بحوث جغرافية

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٦١

دراسة تحليلية لصور الرادار الروسي "الماز" المأخوذة لمدينة الرياض

أ.د. عبد الله الصادق علي

جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م

بحوث جغرافية

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٦١

دراسة تحليلية لصور الرادار الروسي "الماز" المأخوذة لمدينة الرياض

أ.د. عبد الله الصادق علي

جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م

ISSN 1018-1423
Key title=Buhut gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن صالح الربدي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. عبدالله بن حمد الصليع	أمين السر.
د. محمد بن عبد الله الفاضل	أمين المال.
أ.د. علي بن محمد شيبان العريشي	عضو مجلس الإدارة.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	عضو مجلس الإدارة.
د. معراج بن نواب مرزا	عضو مجلس الإدارة.
د. عنبرة بنت خميس بلال	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.

ح الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٢٥هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

علي، عبد الله الصادق

دراسة لصور الرادار الروسي الماز المأخوذ لمدينة الرياض./عبد الله الصادق علي-الرياض١٤٢٥هـ

٦٤ص، ١٧×٢٤سم، - (بحوث جغرافية،٦١).

ردمك: ٩-٤-٩٤٢٤-٩٩٦٠

١-الرياض-صور ٢- الرياض-جغرافيا أ. العنوان ب. السلسلة

ديوي ٩١٥,٣١١١١ ١٤٢٥/١٠٤٠

رقم الإيداع: ١٤٢٥/١٠٤٠

ردمك: ٩-٤-٩٤٢٤-٩٩٦٠

قواعد النشر

١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسة "بحوث جغرافية"، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .

٢- يشترط في البحث المقدم للسلسة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة تحرير السلسلة .

٤- تقدم جميع الأصول مطبوعة على نظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows) على ورق بحجم A4، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر بخط Arabic Traditional للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين ، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش «بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة». ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥] صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية.

٦- يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٣×١٨سم، وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلصق على أماكنها .

٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين-على الأقل- في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها .

٩- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .

١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي :

يستخدم نظام (اسم / تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر

اسم المؤلف ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

الكتـــــــــــب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة-إن وجد- ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر .

الدوريـــــــــات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥-١٥) .

الكتـــب المحـــررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (فيin) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

الرسائل غير المنشورة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها .

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

تعرف بالباحث : أ.د. عبد الله علي الصادق، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، الرياض.

الملخص

يعتبر التابع "الماز" الذي أطلقته وكالة الفضاء الروسية في عام ١٩٩١م أول قمر صناعي روسي يحمل جهاز رادار فضائي لأغراض تجارية. زوَّد مركز الأبحاث بكلية الهندسة في جامعة الملك سعود كاتب هذا البحث بصورة أخذت بهذا الجهاز تغطي مدينة الرياض وما حولها على مقياس رسم ١/١٥٠٠٠٠، بغرض دراسة الدقة الكارتوغرافية لهذا الجهاز الحديث في تطبيقات الدراسات الأمنية الحضرية ، وجمع المعلومات ، وما يتعلق بذلك من التطبيقات • لهذا الغرض أخضعت الصورة لسلسلة من التجارب بدءاً من التفسير الصوري المباشر إلى استعمال معادلات رياضية معقدة لتحويل إحداثيات الصورة الرادارية إلى الإحداثيات الأرضية. وقد أثبتت الدراسة أن هذا الرادار الفضائي الروسي يحوي الكثير من الأخطاء الهندسية التي تؤثر على قدرته في جمع المعلومات، واكتشاف وتحديد المواقع والأهداف الأرضية. هذا وقد بين الجزء التفسيري من الدراسة أن الخواص التصويرية لجهاز الرادار تتحكم بدرجة كبيرة في تفسير المعالم المصورة. فمثلاً يمكن أن يظهر معلم طولي معين (طريق أو خط كهربائي) بوضوح أو لا يظهر أبداً اعتماداً على الزاوية التي يشكلها هذا المعلم مع خط الطيران الأرضي للقمر الصناعي. وعليه إذا ما دمجنا نتائج جزئي الدراسة التحليلي والتفسيري يمكننا القول أن صور رادار الماز تصلح لجمع معلومات عن المنطقة المصورة على مقياس ١/٢٥٠٠٠٠(أي أن ١ ملم على الخريطة يمثل ٢٥٠ متراً على الأرض) وأصغر .هذا القدر والمستوى من المعلومات قد يكون مفيداً وضرورياً في حالة الحاجة الماسة لمعلومات عن طبيعة المنطقة المصوّرة مع عدم توفر أو صعوبة الحصول على أنواع أخرى من مصادر المعلومات.

مقدمة

ظل جهاز الاستشعار عن بعد المسمى بالرادار "Radar" تحت المظلة الأمنية العسكرية لفترة طويلة ، امتدت زهاء الأربعين عاماً منذ اختراعه أثناء الحرب العالمية الثانية. ولكن في نهاية ستينيات القرن المنصرم بدأت بعض المعلومات عن جهاز الرادار تظهر لمستخدمي تقنيات الاستشعار عن بعد من المدنيين في المجلات البحثية العلمية العالمية ذات الجودة والسمعة العاليتين. وكان الغرض الأساس في هذا المنحى هو بحث إمكانية استعمال هذا المخترع الجديد في ترسيم الخرائط ، وإنجاز الأعمال الكارتوغرافية الأخرى ذات الصلة بتفسير وتوقيع المعالم المهمة على سطح الأرض. ومما لاشك فيه أن جهاز الرادار كان وما يزال الأكثر غموضاً وتعقيداً ، والأصعب فهمًا ، وأن علماء ومهندسي ومتخصصي الرادار هم الأقل عدداً من بين المتخصصين في تكنولوجيا الفضاء والاستشعار عن بعد.

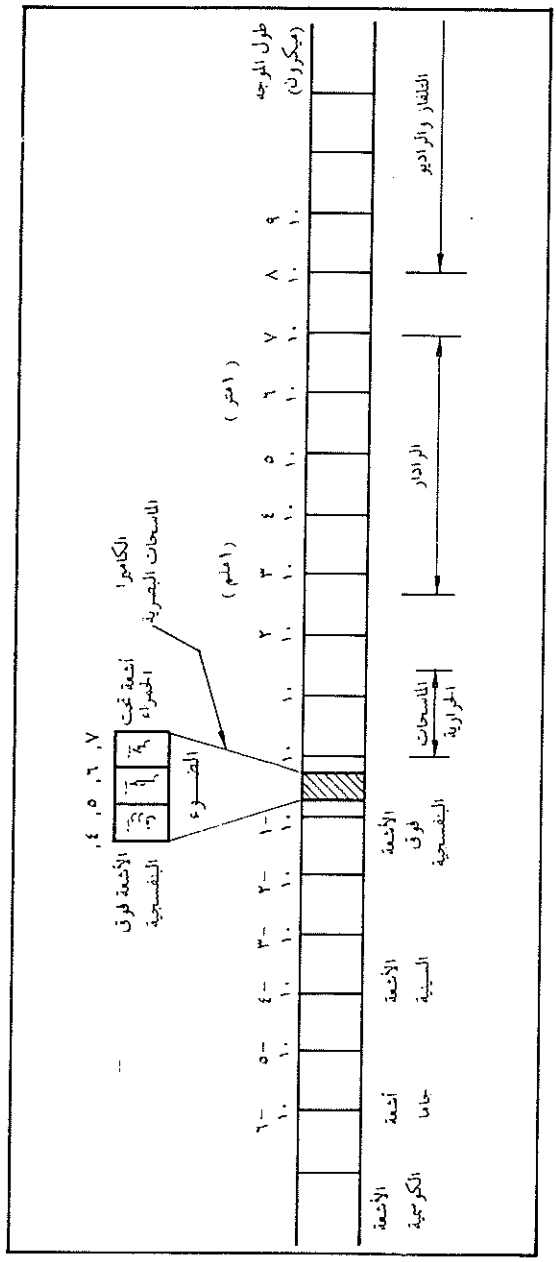
وكلمة رادار Radar في الأصل اختصار للعبارة الإنجليزية Radio Detection and Ranging أي جهاز "كشف الأجسام وقياس مسافاتها بواسطة أشعة الراديو" . والرادار هو جهاز الاستشعار عن بعد المصنف ضمن الأجهزة النشطة أو الفاعلة Active Remote Sensing Systems حيث أنه يختلف عن النوع الآخر المسمى بالأجهزة السلبية Passive Systems (مثل الكاميرا المحمولة جواً ، والماسحات البصرية) في أنه يولد طاقته الكهرومغناطيسية في داخله ويرسلها إلى الأرض ، حيث تصطدم بالأجسام المراد معرفتها وتعود إدراجها إلى الجهاز ، حيث يتم التعامل معها والاستفادة منها. وبذلك يمكن لجهاز الرادار العمل ليلاً أو نهاراً، في الظلام الدامس أو في رابعة النهار، مما جعل العلماء والمهندسين يطلقون عليه

عبارة "نظام كل الطقوس "All Weather System" نسبة للطول النسبي لأمواج أشعة الراديو التي يعمل عليها هذا الجهاز (من ٠,٨ ملم إلى ١٠٠ مترٍ مقارنة بـ ٠,٣ ميكرومتر إلى ٢٠ ميكرومتر كما هو الحال في الأجهزة البصرية، انظر الشكل (١) فإن جهاز الرادار يمكنه التقاط صور رادارية للأهداف المراد معرفتها من فوق السحب، والغيوم، والأمطار، والثلوج، وإلى درجة أقل أثناء هبوب الرياح والعواصف الترابية. وقد استعمل هذا الجهاز كثيراً في السنوات الأخيرة في التصوير الليلي لكشف مواقع العدو، ومعرفة عدد ونوعية آلياته ومدرعاته نسبة لخاصية أخرى يمتاز بها هذا الجهاز، وهي مقدرته الفائقة في تحديد وتوضيح الأجسام والمعالم المعدنية الثابتة والمتحركة. الجدول (١) يبين بعض خصائص جهاز الرادار.

جدول رقم (١)

بعض خصائص عناصر جهاز الرادار

يخترق الرادار الغطاء النباتي و طبقات الأرض حتى ٢٠ متراً.
يمكن التصوير في الليل أو النهار.
يمكنه اختراق السحب والأمطار، وإلى درجة أقل العواصف الترابية.
إمكانية التحكم في طول الشريط المصور وعرضه وبعده عن الطائرة أو القمر الصناعي.
الدقة التمييزية لا تعتمد على ارتفاع الطائرة في أنواع كثيرة من الرادار.
يمكن الحصول على دقة تمييزية تصل إلى ١م×١م.
إمكانية الاستفادة من الخاصية الاستقطابية للجهاز في الحصول على صور مختلفة.
تمّ تطوير أنواع حديثة تُمكّن من النظر المجسَّم للأرض.
يمكن تصوير وحساب أطوال أمواج المحيطات بدقة عالية حتى من الأقمار الصناعية.
تعالج الصور الرادارية بصرياً أو رقمياً حسب طبيعة المشروع.
أمكن حديثاً إنتاج نماذج للأرض ثلاثية الأبعاد من الرادار.



شكل رقم (١)

الحساسية الطيفية لبعض أجهزة الاستشعار عن بعد

أنواع الرادار:

هناك نوعان رئيسيان من جهاز الرادار

(أ) مستكشف المواقع الأفقية Plan Position Indicator

(ب) جهاز الرادار ذو النظرة الجانبيةSide-Looking Radar

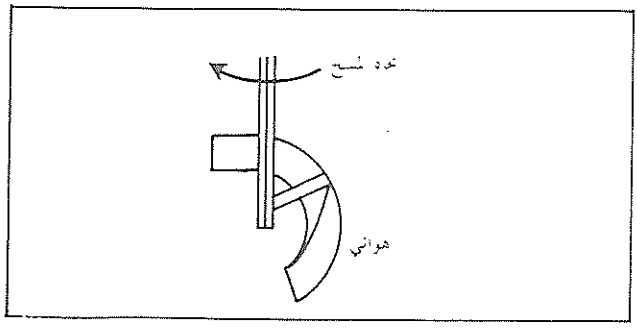
الأنماط الأولية من النوع الأول اخترعت أولاً في ثلاثينيات القرن الماضي، تلتها الأنماط البدائية من النوع الثاني ، والتي اخترعت في خمسينيات نفس القرن، وكلا النوعين ظل طي الكتمان داخل المؤسسات العسكرية والأمنية في الولايات المتحدة ، وإنجلترا ، وألمانيا حتى سبعينيات القرن حين بدأت بعض المعلومات عن هذا الجهاز تجد طريقها إلى الجهات المدنية التي لها صلة بتفسير الصور الجوية ، ورسم الخرائط الطبوغرافية بغرض مسح موارد الأرض.

(أ)- مستكشف المواقع الأفقية Plan Position Indicator

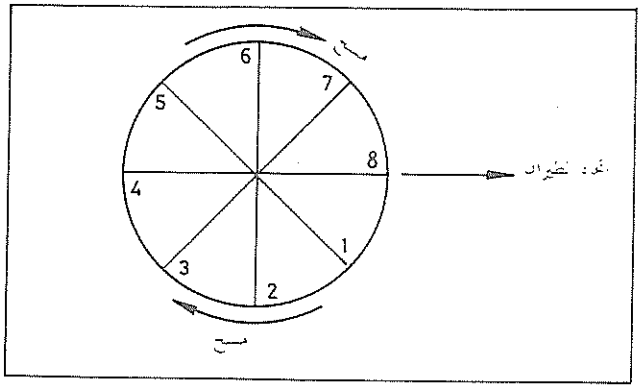
يقوم هذا الجهاز بمسح دائري لسطح الأرض بوساطة هوائي مثبت تحت الطائرة ، يتحرك حركة دائرية حيث يرسل أثناء حركته إشارات كهرومغناطيسية متواصلة نحو الأرض ، ويستلم في الوقت نفسه الإشارات التي عكستها الأجسام أو المعالم المصورة (شكل ٢). ويتم قياس الزمن بين مصدر الأشعة (داخل الطائرة) والجسم العاكس باستعمال جهاز استقبال حساس ، حيث يمكن بعد ذلك قياس المسافة للجسم العاكس بضرب الزمن في سرعة الموجات الكهرومغناطيسية. ويمكن الحصول على صور الأجسام العاكسة بتثبيت فيلم

شكل رقم (٢)

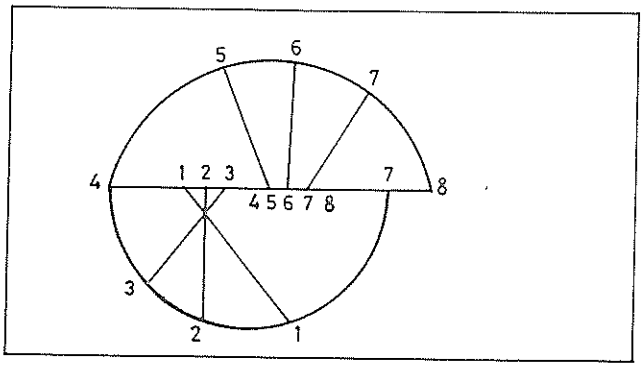
عمل مستكشف المواقع الأفقية



(أ) مستكشف المواقع



(ب) صورة رادارية غير مصححة



(ج) صورة رادارية مصححة

فوتوغرافي متحرك أمام شاشة بلورية Cathode Ray Tube تظهر عليها الإشارات المنعكسة من الأرض (شكل٣).

