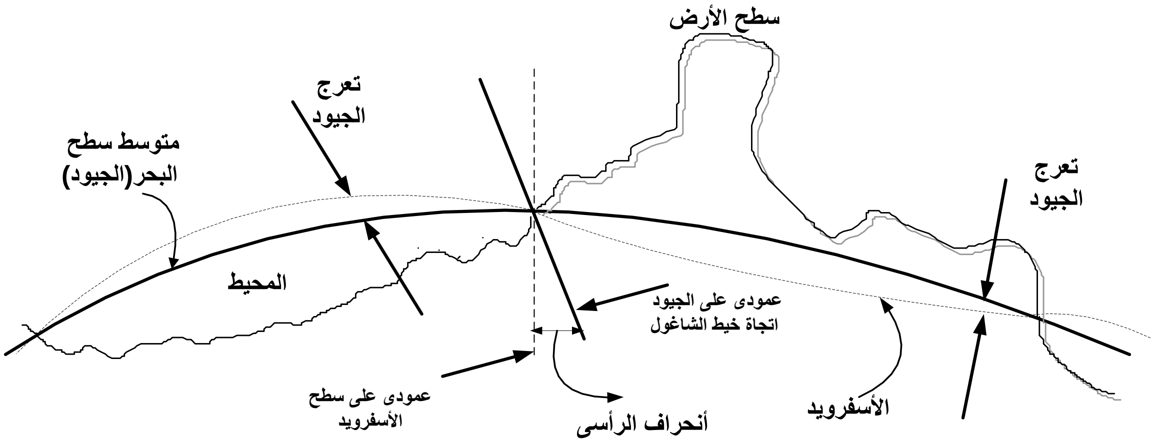
1-2 : مفهوم الاسطح الجوديسية

تهتم المساحة الجيوديسية –فيما تهتم به– بدراسة شكل الأرض كلها ومجال جاذبيتها من أجل تقريبها بشكل هندسي مألوف يمكن إرجاع الأرصاد المختلفة إليه لأن الأرض في شكلها الطبيعي لا تمثل مرجعًا هندسيًّا متفق عليه، ولا يسهل تمثيلها رياضيًا لا كلها ولا جزء منها من قبل المهتمين بتمثيل الأرض أو أجزاء منها في خرائط منسقة . فلو قُرِّب شكل الأرض بكرةِ (Sphere) معلومة القطر لأصبحت هي المرجع الهندسي المتعارف عليه من المهتمين، ولو قُرب شكل الأرض بقطع ناقص (Ellipse) ذي قطرين معروفين لكان أقرب من الكرة في التعريف ولأصبح هو المرجع الهندسي المتعارف عليه من قبل الجميع. ولو بُحث عن شكل آخر يكون للجاذبية الأرضية فيه فعل، لكان أقرب من القطع الناقص في تمثيل شكل الأرض ولأصبح هو المرجع الهندسي الذي تعاد له الأرصاد المختلفة فيكون التناسق والإتفاق من المعنيين عامة. إن هذا المرجع الأخير هو ما يُسمى بالجيود (Geoid).

يمكننا تقريب الأرض بمرجع كروي لدقة من الدرجة الثَّالثة إذا كانت مساحة منطقة العمل في حدود 50 إلى 300 كم^2، أو كان مدى المسافة في حدود 7 إلى 20 كم. أمَّا إن كانت المساحة أكبر من 300 كم^2، أو كانت المسافة أكبر من 20 كم فيفضل اتخاذ القطع النَّاقص مرجعًا جيوديسيًّا من أجل دقة أفضل. ولا ريب أنَّها أنتفت الحاجة إلى السطح الكروي بعد أن تقدَّمت التَّقنية الحاسوبية كثيرًا حيث أصبح من السهل الانتقال من القطع النَّاقص إلى المستوى الأفقي مباشرة دون استخدام الكرة لتسهيل ذلك الانتقال ، ويبقى الجيود هو أفضل المراجع الجيوديسية إذا أمكن تحديده بدقة جيدة.

