ملخص بحث :

تطبيقات تقنية الاستشعار عن بعد والأساليب الجيوديسية المتطورة في دراسة مورفومترية الوديان الجافة

مقدم إلى : الندوة الجغرافية السابعة بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

إعداد : الدكتورة مشاعل بنت محمد آل سعود - كلية الآداب – جامعة الملك سعود

تستهدف الباحثة في هذه الورقة أن تضع أمام الباحثين الجغرافيين وخاصة المعنيين بدراسة الوديان الجافة أسلوبا تقنيا متطورا يقوم على دمج قياسات المرئيات الفضائية (Spot) مع القياسات الجيوديسية بالأجهزة الحديثة المتطورة لتكوين نموذج أرضي منضبط يستخدم في دراسة الخصائص المورفومترية للوديان الجافة ، حيث قامت الباحثة بتطبيقه في شعيب نساح بالرياض . إن هذه التقنية العالمية تعالج وبكل دقة مشكلة تسرب الأخطاء التي تشوب العمل والقياس الحقلي والتي بدورها تتسرب إلى قاعدة المعلومات المورفومترية ، مما يؤثر في دقة حسابات الخصائص المورفومترية المستقاة من هذه القاعدة ، وقد بنيت هذه التقنية على استخدام أساليب متعددة منها : الأساليب الرياضية ، والعمليات الحاسوبية ، معالجة المرئيات الفضائية (Spot) ، والأعمال الحقلية ، والمسح والرصد الجيوديسي ، واستخدام الأجهزة المساحية المتعددة والتعامل مع أحدث البرامج الحاسوبية ..... ومن خلال هذه الأساليب استطاعت الباحثة أن تبني نموذجا أرضيا (Terrain Model (T.M مكون من شطرين : نموذج رقمي Digital Terrain Model (D.T.M) ، ونموذج رياضي (Mathematical Terrain Model (M.T.M ، ويتميز هذا النموذج بديناميكية مكنت الباحثة من التحكم بواسطة الحاسب الآلي في عرض أو إلغاء أو تعديل أو استدعاء أي قيمة عددية لأي موقع في شعيب نساح ، وهذا النموذج لم يتم استعراضه تفصيليا ، وقد استطاعت الباحثة من خلال هذا النموذج الأرضي تحقيق عمليتين رئيسيتين ؛ الأولى : استخراج البيانات الأساسية للمسافات وفروق الارتفاع والاتجاهات بين أي موقعين من مواقع الشعيب ، و الثانية : استخراج الخصائص المورفومترية من تلك البيانات الأساسية باستخدام نماذج القوانين والتعاريف المورفومترية .

وقد استخدمت الباحثة هذا النموذج أيضا في رسم الخرائط والمخططات البلانيمترية والقطاعات الطولية للشعيب مثل : المقطع الطولي للمجرى الرئيسي ، رسم حدود الحوض ، رسم شبكة التصريف المائي السطحي ، رسم الخريطة الكنتورية لمتوسطات الارتفاعات ، ورسم المساحات التجميعية لشبكة التصريف المائي السطحي للشعيب .

➢ مقدمة :

تكتسب الدراسة المورفومترية للوديان الجافة أهمية خاصة لكونها ترتبط أو يبنى عليها دراسات أخرى في مجال المصادر المائية والتربة والهندسة الجيولوجية ومشروعات الاستثمار الزراعي والمدني ، ومن جهة أخرى يأتي ما يقدمه لنا الاستقراء والاستدلال لقياسات الخصائص المورفومترية (الخصائص المائية ، والخصائص الشكلية ، وخصائص الكثافة النهرية ، والخصائص التضاريسية للشبكة) من معطيات يمكن اعتبارها متغيرات شكلية لدوال تحكم بنية الظاهرة الجيومورفولوجية وتكوينها ، و بالطريقة التي تكفل توازنا بيئيا بين الشكل (المورفومترية) والعملية (الطاقة المؤثرة) من ناحية ، وبين الشكل والعملية والجانب الحيوي للمنطقة من ناحية أخرى ، ولا شك أن ذلك سوف يؤدي إلى إثراء الأبعاد الجيومورفولوجية للوديان الجافة ، وبالرغم من أهمية الدراسة المورفومترية للوديان الجافة إلا أنه يلاحظ ندرتها في المنطقة العربية ، وتعزى هذه الندرة لكونها تستوجب دقة متناهية في القياسات الميدانية المورفومترية خاصة وإن كانت بطرق تقليدية يعاني منها الباحثين جهدا ومشقة مضنية ولا تخلو مع ذلك من أخطاء آلية وبشرية . إن الأساليب الميدانية التقليدية للقياسات المورفومترية لم تعد مجدية أو مواكبة أمام قفزات علمية هائلة قطعتها بقاع العالم المتقدم في مجال المورفومترية ، خاصة وإنها قفزات علمية ليست فقط في الأسلوب المستخدم للحصول على دقة متناهية في القياسات ولكنها شملت أيضا تعدد في طرق التحليل المورفومتري وأساليبه .

➢ موضوع البحث وأهميته

يوضح موضوع هذا البحث وهو : " تطبيقات تقنيات الاستشعار عن بعد والأساليب الجيوديسية المتطورة في دراسة مورفومترية الوديان الجافة " أسلوبا تقنيا متطورا للقياسات المورفومترية يواكب أحدث الطرق التقنية المعاصرة في مجال المورفومترية حيث يبني على أسلوب النمذجة الأرضية Terrain Modeling من خلال عمل ميداني (رصد جيوديسي) بأحدث الأجهزة المساحية المتطورة والأساليب الجيوديسية الحديثة يمكننا من الحصول على قياسات وأرصاد جيوديسية منضبطة يتم تدميجها مع النموذج الرقمي لمرئيات فضائية دقيقة في قوة الفصل Resoluion مثل مرئيات Spot (١٠م × ١٠م)

ومن هذا الدمج يتوافر لدينا نموذج رقمي أرضي Digitial Terrain Model في الأبعاد الثلاثة للأرض ، ويمثل هذا النموذج قاعدة رقمية معلوماتية لأغراض شتى منها المورفومترية ، وعلى ذلك يكون هناك نموذج آخر رياضي Mathematical Terrain Model مبني على مجموعة من عمليات رياضية وإحصائية حاسوبية ، ويقوم هذا النموذج الرياضي بدوره في استخلاص القواعد المعلوماتية المورفومترية اللازمة لاستخلاص الخصائص المورفومترية ورسم المخططات البلانيمترية ، ولم تتناول الباحثة تفاصيل هذا النموذج الرياضي في هذه الورقة .

لعل هذا التوصيف لموضوع الدراسة قد بين أهمية هذه الدراسة في تحقيق الدقة المطلوبة في القياسات المورفومترية وتوفير الوقت والجهد المضني الذي يتطلبه الأعمال الميدانية التقليدية .

➢ مشكلة البحث وأهدافه

تكمن مشكلة البحث في كيفية إيجاد تقنية معاصرة لبناء قاعدة معلوماتية دقيقة للحسابات المورفومترية المائية والشكلية والتضاريسية والكثافة النهرية .

إن النظرة الفاحصة للطرق التقليدية توضح إمكانية حدوث تسرب أخطاء إلى قاعدة المعلومات المورفومترية سواء في العمل الحقلي أو إمكانات التحليل الجيومورفولوجي .

إن استخدام هذه التقنية النمذجية سوف يمكننا من معالجة هذه المشكلة والحصول على دقة متناهية يكون فيها النموذج الأرضي الرقمي أكثر التصاقا بالأرض مما ينعكس على مصداقية العمل المورفومتري وبالإضافة إلى عنصر الدقة وهو ليس بالأمر الهين ، فإن عنصر الوقت مهم أيضا فباستخدام هذه التقنية الحاسوبية سوف نتمكن من استخلاص الخصائص المورفومترية بسرعة فائقة ، ويبرز التساؤل الآن عن البنية والركائز الأساسية التي تم اعتمادها في بناء النموذج الأرضي الرقمي وهو لب هذا البحث الذي تتناوله الباحثة حيث يوجد شطر آخر مكمل للنموذج الأرضي ككل وهو النموذج الأرضي الرياضي لم يتم عرض تفاصيله وتأمل الباحثة من الله عز وجل تحقيق الأهداف التالية :

١ – إجلاء للمفاهيم والأساليب المستخدمة في تقنية النموذج الأرضي الرقمي للتحليل المورفومتري بحيث يكون أمام الباحثين وخاصة المعنيين بدراسة الوديان الجافة معلما متطورا في الدراسة المورفومترية .

٢ – استعراض الأساليب المتطورة في الطرق الجيوديسية وتقنية الاستشعار عن بعد في بناء نموذج أرضي رقمي مفيد في العملية المورفومترية للوديان الجافة .

٣ – إبراز أهمية المنهجية الكمية وضرورتها لمتطلبات البحث الجيومورفولوجي وتحقيق الدقة والمتانة في بناءه والسرعة في إنجازه .

➢ أسلوب ومنهجية البحث

كما أشرنا سابقا أن هذا البحث يستهدف أساسا إلى إجلاء للمفاهيم والبنية الرئيسية في تقنية نمذجة أرضية رقمية للعمليات المورفومترية مع استعراض أساليبها المتطورة والمتنوعة ، وبعون الله تعالى سوف يتم ذلك من خلال أسلوب بحثي تحليلي كمي لثلاث مراحل منهجية في عرض هذا البحث ، وهي : مرحلة التحليل ، مرحلة التركيب ، ثم مرحلة التطبيق والتفسير ، فأما مرحلة التحليل ؛ فهي تعني عرض تفصيلي لبناء النموذج الأرضي الرقمي ومن الرصد الجيوديسي ثم التدميج مع المرئيات الفضائية كل على حدة لمكونات وركائز النموذج الأرضي كل على حدة ، وهذا البحث يركز أساسا على ذلك الأمر لأن الباحثة سبق لها نشر بحث عن نمذجة التحليل المورفومترى لشعيب نساح* ، واهتمت فيه بمنهجية عرض تجميعي للنموذج الأرضي ككل وتطبيقه في واد محدد ، ولكن في هذا البحث ؛ فإن مرحلة التركيب تبرز فنيات جمع الجزيئات في إطار نموذج كلي اقتصر على النموذج الأرضي الرقمي ، وأما فيما يخص مرحلة التطبيق والتفسير ؛ فقد تناولت الباحثة الأساليب والتطبيقات بصفة عمومية تصلح في جميع الوديان الجافة .