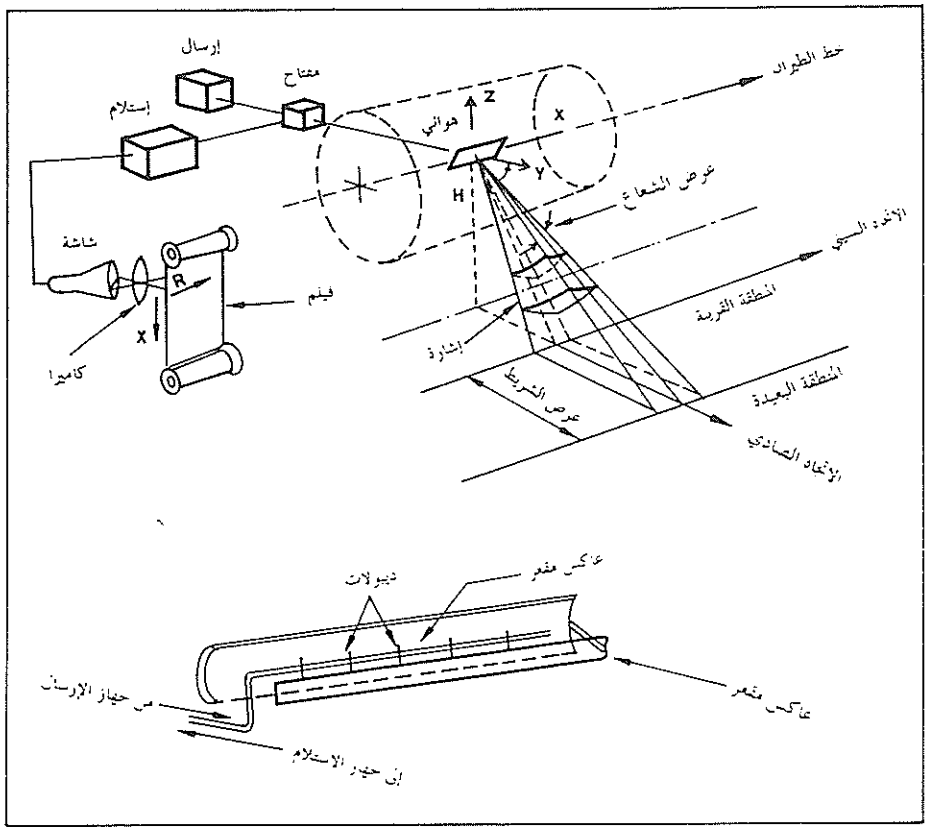
من الناحية الكارتوغرافية تعاني الصور الرادارية لمستكشف المواقع الأفقية من تشوهات عدة، أهمها ذلك التشوه المتري المسمى "التشوه اليايي Helical Distortion" الناتج عن المحصلة النهائية للحركة الدائرية للهوائي وحركة الطائرة. ويمكن للقارئ الرجوع لكتاب ليفين Levine (١٩٦٠ م) حيث أسهب المؤلف في شرح هذا النوع من أنواع الرادار ، وبين بوضوح الاشتقاقات الرياضية لهذه الأخطاء المترية ، وكيفية تأثيرها على استنباط المواقع ، واستكشاف المعالم المصورة على الأرض. لهذا السبب لم يلعب مستكشف المواقع الأفقية دوراً مهماً في العمل الكارتوغرافي سواء كان عسكرياً، أمنياً، أو مدنياً. أما الآن فتستعمل الأجيال الحديثة من هذا الرادار — والتي تعمل من مواقع أرضية ثابتة- في التنبؤات الجوية، ومراقبة الحركة الملاحية الجوية ، وفي تسهيل حركة السفن التي تمخر عباب البحار، وعلى طائرات الإنذار المبكر المعروفة بالإيواكس .

(ب)- الرادار ذو النظرة الجانبية *Side-Looking Radar*

نسبة للعيوب المترية الموجودة في المعلومات المستقاة من مستكشف المواقع الأفقية، فقد قام علماء ومهندسو الرادار بتطوير جهاز الرادار ذي النظرة الجانبية لأغراض المسح الاستطلاعي، ورسم الخرائط الطبوغرافية، وذلك للاستفادة من خاصية قدرة الرادار على التصوير في كل الأوقات All Weather Capability ، وعلى

شكل رقم (٣)

عمل الرادار ذي الفتحة الحقيقية



ضوء ذلك طور المهندسون نوعين من هذا الرادار:

- الرادار ذو الفتحة الحقيقية Real- Aperture Radar
- الرادار ذو الفتحة غير الحقيقية Synthetic Aperture Radar

وفيما يلي شرح مختصر للقاعدة التي يعمل عليها كل منهما:

عمل الرادار ذي الفتحة الحقيقية :

يوضح الشكل (٣) طريقة عمل الرادار ذي النظرة الجانبية حيث يولِّد الجهاز Pluse دفعة إشارات كهرومغناطيسية بداخله عن طريق مولد إشارات وترسل هذه الدفعة الكهرومغناطيسية إلى جهاز إرسال خاص Generator يرسلها بدوره إلى هوائي طويل يوضع تحت الطائرة موازياً لمحورها السيي (الطولي) في اتجاه حركة الطائرة الأمامية تضيء هذه الدفعات الكهرومغناطيسية شريطاً ضيقاً من الأرض المراد مسحها على أحد جانبي الطائرة، وفي اتجاه متعامد مع اتجاه الطائرة.عند وصول هذه الدفعة إلى الأرض تعكس المعالم الأرضية جزءاً من هذه نحو الطائرة فيستلمها جاهز استقبال حساس على الطائرة(وهو-غالباً- جزء من جهاز الإرسال)، ويحولها إلى وحدة تقوية signalAmpilifer (لأنها تصل ضعيفة)، بعد ذلك ترسل هذه الإشارة المقوية لتعرض على وجه شاشة في شكل أنبوب شعاع((C R T)Cathode Ray Tube وتظهر هذه الإشارة على الشاشة في شكل خط يمثل الشعاع المرسل من الطائرة إلى الأرض كما أن شدة إضاءة نقاط هذا الخط على الشاشة دليل على القوة لانعكاسية للأجسام المصورة والعكس صحصح وكما هو الحال في مستكشف

المواقع الأفقية فإن المسافة إلى الجسم العاكس تحسب عن طريق فرق الزمن بين إرسال الإشارة واستلامها. وحيث أن الخط الواحد على الشاشة يمثل خطاً ضيقاً على الأرض لا يتعدى عرضه الـ ٢٥ متراً عمودياً على خط الطيران، فإن مسح وتغطية الأرض يتم بوساطة الحركة الأمامية للطائرة حاملة الجهاز. هذا يعني أن هناك أعداداً كبيرة من الخطوط المتوازية والمتلاصقة تمثل شريطاً رادارياً موازياً لخط الطيران للمنطقة المراد مسحها ويتم تسجيل هذا الشريط على فيلم فوتوغرافي متحرك يوضع أمام الشاشة وعند الانتهاء من عملية المسح يحمّض الفيلم، وتنتج عنه صوراً رادارية يمكن تفسيرها وتحليلها للأغراض المختلفة عسكرية كانت، أ، أمنية، أو مدنية.

من مميزات هذا النوع من الرادار إمكانية الحصول على الصور المطلوبة مباشرة من الطائرة بعد معالجة الفيلم، كما أنه نسبياً بسيط في تصميمه وعمله. وقد استعمل كثيراً في عقدي السبعينيات والثمانينيات في تنفيذ الكثير من مشاريع التغطية الطبوغرافية في عدد من بلدان العالم. ولعل أهم هذه المشاريع وأشهرها هي مشروع RAMP في بنما في أمريكا الوسطى، ومشروع PRORADAM في بيرو في أمريكا الجنوبية، ومشروع RADAM في البرازيل، وهو أكبر هذه المشاريع وأضخمها، ومشروع NIRAD في نيجيريا، وكذلك عدة مشاريع أخرى في إندونيسيا وماليزيا والفلبين. وقد نفذت هذه المشاريع في الفترة ما بين ١٩٦٩م إلى ١٩٧٨م. وكما هو معروف فإن كل هذه البلدان تغطيها السحب والغيوم معظم أيام السنة مما يصعب معه استعمال الصور الجوية لأغراض التغطية الطبوغرافية.ن عيوب هذا النوع من الرادار أن دقته

التمييزية (قدرة الجهاز على معرفة وتحديد الهدف المصور) تعتمد اعتماداً كبيراً على بعد الأهداف عن خط سير الطائرة حيث إنه كلّما بعدت هذه الأهداف من مسقط مسار الطائرة على الأرض كلّما كان من الصعب تحديدها ومعرفة هويتها. ويمكننا التعبير عن هذا الأمر رياضياً كالآتي:

$$ra = k \cdot \frac{\lambda}{d} s$$

حيث ra هو القدرة التمييزية لجهاز الرادار

λ طول الموجة التي يعمل عليها الجهاز (وهي مقدار ثابت لنظام رادار ما).

d طول الهوائي المستعمل في الإرسال والاستقبال.

s المسافة بين مصدر الإشعاع (مركز الطائرة) والجسم المصور.

k ثابت الإضاءة (ما بين ٥ ، إلى ١).

فإذا افترضنا جهازاً رادارياً يعمل على موجة طولها ٥ملم وله هوائي طوله ٣ أمتار ويمكنه إرسال أشعته إلى بعد يصل إلى ٢٠ كلم ، فإن الدقة التمييزية لهذا الجهاز تكون كالآتي:

$$ra = 1.0 \times \frac{0.005}{3} \times 20000 = 33 \text{ m}, \quad (k = 1)$$

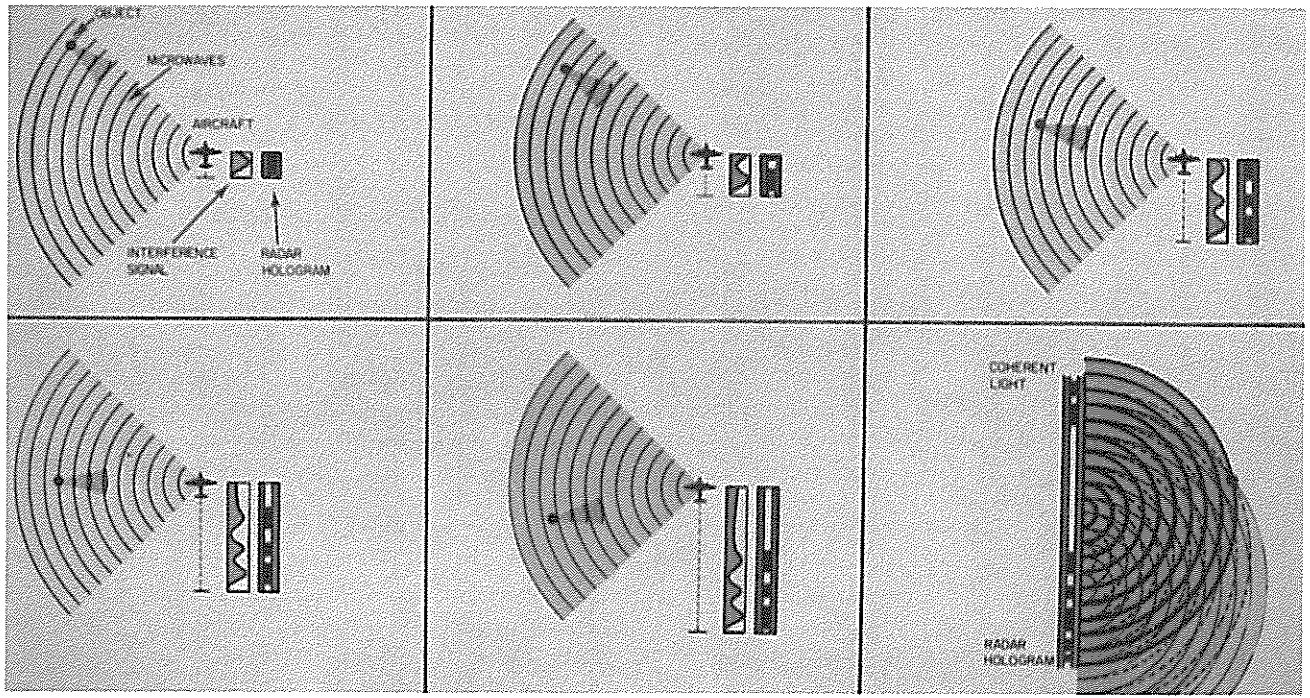
أي أنه لتحديد جسم ما بناء على هذه المعطيات يجب ألا تقل أبعاد هذا الجسم عن ٣٣م×٣٣م لكي يمكن تحديده بوضوح . وفي حالة حمل جهاز الرادار على أقمار صناعية ، فإن فوائده تكون قليلة جداً إذا لم تكن معدومة نسبة لبعد المسافة بين القمر الصناعي والمعالم العاكسة ، والتي تصل إلى مئات الكليومترات. هذه

المحدودية أدت بعلماء ومهندسي الرادار إلى تطوير واختراع النوع الآخر من الرادار الجانبي والمسمى بالرادار ذي الفتحة غير الحقيقية Synthetic Aperture .

طريقة عمل الرادار ذي الفتحة غير الحقيقية :

صمم هذا النوع من الرادار لتحسين الدقة التمييزية للصورة الرادرية بحيث لا تتأثر هذه الدقة بالمسافة بين الجهاز والجسم العاكس للأشعة. الشكل(٤) يوضح قاعدة عمل هذا النوع من الرادار حيث يستعمل جهاز هوائي قصير ذي شعاع عريض لإرسال واستقبال أشعة رادارية متتالية قوية. وتسجل كثافة الطاقة المنعكسة (بعد استلامها في مسحات خطية متتالية) وتمزج إلكترونياً مع إشارة مصدرية داخل الجهاز.

في هذه العملية ، تقوم الطاقة التي يعكسها الجسم الذي مرت عليه الطائرة بتقوية ومعادلة الإشارة المصدرية Reference Signal أثناء تغير المسافة بين الجهاز والجسم العاكس في أطوال موجات متكاملة ، ولهذا يمكن للجسم العاكس أن يبعد عن مسار الطائرة من عدة كيلومترات إلى عشرات الكيلومترات (أو مئات الكيلومترات إذا كان الجهاز محمولاً على تابع صناعي). وفي أثناء مرور الطائرة فإن المسافة تقصر بقدر عدد من أطوال الموجات التكاملية. وكما هو واضح فإن المسافة للجسم تكون في أقصر حالاتها عندما يكون الجسم على خط عمودي لمسار الطائرة. وتزداد هذه المسافة بعد ذلك مرة أخرى عندما تعبر الطائرة هذا الخط في هذه العملية تكوّن كل نقطة عاكسة عدداً من النقاط أو الخطوط القصيرة على فيلم المعلومات Data Film ، وهذه الخطوط تعادل تماماً جزءاً من صفيح


OBJECT
MICROWAVES
AIRCRAFT
INTERFERENCE SIGNAL
RADAR HOLOGRAM
COHERENT LIGHT
RADAR HOLOGRAM

منطقة فرسنل بصري Optical Fresnel Zone Plate. ولأن هذه الصفائح تعمل كعدسة لامة وضابطة فإن هذه الخطوط والنقاط المتوالية تعمل كعدسة أسطوانية تضبط الصورة في اتجاه واحد لتكوين صورة هذا النوع من الرادار تسلط حزمة ضوئية ليزرية قوية ومتماسكة على فيلم المعلومات الذي يحتوي على هذه الخطوط. هذه الحزمة الضوئية تمكننا من إسقاط صورة واضحة لمعالم الأرض على فيلم آخر يسمى فيلم الصورة Image Film الذي يمكن استعماله في رسم خرائط بلامترية أو طبوغرافية للمنطقة المراد تغطيتها

.يمكننا حساب الدقة التمييزية (التفسيرية) لصور هذا النوع من الرادار من المعادلة الآتية: ra= d/2

حيث d هو طول الهوائي المستعمل للإرسال والاستقبال . وكما هو واضح فإنه كلّما قصر طول الهوائي كلّما كانت معالم الأرض أوضح وأيسر تحديداً. هذا هو السبب الرئيسي لاستعمال هذا الجهاز في توفير المعلومات الأمنية والعسكرية.

الشكلان(٥) و (٦) يوضحان مدى الدقة العالية لصور هذا النوع من الرادار حيث يمثل الشكل (٥) صورة لمنطقة خليج تكساس في الولايات المتحدة التي أخذت بوساطة جهاز رادار ذي فتحة غير حقيقية من شركةAero Service والمسمى EMS- 1000 SAR System وله دقة تمييزية ٢٥ متراً، أما الشكل (٦) فيمثل خريطة طبوغرافية لنفس المنطقة حيث تكشف صورة الرادار كل دقائق هذه المنطقة بكل وضوح خاصة الجسور، وشبكة الطرق، والمطارات ، وخطوط السكك الحديدية، ومناطق تجمعات السكان ، والبحيرات ، والجزر، وأبراج نقل الكهرباء (النقاط البيضاء الصغيرة المنتشرة في الصورة).

شكل رقم (٥)

شكل(٥) : منطقة سيائل من رادار الماز

شكل رقم (٦)

خريطة للمنطقة نفسها في الشكل (٥)

رادار الماز الروسي *Almaz: The Russian Radar*

رادار الماز الروسي هو أول جهاز راداري روسي صمم لمنافسة أجهزة الاستشعار عن بعد الفضائية المنتجة في الدول الغربية (أمريكا وفرنسا وكندا وألمانيا) ، وهو من النوع ذي الفتحة غير الحقيقية.

وكلمة الماز الروسية هذه هي تحريف للكلمة العربية "الماس" الحجر الكريم المعروف.

وقد صمم هذا الجهاز ليعمل على موجة طولها ١٠ سم بدقة تمييزية ١٥ متراً. وضع رادار الماز في مداره في يوم ١٩٩١/٣/٣١م وقد ظل يجمع أعداداً كبيرة من الصورة الرقمية الرادارية لسطح الأرض يتراوح عرض كل منها من ٢٠ كلم إلى ٢٤٠كلم (المؤسسة الروسية للفضاء ١٩٩١م). الجدول (٢) يوضح بعض الخصائص الرئيسة لرادار الماز.

