جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

مدرسة هندسة المساحة

بحث تكميلي لنيل درجة بكالوريوس مرتبة الشرف في هندسة المساحة

استخدام كثيرة الحدود في التحويل بين الارتفاع الجيوديسي والارثومترى

إعداد الطلاب :

1. مصطفى ادم يعقوب عبدالله
2. يعقوب محمد الحسن أحمد
3. علي عوض يحى عزالدين

إشراف:

د. الهادى النزير ابراهيم

نوفمبر 2020 م

بسم الله الرحمن الرحيم

الآيـة

قال تعالى:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

صدق الله العظيم

سورة الحديد الآية

25

الإهـــــداء

إلى من أرضعتني الحب والحنان

إلى رمز الحب وبلسـم الشفاء

إلى القلب الناصع بالبياض والدتي الحبيبة

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب

إلى من كلّت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلـم

إلى القلب الكبير والدي العزيز

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي إخوتي

الآن تفتح الأشرعة وترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء إلا قنديل الذكريات ذكريات الأخوة البعيدة إلى الذين أحببتهم وأحبوني أصدقائي

إلى الذين بذلوا كل جهدٍ وعطاء لكي نصل إلى هذه اللحظة أساتذتي

إليكم جميعاً نهدي هذا العمل

التجريدة

تكمن أهمية الارتفاع الايزومتري بإعتباره ارتفاع مأخوذ من سطح الجويد (منسوب سطح البحر) وهو سطح مرجعي يمثل الشكل الحقيقي للأرض يستخدم في الدراسات والمشاريع الهندسية وغيره .

الغرض من البحث هو دراسة إمكانية التحويل بين نظامين بإستخدام كثيرة الحدود من الدرجة الأولى في محلية الخرطوم (منطقة الدراسة) بإختيار أحد عشر نقطة مرجعية .

وبناءاً على الحسابات بإستخدام معادلات كثيرة الحدود كانت الفروقات في حيود الجويت (N) بعد تعويض المجاهيل الناتجة من غستخدام أربعة نقاط في بقية النقاط محل الدراسة هي 0.3393+ و0.0415 - وبخطأ معياري مقداره 0.057 $\pm$.

شكر وعرفان

يقول الله عز وجل :{ وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللّهِ إِن كُنتمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ }النحل(114)

وفي الحديث عن النعمان (رضي الله عنه) قال :قال رسول الله صلى الله عليه وسلم :(ومن لم يشكر القليل لم يشكر الكثير ومن لم يشكر الناس لم يشكر الله والتحديث بنعمة الله شكر وتركها كفر).

يتمدد الإحساس في الدواخل ... ثم يهفو إليكم وبأسمى عبارات الوفاء ... والشكر... والتقدير وأنه يطيب لنا أن نتقدم بهذه المعاني إلى كل أساتذتنا منذ وهلتنا الأولى في بحار العلم ونقول لهم عندما تتسع بيننا المسافات وتأخرنا إلى أبعد أن تُطال الأماكن برؤيا الأحلام تظل تلك اللحظات تُنير أركان الذكرى وتظل بوابة النجاح مفتوحة.

إلى كل من ساعدنا في الإبحار وكان شراعاً فيبحر أوسع من أن تطاله المحاولة

إلى أخواننا وأحبابنا ، وإلى أساتذتنا بكل المراحل والمستويات ، إلى أصدقائنا وزملائنا .

خالص الشكر والتقدير للدكتور الفاضل" الهادى النزير"

ولا ننسى كل من ساهم معنا وعاوننا في مراحل البحث كل الشكر والتقدير لهم جميعا ، وأخص بالشكر

مدرسة هندسة المساحة – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

والإدارة العامة لمساحة ولاية الخرطوم

الشكر والتقدير إلى تراب بلدي الحبيب الذي ترعرعنا فيه ، وإلى شعبه بكل أطيافه وألوانه ، دمتم ودمنا ذخراً لوطننا ..

الفهرس

البيان	رقم الصفحة
الاية	I
الاهداء	II
التجريدة	III
شكر وعرفان	IV
الباب الأول	
1-1 المقدمة	1
الباب الثاني **الاطار النظري**	
1-2 شكل الأرض	3
2-2 الجيويد (Geoid)	4
3-2 الالبسويد	5
الباب الثالث **الاطار العملي**	
1-3 رصد الارتفاع	9
2-3 الميزانية العادية	9
1-2-3 مصطلحات الميزانية	9
3-3 الأدوات المستخدمة لأعمال الميزانية-	10
4-3 تصنف أجهزة الميزان من حيث الدقة إلى ثلاثة أصناف	11
5-3 القامة	12
6-3 اعمال الميزانية الطولية العرضية	13
7-3 حسابات الميزانية المباشرة	14
8-3 طريقة سطح الميزان	14
9-3 طريقة الارتفاع و الانخفاض	15
10-3 النظام العالمي لتحديد المواقع	15
11-3 طرق الرصد الثابتة	16
1-11-3 طريقة الرصد الثابت التقليدي	16
2-11-3 طريقة الرصد الثابت السريع	17
12-3 طرق الرصد المتحركة	17
1-12-3 طرق الرصد المتحرك والحساب لاحقا	17

2-12-3 طريقة الرصد شبه المتحرك	18
3-12-3 طريقة الرصد المتحرك مع الحساب اللحظي	18
4-12-3 الحساب اللحظي	18
13-3 مصادر الأخطاء	19
1-13-3 أخطاء صادرة من القمر الإصطناعي	19
2-13-3 أخطاء الاشارة المرسلة من القمر الي المستقبل	19
3-13-3 أخطاء صادرة من المستقبل	19
4-13-3 الأخطاء الجسيمة	19
14-3 مميزات تقنية نظام الموقع العالمي	20
15-3 التطبيقات المساحية لتقنية نظام الموقع العالمي	21
الباب الرابع **الحسابات والنتائج**	
1-4 منطقة الدراسة	22
الباب الخامس **الخلاصة والتوصيات والمراجع**	
1-5 الخلاصة	33
2-5 التوصيات	34
المراجع	35

فهرس الجداول

اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (2– 1) بعض نماذج الاليبسويد المستخدمة عالمياً	7
جدول (4-1) يوضح الارتفاع الاوثومترى بارصاد جهاز الميزان	25
جدول (4-2) يوضح الإحداثيات الجيوديسية (WGS84)	26
جدول (4-3) يوضح الإحداثيات الاهليليجية للنقاط بأرصاد جهاز نظام الموقع العالمي	27
جدول (4-4) يوضح حيود الجيود (N) من الارصادات	29
جدول رقم (4-5) يوضح الفرق في الارتفاع بين المحسوب والمرصود لبقية السبعة نقاط	32

فهرس الاشكال

اسم الشكل	رقم الصفحة
شكل (2–1) الأرض غير منتظمة الشكل	4
شكل (2–2) الجيويد – الشكل الحقيقي للأرض	5
شكل (2–3) الالبسويد	6
شكل (2–4) العلاقة بين الجيويد والاليبسويد	6
شكل رقم (3-1) أجهزة الميزان	10
شكل رقم (3-2) يوضح القامة	12
شكل(3-3) يوضح جهاز GPS	21
شكل (4-1) يوضح منطقة الدراسة	23
شكل (4-2) يوضح توزيع النقاط على الطبيعة	24
الشكل(4-1) نموزج لنقاط الضبط	28

الباب الأول

1-1 المقدمة :

من الأهمية بمكان لمهندس المساحة هو عامل الدقة والسرعة لدراسة وتنفيذ المشاريع وايجاد المناسيب (الارتفاعات الاورثومترية) بدقة وفي زمن وجيز. إستعمال الميزان لإيجاد المناسيب لنقاط متباعدة مكلف و يستغرق كثيرا من الزمن لذلك يفضل مهندس المساحة إستعمال اجهزة المنظومة العالمية للتوقيع وحساب الإحداثيات الجيوديسية وذلك لاختصارها لعاملي التكلفة والزمن .