2-2: علاقة الاسطح الجيوديسية مع بضعها



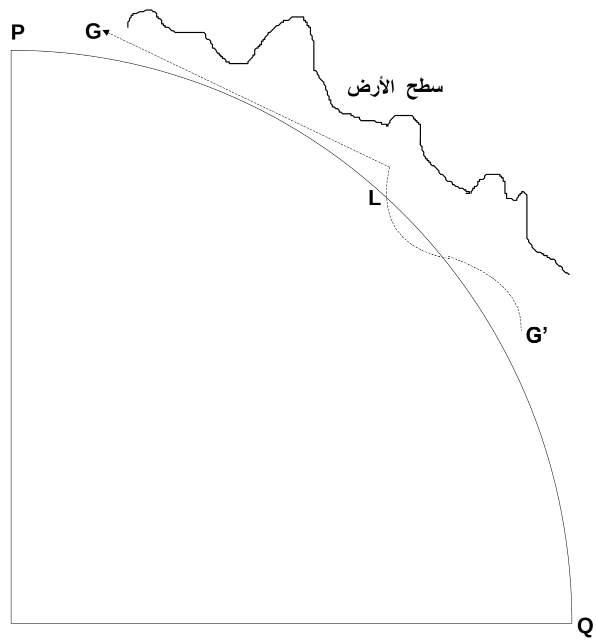
شكل1.2:الاسطح الجيوديسية

أن السطح الطبيعى للأرض عبارة عن شكل غير منتظم يحتوى على الكثير من المرتفعات والمنخفضات(انظر شكل 1.2)، ومعظم هذة المنخفضات مشكّلة للمحيطات والبحار والبحيرات والأنهار.وتبلغ جملة المساحة المغطاة بالمياة من سطح الأرض حوالى 71% من المساحة الكلية لها، ونظراً لصعوبة تمثيل شكل الأرض الحقيقى فقد أتفق العلماء على إعتبار أن شكل الأرض هو الذى يأخذ سطح المياة المتصلة والساكنة بدون مد أو جذر، وأطلق على هذا السطح **الچيود (Geoids)** (انظر شكل 1.2)، ويكون الإتجاه العمودى على هذا السطح عند أى نقطة واقعة علية هو إتجاه الجاذبية الأرضية عند هذة النقطة.

سطح الچيود غير منتظم نظراً لأختلاف توزيع الكتل والكثافات على سطح الأرض وفى باطنها. وقد مُثل سطح الچيود فى شكل 1.2 بالخط المتصل وهو فى نفس الوقت سطح المياة فى المحيطات .وسطح الچيود أكثر إنتظاما من سطح الأرض الطبيعية إلا أنة لايخضع لأى قانون هندسي.

لحساب القياسات وتعيين الأحداثيات الچيوديسية للنقط الثابتة على سطح الأرض والتى تتطلبها العديد من الدراسات الفلكية ،[على سبيل الأمثلة تعين المدارات Orbit determination ، زاوية أختلاف المنظر – Parallax ، الخسوف أو الكسوف– Eclipse الأستتارة– Occultation] يجب فرض سطح آخر غير الچيود لة صفات هندسية حتى يمكن ربط هذة العناصر بة رياضياً.

أقرب سطح من الوجهة الهندسية لشكل الچيود هو سطح دورانى ناتج من دوران قطع ناقص مستوى دورانة حول المحور الأصغر للأرض دورة كاملة ويعرف **بالأسفرويد(Spheroid)** وقد أخذ هذا القطع الناقص بحيث يقع مركزة فى مركز الأرض والمحور الرأسى ينطبق على محور دوران الأرض. وقد يطلق علية أيضاً**الشكل الناقصى الدورانى (Ellipsoid)**. والاتجاه العمودي على سطح الأسفرويد عند اى نقطة يصنع مع الأتجاة العمودى على الچيود (الأتجاة الرأسى) زاوية يطلق علية **إنحراف الرأسى(Deflection of the vertical)**.وفى شكل 2.2 يبين ربع زوال للسطح الأسفرويدى للأرض حيث P نهاية المحور الأصغر وQ نهاية المحور الأكبر.وقد بين على نفس الشكل سطح الچيود بالخط المتقطع 'GLG بالإضافة إلى سطح الأرض الطبيعية.



شكل 2.2: ربع زوال للسطح الأسفرويدى للأرض

ونتيجة لأختلاف توزيع الكتل فإن الفرق بين الچيود والأسـفرويد للايزيد عن $\pm 50m$ شـكل 1.2 ويعرف هذا باسـم **تعرجات الچيود (Geoids undulation)** ويمكن حسـاب هذة القيمة بالأرصاد الچيوديسية والفلكية وقياسات الجاذبية واخيراً من الأقمار الصناعية.