جدول رقم (٢)

الخصائص الرئيسة لرادار الماز

ارتفاع المدار	٣٠٠كم
انحراف المدار	٧٣
المدة المدارية	٩٠ دقيقة
عرض الشريط المصور	٢٠-٢٥كم
طول الشريط المصور	٢×٣٥٠كم (انظر الشكل ٧ب)
زاوية التصوير	٣٠ – ٦٠°
الدقة التمييزية الأرضية	١٥- ٣٠ متر
الدقة الإشعاعية	٣ – ٥ ديسيل
طول الموجة	١٠ سم (حزمة "C")
عرض الشعاع	٠.٢٣° أفقياً، ٣.٣° رأسياً
تخزين المعلومات	مسجلات داخل المركبة الفضائية
أقصى مدة زمنية للتسجيل	١٥٠ ثانية
الاستقطاب	أفقي
دورة التصوير	١ – ٣ أيام

أمـا الشـكلان (٧ أ) و(٧ ب) فيوضـحان خـط الطـيران الأرضـي لهـذا الـرادار، وكما هـو واضـح فإن صـورة الـرياض –موضـوع هـذا البحث- قد التقطت أثناء سير القمر الصناعي في المدار رقم ١ .تتكون مجموعة هذا الرادار من الآتي:

(١) هوائيين متوازيين ينظر كل منهما إلى جانب مختلف من القمر الصناعي (يميناً ويساراً).

(٢) جهاز إرسال واستقبال.

(٣) جهاز تسجيل فيديو لحفظ المعلومات المصورة.

(٤) جهـاز راديـو لإرسـال المعلـومات للمحطـات الأرضـية المـزودة والمجهّـزة خصيصاً لاستقبال هذه المعلومات (شكل٨).

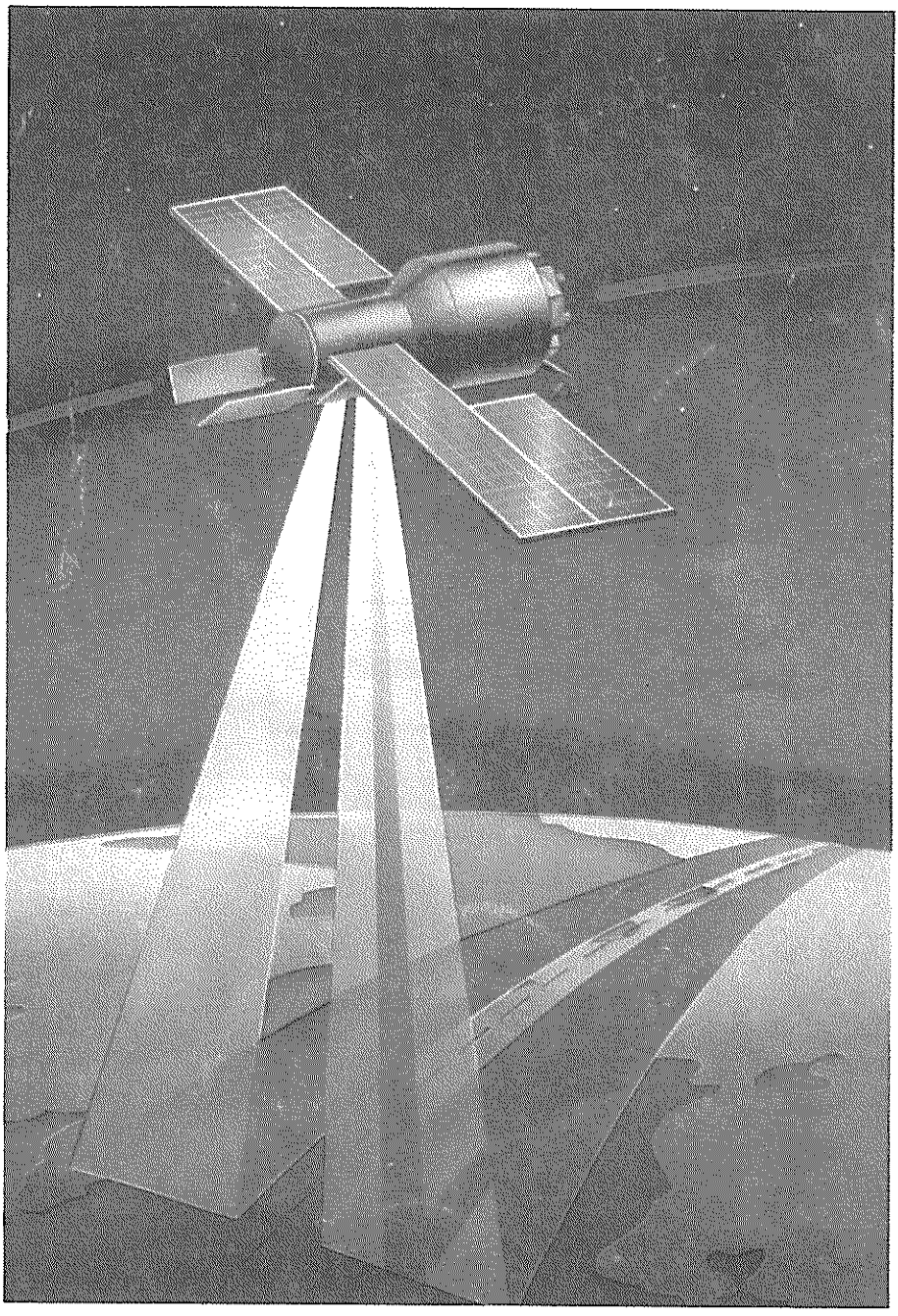
وبدورها تحتوي المحطة الأرضية على جهـاز اسـتقبـال لاسـتلام الـمعلـومـات الـرادارية علـى شـريـط رقـمـي ذي كـثـافـة عـالـيـة (HDDT) High Density Digital Tape يتم تحويله لاحقـاً إلى شـريـط قـابـل لـلـمـعـالـجـة بـالـحـاسـوب Computer Compatible Tape حيث يسـتعمل هذا الأخـير في المعالجة الرقميـة للمعلـومات للحصـول على صور المناطق المغطاة في شكل شرائط مغناطيسية، أو صـور فوتوغـرافية علـى مقـيـاس ١/١٥٠٠٠٠ (أي ١ملـم علـى الـصـورة يمثل ١٥٠مترأً على الأرض).

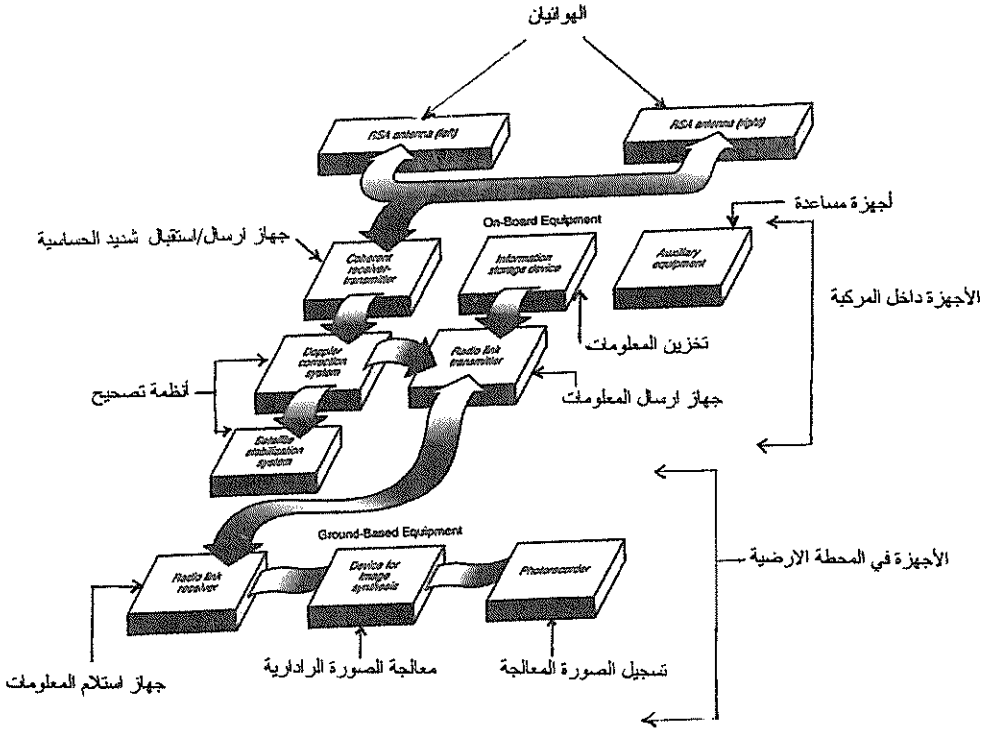
الشكل (٩) عـبارة عـن صـورة راداريـة ليليـة لـرادار الماز لمنطقة سياتل بالقرب مـن واشـنطن في الـولايات المـتحدة الأمـريكية. وقـد ظهـرت في الصـورة بجـلاء الـجسـور وبعـض المراكب العابرة ليلاً ، وحالة الميـاه في تـلك السـاعـة والـصـورة تـوضح مدى الدقـة العاليـة لهذا الجهـاز مما يمكّن من اسـتنباط معلومات أمنيـة

شكل رقم (١٧)
المدار الأرضي لرادار المـاز

شكل رقم (ب٧)

المدار الأرضي لرادار الماز





شكل(٨): مجموعة رادار الماز(عن وكالة الفضاء الروسية)

شكل رقم (٩)

صورة ليلية لمنطقة سياتل (الولايات المتحدة) من رادار الماز

وعسكرية مهمة في أنحاء شتى من العالم. أما الجدول (٣) فهو مقارنة بين الماز الروسي وسبوت الفرنسي ولاندسات الأمريكي من حيث الدقة وخصائص الصور ،(المؤسسة العربية للفضاء ١٩٩١ م).

جدول رقم (٣)

مقارنة بين الماز وسبوت ولاندسات

الخاصية	الماز	سبوت	لاندسات
البلد المصنع	روسيا	فرنسا	الولايات المتحدة
جهاز التحسس	رادار	ماسحات بصرية كانسة	ماسح موضوعي وماسحة خطية
ارتفاع المدار (كم)	٣٠٠	٨٠٠	٧٠٥
حجم الصورة (كم٢)	٢٥-٢×٣٥٠	٦٠×٦٠	١٨٠×١٨٠
الدقة التميزية	١٥ —٣٠ م	١٠م (أحادية اللون)، ٢٠م (متعددة الأطياف)	٣٠م للماسح الموضوعي ٨٠ م للماسحة البصرية
معالجة الصور	بصرياً أو رقمياً	رقمياً	رقمياً
طريقة إرسال المعلومات	تسجيل داخل المركبة وإرسالها لاحقاً إلى الأرض	تسجيل داخل المركبة وإرسالها لاحقاً إلى الأرض	إرسال مباشر للأرض
وقت التصوير	ليلاً أونهاراً	نهاراً فقط	نهاراً فقط
الدقة الإشعاعية	٥ بت	٨بت	٨ بت
أجهزة تحسس أخرى	راديومتر ميكروويفي	-	-
الحصول على المعلومات	تجارياً	تجارياً	تجارياً

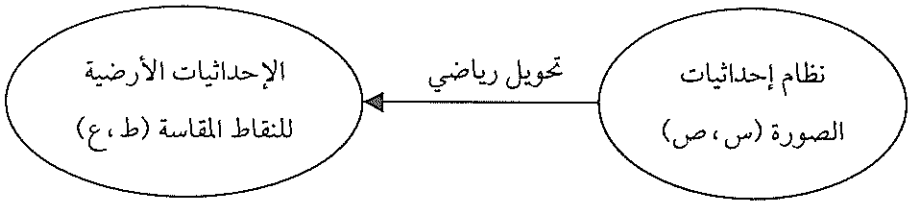
الهدف من البحث

يهدف هذا البحث إلى اختبار دقة رادار الماز في استنباط معلومات طبوغرافية وتفسيرية من المناطق الحضرية المزدحمة بالسكان والمنشآت ، متمثلة في مدينة الرياض العاصمة السعودية. أجرى البحث على مسارين مختلفين: المسار الأول اختبار هندسي للدقة المترية (القوة التمييزية) للجهاز، حيث قيست

الإحداثيات الصورية لنقاط عديدة على صورة الرادار باستعمال جهاز تحليلي حديث عالي الدقة. والشرط المهم الذي يجب توفره في هذه الحالة هو أن هذه النقاط يجب أن تكون واضحة وجلية على الصورة وعلى الخرائط الطبوغرافية التي تغطي نفس المنطقة. ولتقليل تأثير الخطأ الكارتوغرافي على النتائج النهائية فقد استعملت خرائط طبوغرافية لمدينة الرياض على مقياس رسم ١/٥٠٠٠٠ أنتجتها أمانة مدينة الرياض عام ١٤١٣هـ (هذا يعني أن ١ملم على الخريطة يعادل ٥٠متراً على الأرض). الطريقة التي اتبعت في الاختبار الهندسي هي استعمال بعض التحويلات الرياضية لتحويل إحداثيات النقاط المقاسة على صورة الرادار من النظام الإحداثي الصوري إلى النظام الإحداثي الأرضي المستعمل في المملكة العربية السعودية الشكل(١٠).

شكل رقم (١٠)

التحويل الرياضي لصور الرادار



بعض النقاط المحولة (وهي التي تعرف بنقاط التحكم(Control Points) استعملت في إجراء عملية التحويل نفسها-أي استعملت لحساب عوامل التحويل الرياضي- في حين استعملت النقاط المتبقية كنقاط تأكيد Check Points للوصول للدقة المترية لهذا النوع من أجهزة الاستشعار عن بعد.

أما المسار الثاني فيختص بتفسير وتحديد ومعرفة معالم مدينة الرياض على صورة رادار الماز الروسي، ومقارنتها بالخرائط الطبوغرافية ، ومن ثم الحكم على استعمال هذا الجهاز في العمليات الكارتوغرافية الأمنية والعسكرية.

منطقة الاختبار وأدوات التجربة:

أدوات الاختبار تحتوي علي:

(أ) صورة رادارية من القمر الصناعي الروسي الماز تغطي أجزاء من مدينة الرياض وما حولها، وهي عبارة عن فيلم أبيض وأسود مطبوع على قاعدة بوليسترية ومعها صورة مطابقة مطبوعة على ورق مصقول. والصورة تغطي مساحة ٤٦كلم×٣١كلم تقريباً من مدينة الرياض على مقياس ١/١٥٠٠٠٠ وقد أخذت هذه الصورة (الشكل١١) في تمام الخامسة وتسع دقائق واثنتين وأربعين ثانية من صباح يوم ١٩٩٢/٦/٢٩م. أما الإحداثيات الجغرافية لأركان الصورة فهي كالآتي:

٢٤,٨٦ْ شمالاً ، ٤٦,٥٠ْ شرقاً

٢٤,٩٦ْ شمالاً ، ٤٦,٨٥ْ شرقاً

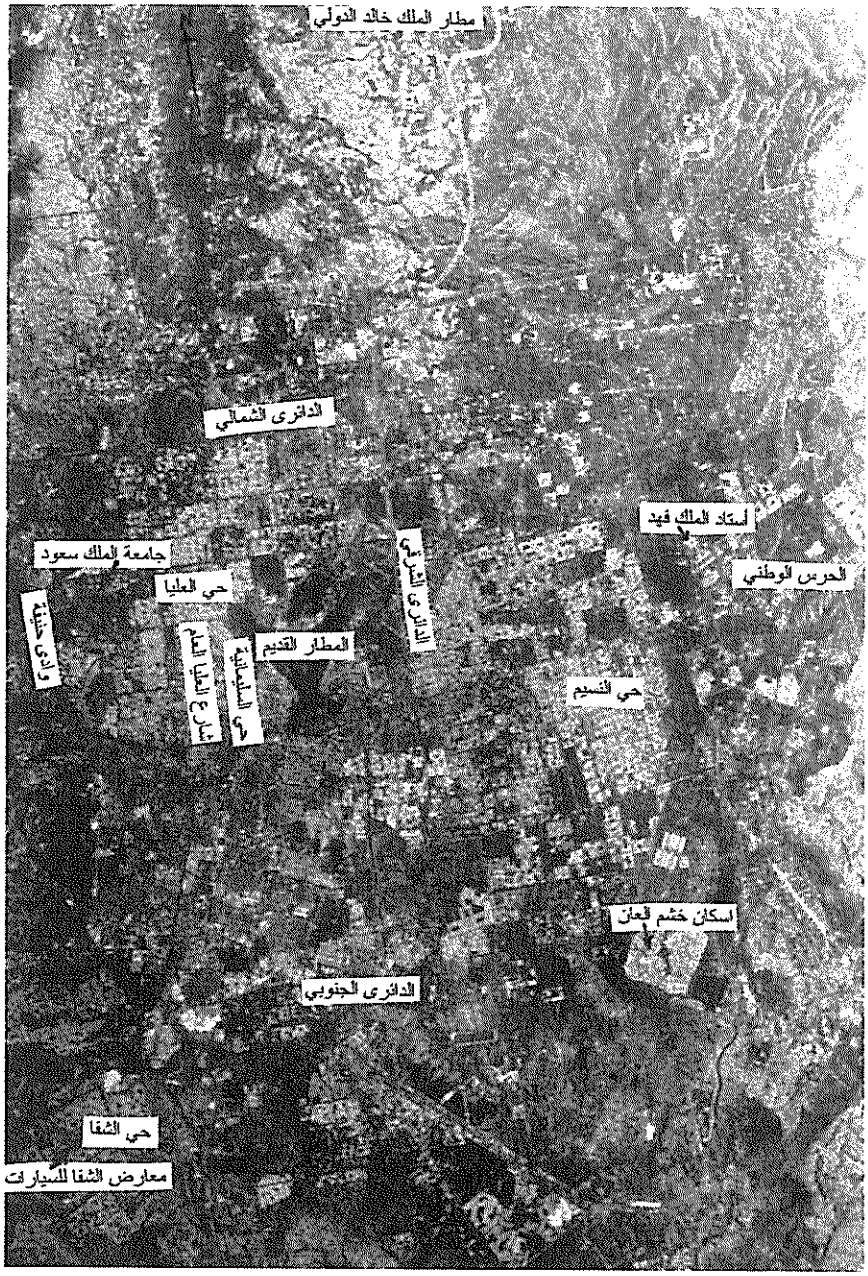
٢٤,٩٦ْ شمالاً ، ٤٦,٩٨ْ شرقاً

٢٤,٤٩ْ شمالاً ، ٤٦,٦٣ْ شرقاً.

