

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/312371980>

القنيت الجغرافية الحديثة

Book · January 2013

CITATIONS

0

READS

1,175

1 author:



الدكتور محمد عبد الوهاب الاسدي

University of Basrah

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

التقنيات الجغرافية الحديثة

جميع الحقوق محفوظة
الكتاب: التقنيات الجغرافية الحديثة
تأليف: د. محمد عبد الوهاب حسن الأسدي
الطبعة الأولى: ٢٠١٢



طباعة. نشر. توزيع

دمشق / جوال: ٩٤٤٦٢٨٥٧٠ - ٠٠٩٦٣

Email: akramaleshi@gmail.com

التقنيات الجغرافية الحديثة

الدكتور

محمد عبد الوهاب حسن الأسدي

دكتوراه تقنيات جغرافية في الدراسات الجيومورفولوجية

الطبعة الأولى

٢٠١٢ - ٢٠١٣

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَمَا أُوتِيتُمْ مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

صدق الله العلي العظيم

سورة الإسراء

المقدمة

نعيش اليوم في عصر تتشعب فيه العلوم ويبرز الكثير من مجالات الدراسة التي لم تكن موجودة سابقاً ، فحقل الجغرافية اليوم يشمل تخصصات متعددة يزداد عددها يوم بعد يوماً ، مما يدفع الباحث في هذا الميدان إلى توجيه اهتمامه إلى هذه المجالات الجديدة من اجل الغور فيها ومعرفة تأثيرها وتأثيرها في من حولها (الإنسان والبيئة) ، ومن هنا أعدت التقنيات الجغرافية الحديثة من أهم التقنيات المستخدمة في المجالات المعلوماتية ، فقد أحدثت الثورة العلمية في مجال تطبيق التقنيات الرقمية قفزات واسعة في مجال إدارة قواعد البيانات والموقع الجغرافي الذي يعد الأساس و الحقيقة التي تميز المعلومة التي تخص مجال معين عن سواه و لتحقيق أقصى درجات المرونة والسهولة في التطبيق.

أن أكثر من ٨٠% من المعلومات المتداولة في مجال العمل اليومي هي معلومات ذات بعد مكاني و عليه يجب متابعة التطورات المتلاحقة في مجال التقنيات الرقمية المعاصرة و ما صاحب هذه التطورات من انتشار واسع للانترنت و الذي احدث تغيرات جذرية في طرق جمع و تخزين وأدارة وصيانة و نشر استخدام المعلومات الجغرافية.

أن الركائز الأساسية للتقنيات الحديثة المستخدمة في مجال التخطيط المكاني والمدعمة لتقنيات الانترنت تمثل قاعدة بيانات متجانسة عن المعلومات الجغرافية والتي

تتضمن البيانات الخطية (Vector) خرائط قديمة وبيانات (Raster) من صور فضائية والمعلومات الوصفية (Attributes) فضلاً عن البرمجيات المستخدمة ، ولا يمكن أن ننسى أمر منظومة التوقيع العالمي (GPS) في تحديث المعلومات ، وهناك أيضاً "قواعد بيانات تطبيقات الانترنت.

إن التخطيط المكاني الناجح ينبغي أن يركز على التقنيات الحديثة والاستفادة العظمى منها و التي تشكل أداة فعالة في إعطاء الصورة الكاملة للموقع و توفر هذه التقانة الحديثة الفرصة لاتخاذ القرار السليم لتوزيع الخدمات بالشكل المناسب و مواكبة التطور في جميع نواحي الحياة و من ثم تعطي القرار الصحيح للمخطط في اتخاذه رأيه وتقليل الفجوة الزمنية للقرار.

يعطي هذا الكتاب جولة شاملة وسريعة في عالم التقنيات الجغرافية الحديثة ، لمعرفة واستكشاف كل مفاهيم هذه التقنيات الجغرافية ونظرياتها ، والية عملها ، وأهدافها وفوائدها والبرامج المستخدمة فيها ، وطبيعة البيانات التي تتعامل معها ، وعلاقتها مع بعضها البعض ، فضلاً عن أهم التطبيقات لكل تقنية منها ، أملين أن نعطي في هذا الجهد المتواضع إضافة إلى المكتبة العربية بشكل عام والعراقية بشكل خاص في مجال التقنيات المعلوماتية في الجغرافية ، وقد أقدمنا على الكتابة في موضوع التقنيات الجغرافية الحديثة على الرغم مما يتطلبه من جهد كبير مستعنيين بالمؤلفات السابقة في هذا الصدد ومعتمدين على المفردات التي تضمنها المنهج المقرر في أقسام الجغرافيا/ كليات التربية ، وقد زود الكتاب بالصور والأشكال التوضيحية لكي يسهل على طلبتنا الأعزاء فهم ما ورد فيه بسهولة.

تضمن الكتاب ستة فصول اختص الفصل الأول بتقنية الاستشعار عن بعد وتطبيقاته ، وتناول الفصل الثاني المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية ، واهتم الفصل الثالث بتقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، ووضح الفصل الرابع نظام تحديد المواقع العالمي GPS ، وخصص الفصل الخامس إلى نموذج الارتفاع الرقمي DEM ،

وكرس الفصل السادس، لحظة المسح المتكاملة Total station

وفي الختام نتوجه إلى الباري عز وجل شاكرين حامدين على توفيقه لنا في أتمام هذا الكتاب الذي لا ندعي فيه الكمال لان الكمال لله وحده ، وكما قال خليفة في كتابه (كشف الظنون على أسامي الكتب والفنون) (إن التأليف على سبعة أقسام: شيء لم يسبقك إليه آخر فتخترعه ، أو ناقص فتممه ، أو شيء مغلق فتشرحه ، أو شيء طويل فتختصره دون أن تخل بشيء من معانيه ، أو شيء متفرق فتجمعه ، أو شيء مختلط فترتبه ، أو شيء فيه أخطاء مصنفة فتصلحها) لعل كتابي يكون قد اقترب قليلا من احد هذه الأقسام السبعة.