الإحداثيات التي تؤخذ بواسطة أجهزة نظام الموقع العالمي تنسب الى الالبسويد ويمكن تحويلها لإحداثيات جيوديسية (φ، λ،h) منسوبة الى الإهيليج الأرضي (Ellipsoid) مثل النظام الجيوديسي العالمي (WGS-84) . ويحتم على المستفيد من هذه الإحداثيات تحويلها الى إحداثيات خطية مستخدما واحدة من المساقط المعروفة مثل مسقط ماركيتر المستعرض(UTM).

لكن المشكلة هي تحويل الإرتفاع المنسوب الى الإهليلج الارضي (Ellipsoid) ويرمز ب h الى إرتفاع منسوب الى سطح الجيويد (متوسط سطح البحر تقريبا) ويرمزله ب H . ويسمى بالإرتفاع الاورثومتري، الفرق فى الإرتفاع بين الإهليلج الارضي وسطح الجيويد يسمى بحيود الجيويد ويرمزله N .

بحساب هذه القيمة يمكن التحويل بين الإرتفاعين. وهذا ما يتناوله هذا البحث توجد طرق عديدة للتحويل منها :

- برنامج الكسل
- برنامج EGM 2008م
- كثيرة الحدود .

المشاريع الهندسية التي يستخدم فيها الارتفاع الايزومتري على سبيل المثال :

1- الدراسات الطبوغرافية و انتاج الخرائط الكنتورية .

2- الد راسات البيئية و المناخية .

3- د راسة المخاطر الطبيعية وخاصة اثار الفيضانات في المناطق الساحلية .

4- مشاريع شبكات نقاط التحكم الراسية .

5- التخطيط المدني و الاقليمي .

6- المشروعات الهندسية (طرق- جسور- مطارات وغيرها) وحسابات الحفر والردم وغيرها من الدراسات والاعمال الهندسية التي تتطلب معرفة الإرتفاعات الاورثومترية .

يتناول البحث خمسة ابواب الباب، الأول يحتوي علي المقدمة والباب الثاني يتناول موضوع شكل الارض والباب الثالث طرق رصد الارتفاعات بالميزان ونظام الموقع العالمي، يتناول الباب الرابع طريقة جمع البيانات والحسابات والنتائج وفي الباب الخامس الخلاصة وبعض التوصيات .

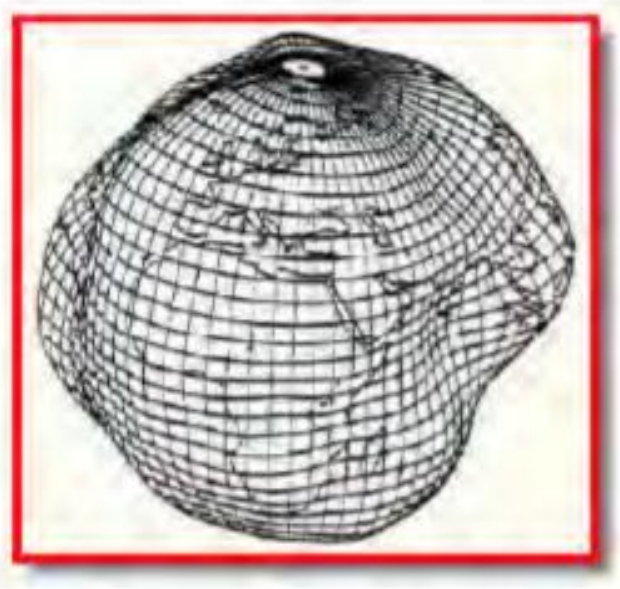
الباب الثاني

الاطار النظري

2-1 شكل الأرض :

في بدايات المعرفة البشرية ظن الإنسان أن الأرض هي قرص صلب يطفو فوق سطح الماء إلي أن تطور التفكير العلمي للبشر قليلا وجاء العالم اليونانى فيثاغورث في القرن السادس قبل الميلاد و افترض ان الارض كروية الشكل وكانت أولي محاولات العلماء لتقدير حجم أو محيط هذه الكرة هي تجربة العالم الإغريقي أراتوستين . وفي القرنين الخامس عشر و السادس عشر أيد كلا من الرحالة كولومبوس وماجلان فكرة كروية الارض خلال رحلاتهما الشهيرة بالدوران حول الأرض وفى عام 1687م طور العالم الشهير نيوتن عدة مبادئ نظرية علمية وكان أهمها أن الشكل المتوازن لكتلة مائعة متجانسة خاضعة لقوانين الجذب و تدور حول محورها ليس هو شكل الكرة كاملة الاستدارة لكنه شكل مفلطح قليلا باتجاه القطبين وفى عام 1735 قامت أكاديمية العلوم الفرنسية بتنظيم بعثتين لإجراء القياسات اللازمة للتأكد من هذه الفرضية وأثبتت النتائج فعلا أن الأرض مفلطحة وليست كروية الشكل تماما .

اننا نعيش على سطح كوكب الارض وعندما نريد ان نحدد اي موقع على الارض فنحن بحاجة الى ان نقوم بتعريف هذا السطح - شكله و حجمه لكي يمكننا من معرفة في أي مكان نحن نقع بالضبط إن شكل السطح الطبيعي للأرض كما خلقه الله تعالي بما يضمه من قارات ومحيطات وجبال وأودية و بحار ليس شكلا سهلا وليس منتظما لكي يمكن التعبير عنه بسهولة .



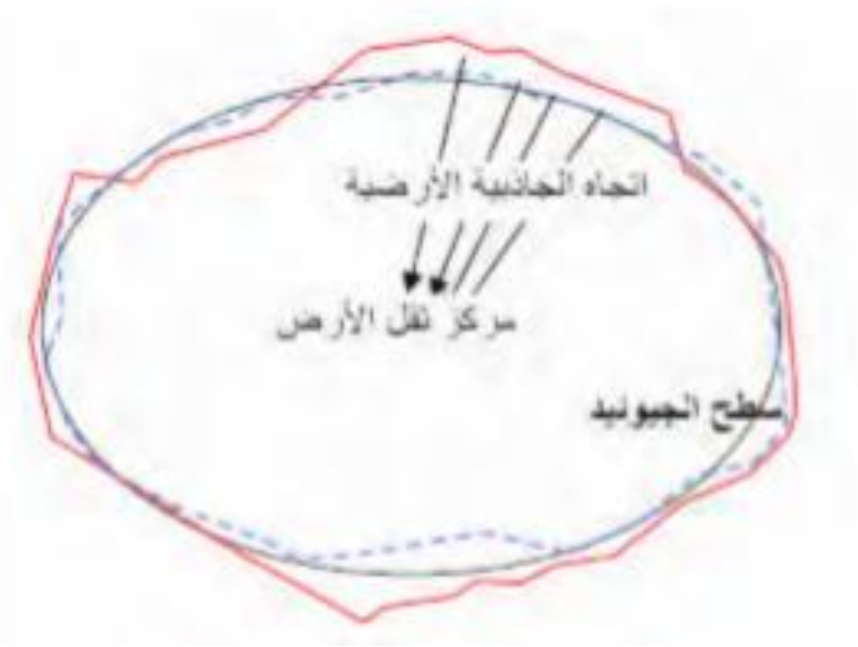
شكل (2–1) الأرض غير منتظمة الشكل

2-2 الجيويد (Geoid) :

بحث العلماء عن شكل افتراضي آخر للأرض يكون أقل تعقيدا واهتدوا إلي فكرة طالما أن مساحة الماء في المحيطات و البحار تشكل حوالي 70% من مساحة الأرض فأن شكل الأرض يكاد يكون هو الشكل المتوسط سطح الماء (Mean Sea Level) إذا أهملنا حركة سطح الماء بسبب التيارات البحرية والمد والجزر.