• **الركائز أو المكونات الرئيسية في تقنية النمذجة الرقمية المورفومترية الأرضية للوديان الجافة :**

تشتمل هذه الركائز على ما يلي :

١ – الرصد الجيوديسي .

٢ – معالجة المرئيات الفضائية .

---

* نمذجة التحليل المورفومتري لشعيب نساح العدد (٤) ١٤٢١هـ – ٢٠٠٠ م الجمعية الجغرافية السعودية . جامعة الملك سعود . آل سعود . مشاعل .

١ - الرصد الجيوديسي : Geodetic Observation

◆ **مقدمة** : Introduction

يستلزم للرصد الجيوديسي تخطيطا وعملا حقليا مضنيا ليس بالأمر الهين ، مما يستدعي وقتا كافيا ، وذلك ليس بعزيز بغية تحقيق الدقة التي يستوجبها العمل المورفومتري للوديان ، فالهدف من الرصد الجيوديسي ، هو : الحصول على أكبر عدد ممكن من الأرصاد في الوادي بحيث نحصل على تغطية جيوديسية غزيرة لكافة الملامح التضاريسية للوادي ؛ و التي سوف تؤثر بدورها مع المعطيات الرقمية من التغطيات الاستيروسكوبية للأقمار الصناعية في بناء و دمج نموذج أرضي رقمي Digital Terrain Model يكون أكثر التصاقا بالأرض More Fitting ، ومن ثم يحقق مصداقية البحث المورفومتري للوديان ، وعلى ذلك يسقط أي زعم لقائل عن إمكانية الاكتفاء بثلاث نقاط فقط لتوفيق الأرصاد الاستيروسكوبية مع سطح الأرض .

◆ **مراحل التغطية الجيوديسية** :

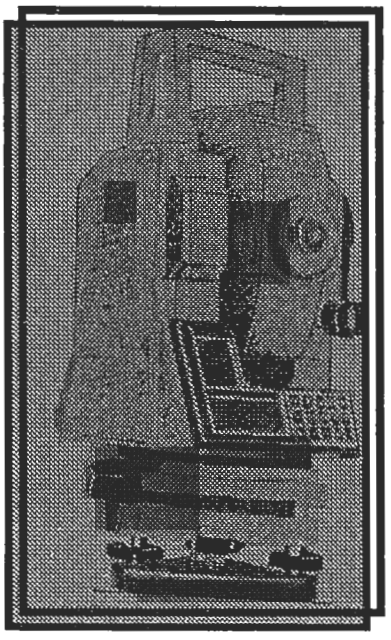
إن تحقيق تغطية جيوديسية دقيقة للوديان الجافة يتم وفق مراحل ، هي :

(أ) الرحلات الإستطلاعية و الاطلاع على الخرائط التخطيطية بمقاييس رسم مختلفة (يفضل مقياس الرسم ١ : ٥٠,٠٠٠) ، وكذلك الاطلاع على الخرائط الجغرافية والجيولوجية ، و توفير أجهزة الرصد الجيوديسي للتوقيع الإحدائي وحسابات المسافات والزوايا (شكل ١) . إن ذلك سوف يساعد في وضع خطة متكاملة لجميع مراحل العمل الميداني من حيث حجم العمليات الميدانية والزمن المطلوب لتحقيقها .

(ب) تحديد الأسلوب المتبع في الرفع المساحي ، فهل نستخدم طريقة الشبكات المثلثية Triangulation network Expanded ، أم طريقة : Traveroe ، وكيفية إنجاز عملية الرفع ، وقد حرصت الباحثة على تجميع ذلك في مخطط رقم (١).

(ج) تحديد أقرب شبكة جيوديسية قريبة من منطقة الدراسة للبدء منها كنقاط مرجعية جيوديسية ثابتة لإجراء التغطيات الجيوديسية المطلوبة في منطقة البحث أو لتشييد شبكة جيوديسية خاصة في موقع الدراسة تساعد في تسهيل تغطيات الرصد المساحي بما يحقق الوفرة الرصيدية التي تحقق دقة العمل .

(د) تحديد مواقع مميزة ، وهذه المواقع يتم اختيارها لتشييد شبكة جيوديسية خاصة تعتبر نقاط ثابتة ودائمة يجري تعيين إحداثياتها الجغرافية وارتفاعاتها بدقة عالية للعودة إليها أثناء تنفيذ البحث ، وينشأ لها قواعد أسمنتية وفق مواصفات معينة ، وتكون كمرجع للرصد و التغطيات الجيوديسية في منطقة الدراسة ، ويتم اختيار هذه المواقع وفق ضوابط ، منها : أن تكون موزعة عند روافد رئيسية للوادي وتقع في أعالي القمم الجبلية التي ينطبق عليها خط تقسيم المياه ، وأن تغطي بداية ونهاية منطقة البحث .



Intelligent Total Station Set 2C الياباني الصنع Japan و Sokkisha

ويستخدم في قياس المسافات والزوايا الأفقية والرأسية إلكترونيا ، ويتميز هذا الجهاز بإجراء جميع الحسابات المتعلقة بهذه القياسات بما في ذلك فروق الارتفاعات.

جهاز الاستقبال للأقمار الصناعية (GPS)

المسمى Ashtech XII V.6 M

الذي يعطى الإحداثيات الجغرافية للمواقع

الشكل رقم (١) : نماذج من الأجهزة المساحية واستخداماتها

المخطط رقم (١) : الأسلوب المتبع في الرفع المساحي

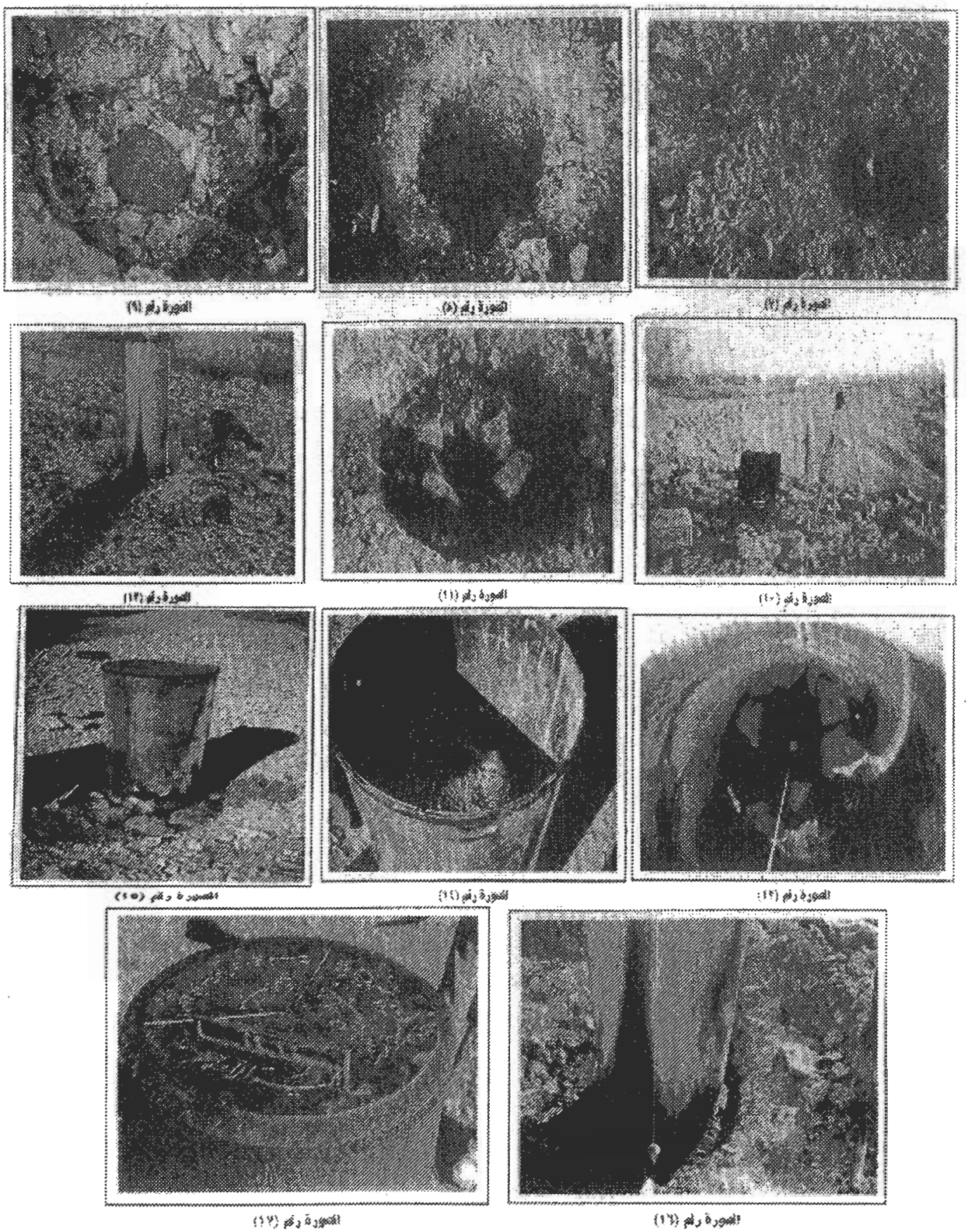
ويتم تشييد الشبكة الجيوديسية وضبطها وفق مراحل ، هي :