(ب) خرائط طبوغرافية ذات مقياس رسم ١/٥٠٠٠٠ للمنطقة المغطاة تحصل عليها الباحث من إدارة المساحة العسكرية بالرياض. وقد رسمت هذه الخرائط من صور أخذت عام ١٩٨٠م في حين جرت عمليات التكملة الحقلية لهذه الخرائط

شكل رقم (١١)

صورة مدينة الرياض من رادار الماز



عام ١٩٨١م ، وقد نشرت هذه الخرائط عام ١٩٨٢م.

وقد قامت شركة عسير للمسح الجوي تحت إشراف شعبة المسح الجوي في وزارة البترول والمعادن بالرياض بنشر هذه الخرائط. وعند المقارنة الفورية لهذه الخرائط مع صورة الرادار وضح جلياً أن هذه الخرائط قديمة ، وأن الكثير من المعالم غير موضحة عليها ، ولذلك فقد ثبت أن هذه الخرائط غير ملائمة لطبيعة هذه التجربة وعليه رفضت بناء على ذلك.

(ج) قامت إدارة التسمية والترقيم بأمانة مدينة الرياض مشكورة بتزويد المؤلف بخرائط طبوغرافية جديدة لمدينة الرياض على مقاس رسم ١/ ٥٠٠٠٠ قامت بتنفيذها شركة آي جي إن IGN فرنسية تحت الإشراف المباشر لأمانة مدينة الرياض، وقد أخذت الصور الجوية لهذه الخرائط عام ١٩٨٣م ، ورسمت على مسقط ميركاتر العالمي حيث غطيت مدينة الرياض بست لوحات. وبالرغم من أن هذه الخرائط قديمة أيضاً بالمقارنة مع صورة الرادار (١٩٨٦م مقارنة بـ١٩٩٢م) إلا أنها الأقرب والأحدث لغرض هذا البحث ، وهذا في حد ذاته يبين أهمية هذه الدراسة.

الشكل رقم (١٢) يبين حدود المنطقة المغطاة بالصورة الرادارية المستعملة في هذا البحث.

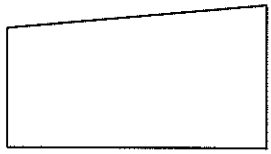
(٦) اختيار نقاط التحكم وعملية قياس الإحداثيات :

بدأت هذه المرحلة في البحث بفحص صورة الرادار، وكذا الخرائط الطبوغرافية، بهدف العثور على نقاط تحكم واضحة وموزعة توزيعاً مناسباً على المساحة المغطاة. وبعد بحث طويل وجد أن أحسن وأنسب النقاط لهذه الأغراض

شكل رقم (١٢)

إحداثيات أركان صورة الرادار المستعملة في البحث

(٤٦,٦٣° , ٢٤,٩٦°)　　(٤٦,٥٠° ، ٢٤,٩٦°)



(٤٦,٩٨° , ٢٤,٨٦°)　　(٤٦,٨٥° , ٢٤,٤٩°)

هي، أركان الأسوار الطويلة المصنوعة من المعدن أو الأسلاك الشائكة، (كما في جامعة الملك سعود والحرس الوطني)، وكذلك مركز الهوائيات في شرق الرياض، والسبب في ذلك أن هذه المعالم هي معالم حديدية من خصائصها عكس نسبة كبيرة من أشعة المايكرويف مما يسهل ظهورها على الصورة (على القارئ أن يتذكر أن جهاز الرادار صمم أصلاً لكشف الأجسام المعدنية العسكرية). تأتي بعد ذلك نقاط تقاطع الطرق ، والتي تشكل معظم نقاط التحكم المختارة، هذا وقد بلغ عدد نقاط التحكم المنتقاة ٦٤ نقطة.

المرحلة التالية هي قياس الإحداثيات الأرضية لهذه النقاط على الخرائط الطبوغرافية، وقد استعملت لهذا الغرض مسطرة هندسية مزودة بعدسة مكبرة وتقيس لدقة ±٠,١ ملم. فمثلاً إذا افترضنا وجود خطأ رسم مقداره ٠,٢ ملم (وهو الرقم المعمول به عالمياً في العمل الكارتوغرافي) فهذا يعني أن الإحداثيات المقاسة لها دقة على الأرضَ تصل من ±١٠ متراً إلى ±١٥ متراً.

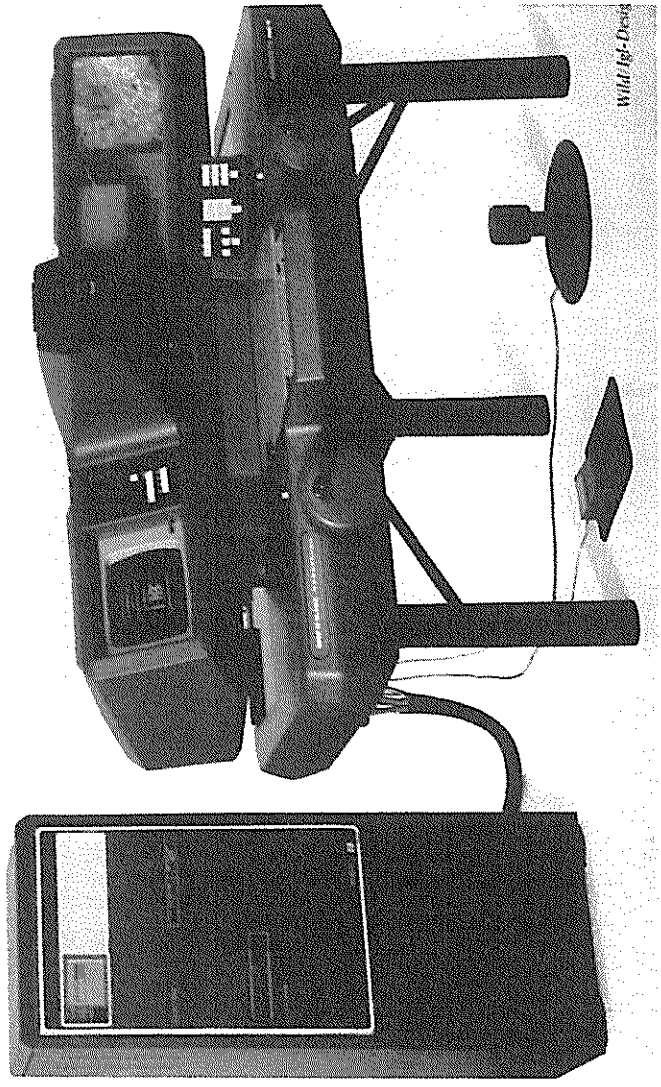
بعد ذلك وضعت الصورة الرادارية المطبوعة على فيلم بوليستري في جهاز لايكا Leica AC-1 ، وهو جهاز رسم تحليلي عالي الدقة (±٠,٠٠١ملم) (الشكل١٣) تحتوي حزمة برامجه على برنامج لقياس إحداثيات النقاط على الصور (جوية، فضائية، أرضية) بوساطة جهاز كمبارتر أحادي القياس Monocomparator. وهذا الجهاز له نظام بصري يستطيع تكبير الصورة من ٥ مرات إلى ١٩ مرة. بيد أنه أثناء عملية القياس وجد المؤلف أن أنسب قيمة تكبير لصور هذا النوع من الرادار هي ٨ مرات لأن التكبير بأعلى من هذه النسبة يقلل من وضوح معالم الأرض المصورة. وعليه كُبِّرت صورة رادار الماز ٨مرات بحيث يصبح مقياسها ١/ ١٨٧٥٠. وقد قيست إحداثيات نقاط التحكم (٦٤ نقطة) على نفس دقة الجهاز (٠,٠٠١ ملم) أي ما يعادل ١٨ سم على الأرض ، وهي دقة أعلى بكثير من دقة نقاط التحكم نفسها المأخوذة من الخرائط الطبوغرافية. الجدولان(٤) و(٥) يوضحان الإحداثيات الصورية المقاسة بجهاز لايكا AC-1 والأرضية المقاسة بجهاز القياس الهندسي الدقيق.

معالجة المعلومات الرادارية وتحليل النتائج:

بعد الانتهاء من عملية القياس على جهاز لايكا يكون لدينا نوعان من المعلومات المترية:

- الإحداثيات الصورية للنقاط الأرضية على نظام إحداثيات الصورة.
- الإحداثيات الأرضية لهذه النقاط على نظام الخريطة الطبوغرافية (الشبكة القومية السعودية).

والمشكلة المراد حلها أصلاً تكمن في تطبيق تحويلات رياضية من الصورة إلى الشبكة القومية السعودية ، ومن ثَم الحكم على صورة الرادار من



جدول رقم(٤)

الإحداثيات الصورية المقاسة بجهاز لايكا التحليلي (وحدة)

رقم النقطة	س	ص	رقم النقطة	س	ص
ف١	٦٦٣٢٣,٠-	٤٥٣٧١,٠	٢٥	٨٠٠٢٠,١	٢٨٣٣٤,٠-
ف٢	١١٣٤٣٢,٥	٩٧٤٧,٠-	٢٦	٧٩٦٦٢,١	١٧٤٨٨,٠-
ف٣	١١٢٩٥٧,٩	١١٨٠٧٥,٠-	٢٧	٧٥٣٧٠,١	٥١٣٤,٠-
ف٤	٦٦٨٧٤,٩-	٤١١٠٣,٠-	٢٨	٧٣٦١٨,١	١٠٠٧,٠
١	٢٥٢١٦,١	١١٣٢٠٠,٠	٢٩	٧٦١٢٠,١	٥٤١٦,٠
٢	٤٩٨٦٢,١	٩٤٧٣٢,٠	٣٠	٥٣١٧٦,١	٩٥٦٢,٠
٣	١٥٢٥٢,١	٦٣٧٢٩,٠	٣١	٩٨٤٤٩,١	١٤١٧٣,٠
٤	١٠٩١٩,١	٤١٩٧٧,٠	٣٢	٩٨٥٠٥,١	٢٧٦٣٣,٠
٥	٣٥١٣٣,٩-	٣٦٣٦٣,٠	٣٣	١٠٦٨١٥,١	٢٩٨٣٦,٠
٦	٣٨٤٦٤,٩-	٤٥٣٣٦,٠	٣٤	١٠٢٩٦٦,١	٣٤٣٠٢,٠
٧	٣٢٠٠٣,٩-	١١٨٦٨,٠	٣٥	٩٥٥٠٩,١	٣٢٠٣٢,٠
٨	٣١٠٤٧,٩-	٣٣٨,٠	٣٦	٩٧٠٣٩,١	٣٩٦٨١,٠
٩	٥١٥٥,٩-	٣٩١٣٦,٠-	٣٧	٥٩٠٧٩,١	٤٧٩٧٩,٠
١٠	١٧٥١٤,١	١٥٨١٤,٠-	٣٨	٧٢٤٠٦,١	٧٧٣١٦,٠
١١	٩٥٢٧,٩-	١٤٦٩٥,٠	٣٩	٩٥٤٩,١	٥٤٠٧٠,٠
١٢	١٣٦٢٣,١	١٧٧١٧,٠	٤٠	٦٨٩٦٩,١	١٤٢٤٣,٠
١٣	٤٦٤٨٢,٩-	٩٢٠٠٢,٠-	٤١	٣٨٠٥,٩-	٢٧٨٠٠,٠-
١٤	٥٤٦٨٣,٩-	١١١٤٨٣,٠-	٤٢	٥٠٦٣٧,٩-	٣٨٩٢,٠
١٥	٤٢٢٣٩,٩-	١١٦٧٢٨,٠-	٤٣	٢٠٧٨٣,٩-	١٣٠٦٠,٠
١٦	١٤٦٥٠,٩-	١١٢٦٦٧,٠-	٤٤	٥٩١١٨,١	٧١٩٧٨,٠-
١٧	٣٣١٤,٩-	١١٠٥٦٨,٠-	٤٥	٢٢٦٧٣,١	٩٦٤٤٥,٠-
١٨	٢٧٦٩٢,١	١٠٤٢٧٤,٠-	٤٦	٣٠٥٥٩,١	١١٧٠٠٣,٠-
١٩	٩٧٩,١	٩٥٤٥٤,٠-	٤٧	٥٨٩٧٩,٩-	٩٨٠٠٠,٠-
٢٠	٢٧٤٢٣,١	٩٢٥٨٤,٠-	٤٨	٦٢٦٠٦,٩-	٩٩٩١١,٠-
٢١	٣٤٤٥٦,١	٨٣٦٥٥,٠-	٤٩	٤٠٥٦٧,٩-	١٠٧٣٠٣,٠-
٢٢	٧٥٤١٠,٠	٦٩٢٠٦,٠-	٥٠	٥٤٤١٨,٩-	٢٩٩٧٥,٠
٢٣	٥٠٨٧٠,١	٢٤٠٤٥,٠-	٥١	٨٢٣٤٦,١	٧٩١٥٥,٠-
٢٤	٦٨٨٣٥,١	٣٢٠٠٩,٠-	٥٢	٨٦٧٢٠,١	٣٧٨٦٠,٠

جدول رقم(٥)

الإحداثيات الأرضية المقاسة على الخريطة بالأمتار

رقم النقطة	E	N	رقم النقطة	E	N
٢	٦٧٢٨٠٠	٢٧٥٤٩٥٠	٣١	٦٨٦٦٤٠	٢٧٤٠١٢٥
٣	٦٧٧٧١٠	٢٧٥٣٤٦٠	٣٢	٦٨٦٨٦٠	٢٧٤٠٨٧٥
٤	٦٧٣٨٠٥	٢٧٤٦٦٧٥	٣٣	٦٨٢٨٠٠	٢٧٤٠٣٢٥
٥	٦٧٤٢٠٠	٢٧٤٣٠٧٥	٣٤	٦٨٩٩٥٠	٢٧٤٣٧٥٠
٦	٦٦٦٩٥٠	٢٧٣٩٦٥٠	٣٥	٦٨٩٢٧٠	٢٧٤٥٦٨٥
٧	٦٦٥٩٥٠	٢٧٤٠٨٠٠	٣٦	٦٩٠٥٢٥	٢٧٤٦٥٠٠
٨	٦٦٨٦٥٥	٢٧٣٥٩٥٠	٣٧	٦٨٩٦٩٠	٢٧٤٧٠٠٠
٩	٦٦٩٤٥٠	٢٧٣٤٢٠٠	٣٨	٦٨٨٥٥٠	٢٧٤٦٢٢٥
١٠	٦٧٦٨٤٠	٢٧٣٣٤٢٥	٣٩	٦٨٨٤٠٠	٢٧٤٧٥٢٥
١١	٦٧٥٨٤٥	٢٧٢٩٤٥٠	٤٠	٦٨٧٠٣٥	٢٧٤٨٤٢٥
١٢	٦٧٨٢٠٠	٢٧٣٤٤٥٠	٤١	٦٨١٩٢٠	٢٧٤٦٧٦٥
١٣	٦٧٢٢٧٥	٢٧٣٧٦٧٥	٤٢	٦٨٢٣٢٥	٢٧٥١٩٥٧
١٤	٦٧٥٨٦٥	٢٧٣٩٤٢٥	٤٣	٦٧٣٣٤٥	٢٧٤٤٨٦٠
١٥	٦٧١٨٧٠	٢٧١٨٩٢٥	٤٤	٦٨٥٢٣٠	٢٧٤٢٠٥٠
١٦	٦٧١٥٢٠	٢٧١٥٥٠٠	٤٦	٦٧٥٤٥٠	٢٧٣١٣٥٠
١٧	٦٧٣٩١٠	٢٧١٥٣٧٥	٤٧	٦٦٦٠٥٠	٢٧٣٣٨١٠
١٨	٦٧٨٠٥٠	٢٧١٧٥١٥	٤٩	٦٧٠٥٠٠	٢٧٣٦٨٢٥
١٩	٦٨٠٧٧٥	٢٧١٨٩٧٥	٥٠	٦٨٨٠٥٠	٢٧٢٨٠٠٠
٢١	٦٨٤٦١٥	٢٧٢١١٦٠	٥١	٦٨٣٥٦٠	٢٧٢٢٠٧٥
٢٢	٦٧٩٧٢٥	٢٧٢١٠٥٠	٥٢	٦٨٥٧٥٠	٢٧١٩٣٠٠
٢٣	٦٨٣٩٠٠	٢٧٢٢٩٥٠	٥٣	٦٧٠١٠٠	٢٧١٧٤٠٠
٢٤	٦٨٤١٧٥	٢٧٢٤٥٢٥	٥٤	٦٦٩٢٠٠	٢٧١٦٤٠٠
٢٥	٦٩٠٦٠٠	٢٧٢٩١٢٥	٥٥	٦٧٣٦٥٠	٢٧١٦٩٠٠
٢٦	٦٨٤١٥٠	٢٧٣٤٩٥٠	٥٦	٦٦٤١٩٠	٢٧٣٧٥٧٥
٢٧	٦٨٧٥٥٠	٢٧٣٤٧٥٠	٥٧	٦٩٢٢٥٠	٢٧٢٨١٠٠
٢٨	٦٨٩٢١٥	٢٧٣٥٩٠٠	٥٩	٦٨٦٧٧٥	٢٧٤٦٧٠٠
٢٩	٦٨٨٢٥٠	٢٧٣٧٧١٠			
٣٠	٦٨٧٢٤٠	٢٧٣٩٢٦٠			

ناحية فاعليتها في إمدادنا بمعلومات كارتوغرافية أمنية ، عسكرية ، أومدنية . وفيما يلي شرح لعدد من التحويلات الرياضية المستعملة لهذا الغرض.