3-2 : الفروقات الرئيسية بين الاسطح الجيوديسية Geodetic Surfaces Differences between

1-3-2 : سطح الارض Earth Surface :

هو السطح الطبوغرافي الذي يمثل تضاريس ،وهو شكل غير منتظم لايمكن تمثيله بمعادلة رياضية واحدة ، لذلك لايصلح لتضريب الاحداثيات الجيوديسية ، وتظهر اهميته في انه السطح الذي نعيش فيه ، الارصادات المساحيه تتم على هذا السطح.

2-3-2 : سطح الجيويد Geoid Surface :

هو السطح الذي يتساوى فيه الجهد ، او السطح العمودي مع اتجاه الجاذبية الارضية في كل نقطة . يمكن تمثيله بمتوسط سطح البحر MSL ،ايضا هذا السطح غير رياضي ولايصلح لتضريب الاحداثيات .

3-3-2 : سطح الإلبسويد Ellipsoidal Surface :

هو عباره عن إهليليج تم تدويره حول محوره الاصغر ، وهو اقرب شكل رياضي يمثل شكل الكره الأرضية ، وتظهر أهميته في أنه يستخدم لتضريب الإحداثيات الجيوديسية .

المعادلة الأساسية للإهليليج :

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \qquad (1.2)$$

حيث a ≡ المحور الأكبر للإلبسويد

b ≡ المحور الاصغر للإلبسويد

العلاقة بين المحورين

$$f = \frac{a-b}{a} \qquad (2.2)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \qquad (3.2)$$

حيث f ≡ مقدار التفلطح

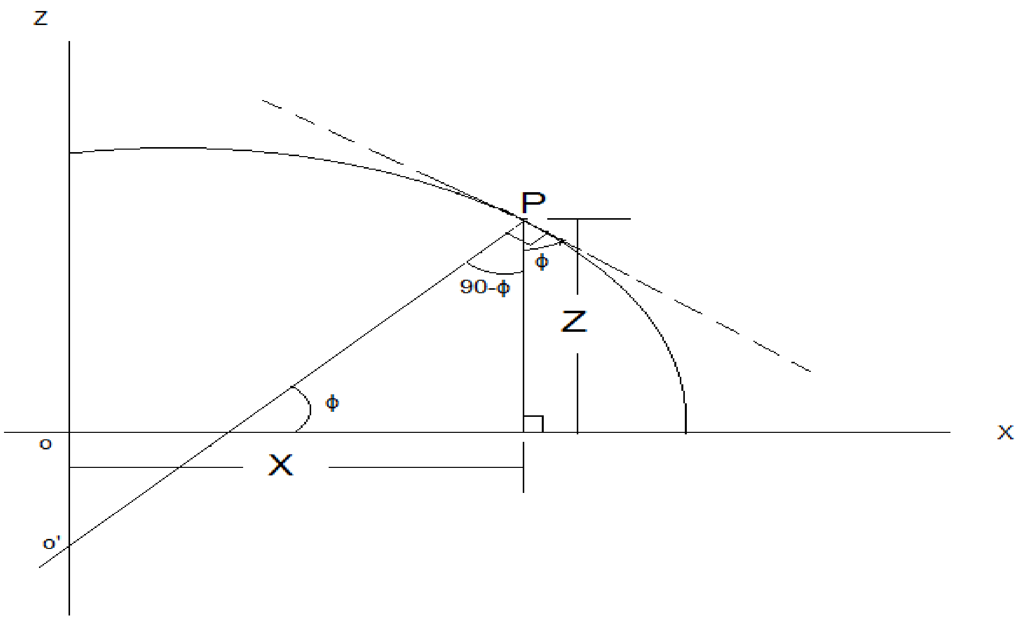
e^2 ≡ الانبعاج أي ابعاد المركز

فى عام 1976 حدد الأتحاد الدولى للفلك (IAU) قيم a وf كما فى المعادلات الأتية:

$$a = 6378.14 \text{ km} \qquad f = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.257} \qquad (4.2)$$

4-2 : خط العرض الجيوديسي latitude (ϕ)

هو الزاوية المقاسة بين مستوى خط الاستواء والعمودي عن النقطة (p) .