- يتم أولا تحديد مواقع نقاط الشبكة الجيوديسية الخاصة وفق معايير السهولة والشمولية في التغطية الجيوديسية الغزيرة لكافة المتغيرات المورفولوجية للوادي ، وعلى أن تتميز هـذه النقاط الثابتة للرصد بالثبات والدقة ، بحيث لا يكون هناك حجب للرؤية بين نقاط الشبكة.
- عند إنشـاء موقع يتـم عمل حفـرة قطرها ٨٠ سم تصل إلى طبقة الصخور ، ويوضع في مركـزها صبة إسمنتية صغيرة فـي مركـزها مسمـار طبع عليه علامة + (المطمور) وتجدد إحداثياته بواسطة جهاز من أجهـزة الرصـد ، ثم توضع طبقة من الرمل فوق هذا المطمور ، ثم نضع اسطوانة قطرها ٥ سم و نملؤها بالأسـمنت حتـى ارتفاع ١١٥ سم يعلوها لوحة التمركز plate Centering بحيث يكون مركزها على امتداد المطمور (شكل ٢) .
- يتم الضبط لمواقع الشبـكة الجيـوديسية مـن خلال رصد بعض مواقعها مع مواقع ثابتة معلوم إحـداثياتها ثم تستخدم هذه المواقع التي رصدت في ضبـط بقيـة مواقـع الشبكة باستخدام طـرق الرصـد مثل : الطريقة Kinematic [1] ، والتي تبنى على عملية توسع فـي الشبـكات الثلاثيـة Triangulation network Expanded (الشكل ٣) ، ثم تستخـدم طريقـة Rapid Static[2] لتدقيق أعمال الرصـد الأولى ، وتـود الباحثـة أن تشير إلى شرط هام في استخدام أجهزة التوقيع الإحداثي GPS وهو أن تظهر في شاشة الجهاز خمسة أقمار صناعية على الأقل والتـي تبـث معلومـات مدارية صالحة وأن تكون موزعة توزيعا هندسيا يقلل من حدوث خطأ أو تميع في قراءة الإحداثيات وهو ما يعرف Geometric Dilution of Precision (الشكل ٤) .
- بعد تشييد الشبكة وضبطها يتم إجراء رصد جيوديسي للمعالم البـارزة في الـوادي ، مثل : قمم الجبال ، والهضاب الشهيرة وبطون الأودية وروافدها ، ويستخـدم في عمليـات الرصد للأجهزة الجيوديسية لتوقيع الاحداثيات وحسابات المسافات والزوايا ، ويجب مراعاة ربط مواقع هذه المعالم بمواقع الشبكة في شكل مقاطع عرضيـة بأسلـوب الشبـكات الثلاثيـة الموسعة أو أي طريقة مساحيـة أخـرى تتـراءى للبـاحث وتتفق مع طبيعـة المنطقـة وأهداف البحث .

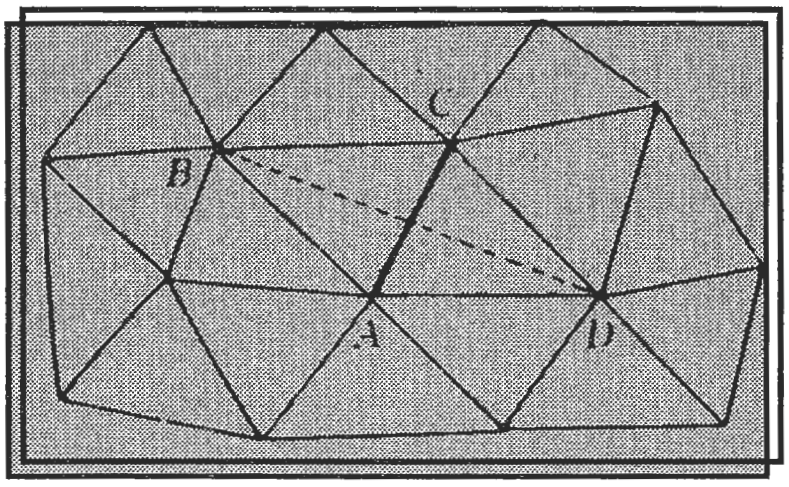
---

(١) تجري عدة جولات Session في كل جولة يتم رصد وربط ثلاثة مواقع (الشبكات الثلاثية) في باستخدام أجهزة التوقيع الجيوديسي (Ashtech GPS) وتحديد المسافات بين المواقع (باستخدام جهاز المحطة المتكاملة Total Station) ، و مع كل جولة يتم التوسع Expantion لتغطية مواقع أخرى للشبكة .

(٢) في هذه الطريقة يتم التدقيق على عمليات الرصد Kinematic بطريقة سريعة Rapid Static حيث تستخدم أجهزة توقيع جيوديسي مطورة يمكن بها إنهاء عمليات الرصد بين موقعين بما لا يزيد عن عشرين دقيقة .

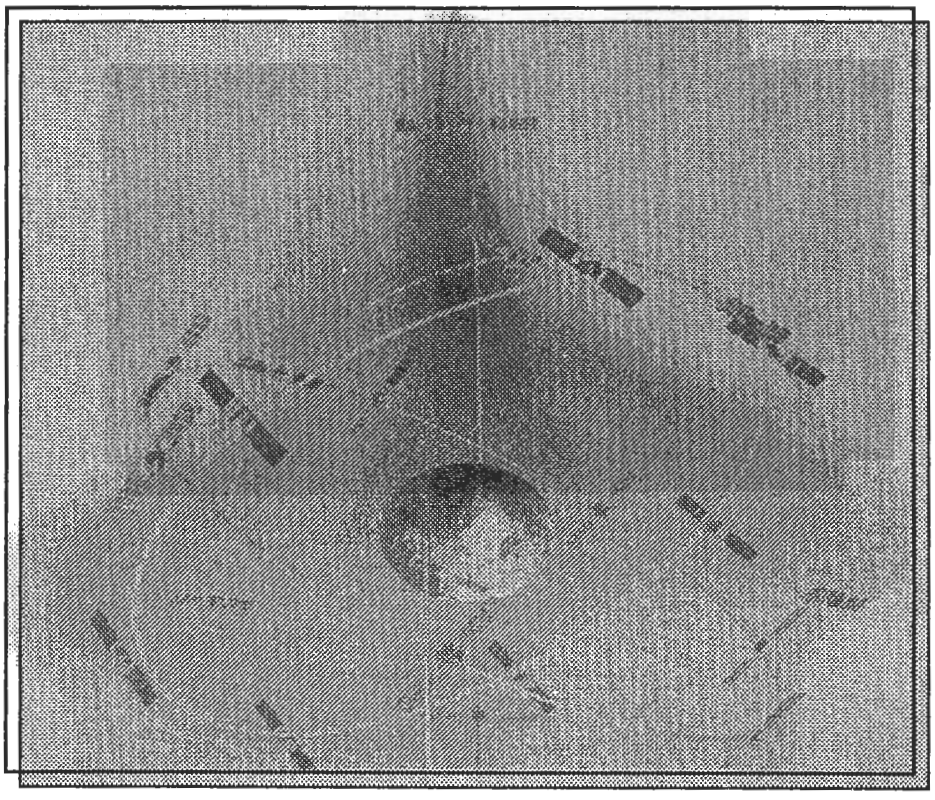


الشكل رقم (٢) : خطوات تشييد موقع جيوديسي



الشكل رقم (٣) :

Triangulation network expanded from a baseline (AC) to a quadrilateral (ABCD) and thence to adjoining triangles.



الشكل رقم (٤) : طريقة الشبكات الثلاثية الموسعة

(هـ) هذا وتوصي الباحثة بتحقيق الشمول في التغطيات الجيوديسية من خلال رصد أكبر عدد ممكن من النقط المميزة لكل رافد من روافد الوادي وربطها بأكثر من موقع من مواقع الشبكة الجيوديسية الخاصة .

(و) ينتج عن رصد مواقع الشبكة الجيوديسية و رصد التغطيات الأخرى المتنوعة في الوادي وربطها بالشبكة الجيوديسية غزارة في الأرصاد الفائضة Redundancies ووجود متبقيات Residuals بين إحداثيات الشبكة والأرصاد الأخرى يتم ضبطها آليا ببرنامج Filinet بشرط التربيعات الصغرى وبرنامج Geolab لتعيين العناصر أو المستخرجات اللازمة لإيجاد إهليليج الخطأ Ellips of Error .

(ز) يمكن تلخيص عملية ضبط أرصاد GPS في المراحل التالية :

١ – ضبط أولى لأرصاد كل رحلة بطريقة التربيعات الصغرى .

٢ – ضبط جماعي لكامل الأرصاد مع بعضها البعض بعد تدميج دورات الرصد معا في ملف واحد .

٣ – التقييم الموقعي لكل موقع وحساب الانحرافات المعيارية للإحداثيات الكارتيزية

٤ – حساب الانحرافات المعيارية للإحداثيات وانحرافاتها التبادلية لحساب إهليلج الخطأ عند كل موقع للتأكيد من جودة العمل ، والكشف عن الأخطاء البارزة في متجهات الرصد ويتم ذلك آليا وفق ما أشرنا إليه .

➢ تطبيق المسح الجيوديسي على شعيب نساح

١ – قبل القيام بالمسح الجيوديسي في شعيب نساح ، قامت الباحثة باستطلاع منطقة الدراسة من خلال عدة رحلات بعضها رحلات جوية باستخدام طائرة (هليكوبتر) ، صورة رقم (١) وبعضها رحلات أرضية باستخدام سيارة وقد أفاد هذا الاستطلاع في وضع خطة متكاملة لجميع مراحل العمل الميداني من حيث حجم هذه العمليات والزمن المطلوب .

٢ – على ضوء العمليات الاستطلاعية الآنفة الذكر ، قامت الباحثة بتحضيرات مكتبية وأخرى ميدانية ، وقد شملت التحضيرات المكتبية :

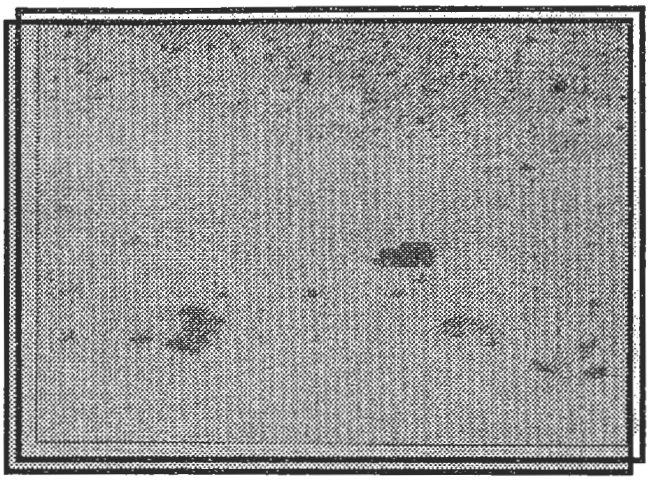
- تحضيرات الخرائط : (ملاحية – جغرافية – جيولوجية – تخطيطية) بمقياس (١ : ٥٠,٠٠٠)
- تحضير الصور الجوية : (خط طيران رقم ٢٢٣ ، مسلسل ٧٠٢ إلى ٧١٧) [1]
- تحضير اللقطات الفضائية : تغطية متكاملة بالقمر الصناعي Spot لوادي نساح والمناطق المحيطة به باستخدام اللاقط HRV .
- تحضير الأجهزة :
  - أجهزة التوقيع الجيوديسي المستقبل لإشارات الأقمار الصناعية GPS (Ashtech X 11 v.6 M .) مع برنامجي Geolab , Filnet .
  - جهاز المحطة المتكاملة الإلكتروني Set 2c لقياس المسافات والزوايا الأفقية (الاتجاهات) والرأسية .
  - جهاز استيروسكوب لقراءة الصور الجوية Wild $5T_4$

