحرف S للدلالة على الجنوب ومثال ذلك فان العراق يتبع المنطقة Zone 38 N أما

---

(1)عبد الحكيم ناصر العشاوي ، مصطفى أبو كرم ، مصدر سابق ، ص 149 .

(2) محمد المغاورى محمود ، مصدر سابق ، ص 173.

الجزء الغربي منه فيتبع المنطقة.Zone 37 N ألان اتسع المعنى المقصود من المصطلح نظام الإحداثيات ليشمل نظام تقسيم سطح الأرض بالإضافة إلى نظام تسقيط الخرائط المتبع لرسم الخريطة[1].



الشكل (43) الإسقاط الاسطواني)إسقاط ملر الاسطواني)

وخلال عام 1927 ظهر مصطلح جديد يسمى NAD27 (North American Datum 1927)حيث قام الأميركيون بمسح لسطح الأرض لرسم خارطة العالم وتحديد حجم و شكل الأرض من خلال حساب طول خط الاستواء (أي محيط الأرض الأفقي) وكذلك طول خط الزوال (محيط الأرض العمودي) وقد استخدموا لذلك أجهزة قياس بصرية تعتمد على دقة الشخص الذي يستعملها لإيجاد الاتجاهات والمسافات وقاموا بجمع البيانات ومن ثم باشروا بالحسابات اليدوية وقد أيدت النتائج صحة الشكل البيضوي

(1) نقلا عن الانترنيت http://www.sae7.net/showthread.php?t=3267

للأرض خلافا للاعتقاد السائد سابقا وهو أن الأرض كروية، وبهذا قاموا برسم خارطة العالم على أساس تلك النتائج وقد اعتبرت هذه الخريطة من أدق خرائط بالعالم في ذلك الوقت، لهذا استخدمت دول كثيرة نفس النتائج التي حصل عليها الاميركان لرسم خرائطهم وكانوا يضعون عبارة (NAD27) على تلك الخرائط ليتعرف المستخدم على الطريقة التي رسمت بها الخريطة[1].

وبعد تطور أجهزة القياس الالكترونية واستخدامها في الأقمار الصناعية اكتشف العلماء أن شكل الأرض ليس بيضويا منتظما بل بيضويا غير منتظم حيث يكون محدب في مناطق و مقعر في مناطق أخرى ولا نقصد بذلك تضاريس سطح الأرض من جبال ووديان بل نقصد عموم سطح الأرض وكذلك وجد أن المحيط المنجمد الجنوبي اقرب إلى مركز الأرض من المحيط المنجمد الشمالي لهذا لا يمكن استخدام أي معادلة رياضية لتحويله إلى شكل منتظم فيصبح بالإمكان تطبيق احد نظريات تسقيط الخرائط لرسم الخرائط على الورق وبذلك ولدت مشكلة جديدة وهي تحويل الشكل البيضوي الغير منتظم وهو الشكل الحقيقي للأرض إلى شكل بيضوي منتظم.

وباستخدام أجهزة الحاسوب في إجراء العمليات الحسابية المعقدة على البيانات التي جمعت من الأقمار الصناعية ومن خلال برنامج يقوم بتحويل شكل الأرض الغير منتظم إلى أفضل شكل منتظم ولد الجيل الجديد من أنظمة التحويل والتي خفضت نسبة الخطأ إلى اقل مقدار ممكن وهذا هو أساس النظامين (NAD83 (North American Datum1983 وWGS84 (World Geodetic System 1984[2].

وبالمحصلة النهائية فأن دقة الاسقاط تزداد استناداً الى تعيين النسبة الثابتة بين الأبعاد الحقيقية والمسافات على الأرض وبين تمثيل هذه الأبعاد والمسافات على الخارطة[3]، وممل زاد من دقة الاسقاط استحداث أنواع من المقاييس تختلف بحسب نوع المسقط المستخدم مثال ذلك مساقط دوائر العرض الأفقية ، المساقط المخروطية ، المساقط الاشعاعية[4].

---

(1) نقلا عن الانترنيت http://www.sae7.net/showthread.php?t=3267

(2) نقلا عن الانترنيت http://www.sae7.net/showthread.php?t=3267

(2) R.C.Sloane and J.M.Montz , Op.Cit , PP.18-19.

(3) E.Raisz , General Cartography , Mc Graw-Hill , London , 1948 , P.64.