الجزر المد والمعروف اختصارا بأحرف وإذا قمنا بمد هذا السطح تحت اليابسة لنحصل علي شكل متكامل فأن هذا الشكل سيكون أقرب مايكون للشكل الحقيقى للارض وتم اطلاق اسم الجيويد او الجيوئيد (Geoid) على هذا الشكل الافتراضى (يجب ملاحظة أن هناك فرق في حدود متر واحد فقط بين كلا من متوسط مستوى سطح البحر والجيويد إلا أنه في معظم التطبيقات الهندسية تهمل عن هذا الفرق و نعتبر أن كلا الشكلين أو المصطلحين يشيرا لنفس الجسم) ولكن طبقا لمبدأ نيوتن السابق فأن شكل هذا الجيويد لن يكون منتظما لان سطح الجيويد يتعامد مع اتجاه قوة الجاذبية الأرضية وأيضا يخضع لقوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران الأرض حول محورها وكلا القوتين تختلفان من مكان لآخر ، علي سطح الأرض بسبب عدم توزيع الكثافة بشكل منتظم (يختلف سمك القشرة الأرضية

من ٦متر - ٦كيلومتر) وبذلك نخلص إلي أن الجيويد (شكل 2 – 2) هو الشكل الحقيقي للأرض إلا أنه شكل معقد أيضا و يصعب تمثيله بمعادلات رياضية تمكننا من رسم الخرائط و تحديد المواقع عليه .



شكل (2–2) الجيويد – الشكل الحقيقي للأرض

3-2 الالبسويد :

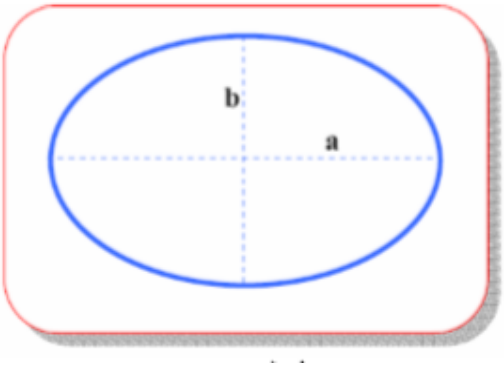
لتعقد الجيويد وصعوبة تمثيله بمعادلات رياضية أتجه العلماء إلي البحث عن أقرب الاشكال الهندسية المعروفه ووجدوا ان القطع الناقص او الاليبس هو الأقرب. فإذا دار هذا الاليبس حول محوره فسينتج لنا مجسم القطع الناقص أو الاليبسويد او الشكل البيضاوي ويعرف أيضا باسم الاسفرويد (لكن اسم الاليبسويد هو الأكثر انتشارا وهو الذي سنستخدمه في هذا البحث) . ربما يتبادر إلي الأذهان الآن سؤال : ما هو الفرق بين الاليبس و الدائرة أو بمعني آخر ما هو الفرق بين الاليبسويد و الكرة؟ بالنظر لشكل (2-3) نجد أن الاليبسويد مفلطح قليلا عند كلا القطبين بعكس الكره التي تكون كامله الاستدارة تماما أيضا الكرة لها قطر واحد له نفس القيمه فى جميع الاتجاهات بينما نجد الاليبسويد له محورين مختلفين . للتعبير عن الاليبسويد يلزمنا معرفة عنصرين (لاحظ أن الكرة يعبر

عنها بعنصر واحد فقط هو نصف قطرها)

- نصف المحور الاكبر (المحور فى مستوي خط الاستواء) ويرمز له بالرمز .
- نصف المحور الاصغر (المحور بين كلا القطبين) ويرمز له بالرمز .

ويتم حسابه من المعادله f التفلطح ويرمز له بالرمز .

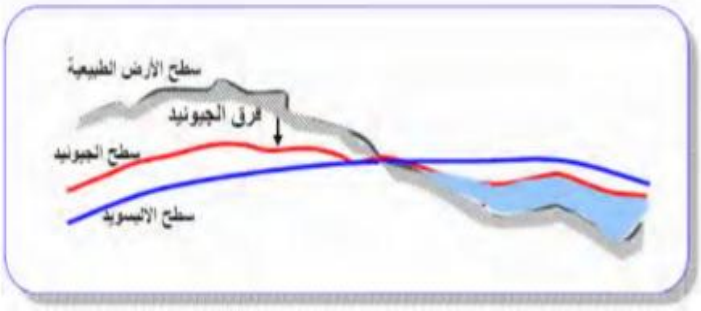
$$F= (a – b) / a \quad or \quad f= 1-(b/a)$$



شكل (2–3) الالبسويد

ويتميز شكل الاليبسويد بعدة خصائص مثل (الشكل 2 – 4)

- سهولة إجراء الحسابات علي سطحه (حيث أنه شكل هندسي معروف).
- لا يختلف سطح الاليبسويد الرياضي عن سطح الجيويد الفيزيقي كثيرا(أكبر فرق بين كلاهما لا يتعدي 100 متر فقط لاحظ أن الفرق بين الجيويد والكرة يصل الى 21 كيلو متر تقريبا).



شكل (2–4) العلاقة بين الجيويد والاليبسويد

لكي يمكن تحديد المواقع علي سطح الأرض يلزمنا اختيار شكل رياضي يعبر عن شكل وحجم الأرض ذاتها وهو ما نطلق عليه اسم الشكل المرجعي.

أحد هذه الأشكال المرجعية من الممكن أن يكون الكرة والتي كانت مستخدمة لفترة طويلة لتحديد المواقع التي لا تتطلب دقة كبيرة ولرسم الخرائط التي لا يزيد مقياسها عن 1:مليون .ايضا للمساحات الصغيرة جدا (أقل من مربع 50 كيلومتر) من الممكن اعتبار المستوي شكلا مرجعيا وخاصة في تطبيقات المساحة المستوية أما لتحديد المواقع بدقة عالية أو لرسم الخرائط الدقيقة فأن الاليبسويد هو الشكل المرجعي المستخدم .

طوال القرنين الأخيرين تعددت محاولات علماء الجيوديسيا لتحديد أنسب اللإيبسويد يعبر عن شكل الأرض بأقرب صورة ممكنة . وكلما تجمعت قياسات جيوديسية جديدة لدي أحد العلماء والجهات الدولية تم حساب قيم جديدة لعناصر تعريف الاليبسويد سواء مما ادى لوجود العديد من نماذج الاليبسويد ويعرض الجدول (2 – 1) بعضا من هذه النماذج .