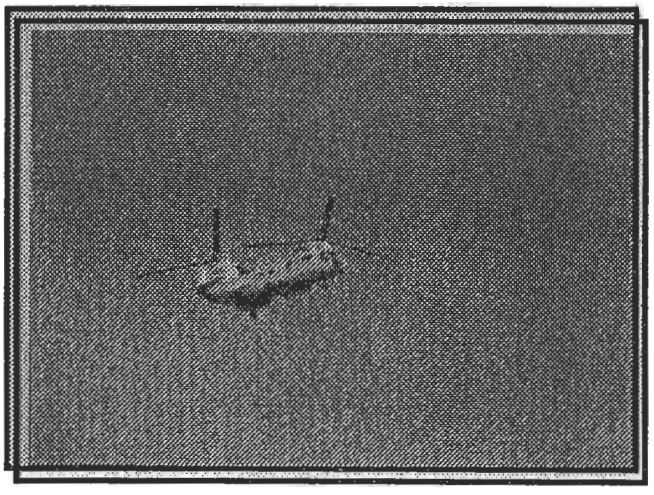
وأما التحضيرات الميدانية : فقد شملت متطلبات العمل الميداني الإنشائية ، وهي :

- تصنيع ١٥ قالبا من الحديد بشكل اسطوانة قطرها ٥٠ سم وطولها ١١٥ سم .
- تصنيع لوحات تمركز من الألمنيوم الصلب بشكل قرص قطره ٤٥ سم وسمكه ٢ سم
- خيط المطمار وميزان زئبقي ومطارق وأزاميل وقواطع ولوازم أخرى .

---

(١) قامت الباحثة بإعداد موازيك لخط الطيران ساعد في مراحل العمل الميداني في تحديد مواقع الشبكة الجيوديسية وإثراء الخلفية عن طبيعة هذه المنطقة شكل رقم ( ) .





صورة رقم (١) : رحلات جوية ، ورحلات أرضية

٣ – حـرصت البـاحثة على منهجيـة حسابية دقيقة في حسابات قياسات الرصد وصولا إلى أدق النتائج وأفضلها ، نجملها فيما يلي :

- في حالة القيام بمجموعة أو مجموعات من الأرصـاد لنفس القيمة المقيسة ، فيعطي وزنا للوسط الحسابي لكل مجموعة أرصاد ويعرف بالوزن الوسـطي ؛ فإذا ما اختلفت قيم الأوزان الوسطية يتم تعيين الوسط الموزون من مجموعة الأرصـاد ويتم تقييمه من خلال النموذج الإحصائي للإنحراف المعياري .
- تكرار جمع عناصر الرصـد أكثر مـن مرة فـي صـورة مجمـوعات ولكل مجموعة يحـسب الوسـط الحسـابي للحصـول على الأخطـاء (المتبقيـات) Residuals لكل رصدة ، وتلغى الرصدة التي يزيد خطؤها عن ثلاثة أمثال الانحراف المعياري .
- فـي حـالة الأرصـاد التـي يمكن رصـدها ميدانيـا Observed وإيجـادها حسـابيا Computed باستخدام علاقـة رياضيـة فإنه يجب تحقيق شرط التربيعات الصغرى عليها وهـو أن تكـون فروق الأخطاء بين القيمة المحسـوبة Computed والقيمـة المرصودة Observed أصغر ما يمكن أي تحقق معادلة Gauss

$$\sum w_i v^2 = \min imum$$

وهذه المعادلـة تـؤول حسب قاعدة تيلور إلى الصورة التالية (في حالة التطبيق على تعيين المسافة بين نقطتين) على سبيل المثال :

$$V_i(D_i, J) = a_i \xi^{x_i} + b_i \eta^{zero} + C_i \zeta^{Eta} + (Dcomputed - Dobserved)$$

حيث :

$\xi = \delta x$, $\eta = \delta y$, $\zeta = \delta z$ العناصر التفاضلية .

a_i , b_i , c_i أمثال معادلات الأخطاء Error equation

مثلا : $a_i = \frac{x_j - x_i}{D_{i,j}}$, $b_i = \frac{y_j - y_i}{D_{i,j}}$, $C_i = \frac{z_j - z_i}{D_{ij}}$

و عموما هذه الحسابات تتم آليا باستخدام برامج خاصة .

٤ – اختارت الباحثـة شبكـة جامعـة الملك سعـود (RGB) والتي تبعد وسطيا عن شعيب نساح زهـاء ٨٠ كيلو متـرا نـاحية الدرعيـة للإنطـلاق منها فـي رصـد وضبط مواقـع الشبكة الجيوديسية الخاصة بمنطقة شعيب نساح .

٥ – وفق مواصفات جيوديسية وضوابط جيومورفولوجية تم تحديد مواقع الشبكة الجيوديسية الخاصة بشعيب نساح البالغ عددها اثني عشر موقعا (الشكل ٦) . و روعي في تشييد هذه المواقع (والتي استغرقت وقتا وجهدا) المواصفات الجيوديسية التي أشرنا إليها في بند تشييد الشبكة الجيوديسية وتوضح مجموعة الصور المخططات التي أجرتها الباحثة لإنشاء كل موقع .

٦ – تم ضبط مواقع الشبكة الجيوديسية من خلال اختيار ثلاث مواقع M_1, M_7, M_{11} وصدت وضبطت مع القاعدة الجيوديسية لجامعة الملك سعود وبذلك أصبحت المواقع الثلاث على استقامة واحدة (الشكل ٧) ، ثم تم ربط بقية المواقع الاثني عشر بالمواقع الثلاث فأصبحت المواقع جميعها على نفس الشبكة ، وقد استخدم في ذلك أسلوب الرصد kinematic و التحقيق بأسلوب Rapid Static و قد أشرنا إلى هذين الأسلوبين ، وقد نتج عن رصد الشبكة وتحقيق الأرصاد أرصاد فائضة Redundancies و متبقيات Residuals تم ضبطها آليا ببرنامج Filinet ، Geolab .

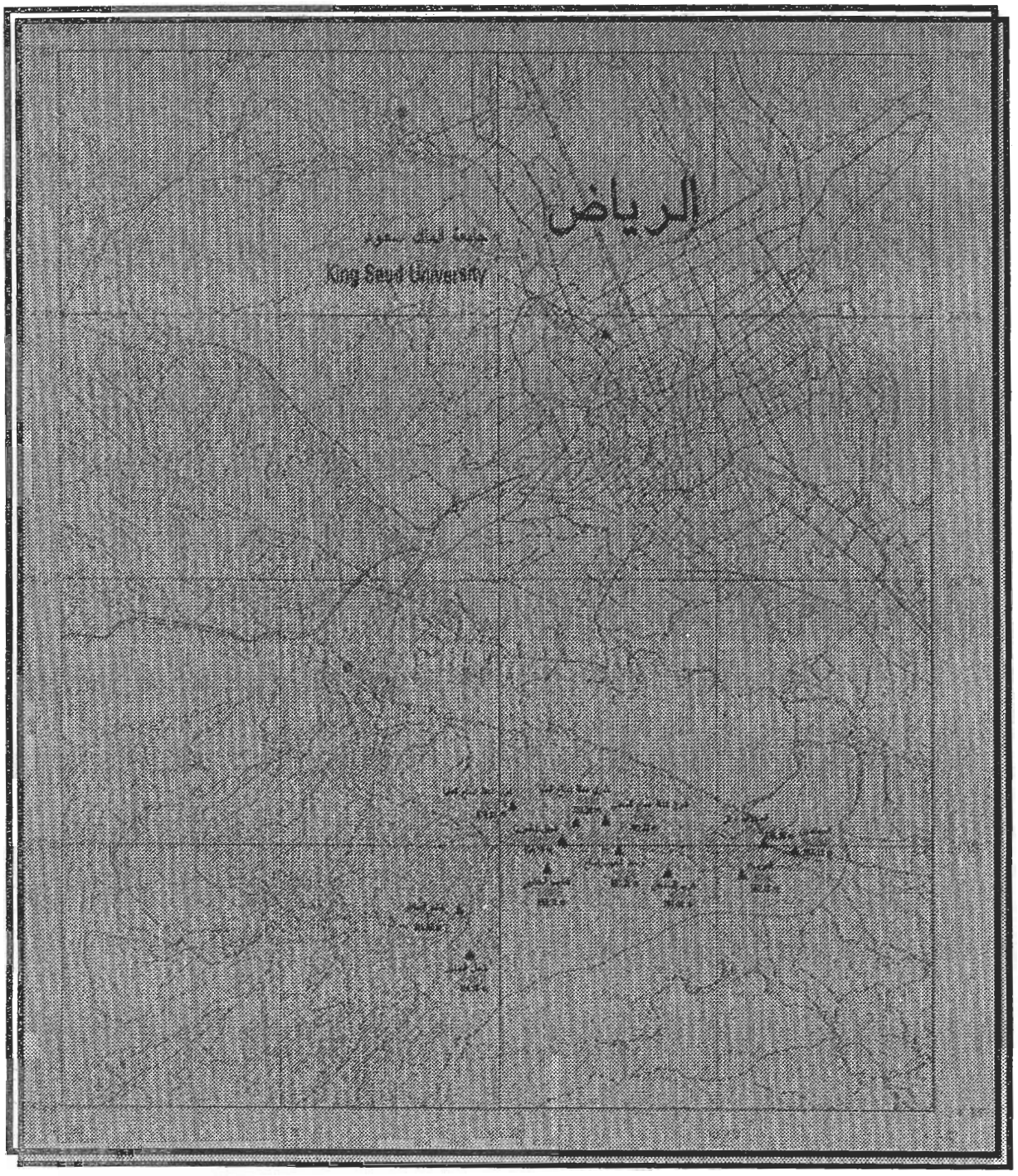
ويوضح (الشكل ٨) توزيع مواقع رصد وادي نساح الاثنى عشر وأسلوب رصدها .