شكل 3.2 : خط العرض الجيوديسي

5-2: العلاقة بين خط العرض الجيوديسي (ϕ) والإحداثيات الكارتيزية (Z,X)

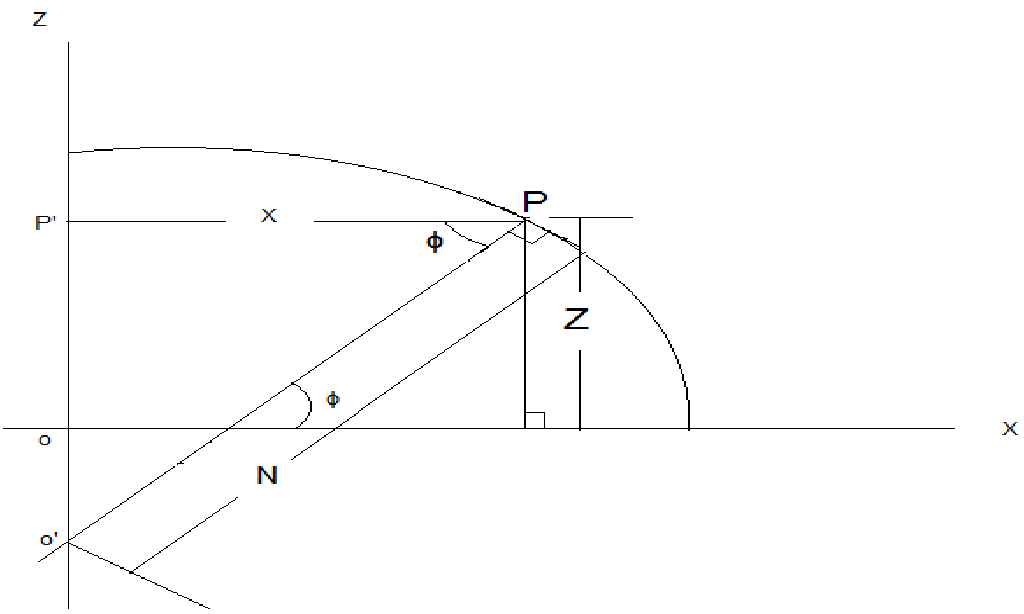
$$x = \frac{a\cos(\phi)}{(1-\ e^2\sin^2(\phi))^{1/2}} \quad , \quad z = \frac{a\,(1-e^2)\sin(\phi)}{(1-\ e^2\sin^2(\phi))^{1/2}} \qquad (5.2)$$

6-2 : أنصاف أقطار الإنحناء على السطح الإهليليجي

بما أن السطح الإهليليجي لديه محورين الأصغر والأكبر فان هناك أنصاف أقطار مختلفة لاي نقطة وقسمت الي ثلاثة أنواع:

1-6-2 : نصف قطر الإنحناء العرضي (N):

نصف قطر الإنحناء العرضي هو المسافة بين النقطة (P) والنقطة ('o) التي يلتقي فيها محور الدوران



شكل 4.2 : نصف قطر الإنحناء العرضي

المسافة x هي الحداثي السيني للنقطة p وتعطى بالعلاقة :

$$x = \frac{\mathrm{a}\cos(\phi)}{(1 - \mathrm{e}^2 \sin^2(\phi))^{½}}$$

من الشكل اعلاه المثلث 'p'p o قائم الزاوية عند 'p

$$\cos(\phi) = \frac{x}{N}$$

$$\mathrm{N} = \mathrm{x}\cos(\phi)$$

$$x = \frac{\mathrm{a}\cos(\phi)}{(1 - \mathrm{e}^2 \sin^2(\phi))^{½}}$$

نعوض قيمة x نحصل على

$$\boxed{N = \frac{\mathrm{a}}{(1 - \mathrm{e}^2 \sin^2(\phi))^{½}}} \qquad (6.2)$$

2-6-2 : نصف قطر الإنحناء الطولي (R):

$$R = \left(\frac{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2}{\frac{d^2z}{dx^2}} \right)^{1.5} \longrightarrow 1$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \longrightarrow 2$$

نوجد المشتقة الاولى من المعادلة رقم 2

$$\frac{dz}{dx} = \left(-\frac{b^2}{a^2}\right) \cdot \frac{x}{z} \longrightarrow 3$$

نربع الطرفين

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 = \frac{b^4}{a^4} \cdot \frac{x^2}{z^2} \longrightarrow 4$$

نوجد المشتقة الثانية من المعادلة 3

$$\frac{d^2z}{dx^2} = \left(-\frac{b^2}{a^2}\right) \cdot \left(\frac{z - x\left(\frac{dz}{dx}\right)}{z^2} \right)$$