(جدول 2– 1) بعض نماذج الاليبسويد المستخدمة عالمياً

اسم الاليبسويد	نصف المحور الأكبر a بالمتر	نصف المحور الأصغر b بالمتر	الدولة التي تستخدمه
Helmert 1906	٦٣٧٨٢٠٠	٦٢٥٦٨١٨	مصر
Clarcke 1866	٦٣٧٨٢٧٤	٦٣٥٦٦٥١	أمريكا الشمالية
Bassel 1841	٦٣٧٧٣٩٧	٦٣٥٦٠٧٩	وسط أوروبا
Airy 1830	٦٣٧٧٥٦٣	٦٣٥٦٢٥٧	بريطانيا
WGS72	٦٣٧٨١٣٥	٦٣٥٦٧٥٠	عالمي
WGS84	٦٣٧٨١٣٧	٦٣٥٦٧٥٢	عالمي

كانت كل دولة عند بدء إقامة الهيكل الجيوديسي أو المساحي لها بغرض البدء في إنتاج الخرائط غالبا ما تختار أحدث البسويد خرائطها في ذلك الوقت لتتخذه السطح المرجعي لنظام خرائطها فإذا ظهر بعد عدة سنوات البسويد اخر لم يكن ممكنا لاسباب مادية أن تقوم هذه الدولة بتغيير السطح المرجعي لها و إعادة إنتاج و طباعة كل خرائطها من جديد . لكن

ما هو المرجع؟ من المعروف أن أي البسويد ، يكون أقرب ما يمكن لتمثيل سطح الأرض علي المستوي العالمي أي أن الفروق بينه وبين الجيويد تختلف من مكان لمكان علي سطح الأرض لكنها أقل ما يمكن علي المستوي العالمي . لكن كل دولة عندما تعتمد البسويد معين تريد أن يكون الفرق بينه و بين الجيويد أقل ما يمكن في حدودها ولا تهتم إن كانت هذه الفروق كبيرة في مناطق أخري من العالم . لذلك كانت كل دولة تلجأ لتعديل وضع الالبسويد المرجعي قليلا لكي يحقق هذا الهدف وفى هذه الحالة أي بعد إجراء هذا التعديل البسيط فلم يعد هذا الالبسويد كما كان في الأصل لكنه صار في وضع مختلف وهنا نطلق عليه اسم مرجع او مرجع جيوديسى او مرجع وطنى او بيانى ، أي أن المرجع الوطني لأي دولة ما هو إلا البسويد عالمي قد تم تعديل وضعه بصورة أو بآخري ليناسب هذه الدولة ويكون أقرب تمثيلا لشكل الجيويد عند هذه الدوله(الشكل الحقيقي للأرض) عند هذه كما يجب الإشارة إلي أنه كلما قلت الفروق بين المرجع الوطني لدولة ما والجيويد كلما زادت علي دقة الخرائط المرسومة اعتمادا المرجع.

الباب الثالث

الاطار العملي

1-3 رصد الارتفاع :

تستخدم تطبيقات المساحة مثل الشريط والثيودلايت في تحديد مواقع إحداثيات المعالم الجغرافية من خلال تحديد بعدين (X, Z .) إلا ان الأرض ليست مستوية إنما هي مجسم شبه كروي و سطحه ليس مستويا بل تتخلله الجبال و الوديان و المنخفضات ، و لتمثيل أي معلم على الأرض يلزمنا ثلاثة أبعاد و ليس اثنين فقط هذا البعد الثالث (البعد الرأسي Z) هو الهدف الذي تسعى الميزانية لقياسه .

الميزانية هي عملية مساحية لقياس الأبعاد الرأسية للنقاط على الأرض و يتم ايجاد البعد الرأسي للنقاط إما عن طريق المقارنة بالنسبة لبعضها البعض او بالنسبة لمستوى ثابت يطلق عليه اسم مستوى المقارنة ، و تعتبر الميزانية من اهم الأعمال المساحية و تعتبر اساس لكل المشروعات الهندسية ان كانت مدنية او معمارية او جيولوجية .

2-3 الميزانية العادية

1-2-3 مصطلحات الميزانية

1/ مستوى المقارنة:

يكون مستوى المقارنة هو متوسط سطح البحر متواصلا افتراضيا تحت القارات وبما ان جاذبية سطح البحر تزيد قيمتها كلما اتجهنا الى الشمال وتقل كلما اتجهنا نحو الاستواء فإن كل من دول العالم تتخذ منسوب سطح البحر او المحيط المحدد لها كمنسوب لسطح المقارنة.

2/ منسوب النقطة:

هو البعد الرأسي بين النقطة على سطح الأرض و بين مستوى المقارنة و يكون المنسوب موجب اذا كانت النقطة فوق مستوى المقارنة و سالبا اذا كانت تحت مستوى المقارنة و بالتالي فإن النقاط ذات منسوب صفر هي النقاط الموجودة على امتداد مستوى سطح البحر

3/ علامات الميزانية: Bench Marks

هي نقاط ثابتة موجودة على سطح الأرض و يتم تحديد مناسيبها بدقة عالية و تكون مرجعا لتحديد مناسيب نقاط اخرى في الأعمال المساحية و الهندسية التى تقع بالقرب من علامات الميزانية و ذلك دون الرجوع الي مستوى سطح البحر و هذه النقاط عبارة عن علامات معدنية مثبتة في الأرض و هذه النقاط مسجلة لدى مصلحة المساحة و بالرجوع إليها يمكن الحصول علي كشف يبين كيفية الوصول الي كل منها .

3-3 الأدوات المستخدمة لأعمال الميزانية- :

1/ الميزان:

جهاز الميزان هو الجهاز المستخدم لتعيين ارتفاعات و انخفاضات النقاط او بمعنى آخر لإيجاد مناسيب النقاط واجهزة الميزان المستخدمة لتعيين المناسيب متعددة باختلاف الشركات المصنعة لها و كذلك متباينة و مختلفة من حيث الدقة و تعدد الأغراض.

شكل رقم (3-1) أجهزة الميزان

4-3 تصنف أجهزة الميزان من حيث الدقة إلى ثلاثة أصناف:

1. **أجهزة دقيقة** : و فيها تكون فقاعة التسوية حساسة جدا كما تكون قوة التكبير عالية و يستخدم هذا النوع في أعمال المسح الجيوديسي و الأعمال التي تتطلب دقة عالية
2. **أجهزة متوسطة الدقة** : و هي اقل دقة من الصنف الأول و يغلب استخدام هذا النوع في معظم المشاريع الهندسية .
3. **أجهزة منخفضة الدقة** : و يصنع هذا النوع من الأجهزة خصيصا لأغراض التسوية التقريبية كما هو الحال في مشاريع الأبنية المحدودة و لحالات التسوية على مسافات قريبة.

يتكون جهاز الميزان من الأجزاء الرئيسية التالية:

أ- التلسكوب او المنظار

ب- أنبوب التسوية

ج- مسامير التسوية

د- القاعدة السفلى

5-3 القامة:

هي عبارة عن مسطرة من الخشب او المعدن يتراوح طولها بين 3 إلى 5 امتار مع ان الطول الاعتيادي هو اربعة امتار و هي مقسمة الى امتار و ديسيمترات و ملليمترات.

شكل رقم (3-2) يوضح القامة

توجد انواع كثيرة من القامات تدتلف في الشكل ا المظهر طريقة التدريج منها القامات التي تطوى القامات التلسكوبية.

تنقسم الميزانيه الى نوعين:

أ- ميزانية مباشرة او ميزانية هندسية .

ب- ميزانية غير مباشرة مثل الميزانية البارومترية و الميزانية المثلثية .

1/ الميزانية المباشرة:

تنقسم الميزانية المباشرة من حيث اسلوب تنفيذها في الطبيعة أي ميزانية طولية في اتجاه طولى مثل محور طريق (و عرضية) مثل قطاعات عرضية على المحور الاساسي للمشروع (و شبكية) تغطي منطقة من الأرض (و في حالة الوصول لدقة عالية في تحديد فروق المناسيب) باستخدام اجهزة خاصية عالية الدقة (فهي تسمى الميزانية الدقيقة . تعتمد فكرة الميزانية المباشرة على وجود جهاز يحدد المستوى الأفقي بين نقطتين) الميزان (مع وجود مسطرة مدرجة) قامة (توضع رأسيا عند كل نقطة فإذا تم تحديد تقاطع المستوى الافقي مع المسطرة عند كل نقطة و تسجيل هاتين القراءتين فإن فرق الأرتفاع) فرق

المنسوب (بين النقطتين هو فرق قراءتي القامة فإذا علمنا منسوب نقطة منهما امكن حساب منسوب النقطة الثانية .