المؤلف

الفصل الأول

الاستشعار عن بعد

وتطبيقاته

Remote Sensing & Application

الاستشعار عن بعد وتطبيقاته

Remote Sensing & Application

المقدمة

تُعد حواس البصر والسمع والشم في الإنسان من وسائل الاستشعار عن بعد ، إذ تتلقى الموجات الضوئية أو الصوتية ، أو جزيئات مواد كيميائية من مصدرها. ولا تستطيع عين الإنسان أن ترى الأشياء إلا عند وجود موجات ضوئية في أطوال معينة تنعكس من هذه الأجسام ، أو إذا أصبحت هذه الأجسام ذاتها مشعة في المجالات الضوئية ، التي تدخل في نطاق قدرات حساسية العين البشرية.

الاستشعار عن بعد Remote Sensing يطلق على العلم والتقنية التي تجمع المعلومات المأخوذة عن بعد للظواهر وتفسيرها ، باستخدام طرق متعددة ، من مسافات بعيدة ، دون الحاجة إلى الاقتراب منها ، ويكون ذلك تحت ظروف لا يمكن للعين البشرية أن تصل إليها ، سواء كان ذلك نهائياً أو ليلاً.

لقد أحدثت التطورات التقنية في مجالات الحواسيب والأجهزة المرتبطة بها وإرسال العديد من الأقمار الاصطناعية ثورة في عالم البرمجيات التي استخدمت في تحليل البيانات المنبثقة عنها بحيث لا تستطيع الطرق التقليدية تحليلها وتفسيرها. ولم يقتصر الأمر لهذا الحد وإنما قادت إلى تقليل من الجهد والكلفة ودقة عالية ، وبذلك سهلة أجراء العديد من الدراسات التطبيقية في مختلف المجالات العلوم المكانية ،

لاسيما للحقول الجغرافية. إذ نقلت الجغرافية من الحقل الأكاديمي إلى الحقل التطبيقي. والهدف الأول للاستشعار عن بعد هو تمكين الهيئات المسؤولة عن التخطيط في دولة ما من إدارة مواردها الطبيعية واستخدامها بشكل فعال ، فهي وسيلة أسرع وأدق وأقل تكلفة من الأساليب التقليدية المعتمدة حالياً ، فالاستشعار عن بعد يمكن من جمع المعلومات وتحليلها وتصنيفها ، وتقديم الخدمات لمستخدم هذه المعلومات ، بما في ذلك إعداد ملفات للصور ، كصور الأقمار الصناعية المختلفة ، والصور الجوية ، وتقديم المساعدات الممكنة للاستخدام الأمثل للموارد الاقتصادية.

يرجع تاريخ الاستشعار عن بعد بأسلوب التصوير من ارتفاعات كبيرة إلى عام ١٧٨٣م ، حين قام فرنسيان برحلة استغرقت نصف ساعة بالبالون حول باريس ، وبدأت التطبيقات ، في أول الأمر ، بصورة محدودة بالملاحظة فقط ، وأصبحت المنصات الجوية ذات أهمية كبيرة ، حينما اكتشفت معالجات الصور الضوئية ، على أساس وجود مركبات كيميائية معينة كبيرة ذات حساسية للضوء. إلا أن مصطلح الاستشعار من بعد Remote Sensing لم يظهر إلا في عام ١٩٦٠ ، ومنذ ذلك التاريخ أصبح مجالاً جديداً من مجالات العلوم التطبيقية ، ومع بداية عصر ارتياد الفضاء عام ١٩٥٧ والتقاط أول صورة فضائية لسطح الأرض بواسطة المركبة الفضائية Explorer-6 عام ١٩٥٩ بدأ اهتمام الإنسان ينصب على استخدام الأقمار الصناعية في الفضاء لحمل آلات التصوير وأجهزة الالتقاط المختلفة لمراقبة الكرة الأرضية وجمع المعلومات عنها ، وكان من الضروري أن تظهر بعض الجهات العلمية التي تهتم بذلك فظهرت وكالة الفضاء الوطنية الأمريكية ناسا NASA ، ووكالة نواا NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ، والمنظمة الوطنية للأجواء والمحيطات الفرنسية كنيس CNES (Contre National d'Etudes Spatiales). وتعددت الأقمار الصناعية التي تدور في الفضاء ، فمنها تلك التي تدور حول الكرة الأرضية من الشمال إلى الجنوب في مدار قطبي مروراً بخط الاستواء ، ومنها تلك التي تتخذ

مدارات ثابتة. وفي عام ١٩٧٢م أطلق أول قمر صناعي لدراسة الكرة الأرضية وملاحظاتهما ، كان ذلك إيذاناً بميلاد علم جديد ، هو علم الاستشعار عن بعد ، الذي أخذ يتطور بتقدم علم الحاسب الآلي ، وتعدد أنواع الأقمار الصناعية ، حتى أنشئت أخيراً درجاته العلمية المتخصصة.