(أ)- التحويل المطابق *Conformal Transformation*

يقوم هذا التحويل بتدوير الصورة الرادارية رياضياً بزاوية قدرها (θ) ثم بضرب إحداثيات الصورة في مقياس الرسم (λ) ، وأخيراً إزاحة نقطة الأصل للصورة لتنطبق على مركز الإحداثيات الأرضية للشبكة القومية ، وهذا يعني أن أشكال المعالم المصورة لن تتأثر بعملية التحويل (ولهذا سمي بالتحويل المطابق). رياضياً يمكن كتابة هذا التحويل كما يلي : -

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \end{bmatrix}$$

حيث X,Y هي الإحداثيات الأرضية المطلوبة للنقاط المقاسة على الصورة .

x,y الإحداثيات الصورية للنقاط (من جهاز لايكا)

X_o, Y_o إحداثيات نقطة الأصل.

(ب) التحويل الرياضي العام متعدد الحدود :

هو أكثر تعقيداً من التحويل المطابق لأنه يضم العديد من الحدود ذات الدرجات المختلفة في س و ص (x,y). ولذلك فإن هذا التحويل يقلل من تأثير

بعض الأخطاء المنتظمة الموجودة في الصور الرادارية ، وهو بذلك يأخذ عدة أشكال استعمل منها هذا الشكل في البحث الحالي :

$$X= a_0 + a_1x + a_2y + a_3x\,y + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6x^2y + a_7x\,y^2$$

$$Y= b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6x^2y + b_7xy^2$$

حيث : x, y ‘ X, Y هي إحداثيات النقاط على الصورة وعلى الأرض على التوالي كما هو الحال في التحويل المطابق

$a_0,\ldots b_7$. هي عوامل التحويل الرياضي.

وكما هو واضح فإننا نحتاج على الأقل إلى ثمانية نقاط تحكم لتنفيذ هذا التحويل ، وهذا مما قد لا يتوفر دائماً خاصة في التطبيقات العسكرية والأمنية حيث تكون المنطقة المغطاة غير معروفة تماماً للجهات التي تقوم بالتصوير أو تكون في حالة تمويه أمني يصعب معه مقارنة إحداثيات الصورة بمثيلاتها على الأرض.

وبالرغم من الدقة العالية المتوقعة من هذا النوع من التحويلات الرياضية إلا أن هذا الأمر يعتبر من أهم عيوبه من الناحية العملية التطبيقية.الجدير بالذكر أنه إذا اكتفينا بالحدود الثلاثة الأولى من كل معادلة في هذا التحويل فسوف نحصل على تحويل آخر يسمى التحويل المشابه Affine Transfomation .

(ج) التحويل الإسقاطي *Projective Transformation*

هو تحويل رياضي مستنبط من النظرية الرياضية المسماة بالإسقاطية ، والتي تربط بين مستويين مختلفين بوساطة معادلتين تحتويان على ثمانية عوامل تحويل. ويأخذ التحويل الإسقاطي هذا الشكل :

$$X= \frac{a_1x + a_2y + a_3}{{}_6x + a_5y + 1}$$

$$X= \frac{a_1x + a_7y + a_8}{a_4x + a_5y + 1}$$

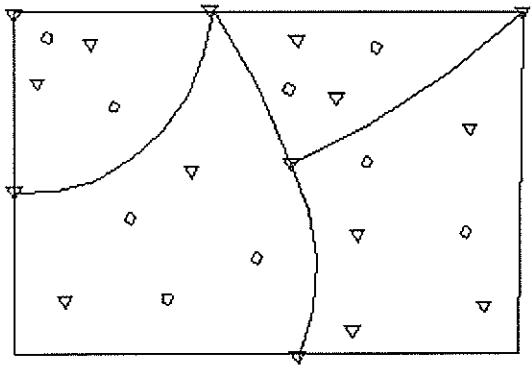
وكما هو واضح فإن تطبيق هذا التحويل يحتاج على الأقل إلى أربعة نقاط تحكم على الأرض المصورة، وبذلك فهو الأفضل من الناحية العملية ، ولكن تبقى مسألة مدى دقة المعلومات المستنبطة باستعمال هذا التحويل (الإحداثيات الأرضية).

(د) المتوسط الحسابي *Arithmetic Mean*

في هذا التحويل يتم تقسيم الصورة الرادارية إلى أربع قطع كل منها له ثلاث نقاط مركزية (nodes) (الشكل ١٤) . بعدها يستعمل التحويلان الرياضيان المطابق والمشابه في كل قطعة على حدة لحساب عوامل التحويل. وهذه العوامل تستعمل بدورها في حساب الأخطاء المترية في النقاط المركزية. هذه الأخطاء المترية المحسوبة تستعمل في حساب الأخطاء المترية المتوقع وجودها في بقية النقاط (النقاط الدائرية في الشكل١٤):

شكل رقم (١٤)

تحويل المتوسط الحسابي



وذلك باستعمال المعادلة :-

$$\upsilon_j = \sum_{i=1}^{3} \frac{1}{d_{ij}} \cdot \upsilon_i \Big/ \sum_{i=1}^{3} \frac{1}{d_{ij}}$$

حيث :

vj = الخطأ المتري في أي نقطة في القطعة.

vi = الخطأ في نقطة مركزية

dij = المسافة بين أي نقطة صورية في القطعة ونقطة مركزية

1/dij = دالة وزنية

وعليه فإن الأخطاء المترية المحسوبة في القطعة الواحدة تستعمل لحساب الدقة المترية لهذه القطعة في هيئة انحراف معياري باستعمال المعادلة :

$$\sigma = \pm\sqrt{\sum_{i=1}^{n} v_i^2 / n}$$

بعدها تحسب الدقة المترية لكل الصورة باستعمال القانون

$$\sigma_g = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \sigma_i^2 n_i}{\sum_{i=1}^{m} n_i}}$$

حيث σi الانحراف المعياري للقطعة "i"

n عدد النقاط المقاسة على القطعة .

نتائج التجربة

الجدول (٦) يوضح النتائج التي تحصلنا عليها في هذا البحث، وننبه القارئ بأن عدد النقاط (المعالم المصورة) التي أمكن معرفتها بداية هي ٦٤ ، وبعد استعمال التحويل الرياضي المباشر وجد أن ١٥ من هذه النقاط غير صالحة للاستعمال لغرض هذه التجربة (أي ٢٣٪)، (بمعنى أن الخطأ المتري فيها يزيد عن ٣ أضعاف الانحراف المعياري للصورة، وهذا غير مقبول في التجارب الإحصائية –حالة الرفض الإحصائي–)، وعليه فإن عدد النقاط أصبح ٤٩ نقطة. ولاختيار الدقة الموقعية للمعالم المصورة اخترنا ٢٤ من هذه النقاط كنقاط تحكم Control Points (لحساب عوامل التحويلات الرياضية) وما تبقى من النقاط استعمل كنقاط (تأكد) Check Points وكانت النتائج كما في الجدول (٦).

جدول رقم(٦)

نتائج البحث بالأمتار

التحويل الرياضي	نقاط التحكم (٢٤)			نقاط التحكم (٢٠)		
	σ_E	σ_N	σ_P	σ_E	σ_N	σ_P
المطابق	±٢٥٧	±٢٣٥	±٣٤٨	±٢٥٧	±١٨٠	±٣١٣
المشابه	±٤٥	±٤٥	±٦٣	±٤٤	±٤٢	±٦١
حدود رباعية	±٤٥	±٤٠	±٦٠	±٤٥	±٤٤	±٦٣
حدود خماسية	±٤٠	±٣٨	±٥٦	±٤٥	±٤٤	±٦٣
حدود سداسية	±٤٠	±٣٧	±٥٤	±٤٣	±٤٤	±٦٢
حدود سباعية	±٣٨	±٣٧	±٥٣	±٤٦	±٤٤	±٦٣
حدود ثمانية	±٣٨	٣٧	٥٣	٤٧	٤٤	٦٤
إسقاطي	±٨٥	±١٠٥	±١٣٥	±٦٨	±١٠٥	±١٢٥
متوسط حسابي (مطابق)						±٢٧٨*
متوسط حسابي (مشابه)						±١٧٠*

* انحراف معياري مجمع Grand-Pooled

تحليل النتائج

النتائج على الجدول (٦) تفسر نفسها، ولكن لا بد من التعليق على بعض محتوياتها .

التحويل المباشر أعطى دقة مترية متواضعة حيث كان الخطأ الأفقي ± ٣٤٨ متراً لنقاط التحكم و± ٣١٣ متراً لنقاط التأكد. عند استعمال التحويل المشابه تحسنت هذه القيم إلى ±٦٣ متراً و±٦١ متراً على التوالي. ويمكن تفسير هذا بأن هذه الصورة الرادارية من القمر الصناعي الروسي الماز المعالجة بصرياً تحتوي على أخطاء مقياسية كبيرة. وللتأكد من ذلك كان لا بد من القيام برسم أشكال خطأ الموجهات Vector Error Diagrams لهذه الصورة من نتائج التحويلين

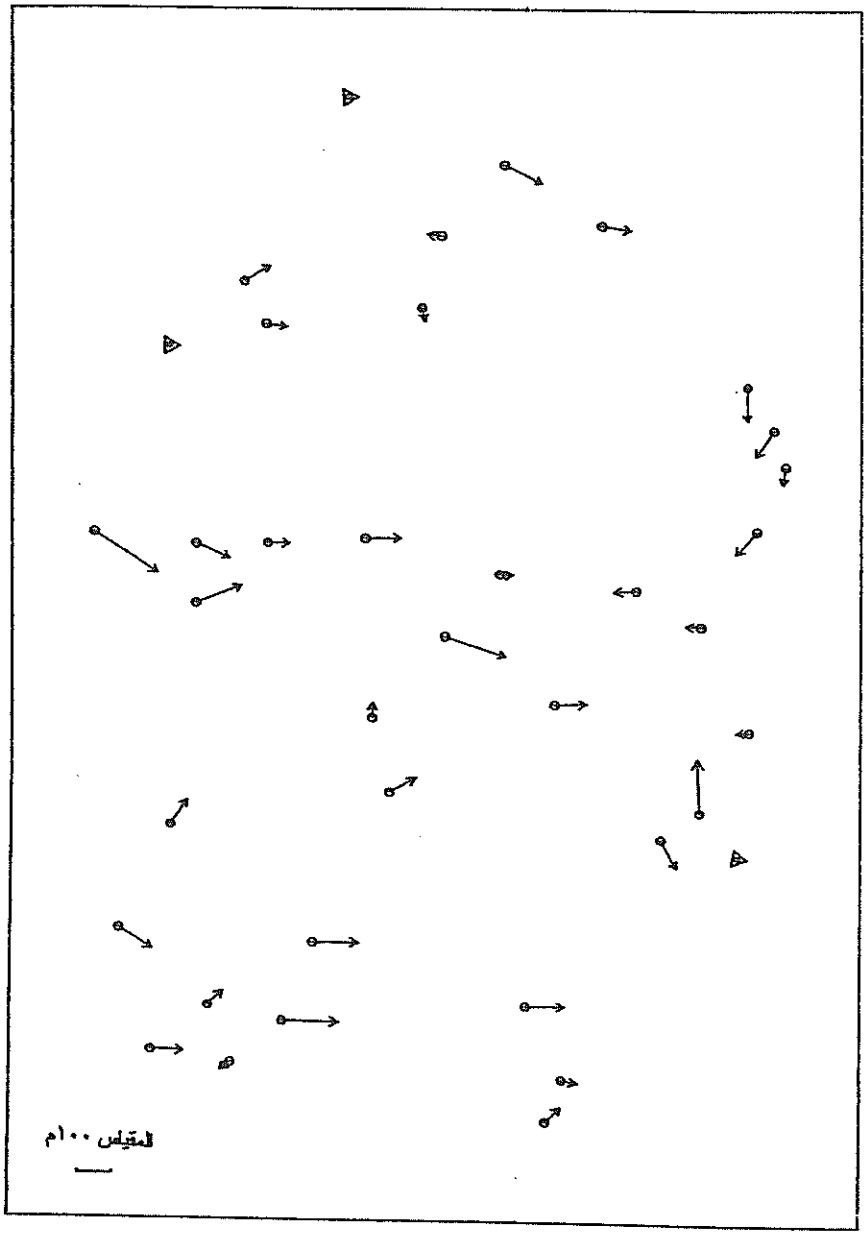
المباشر والمشابه، (الأشكال ١٥ و١٦) ، وكما هو واضح فإن الشكل (١٥) يبين وجود أخطاء منتظمة كبيرة ، أي أن معظم أخطاء الموجهات تشير إلى اتجاه معي (نحو مركز الصورة) في حين أن هذه الظاهرة اختفت كثيراً عند استعمال التوجية المشابه (الشكل ١٦) . كما نلاحظ من الجدول (٦) أنه بإضافة حدود أخرى لمعادلات التحويل فإن النتائج لا تتحسن كثيراًما يعني أن التحويل المشابه رغم بساطته كاف لاستنباط معلومات مترية موقعية (عسكرية أو مدنية) من صور هذا النوع من الرادار . كذلك فإن التحويل الإسقاطي أعطى دقة مترية قدرها ± ١٣٥ متراً لنقاط التحكم ±١٢٥ متراً لنقاط التأكد ، وهي دقة أحسن كثيراً من دقة التحويل المباشر، ولكنها أضعف من دقة التحويل المشابه. وعليه فإن التحويل الإسقاطي يمكن استعماله في حالة الرغبة في الحصول على معلومات موقعية استشكافية أولية يمكن بعدها تحديد المواقع ، والأهداف العسكرية أو المدنية بواسطة جهاز استشعار عن بعد آخر، أما الدقة التي تحصلنا عليها من تحويل المتوسط الحسابي فضعيفة . وإذا أخذنا في الاعتبار المدة الزمنية التي نحتاجها لتقسيم الصورة لقطع مناسبة ، فإن هذا التحويل يبدو غير مناسب خاصة في الاستعمالات العسكرية حيث السرعة مطلوبة في العثور على المعلومات والبيانات.