2/ الميزانية غير المباشرة:

يتم فيها حساب المنسوب بطريقة غير مباشرة أي ان المنسوب محسوب و من امثلتها الميزانية البارومترية و الميزانية المثلثية تعتمد الميزانية البارومترية على مبدأ ان الضغط الجوى يتناسب عكسيا مع الأرتفاع فوق متوسط سطح البحر فإذا تمكنا من قياس فرق الضغط الجوي بين نقطتين) بإستخدام جهاز الباروميتر(فيمكن تحويله حسابيا الى فرق المنسوب بين هاتين النقطتين تعد دقة الميزانية البارومترية دقة منخفضة و لا تستخدم إلا في اعمال الاستكشاف اما الميزانية المثلثية فتعتمد على قياس الزاوية الرأسية بين نقطتين) بإستخدام الثيودولايت (و قياس المسافة المائلة بينهما)بالشريط او بإستخدام ال EDM (و حديثا يتم حساب فرق الإرتفاع بين النقطتين بإستخدام جهاز المحطة الشاملة) Total Station .

6-3 اعمال الميزانية الطولية العرضية:

الميزانية الطولية هي عملية قياس فروق الارتفاعات المجموعة من النقاط على خط واحد أي في الاتجاه الطولي للمشروع مثل الطرق و الجسور و الكباري ،اما الميزانية العرضية فهى قياس فروق الارتفاعات لمجموعة من النقاط العرضية و العمودية على محور المشروع . عند اجراء الميزانية الطولية)وايضا العرضية ينصب جهاز الميزان في عدد من النقاط و يكون هنالك عدة انواع من القراءات على القامة :

- القراءة الخلفية Back sight or BS : و هي اول قراءة تؤخذ على القامة بعد تثبيت الميزان في أي نقطة .

- القراءة الأمامية Fore sight or FS : و هي اخر قراءة تؤخذ على القامة قبل نقل الميزان الى النقطة التالية .

- القراءة المتوسطة Intermediate sight or IS : و هي كل قراءة تؤخذ على القامة بين القراءتين الخلفية و الامامية .

7-3 حسابات الميزانية المباشرة:

توجد طريقتين لحساب فرق المنسوب بين نقطتين يتم إجراء ميزانية فيها بإستخدام الميزان البصري العادي .

طريقة سطح الميزان .

طريقة الإرتفاع والإنخفاض .

الميزان الإلكتروني لديه إمكانية لإتمام الحسابات داخل برنامج الحاسب الالى الخاص به فإذا علمنا منسوب النقطة الأولى BM فيتم حساب منسوب النقطة أو النقاط المطلوبة

8-3 طريقة سطح الميزان :

في هذه الطريقة يتم حساب منسوب نقطة القامة الامامية كالاتي :

منسوب سطح الميزان = منسوب النقطة المعلومة (+ قراءتها الخلفية)

منسوب النقطة الامامية = منسوب سطح الميزان – قراءتها الامامية

بعد حساب منسوب النقطة الامامية تكون قد تحولت الى نقطة معلومة المنسوب و يتم استخدامها كنقطة خلفية معلومة للنقطة التالية و هكذا .

التحقيق الحسابي في نهاية الميزانية :

منسوب اخر نقطة – منسوب اول نقطة = مجموع القراءات الخلفية – مجموع القراءات الامامية .

3-9 طريقة الارتفاع و الانخفاض :

تعتمد هذه الطريقة على مقارنة كل نقطة بالنقطة السابقة لها ومعرفة قيمة الارتفاعات والانخفاضات عنها كلما زادت قراءة القامة كان ذلك دليل على انخفاض النقطة عن النقطة السابقة لها و كلما قلت قراءة القامة كان ذلك دليلا على ارتفاع النقطة المقارنة .

فرق الارتفاع بين نقطتين = قراءة القامة الخلفية+ قراءة القامة الامامية

منسوب النقطة الامامية = منسوب النقطة الخلفية + فرق الارتفاع

التحقيق الحسابي في نهاية الميزانية :

مجموع الارتفاعات = مجموع الانخفاضات = منسوب اخر نقطة - منسوب اول نقطة

= مجموع القراءات الخلفية- مجموع القراءات الامامية

3-10 النظام العالمي لتحديد المواقع

تتعدد طرق الرصد المساحية بنظام الجي بي أس بطريقة كبيرة بناءا على عدة عوامل مثل عدد اجهزة الاستقبال المتوفرة و الدقة المطلوبة او طبيعة المشروع . تعتمد طرق المساحية لتجميع ارصاد الجي بي أس على اسلوب الرصد النسبي او الرصد التفاضلي حيث يكون هنالك جهازي استقبال احدهما يسمى القاعدة او الجهاز المرجعي موجود على نقطة مساحية معلومة الاحداثيات بينما الجهاز الثاني يسمى المتحرك و هو الذي يتولى رصد النقاط المطلوب تحديد موقعها و يقوم كلا الجهازين برصد الأقمار الإصطناعية آنيا في نفس الوقت يقوم الجهاز الثابت او القاعدة بتحديد قيمة الخطأ في اشارات الأقمار الإصطناعية في كل لحظة و ذلك عن طريق مقارنة الإحداثيات المعلومة لهذه

النقطة مع إحداثياتها المحسوبة من ارصاد الجي بي إس .

بصفة عامة يمكن تقسيم طرق الرصد الى مجموعتين رئيسيتيين :

الطرق الثابتة و منها الطريقة التقليدية و الطريقة السريعة .

الطرق المتحركة و منها طرق تعتمد على الحساب اللاحق واخرى تعتمد على إستقبال تصحيحات بهدف إكمال عملية حساب الإحداثيات في الموقع مباشرة . وتجدر الإشارة الى أن الطريقة الثابتة التقليدية هي الأنسب لمشروعات المساحة الجيوديسية التى تتطلب دقة عالية بينما باقي الطرق تكون مناسبة للأعمال المساحية و الرفع المساحي .

11-3 طرق الرصد الثابتة:

تعد طرق الرصد الثابتة انسب طرق رصد الجي بي أس للتطبيقات المساحية و الجيوديسية التى تتطلب دقة علية في تحديد المواقع الطريقة الثابتة التقليدية هي اقدم و ادق طرق رصد الجي بي أس بينما ظهرت بعدها طريقة اخرى سميت بالرصد الثابت السريع .

1-11-3 طريقة الرصد الثابت التقليدي

في هذه الطريقة يحتل الجهاز الثابت نقطة معلومة الاحداثيات بينما يقوم الجهاز الاخر باحتلال النقطة المجهولة المطلوب تحديد موقعها . و في نفس الوقت تبدأ كل الاجهزة باستقبال اشارات الأقمار الإصطناعية الأجهزة الجيوديسة ثنائية التردد هي الأجهزة المستخدمة في هذه الطريقة حتى يمكن الوصول لمستوى الدقة المطلوبة و إن كان يمكن استخدام الاجهزة احادية التردد للمسافات القصيرة التى لا تتجاوز

20 كيلومتر تتراوح فترة الرصد المشترك التى تعمل خلالها اجهزة الاستقبال بين 30 دقيقة وعدة ساعات طبقا لطول المسافة بين الجهاز الثابت و الاجهزة الاخرى . توجد عدة أساليب لتجميع البيانات تعتمد على عدد اجهزة الاستقبال المتوفرة اذا لم يتوفر إلا جهازين استقبال فقط يتم العمل بإسلوب خط القاعدة حيث يوضع الجهاز الثابت اعلى النقطة المعلومة الاحداثيات و الجهاز الاخر اعلى اولى النقاط المجهولة لفترة زمنية معينة ثم ينتقل لرصد النقطة المجهولة الثانية ثم الثالثة و هكذا في حالة توافر اكثر من جهازين فإن اسلوب العمل يتم بطريقة الشبكة حيث يوضع جهاز فوق النقطة المعلومة بينما توضع بقية الاجهزة على النقاط المجهولة .