وتعد مجموعة أقمار لاندسات Land sat الأمريكية ، ومجموعة أقمار سبوت الفرنسية SPOT من أشهر الأقمار الصناعية التي تسهم في جمع المعلومات للاستخدامات السلمية في الوقت الراهن.

تتركز أهمية الاستشعار عن بعد في استكشاف الموارد ورصدها وتسجيلها ، من ماء ، ومعادن ، وغطاء نباتي ، وتربة ، وما تحت التربة ، وتسجيل التغيرات التي تطرأ على هذه الموارد ، سواء كان هذا التغير ناتجاً عن الإنسان أو عن الطبيعة. ويكون الهدف بطبيعة الحال هو التنبؤ بالتغيرات ، خاصة تلك التغيرات ذات التأثير السلبي ، مثل الجفاف والفيضانات ، والتصحر ، وتآكل الشواطئ ، والتلوث بمختلف أنواعه ، واكتشاف موارد جديدة واستغلالها ، وإعطاء المؤشرات لتخطيط حركة العمران. وباستخدام هذه المعلومات أيضاً فإن المشروعات الكبيرة ، ذات التأثير في البيئة ، مثل إنشاء السدود ، وحفر القنوات ، وإنشاء البحيرات الصناعية ، أو تحفيف البحيرات الطبيعية ، واستغلال المناجم ، يمكن أن تدرس في ضوء تكاملها مع البيئة المحيطة وتأثيراتها بعيدة المدى ، كما يمكن متابعتها بحيث تعالج أثارها في إطار هذه الصورة المتكاملة.

مفهوم الاستشعار عن بعد :

الاستشعار عن بعد علم قديم حديث ، لم يتطور علم من العلوم بمعدل تطوره وهو علم يكاد يكون علماً شاملاً لمختلف العلوم والتطبيقات والاختصاصات ، والاستشعار عن بعد باختصار هو رؤية مالا يرى.

لقد استخدمت تقنيات الاستشعار عن بعد في التنقيب عن الثروات والموارد الأرضية

منذ سنين طويلة ، ألا أن النمو والتطور السريع للاستشعار عن بعد وأنشطته المختلفة قد حدث في نهاية الأربعينات وبداية الخمسينات من القرن الماضي والذي تميز باستخدام واسع للتصوير الجوي بعد الحرب العالمية الثانية.

ظهر مصطلح الاستشعار عن بعد لأول مرة سنة (1960) ، وهو يمثل ترجمة للعبارة الانكليزية Remote Sensing. ويعرف بأنه التقنية التي تسعى إلى تجميع المعلومات عن الأجسام والمظاهر الأرضية دون أن يكون هناك تماس فيزيائي بينها وبين المتحسس ، ويعرف أيضا على انه: علم وفن وتقنية الحصول على قياسات جسم معين أو ظاهرة طبيعية عن بعد ودون إجراء تماس مباشر معها. وتعد الكاميرات وأجهزة الموجات القصيرة وأجهزه قياس الإشعاعات الطيفية والمساحات الالكترونية المتعددة الأطياف فضلا عن العين البشرية أنظمة لجمع المعلومات. وهناك تعريفات أخرى للاستشعار عن بعد ، فيما يلي عرض لأهم هذه التعريفات:

* يقصد بالاستشعار عن بعد مجموع العمليات ، التي تسمح بالحصول على معلومات عن شيء ما ، دون أن يكون هناك اتصال مباشر بينه وبين جهاز التقاط هذه المعلومات.(Sabins,1987,12)

* الاستشعار عن بعد هو ذلك العلم ، الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة ، أو المنبعثة من الأشياء الأرضية ، أو من الجو ، أو من مياه البحر والمحيطات في التعرف عليها.

* يمكن النظر إلى الاستشعار عن بعد على أنه: مجموعة الوسائل ، من طائرات ، أو أقمار صناعية ، أو بالونات ، وأجهزة التقاط البيانات ، ومحطات الاستقبال ، ومجموعة برامج معالجة البيانات المستقبلية ، التي تسمح بفهم المواد والظواهر من طريق خواصها الطيفية.

* الاستشعار عن بعد: هو علم يمكن من الحصول على بيانات الانعكاس والسلوك الطيفي للأشياء ، التي يمكن أن تتحول إلى معلومات من خلال عمليات المعالجة والاستقراء.(Kolwell 1983, 6).

لغرض تطبيق الاستشعار عن بعد بشكل فاعل في دراسة معينة يجب أن يكون هناك تكامل في المصادر المتعددة للبيانات وارتباط بعضها ببعض الآخر ويطرائق تحليلها ، واعتمادا على الهدف من الدراسة هنالك عدة شروط يجب توافرها لاستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وهي:

أولاً- تحديد المشكلة المراد دراستها.

ثانياً- تقدير إمكان دراسة المشكلة بتقنيات التحسس النائي.

ثالثاً- تحديد طرائق تجميع البيانات المناسبة للبحث.

رابعاً- تعيين إجراءات تفسير البيانات المستخدمة.