مقارنة نتائج البحث مع نتائج أخرى سابقة

أجرى عدد من علماء الرادار (عسكريون ومدنيون) أبحاثا تتعلق بالرادار ودقته المترية والتفسيرية وطرق معالجة صورة . الجدول (٧) يوضح نتائج بعض

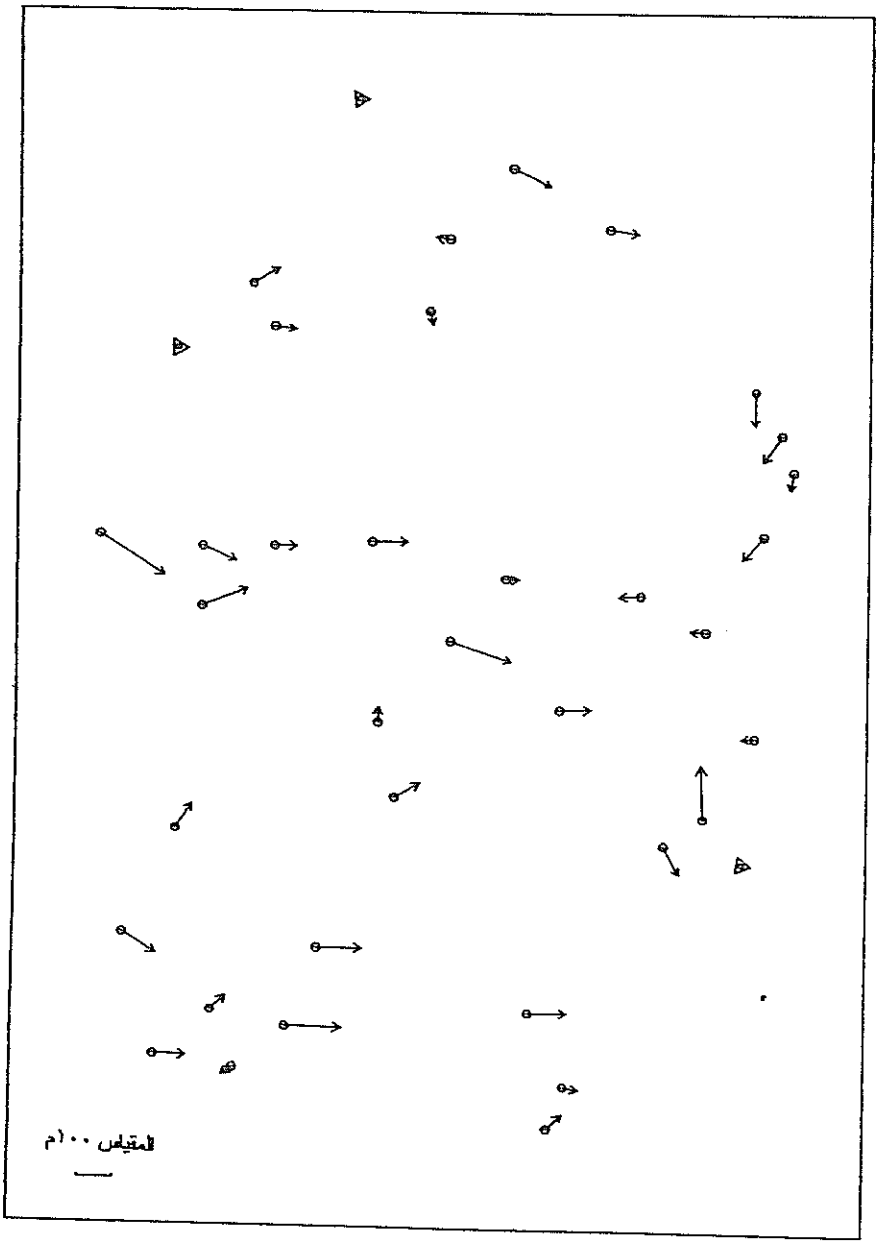
شكل رقم (١٥)

خطا الموجهات بعد التحويل المباشر



شكل رقم(١٦)

خطأ الموجهات بعد التحويل المشابه



هذه الأبحاث. وكما هو واضح في الجدول فإن جميع النتائج تتفق على أن استعمال التحويل الرياضي المباشر يعطي دقة متواضعة (من ± ١٢٩ مترا إلى ± ٩٧٠ مترا) وهذا يتفق مع نتائج هذا البحث ، أي أن الصور الرادارية بصفة عامة لا يمكن استعمالها مباشرة بغرض استنباط معلومات مترية عن مواقع أرضية ، ذلك لوجود أخطاء مقياسية فيها ناتجة عن طبيعة عمل جهاز الرادار وعند استعمال التحويل الرياضي المشابه تحسنت النتائج كثيراً. (± ١٠٧ أمتار ، ± ١٢٦ متراً) وكذلك عند استعمال التحويلات الرياضية متعددة الحدود حيث أمكن تحسين الدقة إلى ٦٣ متراً. الجدول (٨) يقارن نتائج عدة أبحاث أجراها كاتب هذا البحث على عدد من صور الرادار في أزمان وأماكن مختلفة.

لكي تكون هذه النتائج أكثر فائدة لابد من مقارنتها بالمتطلبات المعيارية للخرائط والتي يمكن اختصارها في الجدول (٦) بالشكل (١٧) وإذا قارنا النتائج التي حصلنا عليها بالجدول (٩) بالشكل (١٧) نجد أنه ومن وجهة نظر هندسية بحتة فإن صور رادار الماز لمنطقة الرياض تمكننا من رسم خرائط للمنطقة المغطاة على مقياس رسم ١٢٥٠ و١/٥٠٠٠ وأصغر. ومما لاشك فيه أن الميزة الاقتصادية العلمية والتغطية الواسعة لصور الرادار تتجلى في حقيقة أننا نحتاج إلى حوالي ٢٥ صورة جوية على مقياس ١/٤٠٠٠٠ لتغطية نفس المنطقة ، وإلى حوالي ١٠٪ من نقاط التحكم التي تحتاجها هذه الصور الجوية لرسم خرائط المنطقة. هذه الميزات تكون أكثر وضوحاً وأكثر فائدة في حالة الحرب حيث إنّ أخذ الصورة الجوية يتطلب طائرات تصوير خاصة تحلق على ارتفاعات منخفضة نسبيًا لتصوير الأهداف مما يعرض هذه الطائرات للخطر ، في حين أن صور الرادار

جدول رقم(٧)

نتائج أبحاث سابقة أجراها علماء آخرون.

اسم الباحث	سنة النشر	نوع الرادار	الدقة البلاغترية المحسوبة (م)		
			المطابق	المشابه	الحدودية (٧حدود)
محمد	١٩٨١م	سيسات	٩٧٠	١٢٦	٦٧
ليبرل وآخرون	١٩٨٥م	رادار المكـوك الفضـائي (أ)	١٢٩	-	-
ليبرل وآخرون	١٩٨٥م	سيسات	١٤٦	-	-

جدول رقم(٨)

نتائج أبحاث رادارية سابقة للمؤلف.

نوع الرادار	سنة النشر	الدقة المحسوبة (م)
سيسات	١٩٨٧م	٣٤٤(مطابق) ١٠٧(مشابه) ١٠٨(حدودية من ٧ حدود)
المكوك الفضائي (ب)	١٩٩١م	١٣٤ (مطابق) ١٢٣ (مشابه) ٦٣ (حدودية من ٧ حدود)
المكوك الفضائي (أ)	١٩٩١	١١١٢(مطابق) ٩٨٢(مشابه)

جدول رقم(٩)

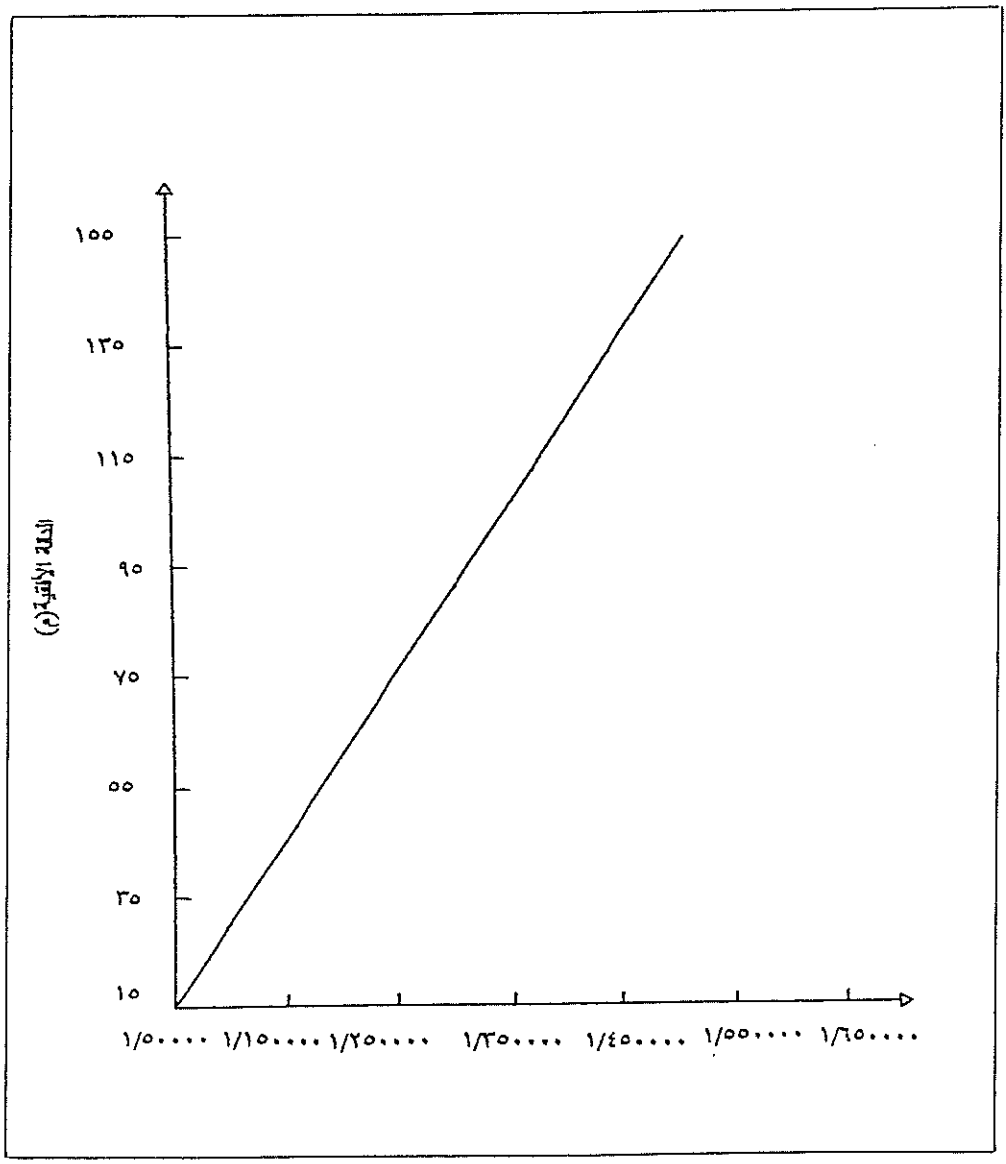
معايير الخرائط حسب مواصفات حلف شمال الأطلسي

مقياس رسم الخريطة	الدقة المطلوبة بالأمتار
١/٢٥٠٠٠	٨
١/٥٠٠٠٠	١٦
١/١٠٠٠٠٠	٣٠
١/٢٥٠٠٠٠	٧٥
١/٥٠٠٠٠٠	١٥٠
١/١٠٠٠٠٠٠	٣٠٠

تؤخذ دون الحاجة لأن تطير الطائرة التي تحمل الجهاز فوق المنطقة المعنية مباشرة. تبقى بعد ذلك مسألة الدقة الموضوعية ، وتفسير ما تحتويه الصورة الرادارية للوصول إلى معرفة الأهداف الموجودة على الأرض. ذلك لأن الاختيار الموفق والصحيح لنقاط أرضية مصورة كما في هذه التجربة ، قد لا يعكس مقدرة جهاز الرادار في تحديد هوية المعالم المصورة ومعرفة كنهها ، وطبيعتها ، والاستفادة من المعلومات المستنبطة في الأغراض العسكرية والأمنية. ولذلك لابد من إخضاع صورة الرياض هذه لسلسلة من التجارب التفسيرية لتحديد ما إذا كان رادار الماز قادراً على إعطاء معلومات تفسيرية مفيدة للمعالم المختلفة في مدينة الرياض طبيعية كانت أو صناعية أو نباتية ، ولأغراض عسكرية ، مدنية أو أمنية

شكل رقم (١٧)

متطلبات دقة الخرائط الطبوغرافية حسب مواصفات خلف شمال الأطلس



تفسير صورة رادار الماز لمدينة الرياض

من المعلوم أنه من غير الممكن أن تجري أي نوع من أنواع القياس المتري على أي صورة دون أن يكون ذلك مسبوقا بإجراء نوع ما من أنواع التفسير والتحليل لمحتويات الصورة . في هذا الجزء من البحث سوف نقوم بتحديد ما يمكن وما لا يمكن رؤيته ومعرفته في مدينة الرياض من صور رادار الماز الروسي، وذلك باستعمال المواصفات العالمية المطلوبة لرسم الخرائط الطبوغرافية حسب مواصفات حلف شمال الأطلسي NATO Map Specifications. من المعلوم الآن أن الصور الفوتوغرافية الجوية، وصور الرادار تؤخذان بجهازين يختلفان اختلافات أساسية وجذرية فيما يختص بطول الموجه، طريقة العمل، الخصائص الهندسية لكل جهاز، طريقة المعالجة للمنتج النهائي، إلخ، ولهذا يجب أن نتوقع اختلافات كثيرة في صورتين لنفس المنطقة أخذت إحداهما بكاميرا مترية والأخرى بواسطة جهاز رادار، بمعنى أن معلم ما على الأرض ربما يظهر بوضوح شديد في إحداهما، ولكنه غير موجود بتاتاً في الصورة الأخرى. وبما أن العوامل المستعملة في تفسير الصورة الجوية معروفة ومحددة في حين أن تلك التي تختص بتحليل وتفسير الصور الرادارية غير مألوفة فسوف نقوم الآن بشرح هذه العوامل باختصار حتى يتمكن القارئ أن يقارن بينها وبين تلك التي تستعمل في تفسير الصور الجوية. بعدها سوف ننتقل إلى شرح الطرق العملية التي استعملت في هذه التجربة لتحديد ومعرفة المعالم المختلفة في مدينة الرياض من صور رادار الماز.

العوامل التي تؤثر على تفسير صور الرادار

إذا استثنينا عوامل مثل قدرة مفسر الصورة وخبرته ونوعية الجهاز المستعمل في التفسير، فهناك مجموعتان من العوامل تؤثران تأثيراً مباشراً وقوياً على قدرة جهاز الرادار على تحديد معالم الأرض. وهاتان المجموعتان هما:

(١) هندسة نظام الرادار. (٢) خصائص انعكاسية الأشعة من المعالم.

فيما يختص بالنقطة الأولى فإن أهم العوامل الهندسية المؤثرة هي:

(أ) القدرة التمييزية للجهاز: System Resolution

(ب) اتجاه التصوير (أي الزاوية المحصورة بين اتجاه أشعة الرادار والأجسام على الأرض ، حيث إنّ الأجسام العمودية لاتجاه الأشعة تبدو أكثر وضوحاً) (ج) الخصائص العامة للأجسام المصورة (مثلاً طبوغرافية الأرض) .

(د) مقدار الزاوية المحصورة بين الخط العمودي على الأرض واتجاه أشعة الرادار، (وهي الخاصية التي تتحكم في كمية الأشعة المعكوسة لجهاز الاستقبال مما يسهل أو يصعب عملية تحديد ومعرفة معالم الصورة).

وهناك الخصائص التشتيتية للأرض ، التي لها دور كبير في تحديد نسبة انعكاس أشعة الرادار نحو الهوائي المثبت على الطائرة أو القمر الصناعي، وهي بدورها تتأثر بالخصائص الفيزيائية لنظام الرادار، وخصائص الأرض المصورة ، والمعالم الموجودة عليها ..وتتداخل هذه الخصائص مع بعضها البعض. وتعتبر درجة خشونة السطح من أهم الخصائص التشتيتية للأرض. وفي هذا المنحى يعتبر السطح المصور رادارياً خشناً إذا انطبقت عليه هذه المعادلة.

$$d < \frac{\lambda}{8 \sin\Phi}$$

حيث "d" هي درجة خشونة الأرض.

λ = طول موجة الرادار .

و زاوية سقوط أشعة الرادار.

وعليه وكقاعدة عامة ، أنه كلما كان السطح المصور أكثر خشونة بالمقارنة مع طول الموجة كلما كانت نسبة الأشعة المعكوسة إلى الهوائي أكبر، وبالتالي يكون الجسم المصور أكثر وضوحا من غيره من المعالم المحيطة به.

ويميز الرادار بين مستويين من الخشونة السطحية (شكل١٨) :

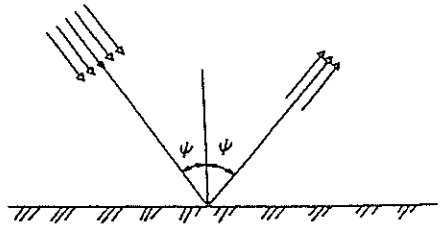
١- تلك الناتجة من انعكاس سطح أملس أو شبه أملس Specular Reflection .

٢- تلك الناتجة عن انعكاس تشتتي من سطح خشن . Diffuse Reflection في الحالة الأولى يعكس الجسم المصور كل الأشعة الساقطة عليه تقريبًا في اتجاه معاكس ، وبالتالي يظهر الجسم أسود في صورة الرادار لأن الجهاز لم يستلم منه أي أشعة معكوسة، أما إذا كان هذا السطح عموديا على اتجاه الأشعة فإن المعلم يبدو واضحا على الصورة الرادارية .

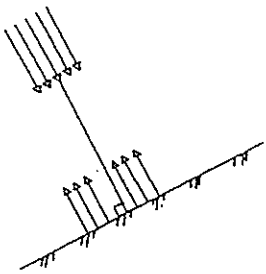
من ناحية أخرى فإن الانعكاس التشتتي Diffuse Or Scattered Reflection ينتج عن سطوح خشنة مقارنة بطول موجة الرادار، وفي هذه الحالة تبدو الأجسام العاكسة واضحة جلية على الصورة. ومن المعالم التي ينتج عنها:

شكل رقم (١٨)

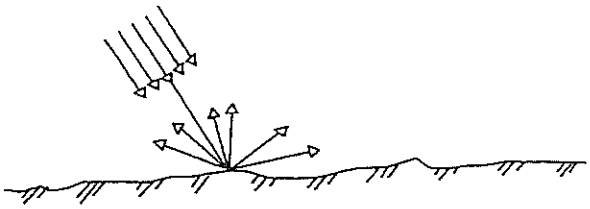
مستوى الخشونة في تفسير صور الرادار



(أ) سطح أملس: كل الأشعة تنعكست بعيدا عن الجهاز مما يصعب تفسير المعلم.