الدقة المتوقعة لطريقة الرصد الثابت التقليدي تكون 5 ملليمتر + 1 جزء من المليون (PPM)

3-11-2 طريقة الرصد الثابت السريع:

في حالة وقوع النقاط المجهولة في نطاق مسافة قصيرة في حدود 10-15 كيلوميتر من موقع النقطة المعلومة او المرجعية فيمكن للجهاز المتحرك ان يرصد نقطة مجهولة لمدة زمنية بسيطة ثم ينتقل لرصد مجهولة ثانية و ثالثة و هكذا تتراوح فترة الرصد عند كل نقطة مجهولة بين 2-10 دقائق تتميز

طريقة الرصد الثابت السريع انها تقلل بدرجة كبيرة من الوقت اللازم لتجميع البيانات الحقلية مما يجعلها مناسبة للاعمال المساحية التفصيلية والطبوغرافية في منطقة صغيرة ولكن الدقة المتوقعة لهذه (10 ملليمتر + 1 PPM) لا تصل لنفس مستوى دقة طريقة الرصد الثابت التقليدي مما يجعلها غير مطبقة في الاعمال الجيوديسية الدقيقة .

3-12 طرق الرصد المتحركة

تعتمد فكرة الرصد المتحرك على وجود جهاز ثابت مرجعي على النقطة المعلومة بينما يتحرك الجهاز الاخر لرصد عدد من النقاط المجهولة . تختلف طرق الرصد المتحرك بناء على عاملين :

1. اسلوب حركة الجهاز الثاني .
2. طريقة نقل التصحيحات من الجهاز الثابت لباقي الاجهزة

3-12-1 طرق الرصد المتحرك والحساب لاحقا:

في هذه النوعية من اساليب الرصد المتحرك يتم الاعتماد على ان التصحيحات التى يقوم بحسابها الجهاز المثبت فوق النقطة المعلومة يتم نقلها الى ارصاد الاجهزة المتحركة عن طريق برنامج الحساب في الحاسب الآلي بعد الانتهاء من الاعمال الحقلية أي ان حساب احداثيات النقاط المرصودة سيكون في المكتب.

3-12-2 طريقة الرصد شبه المتحرك:

تسمى طريقة الرصد المتحرك مباشرة واهم مميزاتها انها لا تتطلب الوقوف عند كل نقطة مجهولة انما تكتفي برصدها حتى ولو ثانية واحدة. في هذه الطريقة يتم ضبط جهاز الاستقبال بحيث يسجل الارصاد آليا كل فترة زمنية معينة ولا توجد حاجة للمستخدم لاعطاء امر الرصد في جهاز الاستقبال كل.

هذه المميزات جعلت طريقة الرصد شبه المتحرك اكثر جاذبية واسهل وارخص لتطبيقات الرفع المساحي.

3-12-3 طريقة الرصد المتحرك مع الحساب اللحظي

تعتمد هذه الطريقة على وجود جهاز راديو عند النقطة الثابتة يقوم بارسال و بث التصحيحات التي يقوم الجهاز المرجعي بحسابها الى الجهاز المتحرك والذي بدورها يكون متصل بجهاز راديو لاسيلكي اخر أي ان الجهاز المتحرك يتكون من وحدتين وحدة استقبال اشارات الاقمار الصناعية بالاضافة الى وحدة.

استقبال لاسلكية لاستقبال التصحيحات المرسلة من الجهاز الثابت . من ارصاد الأقمار الإصطناعية يقوم الجهاز المتحرك بحساب احداثيات النقطة المرصودة ومن تصحيحات الجهاز المرجعي يقوم الجهاز المتحرك بتصحيح الاحداثيات للوصول الي قيم دقيقة في نفس اللحظة. بناء على نوع التصحيحات التى يحسبها الجهاز الثابت توجد طريقتين من طرق الرصد المتحرك مع.

3-12-4 الحساب اللحظي :

اذا كانت التصحيحات خاصة بارصاد الشفرة فإن الطريقة تسمى الجي بي أس التفاضلي Differential GPS او اختصارا DGPS .

اذا كانت التصحيحات خاصة بارصاد طور الموجة Carrier phase فإن الطريقة تسمى الرصد المتحرك اللحظي Real Time Kinematic اختصارا RTK . ارصاد طور

الموجة تكون اكثر دقة من ارصاد الشفرة مما يؤدي الي ان دقة الجي بي أس التفاضلي DGPS عدة ديسيمترات او ما هو اقل من المتر بينما تصل الدقة لطريقة الرصد اللحظي RTK الى 2-5 سنتيمتر ولذلك فإن طرق الرصد التفاضلي تستخدم في التطبيقات الملاحية ونظم لمعلومات الجغرافية بينما طريقة الرصد المتحرك اللحظي هي المطبقة في الأعمال المساحية .

13-3 مصادر الأخطاء :-

1-13-3 أخطاء صادرة من القمر الإصطناعي:

خطأ موضع القمر في مساره ينتج لتأثير الجازبية و يتم تصحيحة و اكتشافة بواسطة نقاط المراجعةالأرضية.

- خطأ الانتقاء وهو خطأ متمد من وزارة الدفاع الأمريكية ويصل الي 100 متر.
- خطأ الرسالة الملاحية يتم إكتشافة و تصحيحة بواسطة محطات المتابعة.
- خطأ ساعة القمر الإصطناعي ويصل إلي 1 متر
- خطأ توزيع الأقمار ويصل إلي (15 - 100 متر)

2-13-3 أخطاء الاشارة المرسلة من القمر الي المستقبل:

- خطأ تعدد المسار .
- أخطاء طبقات الغلاف الجوي (الأيونوسفير و التروبوسفير)

3-13-3 أخطاء صادرة من المستقبل:

- خطأ ساعة المستقبل.
- خطأ توليد الترددات.

4-13-3 الأخطاء الجسيمة :

1. أخطاء وحدات التحكم بسبب أشخاص من مشغلي النظام .

2. الأخطاء الناتجة من الاشخاص المستخدمين للمستقبل منها :
   (أ) إختيار طريقة الرصد المستعملة .
   (ب) إختيار توزيع الأقمار.
   (ج) إختيار البطاريات .
   (ت) إختيار الفترة الزمنية بين الرصدان المتتاليان .
   (ث) التوقف المبدئي في اول العمل لضبط الجهاز للعمل .
3. أخطاء في إختيار المرجع الجيوديسي .
4. أخطاء المستقبلات سواء من حيث البرامج أو المكونات نتيجة للإختبار السيئ للجهاز ذو المواصفات المناسبة لحجم الدقة المطلوبة .
5. أخطاء ناتجة عن التشويش و الإنحرافات في الموجات الترددية .

14-3 مميزات تقنية نظام الموقع العالمي :

متاح طوال 24 ساعة يومياً ليلاً و نهاراً و على مدار العام كله .