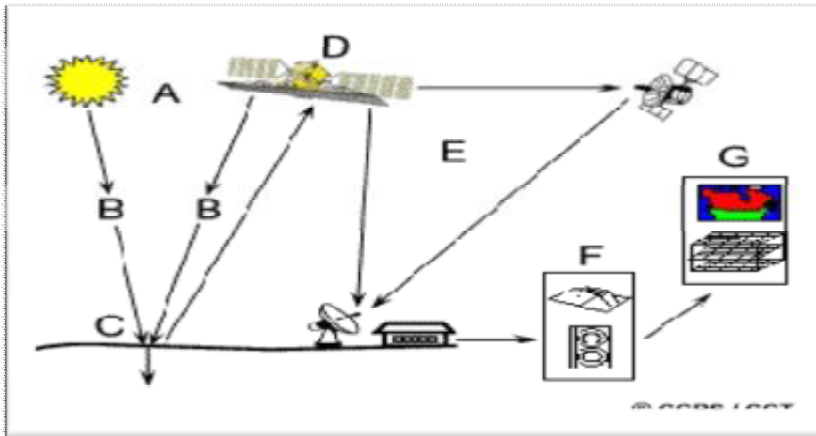
خامساً- تحديد المعايير التي تقدر جوده المعلومات التي تم جمعها.

أسس الاستشعار عن بعد

Foundation of Remote Sensing

بما أن الاستشعار عن بعد هو مراقبة ظاهرة ودراستها بواسطة أجهزة تحمل مشعرات خاصة دون التماس الفيزيائي معها مباشرة فلا بد من توفر عناصر معينة كي تتم عملية الاستشعار ، يمكن إيجازها بأربعة عناصر هي الشكل (١)

شكل (١) التفاعل بين عناصر الاستشعار عن بعد



مصدر الطاقة Energy Sources :

تتحسس أجهزة الاستشعار عن بعد الطاقة الإشعاعية وتقوم بتسجيلها ويتم إرسال هذه الطاقة المنبعثة أو المنعكسة عن مظاهر سطح الأرض إلى أجهزة الاستشعار على شكل موجات ، ويتم دراسة مظاهر سطح الأرض بواسطة أجهزة الاستشعار التي تعتمد على التقاط الطاقة الإشعاعية التي تدعى الإشعاع الكهرومغناطيسي Electromagnetic Radiation ومصدره الأساسي الشمس ، والإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الشمس لا يصل إلى أعماق المحيطات بل يصل إلى المناطق الضحلة لذلك فإن عمليات الاستشعار عن بعد لا تشمل سوى هذه المناطق أما الأعماق فتتم دراستها بوسائل أخرى.

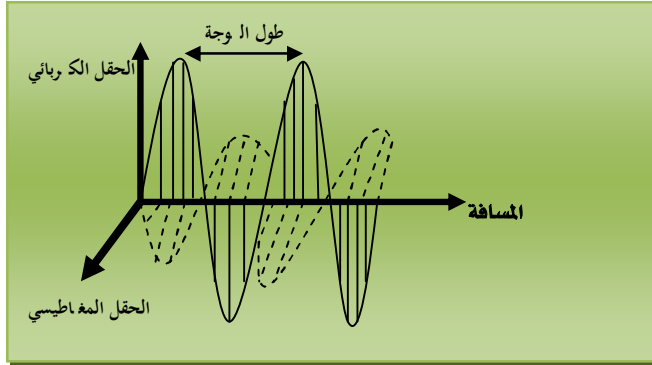
على العموم فإن مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي أما أن يكون طبيعياً ناتجاً عن الطيف الكهرومغناطيسي الذي يأتي من الشمس ويتألف من مجموعة كبيرة من الموجات المختلفة في أطوالها ، أو قد يكون من صنع الإنسان كالأشعة الميكروية التي يستخدمها الرادار والأجهزة الميكروية الأخرى.

الأشعة الكهرومغناطيسية :

يقصد بها جميع الموجات الإشعاعية التي تنتقل بشكل منظم وتسير بسرعة الضوء ، ويمكن وصف هذه الموجات استناداً إلى طول الموجة أو ترددها أو سرعتها. الشكل (٢).

* طول الموجة : هو المسافة التي تفصل بين ذروتين متتاليتين وتقاس بالميكروميتر ، ويرمز له (λ) تردد الموجة : هو عدد الذروات التي تمر في نقطة ما من الفراغ خلال زمن محدد وتقاس بالهيرتز Hertz ، ويرمز له (ν) سرعة الموجة : هي جميع الموجات التي تنتقل بسرعة الضوء وهي (3×10^8 م/ثا ، ويرمز لها (C).

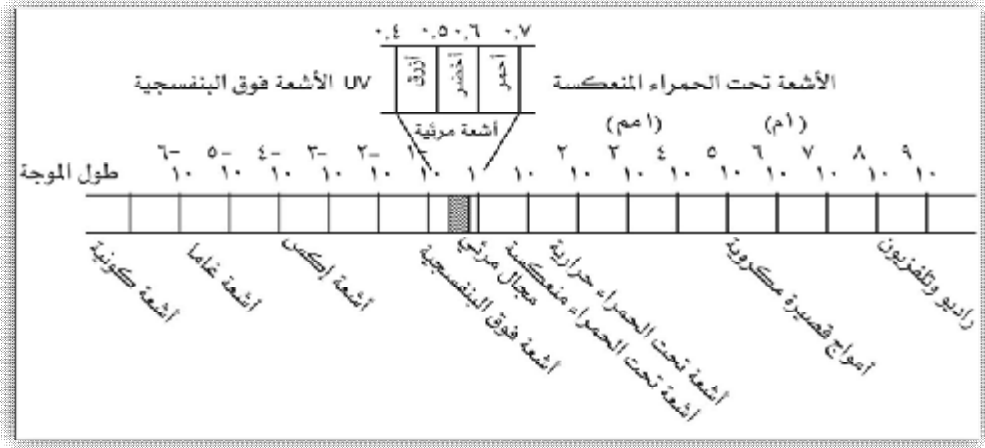
الشكل (2) مسار الموجة الكهرومغناطيسية الأساسية للاستشعار عن بعد