◈ من خلال العمليات الحاسوبية لأرصاد الشبكة الجيوديسية تمكنت الباحثة من استخلاص المخرجات التالية :

أ – الاحداثيات الجيوديسية (الجغرافية) لمواقع الشبكة الإثنى عشر وارتفاعاتها ، وأيضا مواقعها الاحداثية بالنسبة للتوقيع الجيوديسي المحلي (جدول ١) .

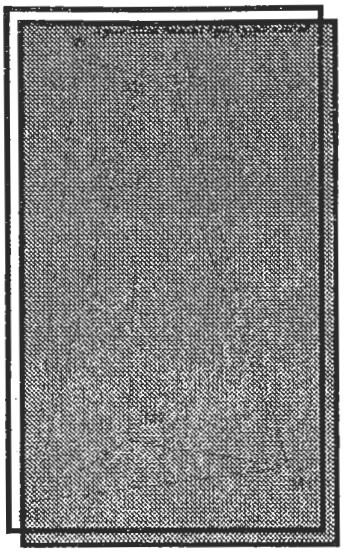
ب – الانحرافات التبادلية بالمليمترات بين مواقع الشبكة الجيوديسية والتي تعكس لنا مدى جودة ومتانة الضبط الذي تم به تشييد الشبكة الجيوديسية (جدول ٢) .

◈ استخدمت الباحثة مواقع الشبكة الجيوديسية المنضبطة في تغطيات وأرصاد مساحية قامت بها في جولات Sessyon شملت ٤٣ موقعا في شعيب نساح تمثل المعالم التضاريسية المتعارف عليها كما قامت بتغطية ٢٤٣ نقطة داخل روافد شعيب نساح و ١٧٣ نقطة تغطي حدود شعيب نساح و ٦٣ نقطة للمجري الرئيسي ، و استخدمت في ذلك جهاز المحطة المتكاملة لقياسات المسافات والزوايا الرأسية (الشكل ٩) وجهاز Ashtech XII V.6 M للتوقيع الإحداثي ، وقد قامت بربط جميع هذه النقاط بمواقع الشبكة الجيوديسية .



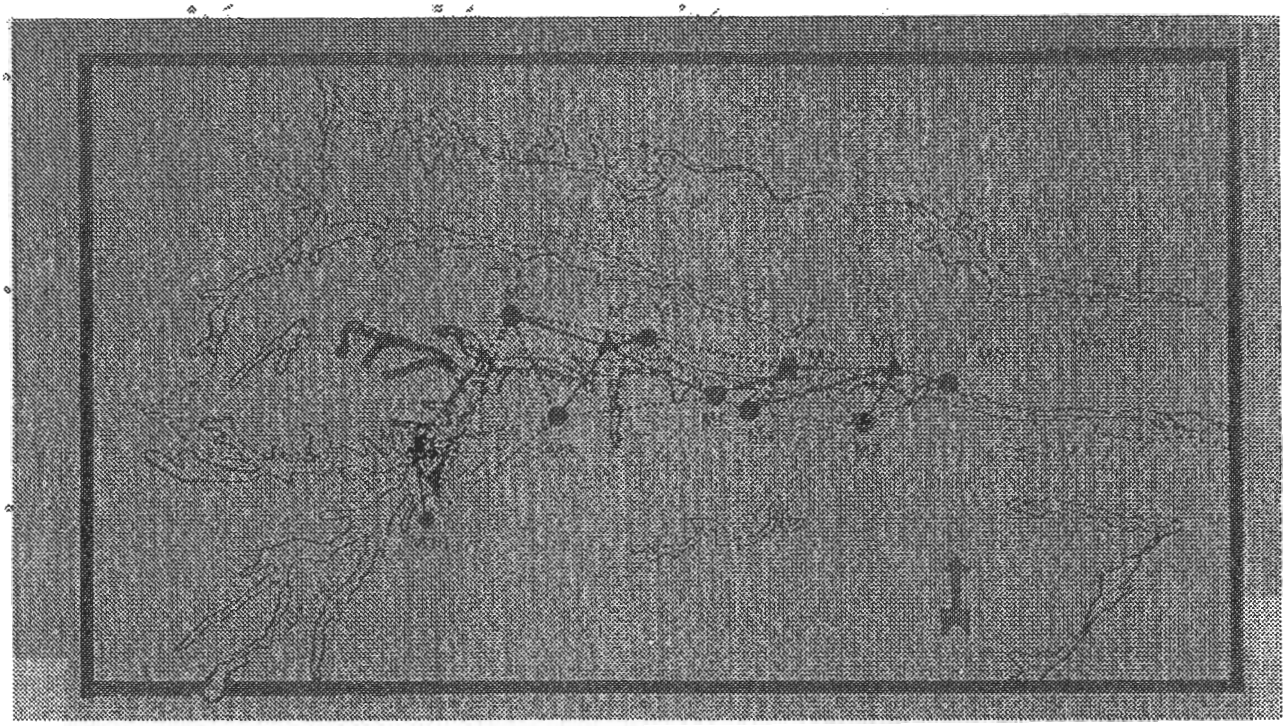
الشكل رقم (٦) : شبكة نقاط الرصد الأساسية المستخدمة

في ضبط المشروع (نساح)



الشكل رقم (٧) : المواقع النسبية للنقط الأساسية الثلاث في وادي نساح

التي رُبطت بقاعدة الرياض الجيوديسية



الشكل رقم (٨) :

شبكة وادي نساح الأساسية : (مخطط أولي لوادي نساح تظهر عليه مواقع الرصد الأساسية)

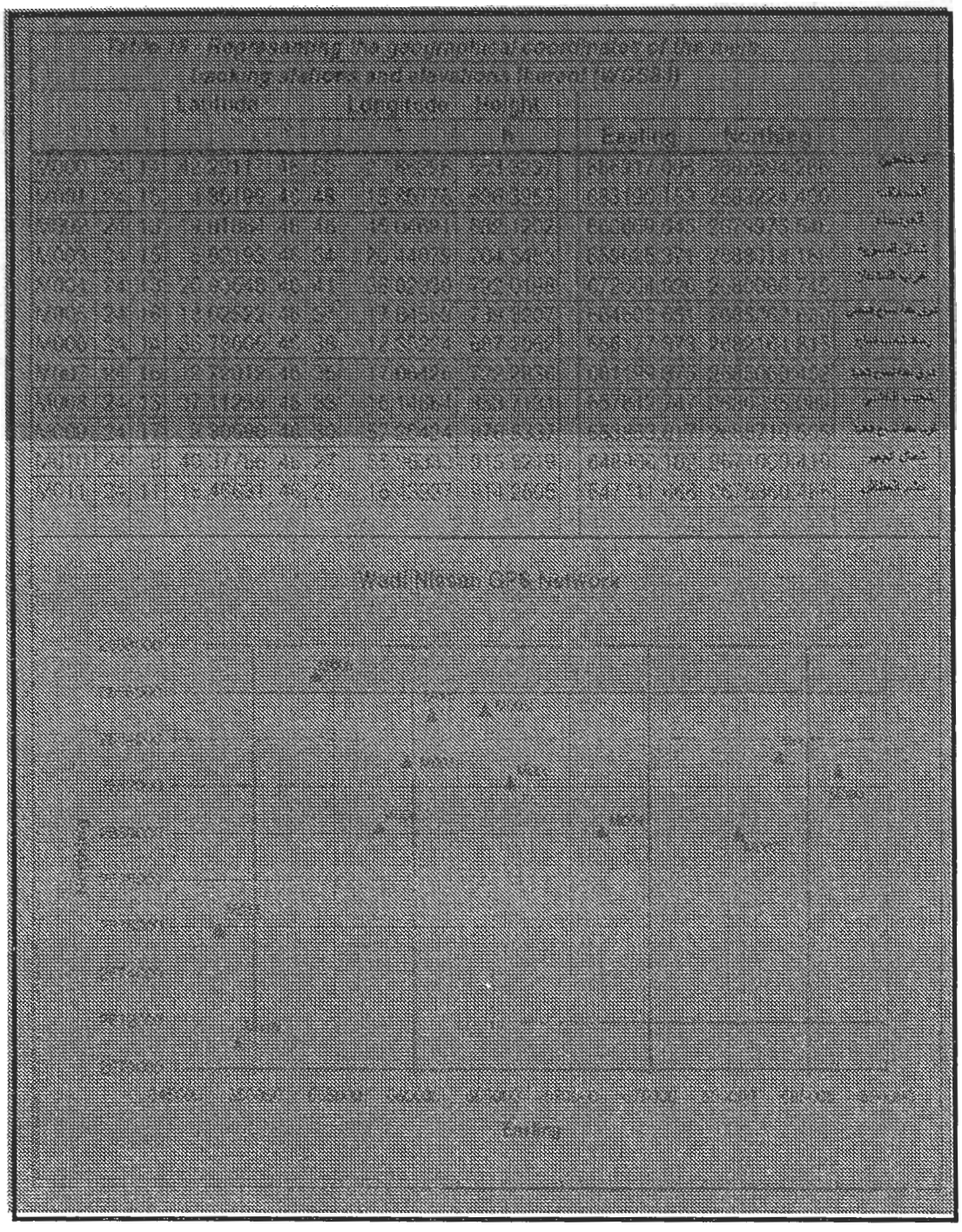
النقط المثلثة ▶ مربوطة بمواقع شبكة الجامعة في الدرعية

النقط الدائرية ● منضبطة مع المواقع المثلثة بطريقة المربعات الصغرى

الخط المستمر ـــــ يمثل الأرصاد اللازمة ، والخط المتقطع يمثل الأرصاد الفائضة

المصدر : خريطة طبوغرافية رقم TPC H-6H مقياس رسم ١ : ٥٠ ٠٠٠ , المساحة العسكرية . وزارة الدفاع . المملكة المتحدة ، ١٩٨٤م

ملاحظة : نظرا لأن الفائض يتطابق مع الأرصاد اللازمة ؛ اكتفت الباحثة فى الخارطة بترك الخط المنقط مؤشراً للأرصاد الفائضة واللازمة



الجدول رقم (١) :

الإحداثيات الجغرافية والمحلية لمواقع الرصد الأساسية

مع ارتفاعاتها فوق المجسم العالمي $WGS8_4$

جدول رقم (2) :

الانحرافات المعيارية للإحداثيات وانحرافاتها التبادلية بالمليمترات لمواقع الشبكة الجيوديسية