نعوض قيمة المشتقة الاولى من المعادلة 3 نحصل على

$$\frac{d^2z}{dx^2} = \left(-\frac{b^2}{a^2}\right) \cdot \left(\frac{a^2b^2}{a^2z^3}\right) \longrightarrow 5$$

نعوض المعادلتان 4 و 5 في المعادلة 1 لنحصل على

$$R = \frac{(a^4z^2 + b^4x^2)^{1.5}}{a^4b^4} \longrightarrow 6$$

$$x = \frac{a\cos(\phi)}{(1-e^2\sin^2(\phi))^{½}} \quad , \quad z = \frac{a\,(1-e^2)\sin(\phi)}{(1-e^2\sin^2(\phi))^{½}}$$

نربع المعادلتان x,z نعوض قيم كل من x^2 و z^2 في المعادلة رقم 6

نحصل على النتيجة النهائية

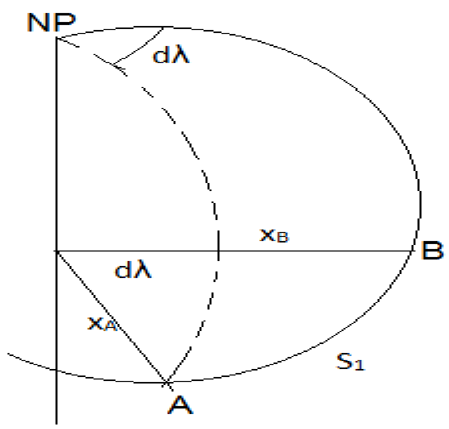
$$\boxed{R = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 sin^2(\phi))^{1.5}}} \qquad (7.2)$$

3-6-2 : نصف قطر الإنحناء لإي خط إتجاه ألفا α :

$$\boxed{\frac{1}{T^2} = \frac{\sin(\alpha)^2}{N^2} + \frac{\cos(\alpha)^2}{R^2}} \qquad (8.2)$$

7-2 : المسافة على سطح الالبسويد

1-7-2 : المسافة على خطوط العرض:



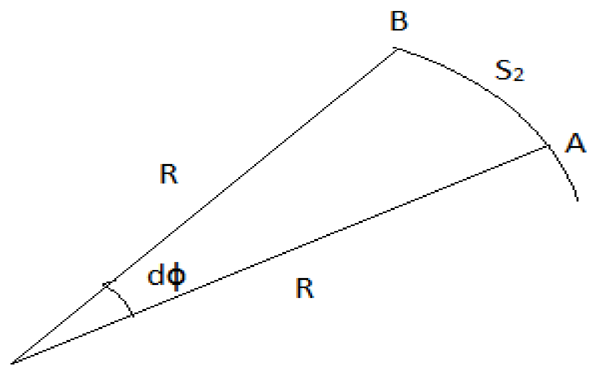
شكل 5.2 : المسافة على خطوط العرض

$$S_1 = x\,.\,d\lambda$$

$$S_1 = \frac{a\cos(\phi)\,.d\lambda}{(1-e^2\sin^2(\phi))^{½}}$$

$$\boxed{S_1 = N\cos(\phi)\,.\,d\lambda} \qquad (9.2)$$

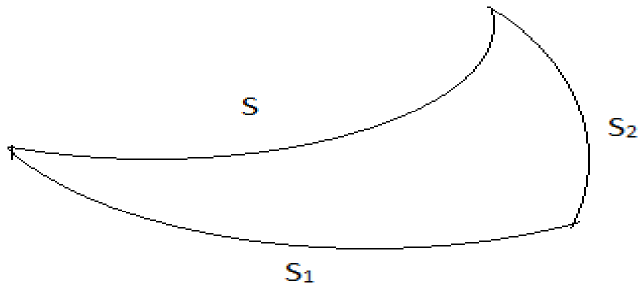
2-7-2 : المسافة على خطوط الطول :



شكل 6.2 : المسافة على خطوط الطول

$$\boxed{S_2 = R\,.\,d\phi} \qquad (10.2)$$

3-7-2 : مسافة الضلع الثالث :



شكل 7.2 : مسافة الضلع الثالث

$$S^2 = S_1^2 + S_2^2$$

نعوض قيم S_1 و S_2 نحصل على

$$\boxed{S = \sqrt{R^2 d\phi^2 + N^2 sin^2(\phi).d\lambda^2}} \qquad (11.2)$$