ويتم حساب طول الموجة عن طريق المعادلة التالية: $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ولما كانت سرعة الموجة تساوي سرعة الضوء وهي ثابتة وبالتالي فإن تردد الموجة يتناسب عكسياً مع طولها. (ليليساند وكيفر ، ١٩٩٤ ، ٢١)

وبما أن الطاقة الكهرومغناطيسية تنتقل بطريقة مشابهة لطريقة انتقال الموجات ألا أنها تتشكل من حزم صغيرة تدعى الفوتونات (Photons) وأن الطاقة الموجودة في جزئ الفوتون تتناسب مع ترددها ، وبالتالي فإنها تتناسب عكسياً مع طول الموجة. وبما أن مجال طول الموجات الكهرومغناطيسية كبير فقد تم تقسيمها إلى نطاقات طاقة (Regions) متشابهة نوعاً ما تبدأ من أشعة غاما القصيرة الموجة والعالية الطاقة وحتى موجات طويلة وطاقتها منخفضة وهي موجات الراديو ، وبينهما توجد أنواع مختلفة من الأشعة هي (الأشعة السينية) وفوق البنفسجية والمرئية وتحت الحمراء وكل منها ينقسم إلى نطاقات أصغر الشكل (٣) (صيام ، ١٩٩٥ ، ٥٢٠)

الشكل (٣) طيف الموجات الكهرومغناطيسية



أ - أشعة غاما Gama Rays: هي أشعة متناهية في الصغر تتراوح أطوالها

من 0.003-0.3 انغستروم.

ب - أشعة X Rays: هي أشعة ذات موجات أطوالها قصيرة تقع بين

(0.3 - 30) انغستروم وتدعى أشعة رونتجن Rontgen.

ج - الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Rays: هي الأشعة التي تقع

على الطيف المرئي وتتراوح أطوال موجاتها من (0.3 - 0.4)

ميكرومتر وتوجد في طيف الأشعة الشمسية إذ يسير قسم منها مع أشعة

الشمس ولكنها تضيع في طبقات الجو العليا ، وتظهر في الجو بسهولة لأنها

تصطدم بجزيئات الغلاف الجوي وتعطي السماء لونها الأزرق الذي يظهر في

السماء الصافية الخالية من الغيوم.

د - الأشعة المرئية Visible Rays: أن الإشعاع الذي تراه العين البشرية هو

الإشعاع الذي تقع موجاته بين (0.4 - 0.7) ميكرومتر ويشمل هذا المجال

مختلف ألوان الطيف المرئي التي تستطيع العين البشرية رؤيتها بدء من اللون

الأحمر وحتى اللون البنفسجي.

هـ - الأشعة تحت الحمراء Infrared Rays: يطلق هذا التعبير على الأشعة التي تتراوح أطوال موجاتها بين (0.7 - 15) ميكرومتر ، ومن ميزاتها تستطيع اختراق الضباب والغيوم وتنقسم بدورها إلى ثلاثة أقسام هي:

✓ الأشعة تحت الحمراء القريبة، وأطوالها (0.7-1.3) ميكرومتر.

✓ الأشعة تحت الحمراء المتوسطة، وأطوالها (1.3-3) ميكرومتر.

✓ الأشعة تحت الحمراء البعيدة أو الحرارية، ويتم تحسسها عن طريق وسائل الاستشعار العادية.

و - الأشعة الميكروية Microwave Rays: هي أشعة أطوال موجاتها من (1) ملم وحتى (1) متر ، وتستخدم في أجهزة الاستشعار الفعالة (الرادار الراديو متر).

ي - الأشعة الراديوية Radio Wave: وطول موجات الأشعة الميكروية يقع بين (1)م وحتى (1) كم.

أن وسائل الاستشعار عن بعد لا تستخدم كافة مجالات الطاقة وإنما جزءاً فقط من الطيف الكهرومغناطيسي يبدأ من مجال الأشعة فوق البنفسجية مروراً بالأشعة المرئية ، ثم الأشعة تحت الحمراء القريبة فالمتوسطة فالبعيدة فضلاً عن أن الأشعة الراديوية ، كما أن المجال المرئية له أهمية خاصة وميزة ليس لرؤية الإنسان وإنما لأنه مجال جيد وأساسي للاستشعار.

وسائل الاستشعار عن بعد تكشف وتسجل طاقة الإشعاع (الفوتون) ضمن نطاق أو نطاقات خاصة بالمشعر Sensor الذي يقوم بجمع الإشعاع الكهرومغناطيسي وتسجيلها ، وتعتمد كمية الطاقة المسجلة على طاقة الفوتونات الأصلية ضمن النطاق وعلى عدد الفوتونات التي تصل إلى الجهاز الحساس (المشعر) خلال الفترة الزمنية القصيرة لجمع الطاقة ، ويختلف عدد الفوتونات (شدة الإشعاع) التي تصل إلى المشعر باختلاف كمية

الطاقة الصادرة عن مصدر الإشعاع وكمية الطاقة الممتصة من قبل الغلاف الجوي- وكمية الطاقة المنعكسة في المعالم الأرضية.