(ب) الأرض عمودية على اتجاه الأشعة: جزء كبير من الأشعة انعكست نحو الجهاز مما يسهل تفسير المعلم.



(ج) سطح خشن: جزء من الأشعة انعكس بعيدا عن الجهاز و الاخر نحوه تفسير المعلم يعتمد على كمية الأشعة المنعكسة نحو الجهاز.

- انعكاس تشتتي: الغابات، المحاصيل الزراعية، الحدائق العامة، مجموعات الأشجار...إلخ، حيث تبدو هذه المعالم ذات لون رمادي، اعتماداً على كمية الطاقة المرسلة منها إلى الطائرة، أو القمر الصناعي، وهذا بدوره يعتمد على طبيعة المعلم نفسه ودرجة خشونته.

عناصر تحليل وتفسير الصورة الرادارية

هنا لابد أن نفهم أن الصورة الرادارية المأخوذة لمعلم أو مكان ما تختلف في مظهرها وطريقة أخذها ومعالجتها اختلافاً كبيراً عن صورة جوية أخذت لتغطي نفس المعلم بواسطة كاميرا مترية جوية. وعليه فإن الطرق المستعملة في تفسير الصور الجوية قد لا تكون ذات جدوى كبيرة في تفسير صور الرادار. وقد يكون من المفيد مناقشة العوامل التي تساعد على تفسير وتحليل الصور الرادارية:

١- الحجم **Size**: - في حالة الصور الرادارية يجب أن يكون حجم المعلم أو الجسم أكبر من الدقة التمييزية لنظام الرادار حتى يمكن رؤيته. كما أن استعمال هذه الخاصية يكون مفيدا فقط في حالة إزاحة جميع التشوهات المترية والإشعاعية في الصورة الرادارية في مرحلة تسبق مرحلة التفسير.

٢- الشكل **Shape**: - يتأثر شكل معلم معين على الصورة الرادارية بالاتجاه الذي تأتي منه أشعة الرادار . وعليه فإن شكل المعلم على صورة الرادار قد يعطي انطباعا غير صحيح عن شكله الحقيقي على الأرض، كما أن بعض المعالم تكون واضحة وغيرها ليست كذلك ، فقط بسبب وضع المعلم على الأرض، واتجاه الأشعة الرادارية المنبعثة من الهوائي. وعليه فليس من الممكن

دائما معرفة معلم ما على صورة الرادار اعتماداً على شكله الحقيقي.

٣- اللون **Tone**: - ترتبط خاصية اللون بكمية الأشعة التي يعكسها الجسم. وعليه يمكن التمييز بين الأجسام المصورة باستعمال خاصية الاختلاف في لونها على الصورة الرادارية. ولكن نسبة الأشعة المعكوسة من الأجسام تعتمد بشكل أساسي على بعض خصائص الجسم مثل تكوينه الفيزيائي والكيميائي، ودرجة خشونته، وخواصه الكهربائية والمغناطيسية، وموقعه بالنسبة لأشعة الرادار لحظة التصوير. وهذه عوامل -كما هو واضح- معقدة، وربما غير مفهومة لمفسر الصورة ، والذي قد يجد نفسه غير قادر على حساب أو تقدير تأثيرها على تفسير وتحليل الصورة التي بين يديه.

٤- النمط **Pattern**: - النمط يعني التنظيم العام أو الشكل العام لمكونات جسم ما، فمثلا تكوِّن المعالم التي صنعها الإنسان نمطًا خاصاً يساعد على معرفتها على الصورة الجوية المأخوذة بكاميرا مترية فوتوغرافية. أما في حالة الرادار فعلى مفسر الصورة أن يأخذ في اعتباره أن النمط المنتظم قد ينتج كليا أو جزئيا عن وضع الأجسام العاكسة بالنسبة لاتجاه أشعة الرادار. وعليه فإن خاصية النمط قد لا تلعب دوراً مهماً في تفسير وتحليل الصور الرادارية كما هو الحال في تفسير وتحليل الصور الجوية المأخوذة بواسطة الكاميرات المترية الفوتوغرافية.

٥- الظل **Shadow**: - الظل خاصية مهمة في تفسير وتحليل الصورة الجوية ، وذلك لأن الظل يوضح شكل الجسم المصور وبالتالي يمكن من معرفته وتحديد هويته. ولكن ما يجب الانتباه إليه في حالة الرادار أن الظل يعني عدم

وصول أي أشعة من المنطقة المظللة في حين أنه في حال الصورة الجوية يمكننا رؤية بعض الأجسام الواقعة في منطقة الظل. إذا فظاهرة الظل في الصورة الرادارية تعتبر إحدى المعوقات الرئيسية للاستفادة من صور الرادار في عمليات المسح الطبوغرافي بشقيها العسكري والمدني. ولا يبدو أن هناك حلا ناجعا لهذه المشكلة في الوقت الحاضر وعلى المدى القريب.

٦- درجة النعومة **Texture**: - وهي معدل الاختلاف في لون المعلم المصور فمثلا يمكن تمييز الصخور النارية عن الصخور المتحولة باختلاف درجة نعومتها على الصورة الرادارية. وهي خاصية استفاد منها بعض الجيولجيين وعلماء الغابات والزراعة في تفسير وتحليل صور الرادار.

٧- الموقع **Site**: - يلعب موقع جسم ما بالنسبة إلى ما حوله دوراً كبيراً في معرفة وتفسير هذا المعلم على صور الرادار، فمثلاً في كثير من صور الرادار يمكننا معرفة الأنهار الصغيرة عن طريق تحديد ومعرفة الأشجار التي تنمو على جانبي النهر حيث إنّ الأشجار تعكس أشعة الرادار بصورة أكبر من النهر أو المجرى المائي.

تفسير صور رادار الماز لمنطقة الرياض

بعد أن شرحنا باختصار العوامل المختلفة التي تؤثر على عملية تفسير الصور الرادارية، وتداخل هذه العوامل مع بعضها البعض ، يمكننا الآن أن نرى تأثير ذلك على مدينة الرياض من صور رادار الماز الروسي ، وذلك بدراسة معالم معينة في الرياض ومقارنة ذلك بالخرائط الطبوغرافية ذات مقياس الرسم المتوسط (١/٥٠٠٠٠) لهذه المدينة. وعلى ضوء ما توصلنا إليه في الجزء الأول من

الدراسة (أي أن رادار الماز يصلح لترسيم خرائط موضوعية على مقياس رسم (١/٢٥٠٠٠٠) يمكننا الآن تقييم محتويات الصور الرادارية لمنطقة الرياض فيما يخص سهولة تفسير المعالم المختلفة المبينة على الخرائط الطبوغرافية للمدينة. بدأ هذا الجزء من الدراسة بتحضير قائمة من خمس مجموعات تحتوي على المعالم المهمة في مدينة الرياض ، وهي خطوط الاتصالات، المباني والمعالم الحضرية، المعالم المائية (الهيدرولوجيا)، النباتات (المعالم الخضراء)، والمعالم الطبيعية والتضاريسية.تمت عملية تفسير وتحليل الصورة يدويا (دون استعمال برامج الحاسوب لتفسير الصورة الجوية ، وذلك نسبة للاختلاف الكبير بين هذه الصور وصور الرادار ، كما لم يستعمل برنامج ERDAS الحديث نسبة لبعض الصعوبات التي تتعلق بهذه الصورة) باستعمال جهاز استريو سكوب الجيب (نسبة تكبير ٥×)، وعدسة مكبرة ذات جودة عالية (نسبة تكبير ٨×). وفي حالة عدم وضوح بعض المعالم على الصورة رغم توقع ظهورها فإن مؤلف هذا البحث كان يقوم بزيارة المواقع للتأكد من مطابقة الموقع لما تم تفسيره على الصورة. أما إذا تعذرت زيارة الموقع فإن المؤلف كان يقوم بسؤال بعض منَ حوله ممن لهم خلفية قوية عن المنطقة المغطاة.

بعد ذلك يتم رسم المعالم المفسرة باستعمال راسم مبسط على نسخة مكبرة ثلاث مرات من الصورة الرادارية الأصلية. بعد إكمال عملية التفسير تقاس أطوال الخطوط والمساحات المرسومة باستعمال جهاز بلانيمتر إلكتروني ذي دقة عالية (٠,٢ ملم)،وتحويل هذه القياسات إلى أمتار أو كيلو مترات مربعة

باستعمال مقياس رسم الخريطة المرسومة من صورة الرادار، وفيما يلي نتائج هذا الجزء التفسيري من الدراسة:

١- خطوط الاتصالات *Lines Of Communication*

نعنى بخطوط الاتصالات في مدينة الرياض الطرق السريعة ، والطرق درجة أولى ودرجة ثانية ، والطرق الثانوية ، وخطوط السكة الحديد. عند محاولة تفسير وتحديد هذه المعالم وجد أنه إذا كان الطريق موازياً أو شبه موازٍ لمسقط مدار القمر الصناعي على الأرض فإن الطريق يظهر بوضوح كخط أبيض أو رمادي على الصورة. لكن إذا غير الطريق اتجاهه فقد يختفي تماما من الصورة، هذا يؤكد ما توصل له الباحث في عدة أبحاث سابقة(مثلاً على١٩٨٥م، ١٩٨٧م، ١٩٨٨م، ١٩٩٤م).

من ناحية أخرى فقد كان من الصعوبة تمييز وتحديد ومعرفة الطرق التي تفصل بين المجموعات السكنية في المدينة (الطرق المشيدة داخل الأحياء) في حين أن كثيراً من الطرق من الدرجة الأولى (مثل شارع العليا العام وشارع التخصصي)، والطرق من الدرجة الثانية (مثل طريق صلاح الدين الأيوبي)، وبعض الطرق الثانوية يمكن تمييزها في بعض أجزائها الموازية لخط طيران المركبة الفضائية. أما خط السكة الحديد الوحيد الذي يربط بين الرياض والمنطقة الشرقية فقد اختفى تماماً عن الصورة، والسبب المباشر في عدم ظهوره هو أنه يكوِّن زاوية قائمة مع خط الطيران.

ولعله من المدهش أن نذكر أن الكثير من الطرق غير المرصوفة خارج حدود المدينة مباشرة ظهرت بوضوح شديد ، ويمكن تمييزها وقياس أطوالها

ومتابعة مسارها بسهولة خاصة حين تكون موازية لمسقط خط الطيران على الأرض.

المباني والمعالم الحضرية *Settlements And Cultural Features*

قسمت هذه المجموعة إلى أربعة أصناف هي المساحات المشيدة، الجسور، المطارات، وخطوط نقل الإمداد الكهربائي.

١- المساحات المشيدة *Built-up Areas*

في صورة الماز لمنطقة الرياض تبدو هذه المجموعة في شكل مساحات بيضاء (شديدة البياض أحيانا) يمكن معرفتها وتمييزها وتفسيرها بسهولة ويسر، وكان من السهولة تحديد الحدود الإدارية للأحياء المختلفة (مثلاً بين أم الحمام والمعذر، العليا والسلمانية ، النسيم والربوة .. إلخ)، وكذلك أمكن تحديد وتفسير الكثير من المباني والإنشاءات المنعزلة (التي لا تحيط بها مبانٍ قريبة منها جداً) (مثلاً الأحياء الجديدة تحت الإنشاء في شمال الرياض، أجزاء من المنطقة الصناعية، نادي الشباب، الاستراحات الكثيرة خارج حدود المدينة ...إلخ). ولكن في كثير من الأحيان كان من الصعب تحديد ما إذا كانت المساحة المشيدة مبنى سكنياً، صناعياً أو ترفيهياً إلا بمساعدة عوامل أخرى مثل الموقع ، أو النمط ، أو سؤال من يعرفون المنطقة معرفة تامة.

٢- الجسور والمطارات *Bridges And Airports*

ظهرت مدرجات القاعدة الجوية بالسليمانية بوضوح شديد في شكل مساحات طولية داكنة تحيط بها مساحات بيضاء ، هي عبارة عن المباني التي تحيط بالقاعدة، كذلك ظهر مطار الملك خالد الدولي بوضوح شديد على

الصورة، بل حتى المباني الصغيرة داخل المطار ، والتي تختص بعمليات المساندة ظهرت أيضاً بوضوح. كذلك ظهرت بعض الطائرات التي كانت جاثمة في المطار لحظة التصوير، لكن بدرجة اقل.

٣- خطوط نقل التيار الكهربائي *Power Lines*

سجلت هذه المعالم غياباً تاماً على الصورة بما في ذلك خط النقل الضخم ذي الأبراج الكبيرة في منطقة السويدي، ربما بسبب الزاوية شبه القائمة التي يشكلها مع خط الطيران . أما هوائيات المايكروويف الضخمة في شرق حي النسيم فقد كانت في غاية الوضوح ، ويمكن معرفتها بسهولة ويسر. بيد أن أبراج المايكروويف الكثيرة المتناثرة داخل الرياض فقد صعب تحديدها، وتفسيرها على صورة رادار الماز.

المعالم المائية *Hydrology*

تحتوي هذه المعالم في مدينة الرياض على الوديان الجافة، وأماكن معالجة مياه الصرف الصحي. وأهم هذه المعالم في الرياض هو وادي حنيفة، والذي يمكن تحديده وتفسيره لمسافة طويلة من مجراه ، لأن خط الطيران يشكل زاوية نصف قائمة مع هذا الوادي. ولكن هناك أجزاء أخرى من الوادي (وبالأخص وادي لبن أحد روافد وادي حنيفة) يصعب تتبعها على الصورة إلا بالاستعانة بالخرائط الطبوغرافية للمنطقة. وعليه يبدو من الصعوبة بمكان استعمال صور رادار الماز في استكشاف المعالم المائية بدقة.

النباتات (المعالم الخضراء) *Vegetational Features*

تحتوي هذه المعالم على المنتزهات الترفيهية، البساتين، والمجموعات الشجرية: -

١- المنتزهات الترفيهية *Ornamental Parks*

في مدينة الرياض توجد العديد من المنتزهات الترفيهية العامة ذات الأشجار الكبيرة نسبياً. بعض هذه الحدائق يمكن معرفته بسهولة من الصورة (حديقة الوادي، الحزام، خان شليلة، حديقة الربوة) حيث تظهر هذه الحدائق على شكل مساحات رمادية داخل مساحات أكبر وأكثر بياضاً تمثل المباني المحيطة الطبوغرافية.

٢- البساتين *Orchards*

توجد بعض البساتين على جانبي وادي حنيفة ، ووادي لبن ، وفي بعض أطراف الرياض الأخرى، ولكن بالرغم من الجهد الكبير الذي بذله الباحث في معرفتها وتحديدها على صورة الرادار إلا أن كل تلك المحاولات لم تكن ناجحة تماماً وصعب تفسير هذه المعالم وتحديد مواقعها.

٣- المجموعات الشجرية *woodlands*

لا توجد مجموعات شجرية كبيرة في أو حول الرياض ما عدا بعض مجموعات الأكاشيا والنخيل في وادي حنيفة ، ولبن ، وبعض الوديان الموسمية جنوب الرياض. وقد باءت عمليات تحديد ومعرفة هذه المعالم بالفشل في جميع الحالاتِ بما في ذلك استعمال الخرائط الطبوغرافية في عملية التفسير وزيارة المواقع ميدانياً.

٤- المعالم الطبيعية والطبوغرافية *And Physical Relief Features*

ظهرت المعالم الطبوغرافية والطبيعية (التلال، والجبال، والوديان، والمنخفضات إلخ) بوضوح على صورة الرادار، وقد أعطت انطباعًا جيداً عن التضاريس حول المدينة ، ولكن نسبة لاختصاص الدراسة بصورة رادارية واحدة فقد كان من المستحيل حساب ارتفاعات هذه المعالم عن مستوى سطح البحر.

تقييم التجربة التفسيرية لصورة الرادار

بعد هذا العرض لإمكانية معرفة وتحديد المعالم الأرضية على صور الرادار، يمكننا الآن إجراء تقييم كمي لصورة رادار الماز، ولهذا الغرض استعملت الخريطة الناتجة عن تفسير الصورة (مكبرة ٣ مرات أي على مقياس رسم ١/٥٠٠٠٠ لتوافق مقياس رسم الخريطة الطبوغرافية). وعلي هذه الخريطة المكبرة قيست أطوال ومساحات المعالم الخمسة التي فسرت على الصورة. ولنجاح هذا الجزء من التجربة قام المؤلف بالاستعانة بموزييك قديم من الصور الجوية الفوتوغرافية لمنطقة الرياض ، وكذلك عدة طبعات من خرائط الرياض منتجة في المساحة العسكرية ، كما قام المؤلف بزيارة بعض المواقع المشكوك فيها.