The Coordinate Variance Covariance Matrix in mm

Z11	Y11	X11	Z10	Y10	X10	Z8	Y8	X8	Z7	Y7	X7	Z5	Y5	X5	Z4	Y4	X4	Z3	Y3	X3	Z2	Y2	X2	Z0	Y0	X0	
																		٥,٩	٦,٥	٦,٨	٣,٤	٤,١	٦,٢	٣,٦	٤,٥	٤,٧	X0
																		٥,٦	٦,٣	٦,٥	٣,٣	٣,٩	٥,٩	٣,٥	٤,٢		Y0
																		٤,٥	٥,٠	٥,٣	٢,٦	٣,١	٤,٨	٣,٨			Z0
												٥,٢	٦,١	٦,١	٥,٦	٢,٠	٦,٤	٣,٧	٨,٦	٩,٠	٤,٥	٥,٤	٨,٢				X2
												٣,٧	٤,٣	٤,٠	٣,٦	٤,٥	٤,٣	٥,١	٥,٦	٥,٩	٣,٠	٣,٥					Y2
												٣,٢	٣,٦	٣,٤	٣,١	٣,٨	٣,٥	٤,٣	٤,٨	٥,٠	٣,٥						Z2
												٦,٣	٧,٢	٦,٧	٦,١	٧,٦	٧,٠	٨,٥	٩,٥	٩,٩							X3
												٦,٠	٦,٩	٦,٤	٥,٩	٧,٣	٦,٧	٨,٢	٩,١								Y3
												٥,٤	٦,٢	٥,٧	٥,٣	٦,٦	٦,٠	٧,٣									Z3
						٦,٢	١٠,٠	٩,٨	٣,٥	٤,٥	٣,٧	٤,٥	٥,١	٤,٧	٤,٤	٥,٤	٥,٠										X4
						٦,٧	١١,٠	١١,٠	٣,٨	٤,٦	٤,١	٤,٩	٥,٦	٥,٢	٤,٧	٥,٩											Y4
						٥,٤	٩,١	٨,٥	٣,٠	٣,٩	٣,٣	٣,٩	٤,٥	٤,١	٣,٥												Z4
						٥,٩	٩,٩	٩,٣	٣,٣	٤,٣	٣,٥	٤,٣	٤,٩	٤,٥													X5
						٤,٦	١١,٠	١٠,٠	٣,٦	٤,٧	٣,٩	٤,٦	٥,٣														Y5
						٥,٥	٥,٣	٨,٧	٣,١	٤,٠	٣,٣	٤,٠															Z5
						٤,٦	٧,٨	٧,٣	٣,٦	٣,٤	٢,٨																X7
						٥,٦	٩,٤	٨,٨	٣,١	٤,١																	Y7
						٤,٣	٧,٢	٦,٨	٢,٤																		Z7
١٠,٠	١١,٠	١٢,٠	١٢,٠	١٣,٠	١٥,٠	١٢,٠	٢٠,٠	١٥,٠																			X9
١١,٠	١٢,٠	١٣,٠	١٢,٠	١٤,٠	١٦,٠	١٢,٠	٢٢,٠																				Y8
٦,٤	٧,٢	٧,٥	٧,٥	٨,٧	٩,٥	٧,٢																					Z8
٧,٨	٨,٨	٩,٣	٩,٢	١١,٠	١٢,٠																						X10
٧,٢	٨,١	٨,٦	٨,٥	٩,٩																							Y10
٦,٣	٧,٠	٧,٣	٧,٣																								Z10
٦,٣	٧,٠	٧,٤																									X11
٦,٠	٦,٧																										Y11
٥,٢																											Z11

◈ بعد الجولات المساحية التي قامت بها الباحثة أعدت ملفا لهـذه الأرصـاد ، وتـم إدخاله للمعالجة الجيوديسية بالبرامج السابقة لضبطها وفق شرط التربيعات الصغرى واستخـلاص معاملات اهليليج الخطأ وتعيين الانحرافات المعيارية للأرصاد .

ومن ذلك توفر لدى الباحثة أرصاد جيوديسيـة منضبطـة استخـدمتها فـي التدميج مع البيانات الرقمية لمرئيات Spot لتكوين النموذج الرقمي الأرضي Digitial Terrain Model المنضبط والذي يعكس مصداقية في المعطيات المورفومترية من خلال المعالجة الرياضية الآلية .

➢ تدميج المرئيات الفضائية الاستيروسكوبية مع التغطيات الجيوديسية

◆ مقدمة :

إن الهـدف الأساسـي مـن تدمـيج المرئـيات الفضـائية الاستيروسـكوبية مـع التغطـيات الجيوديسية المنضبطة بشرط التربيعات الصغرى والتي تمت في مرحلة المسح الجيوديسي هو الحصول على نموذج أرضي رقمي Digitial Terrain Model DTM يمكن من خلاله التعامل مع كامل الأرض عدديا على الحاسب الآلي ، ويتم الحصول على المرئيات الفضائية من خلال عمليتين أساسيتين :

الأولى : انتقاء البيانات Data Acquisition

والثانية : تحليل البيانات Data Analysis

و تشتمل المرحلة الأولى على انبعاث طاقة كهرومغناطيسية من مصدرها وهو في الغالب الشمس[1] ، ثم انتقال الطاقة خلال الغلاف الجوي إلى الظواهر الأرضية لتنعكس وتنتقل في الغلاف الجوي إلى أنظمة الاستشعار (طائرة – قمر اصطناعي) ؛ فتتحول هذه الطاقة المنعكسة إلى منتجات استشعارية Sensing Products إما في صورة رقمية Digitial على أقراص (ccTs) أو في حالة تمثيلية ورقية Pictorial ويطلق على هذه المنتجات البيانات المرجعية Reference data ، وفي المرحلة الثانية Data Analysis يتم تفسير وتحليل للبيانات المرجعية باستخدام وحدات معالجة رقمية Digitial Image Processing وهو حاسب آلي وملحقاته ؛ فنحصل على منتجات في صورة معلومات Information للمستخدمين Users ، ويوضح الشكل رقم ( ) مراحل الحصول على المرئيات الفضائية استشعاريا .

---

(١) غالبا الشمس في الأنظمة السلبية Passive System ، وأما في الأنظمة الفعالة Active System يكون مصدر الطاقة جهاز استشعاري ..

وتتكون المرئية الفضائية في حالتها الرقمية في نظام مصفوفة رقمية حيث تتكون من صفوف وأعمدة تحصر فيما بينها مساحات دقيقة متساوية[1] تختلف من قمر لآخر ، وتسمى هذه المساحات Pixeles (عنصورات) ولكل عنصورة (D N) Digitial numbers يوضح شدة الأشعة المنعكسة تتراوح ما بين صفر للأسود و الرقم الأكبر للأبيض ولها أيضا نظام إحداثي جغرافي مع مراعاة أن الأصل في الركن الشمالي العلوي .

وتتطلب الدراسات المورفومترية استخدام لقطات فضائية ذات دقة توضيحية Resolution عالية لا تتوفر إلا في لقطات القمر الإصطناعي الفرنسي Spot الذي أطلق القمر الصناعي الأول منه في فبراير ١٩٨٦م وكان إطلاق Launch Spot 2.4 عام ١٩٩٠م المركز ، وتتميز الأقمار الصناعية Spot بقدرتها على التصوير ، إما في ثلاث مجالات ضوئية Bands (المجال الضوئي المرئي ومجال الأشعة تحت الحمراء القريبة بدقة توضيحية Resolution ٢٠م × ٢٠م ، أو في مجال ضوئي واحد Panacromatic بدقة قدرها (١٠م × ١٠م) ومن مزاياه الأساسية أيضا قدرته على تصوير منطقة معينة أكثر من مرة في فترة تتراوح بين يوم وعدة أيام متواصلة مما يجعله ذا أهمية في تطبيقات مختلفة وقدرته أيضا على الحصول على صور متداخلة أي رؤية استيروسكوبية Stereoscopic Viewing (الشكل رقم ـــــ) تسمح بتجسيم الصور أي تظهر الارتفاع ولا شك أن يفيد في مجالات تحليل الصور ودراستها وإنتاج الخرائط المساحية ، ويدور القمر في Spot في مدارات محددة له حول الكرة الأرضية على بعد حوالي ٨٣٢ كم ويقوم بالدوران حول الأرض ويعود لتصوير نفس المنطقة بعد حوالي ٢٦ يوما تقريبا ، وتستغرق الدورة الكاملة حول الكرة الأرضية حوالي ٤, ١٠١ دقيقة . ويلخص الجدول رقم ( ) أهم المعلومات الفنية للقمر الصناعي Spot Satellites 2.4 .

جدول ( ) المعلومات الفنية للقمر Spot 2.4

1990 م	Lauch الإطلاق
832 km كم	Latitude الارتفاع
98.7 درجة	Angle زاوية الميل
5 - 26 days يوم	فترة التغطية (بالأيام) Repeat Coverage (Days)
PLA (1Band) MLA (3Band)	جهاز الاستشعار و النطاقات Sensor & Bands
60 × 60 كم	حجم المنظر (كم) Swath (Km)
10m (1Band) 20m (3Band)	الدقة التوضيحية Resolution

➢ مراحل تدميج المرئيات الفضائية الاستيروسكوبية مع التغطيات الجيوديسية

١ – يتم تحديد الإحداثيات الجيوديسية لمنطقة الدراسة والتعرف على معالمها البارزة وحدودها وأبعادها بالاستعانة بالخرائط الطوبوغرافية والجيومورفولوجية والجيولوجية وغيرها ، و بناء على هذه المعرفة الأولية يتم طلب تغطية فضائية مناسبة من محطة استقبال أرضي رسمية ، ويراعى تحديد Forma[1] للأشرطة الرقمية (CCT) أو الإسطوانات المدمجة CD أو الأشرطة ٨ مم (Exabyte) كما يطلب الصور المطبوعة Map projection حسب المسقط المطلوب بمقاسات مختلفة والشرائح الشفافية وشرائح الميكروفيلم ، وهناك شروط تراعى في المرئيات :

- قوة الفصل مناسبة لتحديد المعالم الأرضية المورفومترية بدقة لتحقيق أهداف البحث المرجوة .
- أن تكون المرئيات غير معيبة فيجب ألا تزيد نسبة الغيوم فيها عن ١% .
- أن يتوفر فيها المشاهد الاستيروسكوبية للحصول على البعد الثالث حسب ما تتطلبه طبيعة البحث .
- أن تغطي منطقة الدراسة بصورة وافية .