جهاز الاستشعار أو المشعر Sensor

هي مجموعة من الأجهزة تتألف من آلات تصوير تحمل عدسات مختلفة ، ووسائل لتحويل الإشارات ووحدة تسجيل على الأشرطة ، وأجهزة ترقيم وغيرها ، فضلاً عن شاشة عرض تلفزيونية ، يتم وضع هذه المشعرات على متن وسائل مختلفة (منصات أرضية ، طائرات ، بالونات ، حوامات ، صواريخ ، توابع صناعية ، مركبات فضائية ومكونات فضائية).

يعمل المشعر بنقل اختلاف شدة السطوع Bright variation حسب اختلاف محتوى الظاهرة ، إذ تقوم آلات التصوير بتسجيل كمية الأشعة المنعكسة من الظاهرة على شكل إشارات الكترونية ثم تمريرها على كواشف تقوم بدورها بتوزيع الأشعة وتسجيلها وبثها إلى محطات الاستقبال الأرضية ، وهذه المشعرات يمكن تقسيمها حسب مصدر الطاقة إلى نوعين:

♦ مشعرات ذات أنظمة فعالة Active System :

هي أجهزة تطلق إشعاعات وتستقبلها بعد أن تصطدم بالظاهرة التي تقوم بدراستها مثل أجهزة الرادار والراديو متر.

♦ مشعرات ذات أنظمة غير فعالة Passive System :

أجهزة لا تصدر الطاقة وإنما تعتمد على مصدر طاقة خارجي (الطاقة الشمسية) ، مثل آلات التصوير المواسح المحمولة على متن التوابع الصناعية أو الطائرات.

الممر الإشعاعي Radiation path :

المعلوم أن الشمس تصدر إشعاعات يتبعثر قسم منه في الجو بواسطة الجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي وقسم منه يتم امتصاصه في الغلاف الجوي ويتم هذا الامتصاص بشكل رئيس بواسطة بخار الماء والأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون والأزوت والكبريت وغيرها ، أما الجزء الآخر يصل إلى الأرض من خلال ما يسمى بالنوافذ الجوية التي تسمح بمرور جزء من موجات الطيف الكهرومغناطيسي عبر الغلاف الجوي دون أن تكون معرضة للتبعثر أو الامتصاص ، واهم هذه النوافذ بالنسبة للاستشعار عن بعد هي:

- * ممر يقع في مجال الأشعة المرئية وتحت الحمراء يتراوح طولها بين 0.4 - 1.1 ميكرومتر.
- * ممر يقع في مجال الأشعة الحمراء الحرارية طولها يتراوح بين 3 - 5 ميكرومتر.
- * ممر يقع في مجال الأشعة الحمراء طولها يتراوح بين 8 - 14 ميكرومتر.

الهدف أو الظاهرة Target :

المقصود بالهدف كافة المظاهر على سطح الأرض التي تقع ضمن مجال الرؤيا للمشعر ، فبمجرد أن تأخذ الموجات طريقها إلى الهدف خلال الغلاف الجوي فأنها تتفاعل وتمثل معه بثلاث طرق أما امتصاص أو انعكاس أو تشتيت وهذا يتوقف على طبيعة الجسم الذي تصطدم به الموجات وخصائصه وطريقة تفاعله مع هذه الموجات.

قد يكون الهدف المراد تصويره منطقة مغطاة بالغطاء النباتي الطبيعي على سبيل المثال الغابات ، أو دراسة المسطحات المائية ومراقبة التلوث فيها او غير ذلك من المظاهر.

انبعاث الطاقة من المصدر الإشعاعي:

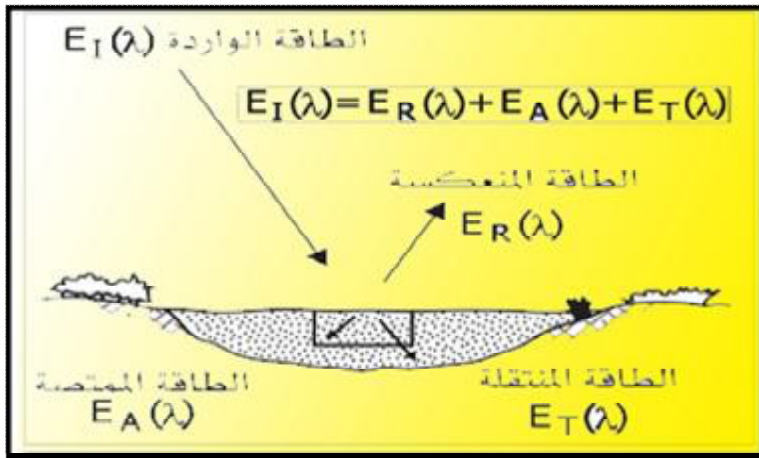
تصدر الأجسام ذات درجة الحرارة العالية طاقة أكثر من الأجسام ذات الحرارة المنخفضة ، ويقوم الفيزيائيون بإيجاد معادلات يتم من خلالها حساب الطاقة الصادرة عن الطيف عند درجة حرارة معينة من قبل سطح الجسم الأسود والذي هو عبارة عن جسم افتراضي يمتص كامل الأشعة التي تصطدم بسطحه ثم يبثها كاملة.(عيد ، ٢٠١٠ ، ٣٥-٤٤)

تفاعلات الطاقة الكهرومغناطيسية مع معالم سطح الأرض:

Radiation Reaction With Earth Surface Landmarks

أن الأشعة التي ترسلها الشمس التي تكشفها المستشعرات تسير مسافة معينة في الغلاف الجوي ، وتجتاز طبقات منه و أثناء عبورها لهذه الطبقات تتعرض لعدة عمليات هي: الشكل (٤) (Lillesand,R,&W,T Kiefier ,1987)

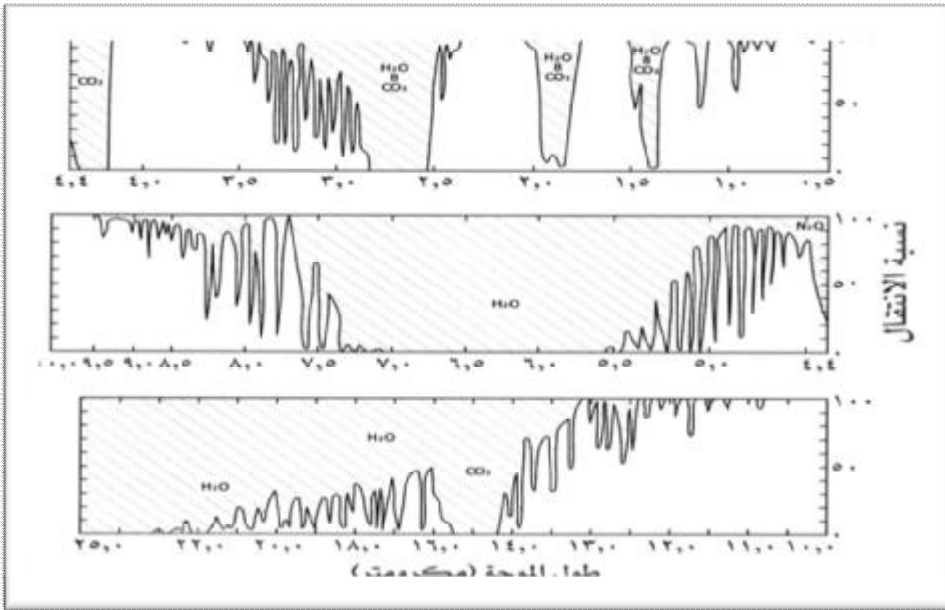
شكل (٤) تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع معالم سطح الأرض



*الامتصاص Absorption:

أن عملية الامتصاص هي ضياع للأشعة الكهرومغناطيسية نتيجة امتصاصها من قبل الجزيئات الموجودة في الجو عند أطوال موجية معينة ، إذ تقل من نسبة الأشعة المرسلة إلى الأرض لان قسما من الطاقة يضيع في الغلاف الجوي ويتم امتصاصه من خلال بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والأوزون فضلاً عن الجزيئات الأخرى الموجودة في الجو ، وهذا يؤثر في الطيف الذي تلتقطه منظومات الاستشعار عن بعد. أما مجالات أطوال الموجات التي تمر إشعاعاتها من خلال طبقات الجو من دون امتصاص طاقتها أو تبعثرها فتعرف بالنوافذ الجوية atmospheric windows. الشكل (٥)

الشكل (٥) يوضح النوافذ الجوية المستخدمة في الاستشعار عن بعد



تتباين عملية الامتصاص من منطقة لأخرى نتيجة اختلاف سطحها وطبيعة الظاهرة ، إذ تكون السطوح الملساء أكثر عكسا للأشعة من السطوح الخشنة.

*التبعثر Scattering:

هي تبعثر (انتشار) للأشعة الكهرومغناطيسية ، وتحدث نتيجة للجزئيات الموجودة في الجو والتي تشمل بخار الماء و ذرات الغبار ومختلف الشوائب الموجودة في الجو ، و هنالك ثلاثة أنواع من التبعثر في طبقات الجو:

١- تبعثر رايلي Rayleigh scatter:

يحدث عندما تكون أقطار الجسيمات الموجودة في الجو أصغر من أطوال موجات الإشعاعات ، ويحدث تفاعل بين هذه الجزئيات الصغيرة مع الأشعة الكهرومغناطيسية.

يتناسب تبعثر رايلي عكسياً مع القوة الرابعة لطول الموجة ، ولهذا يكون تبعثر الموجات القصيرة أكثر من تبعثر الموجات التي هي أطول. ولهذا تبدو السماء من الأرض زرقاء ، ولولا التبعثر لظهرت السماء سوداء ، ذلك لأن الأشعة الزرقاء القصيرة الموجة تتبعثر أكثر من غيرها من موجات الطيف الشمسي وترى السماء زرقاء ، وعند شروق الشمس وغروبها تمر أشعتها في مسارات أطول في طبقات الجو منها في وقت الظهيرة ، وعليه يكون التبعثر والامتصاص تامين للموجات القصيرة وتبدو السماء حمراء أو برتقالية لأن أطوال موجات الأشعة الحمراء والبرتقالية أكبر من الزرقاء وأقل منها تبعثراً ، فضلاً عن المسبب الرئيس لاغبار الصور والمرئيات الفضائية عن طريق فقدان حده التفاصيل والتباين في الأجسام.

٢- تبعثر مي Mie Scatter:

تحدث عندما تكون أقطار الجسيمات في الجو مساوية لأطوال موجات الطاقة التي تصطدم بها. ومن الأسباب الرئيسية لهذا التبعثر وجود جسيمات الغبار وبخار الماء العالقين في الجو.