- يغطي جميع انحاء الأرض .
- لايتأثر بأي ظروف مناخية مثل درجات الحرارة والمطر والرطوبة والبرق والعواصف .
- الدقة عالية في تحديد المواقع تصل الي ملليمترات في بعض التطبيقات وطرق الرصد الجيوديسية او دقة امتار قليلة للتطبيقات الملاحية .
- الوفرة الإقتصادية بحيث أن تكلفة إستخدام الجي بي إس تقل بنسبة أكبر من 25% بالمقارنة بأي نظام ملاحي أرضي أو فضائي آخر .
- لايحتاج لخبرة متخصصة لتشغيل أجهزة الإستقبال لدرجة أن بعض المستقبلات أصبحت تدمج في الساعات اليدوية والسيارات والهواتف المحمولة ..... إلخ

15-3 التطبيقات المساحية لتقنية نظام الموقع العالمي :

إنشاء الشبكات الجيوديسية للثوابت الأرضية الدقيقة و تكثيف الشبكات القديمة منها عن طريق إضافة محطات جديدة لها .

- رصد تحركات القشرة الأرضية .
- رصد إزاحة و هبوط المنشآت الحيوية كالكباري و الجسور و السدود و القناطر اعمال التوقيع المساحي التفصيلي و الطبوغرافي .
- إنتاج خرائط طبوغرافية و تفصيلية دقيقة و في صورة رقمية .
- تحديد المواقع لعلامات الضبط الأرضي للصورالجوية والمرئيات الفضائية لنظم الاستشعارعن بعد.
- تطبيقات المساحة التصويرية الأرضية .
- تطوير نماذج الجيويد الوطنية بالتكامل مع إسلوب الميزانية الأرضية .
- تجميع البيانات المكانية عند إستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية و خاصة لتطبيقات تحديد مواقع الخدمات المدنية و تطبيقات نظم معلومات الأراضي .
- الربط بين المراجع الجيوديسية المختلفة للدول في حالات المشروعات الحدودية المشتركة

شكل(3-3) يوضح جهاز GPS

الباب الرابع

الحسابات والنتائج

4-1 منطقة الدراسة

تم جمع بيانات المشروع من الادارة العامة لمساحة ولاية الخرطوم ومركز(شبكات المرافق) وهى عباره عن بيانات ل (11) نقطه موزعه على محلية الخرطوم حيث تم زيارتها ومعاينتها على الطبيعه والشكل (4-3) يوضح ذلك .

تم حساب ارتفاع الارثومترى لأحد عشرة نقطة باستخدام جهاز الميزان جدول(4-1).

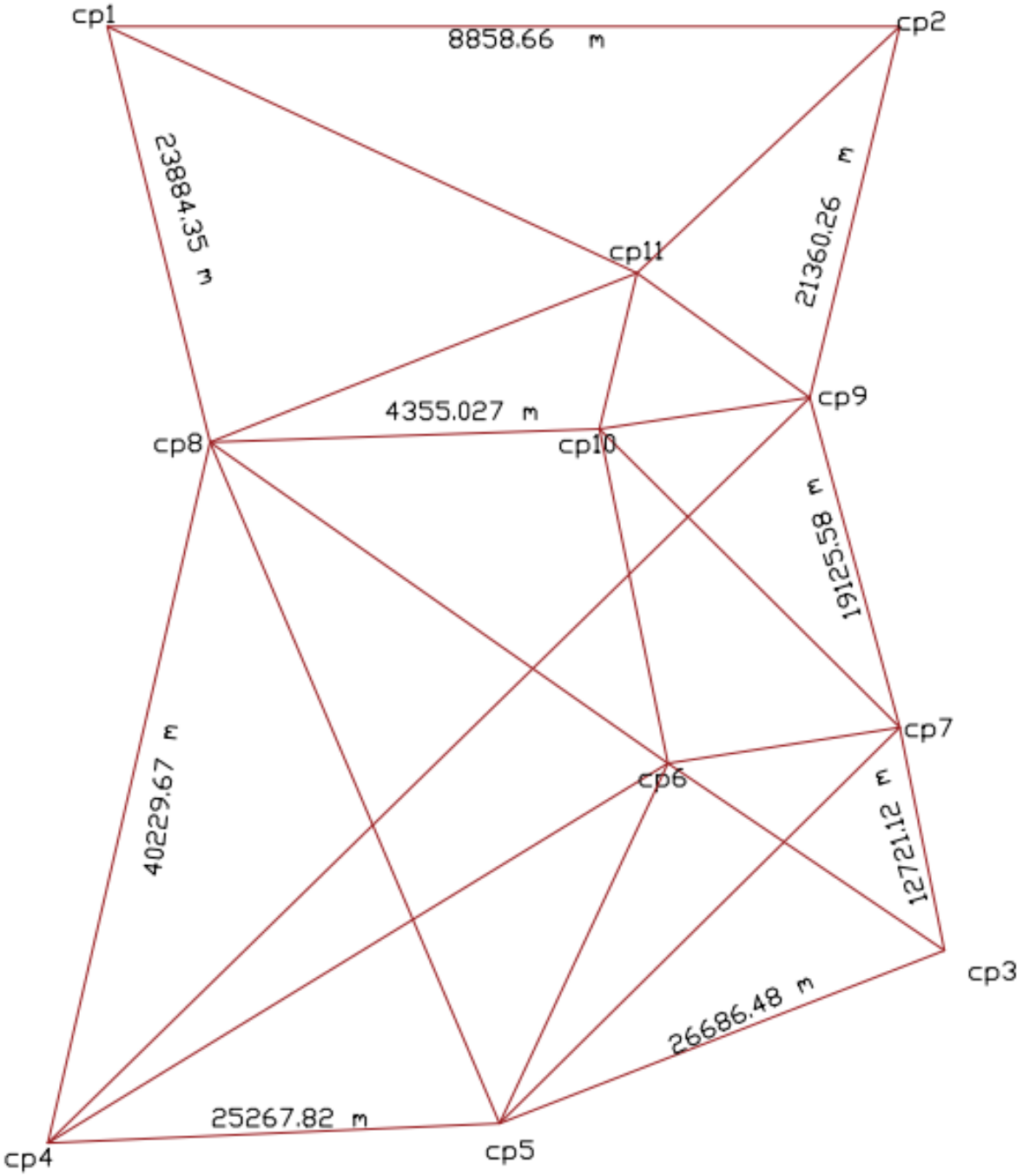
تم حساب الإحداثيات الاهليليجية للنقاط باستخدام جهاز نظام الموقع العالمي جدول (4-3).

تم تعويض حيود الجويد لأربعة نقاط بمعادلات كثيرة الحدود من الدرجة الاولي لحساب قيم المجاهل .

تم تعويض قيم المجاهل في بقية النقاط وحساب الحيود للتحقيق جدول (4-4) .

تمت مقارنة الارتفاع المحسوب مع المعلوم جدول رقم (4-5).