٢ – في حالة الحصول على مرئيات لم يتم معالجتها أو ناقصة في المعالجة تجرى معالجة لهذه المرئيات في الحاسب الآلي (وحدة المعالجة الرقمية) ، وهي تشتمل على مراحل ثلاث :

٢ / ١ : ما قبل المعالجة Preprocessing

٢ / ٢ : التحسين Enhancement

٢ / ٣ : التصنيف Classification

و تتضمن مرحلة ما قبل المعالجة Preprocessing على العمليات التالية :

- ضبط اللون وشدة الاستضاءة و توضيح التناقص (التباين) Color, Brightness , Contrast ، ويتم ذلك خلال إجراء حاسوبي يعرف Stretching ، ويتم في الهستوجرام Histogram الخاص ببينات المرئية .

---

(١) تراجع المواصفات المنتجة من محطات الاستقبال الأرضي لتحديد نوع Format

- معالجة الخطوط الساقطة Drop Lines من مصفوفة بيانات المرئية وينتج ذلك عن التذبذب اللحظي في نظام المسح أو الضوضاء الشاذة وتتم المعالجة من خلال إعادة خط Pixels المفقود يأخذ متوسط Average للخط الذي يعلو الخط المفقود Line above والذي يسفله Line Below أو نسخ Copy أحدهما في مكان الخط المفقود .

- معالجة التجريد أو التشريح Stripping والذي يؤدي إلى خطأ في تفسير المرئية وينشأ عن تزحزح طارئ لأجهزة الكشف الإشعاعي إلى مستويات أعلى أو أدنى مما ينتج عنه إزاحة في خطوط Pixels في مصفوفة المرئية فيجب تصحيحها بحيث يتطابق المنظر ويتم ذلك آليا من خلال أيقونه التحسين الراديومتري .

- التصحيح الهندسي Geometric Correction لوضع المرئية في صورتها الصحيحة حي يؤثر الانحناء Curfature الأرضي والمجالات التي تسبب ضوضاء شاذة وحركة مطرية في إزاحة لمواقع Pixels ومن ثم يلزم إعادة تصحيح مواقعها من خلال تطبيق معادلة رياضية تصحيحية أو تحليل لنقاط الكنتورات الأرضية .

- إعادة تنظيم وضع Pixels في حالة حدوث أي تأثيرات يتم من خلال تطبيق إجراءات إحصائية على مصفوفة بيانات المرئية ، و هي :

Nearest neighbor , Bilinear interpolation , Cubic Convolution

أما مرحلة التحسين Enhancement : فهي تعني معالجة المرئية التي لدينا لكي نحصل على مرئية أكثر ملائمة في اكتشاف الأهداف موضع الاهتمام ويتم ذلك من خلال :

- تحسين راديومتري . Radiometric Enhancement
- تحسين طيفي . Spectral Enhanecment
- تحسين مكاني . Spatial Enhancement

وطرق التحسين كثيرة ، لذلك يتم الاختيار منها مع ما يناسب الدراسة .

و أما مرحلة التصنيف Classification : فهي تعني تصنيف الخصائص الأرضية حسب DN في نطاق واحد أو في عدة أنطقة كما يمكن إجراء التصنيف من خلال عمل حقلي يتم فيه تحديد مواصفات الظواهر للتعرف عليها في المرئية ثم يقاس عليها لتصنيف كل ظاهرة ومن مخرجات عملية التصنيف الحصول على شرائح مختلفة للظواهر من مياه ، تربة ، زراعة ، .. ومزودة ببيانات مما يفيد في استخدامها ضمن المدخلات في نظم المعلومات الجغرافية GIS .

٣ – بعد معالجة المرئيات في الحاسبات الآلية فإنه يمكن الاستفادة من التعامل معها لإجراء عمليات ومتطلبات بحثية مثل : معالجة البيانات الكبيرة الحجم ، ضغط البيانات ، الاستفادة الكاملة من المقياس الراديومتري ، التصحيحات الهندسية - تكبير المرئية - التحكم في مستخرجات المرئية - التسجيل أو الكتابة - تعدد المنظر - استخلاص التوقيع الإحدائي – التحليل الإحصائي - اختيار مواضع التدريب (أحد العينات) - التصنيف ، قياسات المساحات - استخلاص قواعد بيانات للإرتباط (خرائط – أشكال بيانية) رسم خريطة جديدة أو إعادة رسمها - عمل نسخة من المرئية بسرعة - تحديد القيم بدقة - عمل موازيك لمنطقة الدراسة .

٤ – تدميج القياسات الجيوديسية المنضبطة مع اللقطات الاستيروسكوبية آليا حيث يتم ضبط القياسات الجيوديسية المنضبطة لمواقع الشبكة الجيوديسية والتي تعتبر Ground Control points مع نموذج التغطية الفضائية الاستيروسكوبية[١] ، ويعرف ذلك الضبط أو الدمج الآلي بالتثليث الفضائي Space Triangulation ، ويتم آليا من خلال برنامج يعرف بـ Sterio Mod ، و وفق خطوات تشغيلية نحصل على مخرجات النموذج الرقمي الأرضي متضمنا الإحداثيات الجغرافية والارتفاع فوق سطح المجسم العالمي (السفيرويد) WG S 84 (والذي يعتبر أنسب شكل فراغي يمثل الأرض بتضاريسها وتنسب إليه الإحداثيات لأي موقع) .

➢ تطبيق تدميج المرئيات الفضائية الاستيروسكوبية مع التغطيات الجيوديسية المنضبطة في شعيب نساح

١ – قامت الباحثة بالحصول على تغطية متكاملة بالقمر الصناعي الفرنسي Spot 2 وباستخدام اللاقط HRV Sensor ، وتتكون هذه التغطية من ستة مشاهد Views متراكبة عرضيا على طول وادي نساح حسب وضعه الجغرافي حيث يقع على خطين متعامدين J302, J301 مع ثلاث مسارات للقمر الصناعي وهي على الترتيب (من الجنوب للهياثم) K 146 , K147 , K 148 ويحتوي كل مشهد على أربع لقطات أي أن المنطقة تم تغطيتها من خلال ٢٤ لقطة متراكبة ، ويوضح الشكل رقم ( ) كروكي لتوزيع لقطات Spot الفضائية لوادي نساح و ما يجاوره وقد حرصت الباحثة على ما يلي :

- أن تكون هذه التغطيات الستة (المشاهد) مصورة مرتين متزامنتين أحدهما بالأبيض والأسود Panchromatic العالي الدقة Resolution ١٠ م × ١٠ م والأخرى متعددة الطيوف للمعالجة الملونة المؤلفة من ثلاث شرائح طيفية هي الأخضر والأحمر وتحت الأحمر وقوة فصلها Resolution ٢٠ م × ٢٠ م .
- أن تكون هذه التغطيات (المشاهد) متراكبة طوليا للحصول على المشاهد الاستيروسكوبية التي ينتج منها البعد الثالث (الارتفاع) واللازم لتجسيد الأرض مورفومتريا .
- ألا تزيد نسبة الغيوم في أي مشهد عن ١ % .
- أن تكون هذه المشاهد في صورة رقمية Digitial على أقراص ممغنطة وأيضا Pictorial أي مشاهد مطبوعة على ورق تصوير بعد إجراءات المعالجة بواسطة برنامج Spot image .

٢ – وقد قامت الباحثة بمعالجة هذه المرئيات حيث روعي ضبط الألوان والإستضاءة والتباين والتصحيح الهندسي لوضع كل مرئية ثم أجرت تحسينا مكانيا Spatial Enhansement للمشاهد الملونة مع المشاهد (الأبيض والأسود) للحصول على مشاهد ملونة بدقة الأبيض والأسود وسجلت القيم العددية للمشاهد المحسنة على أقراص ضوئية مكثفة CD - Rom .

٣ – وبعد إجـراءات المعالجـة تم إدخال ملف (Cd Rom) هـذه التغطيات المحسنة إلى الحاسب الآلي ليتم تدميجها مع الأرصاد المنضبطـة وفـق خطـوات تشغيلية لبرنامج حاسوبي وهـو Sterio - Mod ، و من ثم الحصول على النموذج الرقمي الأرضـي Digital Terrain Model .. و يوضـح الجـدول رقـم ( ) عينـة من (٥٠) عنصورة Pixel سحبت من خط المسح الذي يخترق خشم العطاش و يصنع مع الشمال الجغـرافي زاويـة قدرها ١٣ً ٥٣َ ٩٨ْ وبلغ نصف قطر الأرض في ذلك الاتجاه عند ذلك الموقع مـا مقـداره ٦,٣٨٠,٣٧٨ ، ويـلاحظ في هذه العينة أن كل سطر يوضح لكل عنصورة طول جغرافي وعرض جغـرافي وارتفـاع فـوق المجسم العالمي .

٤ – استفادت الباحـثة من هـذا النموذج في إعـداد موازيك أرضـي لشعيب نساح بكامله الأمر الذي يوفر لها معلومات مكتبية ثرية وأساسية للمسـاعدة في تحـديد معالم وخصائص شبكة التصريف المائي السطحي لحوض شعيب نساح .

Conclusion الخلاصة

تعتمد هذه الدراسة في موضوعها على توضيح كيفية بناء النموذج الأرضي الرقمي Digital Terrain Model الذي يمثل معالم الأرض عدديا . هذا النموذج تم تكوينه من خلال عملية تدميج Interpolation لأرصاد جيوديسية منضبطة بشرط التربيعات الصغرى مع لقطات استيروسكوبية فضائية أي أن هذا النموذج وليد نتاج عمليتين مسح حقلي جيوديسي ومسح فضائي استيروسكوبي .