قيست أطوال المعالم الطولية مثل الطرق، الوديان، السياجات ..إلخ باستعمال جهاز قياس إلكتروني ، وقورنت أطوال هذه المعالم مع أطوالها كما هي موجودة في الخرائط. فيما يختص بالطرق فقد تَّم التركيز على الطرق الرئيسية مثل طريق الملك خالد، طريق الملك فهد، طريق خريص، طريق الملك عبدالعزيز ...إلخ أما المعالم المساحية مثل المطارات، والمباني، ومجموعات الأشجار وغيرها

فقد قيست مساحاتها بواسطة جهاز بلانمتر رقمي، وفي كلتا الحالتين حوّلت القياسات إلى ما يناسبها على الأرض، وقد كانت نتائج هذا الجزء من البحث كالآتي:

١- الطرق الرئيسية هي أكثر المعالم الطولية وضوحاً على الصورة حيث إنَّ ٨٠٪ من أطوالها أمكن تفسيره بسهولة ودون أخطاء.

٢- أما وادي حنيفة، ووادي لبن، فقد كانت نسبة نجاح تحديدهما ومعرفتهما ٣٠٪ فقط.

٣- كذلك أمكن تفسير ومعرفة حوالي ٧٠٪ من السياج الحديدي لجامعة الملك سعود بسهولة ويسر.

٤- أما المعالم المساحية في العليا، خشم العان، النسيم، المنطقة الصناعية، الدرعية، الحي الدبلوماسي، الشفا ..إلخ ،فقد تمّت عملية تحديدها بدقة وصلت إلى ٨٥٪ على صورة رادار الماز.

٥- حوالي ٧٠٪ من التلال والأماكن المرتفعة حول الرياض أمكن تحديدها بوضوح شديد.

٦- نسبة تفسير المعالم النباتية لم تتعد ١٠-٢٠٪ في جميع الحالات.

دمج نتائج التجربة المترية والتجربة التفسيرية لصورة رادار الماز، وخاتمة:

أوضحت نتائج هذه الدراسة أنه بالرغم من أن رادار الماز هو أول تجربة رادارية فضائية روسية يسمح بإطلاع غير العسكريين على منتجاتها، إلا أنه يبدو

أن هذه التجربة لم توفر نظاماً رادارياً قادراً تماماً على كشف معالم الأرض بدرجة دقيقة تصلح لإنتاج خرائط مدنية أو عسكرية أو أمنية على مقياس رسم صغير أو متوسط. أحد أسباب هذه المحدودية ربما يعود إلى الطريقة التي عولجت بها صورة رادار الماز المستعملة في هذا البحث (الطريقة البصرية (Optical SAR Processing). فقد أثبت المؤلف في أبحاث سابقة (علي ، ١٩٨٥م و١٩٨٧م) أن الطريقة التي تعالج بها المعلومات الرادارية تتحكم في النهاية في الدقة المترية والتفسيرية لهذه المعلومات. وكما تبين من هذه الدراسة فإن هناك مشكلتين رئيسيتين في تفسير الصور الرادارية أولاهما تختص بجودة الصور نفسها ، وثانيهما الصعوبات الجمّة التي تتعلق باتجاه أو موقع المعلم بالنسبة لاتجاه الأشعة الرادارية. فوجود ظاهرة الضبابية Image Clutter يقلل كثيراً من جودة الصورة ، وبالتالي على عدد المعالم التي يمكن تفسيرها ومعرفتها. أما في الحالة الثانية فقد اختفت الكثير من المعالم الطولية والخطية من الصورة فقط بسبب اتجاهها العمودي أو شبه العمودي مع خط الطيران. ويعني ذلك أننا يجب أن لا نتوقع نتائج تفسيرية متكاملة من صور الرادار، وعليه واعتماداً على ما يمكن رؤيته على صورة رادار الماز فإن نسبة نجاح تفسير المعالم المصورة يبدو أنها تتراوح ما بين ٥٠-٦٠٪. وبالرغم من أن الاختبارات الهندسية أثبتت أن رادار الماز يمكن أن يكون صالحاً للاستعمالات الطبوغرافية على مقاييس رسم ١/٢٥٠٠٠٠ وأصغر، فإن الاختبارات التفسيرية أثبتت أن المنشآت والطرق الرئيسية فقط هي التي يمكن معرفتها وتحديدها بنسبة أكبر من ٧٥٪، في حين أن الكثير من المعالم الطبيعية والحضرية لا يمكن معرفتها بسهولة نسبة لبعض الخصائص التصويرية لنظام

الرادار. وعليه يمكننا القول أن رادار الماز الفضائي الروسي يمكن استعماله لترسيم خرائط طبوغرافية وموضوعية وتفسيرية للأغراض المدنية، والعسكرية، والأمنية على مقياس رسم ١/٣٠٠٠٠٠ وأصغر.

في ختام المقال نشير إلى أن وكالة الفضاء الروسية قد طوّرت في السنوات الأخيرة جهازاً رادارياً آخر (ESA, 1999) أكثر تطوراً. ومما لا شك فيه أن مصممي هذا الجهاز قد استفادوا كثيراً من تجربة الماز، غير أن صورة هذا الرادار المطور لم تدخل بعد المجال التجاري مثل الرادار الأوربي المحمول في القمر الصناعي ERS-1 ، والرادار الكندي ESA حيث تستعمل هذه الصور الآن في العديد من التطبيقات المدنية والعسكرية والأمنية في أنحاء شتى من العالم.

المصادر والمراجع

- Ali, A.E., (1985), "Digital Versus Optical Techniques In Assessing Metric Accuracy of Satellite Radars", **Australian Journal of Geodesy, Photogrammetry and Surveying**, No. 42, pp.33-60.

- Ali,A.E. , (1987) , Geometric Accurancy Testing of Orbited Radar Imagery" **Potogrammetric engineesing and Remote Sensing** , No. 53,pp.1533 – 1537 , U.S.A.

- Ali, A.E., (1988), **Use of Shuttle Imaging Radar SIR-A and SIR-B Imagery in Mapping Desert Areas in Sudan,** Proceedings Of the 22nd international symposuem of Remote Sensing of environment, Abidjan, cote de Invoire, 20-28th

- Ali, A.E., (1994), **Digital Rectification of Side-looking Radar Data ,** Proceedings of the 1st International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, 11-15 Sept. 1994, Strasbourg, France.

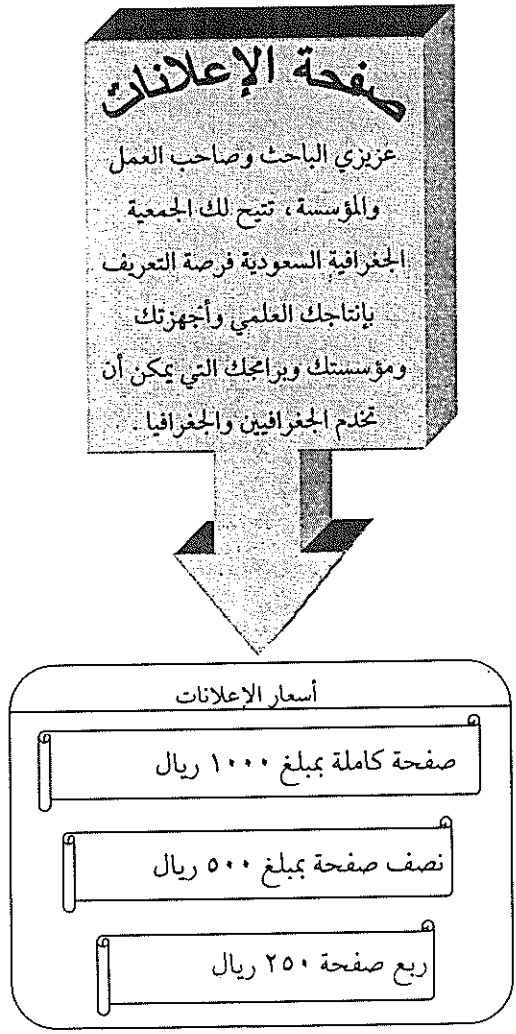
- European Space Agency (ESA), (1994), **Earth observation quarterly**, June.

- Leberl, F, Domik, G.,Raggam, J., Cimino,J. B., and **Kobrick,M.,1985."Radar Stereo-mapping** - Techniques and Application to SIR-B Images Of

Mount Shasta" IEEE **Transactions on Geoscience and Remote Sensing** , No. 24, pp.482-491.

- Levine, D., (1960), **Radargrammety**, Mc Graw Hill, New York .

- Russian Space Agency, (1991), **Almaz SAR (In Russian)**, (25pages) .


صفحة الإعلانات
عزيزي الباحث وصاحب العمل
والمؤسسة، تتيح لك الجمعية
الجغرافية السعودية فرصة التعريف
بإنتاجك العلمي وأجهزتك
ومؤسستك وبرامجك التي يمكن أن
تخدم الجغرافيين والجغرافيا.
أسعار الإعلانات
صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال
نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال
ربع صفحة ٢٥٠ ريال

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية

٢٨- خصائص تربة الكثبان الرملية ومدى ملاءمتها للزراعة الجافة في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.	أ.د. عبد الله بن أحمد سعد الطاهر
٢٩- جغرافية التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية .	د. فريال بنت محمد الهاجري
٣٠- أهمية الأطلس المدرسي في تدريس مادة الجغرافيا في مراحل التعليم العام.	د. ناصر بن محمد عبد الله سلمى
٣١- العلاقات المكانية والزمنية للأسواق الأسبوعية وخصائصها الجغرافية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.	د. محمد بن طاهر البوسف .
٣٢- المسح الميداني الإليكتروني باستخدام تقنية تحديد المواقع ونظام الربط الأرضي الخرائطي- G.P.S-GEOLINK	د. غازي عبد الواحد مكي المكي
٣٣- تقويم الوضع الايكولوجي الزراعي في منطقة وادي المياه بالمملكة العربية السعودية.	أ.د. عبدالله بن أحمد سعد الطاهر
٣٤- التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرملية الهلالية بنفوذ الثويرات:دراسة حالة في محافظة الغاط.	د. يحي بن محمد شيخ أبو الخير
٣٥- الأسواق الدورية في منطقة حازان : دراسة تحليلية عن التنظيم المكاني والدور الاقتصادي.	د. محمد بن عبدالكريم حبيب
٣٦- أثر استخدام المياه الجوفية على التربة وإنتاجية بعض المحاصيل الزراعية بمنطقة تبوك.	د.عبدالعزيز بن ناصر السعران.
٣٧- التوزيع المكاني للسكان والتنمية في المملكة العربية السعودية في ١٣٩٤-١٤١٣هـ	د.محمد بن عبدالعزيز القباني.
٣٨- الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة	د. محمود بن إبراهيم الدوعان .
٣٩- مواقع المدارس وسبل رفع مستوى سلامة التلاميذ المرورية في مدينة الرياض	د. عامر بن ناصر المطير .
٤٠- تردد الرياح الشمالية وتتابعها في المملكة العربية السعودية	د. جهاد بن محمد قرنة .
٤١- القوى العاملة في المملكة العربية السعودية : أبعادها الديموغرافية والاقتصادية والاجتماعية	د. رشود بن محمد الخريف.
٤٢- خصائص السياح بمنطقة عسير وأهميتها للتخطيط والاستثمار السياحي	د. محمد بن معرج شبلي القحطاني.
٤٣- تطور إنتاج حرائط المملكة العربية السعودية نصف قرن في دعم التنمية والتخطيط .	د. صبحي بن قاسم السعيد .
٤٤- تغيرات الحمولة الصلبة وعلاقاتها بالأمطار والجريان السطحي بالحوض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال(النل القسنطيني-الجزائر) .	د. محمد بن فضيل بورويه .
٤٥- نمذجة التحليل المورفومتري لشعيب نساح	د. مشاعل بنت محمد آل سعود .
٤٦- مورفولوجية كويستات هضبة نجد: دراسة تطبيقية على حال الوطاة.	أ.د. محمد فائد بن شوكت حاج حسن.
٤٧- الاتصال المناخي السطحي بين المملكة العربية السعودية ونصف الكرة الشمالي.	د. فهد بن محمد عبد الله الكليبي.
٤٨- دور تخطيط التنمية في معالجة قضية التوازن الإقليمي في المملكة العربية السعودية: دراسة تقويمية لتجربة التنمية الإقليمية ما بين عامي١٣٩٠-١٤١٥هـ.	د. محمد بن عبد الحميد مشخص.
٤٩- تطور التوزيع الجغرافي لمرض السل وانتشاره في العالم.	د. فاطمة بنت أحمد محمد البيوك.
٥٠- العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي محيرقة بالمملكة العربية السعودية.	د. محمد بن عبد الله محمد الصالح.
٥١- الصناعات الصغيرة في المملكة العربية السعودية.	د. عبد الله بن حمد الصليع.
٥٢- أوجه التشبه والاختلاف وآفاق التكامل التقني والمنهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد.	د. ظافر بن علي القرني.
٥٣- الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي بيش بالمملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية مقارنة.	د. محمد فضيل بورويه.
٥٤- التباين الإقليمي لتطور الصناعات الغذائية في المملكة العربية السعودية(١٣٧٣-١٤١٧هـ): تحليل جغرافي	د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة.
٥٥- التوزيع الجغرافي للخدمات الصحية بمنطقة مكة المكرمة.	د. رمزي بن أحمد الزهراني.
٥٦- التركيب المحصولي الأمثل وأهميته على التوطن الزراعي بمنطقة مكة المكرمة.	د. عبد المحسن بن راجح الشريف.
٥٧- محاكاة أثر تراكم أخطاء الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١: ٥٠,٠٠٠ على التحليل في نظم المعلومات الجغرافية.	د. علي بن معاضه الغامدي.
٥٨- نظم المعلومات الجغرافية والتفصيل الموضوعي لخرائط المتغيرات الإيكولوجية الزراعية والرعوية في المملكة العربية السعودية.	د. بدر الدين طه عثمان.
٥٩- أهمية شبكات الطرق في التنمية السياحية لشاطئ البحر بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية.	د. نجاح بنت مقبل الفرحاوي، د. محمد بن ناصر الحسين
٦٠- معايير التنمية الاقتصادية في المملكة العربية السعودية: دراسة جغرافية مقارنة	د. فريال بنت محمد الهاجري.

Price Listing Per Copy :

Individuals . 10 S.R.
Institutions . 15 S.R
Handing & Mailing Charges are added on the above listing

أسعار البيع :

سعر النسخة الواحدة للأعضاء : ١٠ ريالات سعودية.
سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ١٥ ريالاً سعودياً .
تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد .

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية

هل غيرت عنوانك؟ فضلاً أملأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية

الاسم: .....

العنوان: .....

ص ب: ..... المدينة والرمز البريدي: .....

البلد: .....

الاتصالات الهاتفية:

عمل: ..... منزل: .....

جوال: ..... بيجر: .....

بريد إليكتروني: .....

ترسل على العنوان التالي:

الجمعية الجغرافية السعودية

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

المملكة العربية السعودية

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ ١ ٩٦٦+ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢ ١ ٩٦٦+

بريد إليكتروني: sgs@ksu.edu.sa

كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الإنترنت على العنوان التالي:

www.ksu.edu.sa/societies/sgs/

CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF ALMAZ SAR IMAGERY OF RIYADH

Prof. Abdullah Elsadig Ali
College of Engineering, King Saud University, Riyadh

Abstract

Almaz satellite ,flown by the Russian Space Corporation in 1991, was the first Russian satellite to carry a side-looking radar onboard for commercial purposes. One image of this satellite covering the city of Riyadh and surroundings was made available to the author for the purpose of attesting the cartographic accuracy of this new system for urban security, intelligence-gathering and related civilian mapping applications. The image was subjected to a series of experiments ranging from simple visual interpretation to applying highly sophisticated mathematical models to transform radar image coordinates from image system to ground coordinate system. The results showed that this Russian satellite radar system suffers from a multitude of geometric errors that seriously affected locational data-gathering. The interpretational part of the test revealed the fact that because of the special imaging characteristics of the radar system ,many of the important information could not be discerned. Furthermore, and because of the same reasons, a linear feature could, or could not, be identified simply because of its orientation with respect to the satellite ground track. Taking all of this into consideration, it is concluded that information-gathering from this system is possible only at scales 1/250 000 and smaller . Nevertheless, such information could be useful in cases when it is impossible or difficult to obtain data from other sources eg. during persistent dust storms or heavy rainfall since radar is immune from these natural events.

ISSN 1018-1423

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Mohammed S. Makki	Prof.	Chairman.
Mohammed S. Al-Rebdi	Assoc. Prof.	Vice-Chairman.
Abdulah H. Al-Solai	Assoc. Prof.	Secretary General.
Mohammed A. Al-Fadhel	Assoc. Prof.	Treasurer.
Ali M. Alareshi	Prof.	Member.
Mohammed A. Meshkhes	Assoc. Prof.	Member.
Meraj N. Merza	Assis. Prof.	Member.
Anbara kh. Belal	Assis. Prof.	Member.
Mohammed A. Al-Rashed	Mr.	Member.

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

OCCASIONAL REFEREED PAPERS PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

61

Cartographic Analysis of Almaz Sar Imagery of Riyadh

Prof. Abdullah Elsadiq Ali

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1425 A.H. - 2005 A.D.