شكل (4-1) يوضح منطقة الدراسة



شكل (2-4) يوضح توزيع النقاط على الطبيعة

الجداول التالية توضح نتائج خطوات الحل:

جدول (4-1) يوضح الارتفاع الاوثومترى بارصاد جهاز الميزان

Point	Orthometric
Cp1	380.7897
Cp2	383.4955
CP3	384.3116
CP4	381.0791
CP5	382.8723
CP6	384.0333
CP7	385.1469
CP8	382.942
CP9	384.9671
CP10	383.6199
CP11	383.1875

جدول (4-2) يوضح الإحداثيات الجيوديسية (WGS84)

Point	Lat	Long	Ellipsoid
Cp1	15.60698	32.50435	383.494
Cp2	15.59803	32.58701	386.139
CP3	15.5137	32.59184	386.799
CP4	15.49405	32.49843	383.618
CP5	15.49612	32.54549	385.409
CP6	15.53259	32.56297	386.619
CP7	15.53624	32.58331	387.733
CP8	15.56495	32.51516	385.545
CP9	15.5696	32.5777	387.583
CP10	15.56637	32.55575	386.204
CP11	15.58215	32.55964	386.158

جدول (4-3) يوضح الإحداثيات الاهليليجية للنقاط بأرصاد جهاز نظام الموقع العالمي

Point	Northing	Easting	Ellipsoid
CP1	1725524.405	446866.913	383.494
CP2	1724514.954	455725.573	386.139
CP3	1715186.657	456225.611	386.799
CP4	1713033.829	446202.487	383.618
CP5	1713251.866	451251.346	385.409
CP6	1717281.604	453133.935	386.619
CP7	1717681.258	455315.821	387.733
CP8	1720873.018	448014.717	385.545
CP9	1721372.112	454721.14	387.583
CP10	1721019.909	452367.266	386.204
CP11	1722764.732	452787.946	386.158

نموذج لتصميم نقاط الضبط :

الشكل(4-1) نموزج لنقاط الضبط

جدول (4-4) يوضح حيود الجيود (N) من الارصادات

Point	Ellipsoid(h)	Orthometric(H)	حيود الجيود (N) (N=h-H)
CP1	383.494	380.7897	2.7043
CP2	386.139	383.4955	2.6435
CP3	386.799	384.3116	2.4874
CP4	385.409	382.8723	2.5367
CP5	383.618	381.0791	2.5389
CP6	386.619	384.0333	2.5857
CP7	387.733	385.1469	2.5861
CP8	385.545	382.942	2.603
CP9	387.583	384.9671	2.6159
CP10	386.204	383.6199	2.5841
CP11	386.158	383.1875	2.9705

حساب عوامل كثيرة الحدود :

نعوض باربعة نقاط ونحل الثوابث نعوض عكسيا في بقية النقاط

استخدام النموذج التالى لتكوين المعادلات :

$$N = a0 + a1X + a2y$$

المعادلات للنقاط :

$$Ncp1 = a0 + a1Xcp1 + a2\ Ycp1$$

$$Ncp2 = a0 + a1Xcp2 + a2\ Ycp2$$

$$Ncp3 = a0 + a1Xcp3 + a2\ Ycp3$$

$$Ncp4 = a0 + a1Xcp4 + a2\ Ycp4$$

حيث أن :

N ≡ قيمة حيود الجيويد للنقطة

X ≡ لإحداثي الشرقي للنقطة

Y ≡ الإحداثي الشمالي للنقطة

Cp1 ، Cp2 ، Cp3، Cp4 ≡ تنقاط التحقيق

لحساب نقاط المجاهيل نستخدم طريقة أقل التربيعات في الخطوات التالية :

$$\begin{bmatrix} Ncp\ 1 \\ Ncp2 \\ Ncp3 \\ Ncp4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Xcp1 & Ycp1 \\ 1 & Xcp2 & Ycp2 \\ 1 & Xcp3 & Ycp3 \\ 1 & Xcp4 & Ycp4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a0 \\ a1 \\ a2 \\ \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b = A * x}$$

$$\begin{bmatrix}2.7043\\2.6435\\2.4874\\2.5367\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1 & 446866.913 & 1725524.40\\1 & 455725.573 & 1724514.954\\1 & 456225.611 & 1715186.657\\1 & 451251.346 & 1713251.866\end{bmatrix} \times \begin{bmatrix}a0\\a1\\a2\end{bmatrix}$$

يتم تكوين مصفوفات معامل المجاهيل A ، A^T ومن ثم تعويضها في المعادلة التالية للحصول على قيمة المجاهيل .

$$\hat{X} = (A^T W A)^{-1} * A^T wb$$

تم حل المعادله باستخدام اقل التربيعات

$$\hat{X} = \begin{bmatrix}a0\\a1\\a2\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-15.8906658\\-7.875173513 * 10^{-6}\\1.282103822 * 10^{-5}\end{bmatrix}$$

اختيار النقاط لحساب حيود الجويد:

وبذلك تصبح المعادلات الخاصة بحيود الجويد للنقاط الأربعة :

Cp1 = -15.8906658 + (-7.875173513*10^{-6})* 446866.913 +
1.282103822 * 10^{-5}* 1725524.405 = -0.0089 m

Cp2 = -15.8906658+(-7.875173513*10^{-6})*455725.573
+1.282103822*10^{-5}*1724514.954 =-00463. m

Cp3 = -15.8906658+(-7.875173513*10^{-6})*456225.611+
1.282103822 * 10^{-5}*1715186.657 =-0.0195 .m

Cp4 = -15.8906658+(-7.875173513*10^{-6})*446202.487+
1.282103822*10^{-5}*1713033.829 = 0.0154 m

جدول رقم (4-5) يوضح الفرق في الارتفاع بين المحسوب والمرصود لبقية السبعة نقاط

Point	المرصود (N)	المحسوب (N)	الفرق
CP5	2.5861	2.5461	0.04
CP6	2.5841	2.6121	-0.028
CP7	2.5857	2.5581	0.0276
CP8	2.5367	2.5213	0.0154
CP9	2.6159	2.5981	0.0178
CP10	2.603	2.6445	-0.0415
CP11	2.9705	2.6312	0.3393
$\varepsilon\Delta$			0.3706

الخطا المعياري

$$\sigma = \mp\sqrt{\frac{\varepsilon(\Delta)^2}{n(n-1)}} = \mp\sqrt{\frac{0.3706}{7(7-1)}} = \quad \mp \ 0.057$$

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات والمراجع

1-5 الخلاصة:

تمت نمذجة جيويد بالطريقة الهندسية (أرصاد GPS و ميزانيات) لمنطقة الدراسة باستخدام احدى عشرة نقطة ، منها أستخدمت في عملية الاستكمال واربعة نقاط استخدمت في تحقيق وحساب مدى دقة النموذج المكون في عملية الاستكمال استخدم صيغة كثيرة الحدود من الدرجة الأولى .

الدقة المتحصل عليها من عملية استكمال قيمة الحيود مباشر ة ، في حدود 0.057m ± (بعد إدخال قيمة الحيود من النموذج العالمي للجيويد) .

نجد إن الدقة الناتجة من عملي الاستكمال كبيرة وهذا يعني إن التحويل بين الارتفاع الايزومتري والاهليليجي باستخدام معادلات كثيرة الحدود من الدرجة الاولي مؤشر غير جيد للدقة ولا تناسب المشاريع التي تتطلب دقة عالية .

2-5 التوصيات :

- اختبار أثر توزيع نقاط الضبط المستخدمة في عملية الاستكمال وعددها علي الدقة
- استخدام طرق استكمال أخرى ودراسة أثر ذلك في النتائج .
- عمل مقارنة بين الطريقة المستخدمة في البحث و الطريقة الفيزيائية لنمذجة الجيويد .
- تكثيف نقاط الضبط الراسية علي مستوي الدولة .
- مواصلة البحث في طرق نمذجة الجيويد حتى الوصول الى دقة تمكن من استعمال نموذج الجيويد في الأعمال المساحية الدقيقة

المراجع :

1. د.جمعة داؤود محمد 2012م ، أسس المساحة الجيوديسية وال GPS مكة المكرمة ، المملكة العربية السعودية .
2. د.جمعة داؤود محمد 2012م ، مبادئ المساحة مكة المكرمة ، المملكة العربية السعودية .
3. مقال لتشالز ميري جامعة كامبتون بجنوب أفريقيا نشر فى عدد أغسطس 2008 م لمجلة المساحة الفنية و ترجمه د. جمعة محمد داود
4. على شكرى ، 1998م ، المساحة الجيودويسية .