ويبدأ المسح أو الرصد الجيوديسي بتحضيرات استطلاعية وأخرى مكتبية للإطلاع على الخرائط والصور الجوية والمشاهد الفضائية للتعرف على طبيعة منطقة الدراسة و وضع خطة عمل تفصيلية ، وتتضمن عملية الرصد للمواقع قياس الإحداثيات الجيوديسية باستخدام جهاز للتوقيع الجيوديسي المستقبل لإشارات الأقمار الصناعية المدارية Gps Receivers مثل Ashtech ، وقياس المسافات والزوايا الرأسية والأفقية بين المواقع المختارة باستخدام جهاز المحطة المتكاملة Total Station ، ويلزم لإجراء عملية الرصد أن تتواجد مواقع مرجعية ثابتة معلومة الإحداثي بالقرب من منطقة الدراسة ؛ فإذا كانت هذه المواقع المرجعية بعيدة يتحتم على الباحث أو الباحثة أن تشيد مواقع مرجعية ثابتة ومنضبطة داخل منطقة البحث وأن تكون هذه المواقع في شكل شبكة بحيث لا تحجب أي ظواهر أرضية وبذلك تسهل عملية الرصد لمواقع الظواهر الأرضية المورفومترية المتعددة ، ولضبط مواقع هذه الشبكة وتحديد إحداثياتها الجيوديسية ؛ يتم ربط (رصد) مواقع منها مع أقرب مواقع أرضية مرجعية ثابتة ومعلومة الإحداثي ، وبعد رصد هذه المواقع المعينة من الشبكة تستخدم في استكمال رصد بقية مواقع الشبكة وربطها ببعضها في صورة أرصاد فائضة مع قياس المسافات فيما بينها ، وبستخدم في رصد الشبكة الطريقة الكينماتية kinematic Method والمبنية على أسلوب المسح المعروف Triangulation Network Expanded ويجري تحقيق لنتائج هذه الطريقة باستخدام طريقة أخرى سريعة تعرف بـ Rapid Static ، ويجب قبل أن نستخدم هذه الشبكة أن نتأكد من ضبطها بدقة أي تحقق شرط التربيعات الصغرى Least Square ويتم ذلك آليا باستخدام برامج حاسوبية مثل Filinet و Geolab حيث تقوم بفرز الأرصاد بما فيها من أرصاد فائضة Redundancies لانتقاء ما يحقق شرط التربيعات الصغرى أي الدقة الرصدية كما تخرج لنا هذه البرامج

الانحرافات المعيارية لإحداثيات المواقع وانحرافاتها التبادلية لحساب إهليج الخطأ عن كل موقع للتأكد من جودة العمل والكشف عن أي أخطاء ، وبعد التأكد من ضبط مواقع الشبكة تجري مسحا لمواقع المعالم البارزة من قمم جبلية وهضاب وبطون الأودية وتربط مواقعها بالشبكة بأسلوب المسح المعروف بالشبكات المثلثية المتسعة السالف الذكر ، كما يتم أيضا ضبط أرصاد هذه المعالم آليا وفق شرط التربيعات الصغرى .

ويتم المسح الفضائي بالأقمار الصناعية لاستخراج لقطات أرضية استشعارية تعكس بصمة المعالم الأرضية Signature في صورة مصفوفة رقمية تتكون من وحدات مساحية Pixels ولكل Pixel إحداثي جغرافي وقيمة (DN) للأشعة المنعكسة ، وتتطلب الأعمال البحثية المورفومترية اختيار مرئيات فضائية بكون الدقة التوضيحية بها Resolution (مساحة Pixel) صغيرة ما أمكن ذلك (١٠ م × ١٠ م في حالة Spot) ، كما تتطلب الأعمال المورفومترية أن تكون اللقطات استيروسكوبية لتعطي البعد الثالث (الارتفاع Height) لكل Pixel ، و يتم ذلك من خلال Overlapping باستخدام المسح المعروف بـ Earth Complete Coverage وهناك شروط يجب أن تراعى في انتقاء اللقطات مثل نسبة الغيوم لا تزيد عن ١% ، ويجرى لهذه اللقطات معالجة آلية تشتمل عل المراحل التالية :

Preprocessing ما قبل المعالجة ، Enhancement التحسين ، Classification التصنيف ، ويتم التدميج بين الأرصاد الجيوديسية واللقطات الفضائية من خلال إدخال ملف Cd Rom للتغطيات الاستيروسكوبية إلى الحاسب الآلي الذي يحتوي الأرصاد الجيوديسية المنضبطة وباستخدام برنامج Sterio mod يتم التدميج و نحصل على النموذج الأرضي الرقمي .

إن هذا النموذج يعتبر الشطر الأول من النموذج الأرضي المورفومتري Morphometric Terrain Model المكون من شطرين . و الشطر الثاني هو النموذج الأرضي الرياضي Mathematical Terrain Model الذي لم تأت الباحثة على تفاصيله في هذه الورقة ولكن إجماليا فهو مجموعة القوانين الرياضية وجميع العمليات المساعدة التي تربط بين مجموعاته الرياضية مثل تحويل إحداثيات المواقع من نظام إلى آخر أو تقييم بعض العناصر المرحلية للحصول على الخصائص المورفومترية والمخرجات البلانيمترية لدراسة الوديان الجافة ، وقد توصلت الباحثة للنموذج الأرضي الرقمي لشعيب نساح من خلال

أرصاد منضبطة بشرط التربيعات الصغرى وهي ٤٣ موقعا تمثل قمم الجبال والهضاب المرتفعة ، ٢٤٣ موقعا في بطن الوادي ، ٦٣ موقعا في المجرى الرئيسي للشعيب ، ١٧٣ موقعا على حدود منطقة الدراسة ، وقد رصدت هذه المواقع السالفة الذكر وربطت بشبكة جيوديسية خاصة لإثني عشر موقعا شيدتها الباحثة إنشائيا ورصدتها من الشبكة الجيوديسية المرجعية لجامعة الملك سعود ، ثم قامت بضبط مواقعها من خلال أسلوب المسح Kientic المحقق بأسلوب Rapid Static ثم و الذي تم إدخال أرصاده الفائضة إلى الحاسب الآلي للتعامل مع برنامج Filinet و Geolab للحصول على الأرصاد المنضبطة والتي أدمجت مع لقطات استيروسكوبية من القمر الصناعي Spot 2 ، و باستخدام اللاقط Sensor HVR ، وهذه اللقطات الاستيروسكوبية تمثل ٦ مشاهد Views في كل مشهد ٤ لقطات أى اجمالي ٢٤ لقطة من الأبيض والأسود بقوة فصل ١٠ م × ١٠م ، ويناظرها ٢٤ لقطة ملونة بقوة فصل ٢٠ م × ٢٠ م ، وقد تم تحسين مكاني Spatial Enhancement للنوعين معا للحصول على لقطات تجمع مزاياهما ، وقد أدمجت على أقراص Cd Rom تم إدخالها للحاسب الآلي لتتم عملية التدميج مع الأرصاد الميدانية المنضبطة باستخدام برنامج Sterio mod لينتج النموذج الأرضي الرقمي لشعيب نساح .

النتائج والتوصيات

⬅ النتائج :

١ – التحضيرات الاستطلاعية والمكتبية والتجهيزات الإنشائية متطلبات أساسية للعمل الميداني تساهم في تقليص الجهد ووضوح الهدف وتنظيم خطة العمل .

٢ – يؤدي تشييد وضبط شبكات جيوديسية داخل الوديان سهولة ومرونة في أسلوب الرصد المساحي تحقق عنصر الدقة وعنصر تقليل الزمن وهذين العنصرين أمرهما عظيم في مجريات العمل الميداني .

٣ – يفيد الشمول في التغطيات الرصدية وفق ضوابط دقيقة لاختيار مواقع الرصد إلى إبراز كافة المعالم المورفومترية كمتطلب أساسي للعمل الحقل .

٤ – تؤدي مراعاة الغزارة في الأرصاد Redundancies إلى الحصول على الأرصاد المنضبطة بشرط التربيعات الصغري .

٥ – يستلزم للدراسات المورفومترية أن تكون اللقطات الفضائية استيروسكوبية للحصول على البعد الثالث وأن تستوفى الصغر في الدقة التوضيحية Resolution للحصول على أدق المعالم وأن تخلو من الغيوم بحيث لا تزيد نسبتها عن ١% .

٦ – يصلح النموذج الأرضي الرقمي لأغراض علمية شتى بخلاف المورفومترية لأنه تجسيد عددي للأرض ..

⬅ التوصيات :

١ – العمل على تكثيف بناء النماذج الأرضية الرقمية من الأرصاد الجيوديسية واللقطات الفضائية في أغراض الدراسات المورفومترية لتغطية شبكات التصريف المائي السطحي لأحواض الأودية في المملكة العربية السعودية .

٢ – الاستفادة من الشبكة الجيوديسية التي شيدتها الباحثة في شعيب نساح في متابعة الرصد المستقبلي للمواقع نفسها أو توسيع هذه الشبكة بزيادة مواقع جديدة بحيث تتطور الشبكة لتشمل أودية وشعابا مجاورة .

Refrences المراجع

1 - Canadian GPS Associates : Guide to GPS Positioning , New Brunswick , Canada, 1986 .

2 - Doornkamp,J.C.,king, C.A.M: Numerical Analysis in Geomorphology - an introduction, London, Pages (1 - 112), 1971.

3 - King , G.Q. : Morphometry of Great Britain Playas, Department of Geography, The University of Utah, (U.M.I), 1982

4 - Leick , Al., GPS Satellite Surveying, With a contribution by Steven Lambert, America, John wiley & Sons, lnc., 1990 .

5 - Goudie A., editor, Thesis, Geomorphological Techniques edited for the British Geomorphological Research Group, Publisher Unwin Hayman, London, 1990 .

6 - Lillesand , T.M. And Kiefer R.W., Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley& Sons, 1979 .

7 - Moffitt, F.H., Surveying, Eighth Edition New York, Harper & Row Publishers, lnc., 1987 .

8 - Olliver, J.G, principles of Surveying, Volume 1, Plane Surveying , England, Van Nostrand Reinhold (UK), Co.Ltd, 1978 .

9 - Schowengerdt, R.A., Techniques For lmage Proessing and Classification in Remote Sensing, America, Academic Press lnc, 1983 .

10 - The Remote Sensing Society, Remote Sensing For Operational Applications, British National Space Centre, 1989 .

11 - Bowring, B. R ., Transformation From. Spatial to Geographical Coordinates, Survey Review, Vol. XXlll, No . 181,pp. 323-327, 1976

12 - Chorley R. J .and HAGGETT P . Editors , Models in Geography. Methuen and Co. Ltd , London , 1977 .

13 - Evans. I. S., The Morphometry Of Specific Forms, International Geomorphology Part ll, edt. V . Gardiner, John Wiley & Sons Ltd , 1986 .

14 - Howard, J . A . , Satellite Remote Sensing for Basin Development and Monitoring, Proceedings,U.N.E.C for Western Asia. Beirut. Pp. 271 - 290. Pergamon Press. 1977 .

15 - King G. Q., Morphometry of Great Britian Playas, Dissertation (U.M.I). Department of Geography . The University of Utah , 1982 .

16 - Moores, E.A., Rgional Drainage Basin Morphomety. (U.M.I) . Lowa State univ - of Science and Technology , 1966 .