التبعثر غير الانتقائي Nonselective Scatter: تحدث عندما تكون أقطار الجسيمات المسببة للتبعثر أطول بكثير من أطوال موجات الطاقة

الكهرومغناطيسية كالتبعثر الحاصل بفعل قطرات الماء التي تراوح أقطارها بين ٥ و ١٠ ميكرومتر والتي تبعثر كل الأشعة المرئية وتحت الحمراء بعثرة متساوية تقريباً.

إن النقطة المهمة التي تلاحظ هي العلاقة بين منابع الطاقة الكهرومغناطيسية والنوافذ الجوية فضلاً عن حساسية المستشعرات وقدرتها على كشف الطاقة الكهرومغناطيسية وتسجيلها ، ولهذا يجب أن يؤخذ بالحسبان الحساسية الطيفية للمستشعرات الممكن الحصول عليها ، ووجود النوافذ أو غيابها في المجالات الطيفية المرغوب في الاستشعار من خلالها ، ومصادر الطاقة و مجالاتها وطيفها التي يمكن الاستفادة منها في عمليات الاستشعار.

الانعكاس Reflectance :

هو عملية ارتداد بعض الأمواج الكهرومغناطيسية كما هي بذاتها ، عند وصولها إلى الأجسام دون ان تترك عليه أي تأثير حراري ، وبشكل عام فان الأشعة الكهرومغناطيسية التي يقل طولها الموجي عن (٥) ميكرومتر غالباً ما تنعكس عن السطح الذي تسقط عليه ، أما الأشعة ذات الأمواج الأطول فأنها تمتص من قبل الظاهرة ، أو على سطح الأرض ثم تشع في وقت لاحق فيما ترتد الموجات الراديوية عن الأجسام الساقطة عليها.

تعتمد الفكرة الأساسية لجمع وتفسير البيانات حول سطح الأرض ،على تفاعل فيزيائي يحدث بين أشعة الشمس الساقطة على مظاهر سطح الأرض وهذه المظاهر نفسها.اذ يحصل عن الأجسام نتيجة ذلك عدد من التغيرات في مقدار الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة واتجاهاتها الموجبة ،وتفيد في التمييز بين خواص الأجسام وتحديداتها.

إن اختلاف طبيعة وتركيب المواد المختلفة الموجودة على سطح الأرض جعلها تسلك سلوكاً طيفياً مختلفاً (متغيراً) بعضها عن الآخر ، لاسيما عند تعرضها إلى لأشعة كهرومغناطيسية من إذ نسبة نفاذ وامتصاص وانعكاس تلك الأشعة

$$I = A + R + T$$

حيث أن:

الأشعة الساقطة I = الأشعة المنعكسة R

الأشعة النافذة T = الأشعة الممتصة A

يمكن تقدير خصائص انعكاسية معالم سطح الأرض بقياس الجزء المنعكس من الطاقة الواردة بدلالة طول الموجة (λ) ، والتي تعرف بأنها النسبة المئوية بين كمية الأشعة المنعكسة من السطح إلى كمية الأشعة الساقطة عليه ، والتي يمكن تمثيلها بالمعادلة الآتية.

$$R(l) = \frac{E_r(l)}{E_i(l)} * 100\%$$

حيث أن:

$R(l)$ معامل الانعكاس الطيفي

$E_i(l)$ الأشعة الساقطة أو

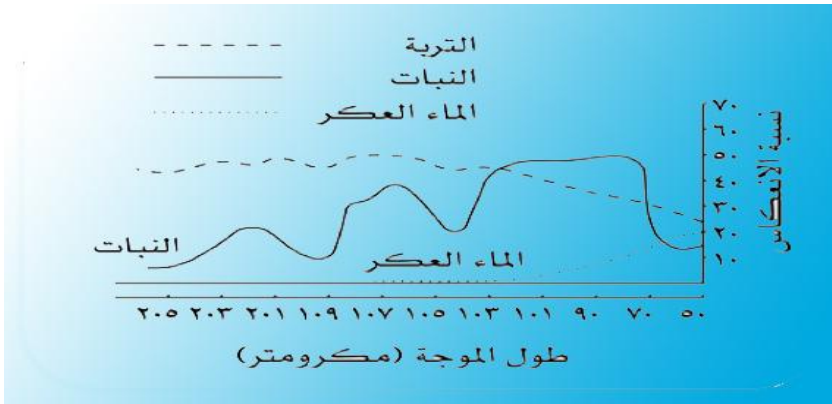
الواردة بدلالة طول الموجة

$E_r(l)$ الأشعة المنعكسة بدلالة طول الموجة

تتغير الانعكاسية الطيفية لجسم ما مع الطول الموجي وزاوية مصدر الطاقة والخواص الفيزيائية والكيميائية للهدف فضلا عن الخصائص الهندسية لسطح ذلك الهدف. لذا يمكن تمثيل هذه العلاقة على شكل منحنى يسمى منحنى الانعكاسية الطيفية (Spectral Reflectance Curve) الشكل (6) ، وان شكل هذا المنحنى يكون مميزا لكل نوع من معالم سطح الأرض ونادرا ما يتكرر بالقيم نفسها بظاهرة أو معلم آخر ، ان

هذا الشكل يبين منحنيات نموذجية للمعالم الرئيسية لسطح الأرض يستخدم كمقياس مقارنة مثالي في تحديد علاقة الانطقة الطيفية والتي يمكن اعتمادها في التمييز والتعرف على ظواهر سطح الأرض المختلفة ودراستها ورسم الخرائط لها على أساس خواص انعكاسها الطيفي. لذا فعند دراسة ظاهرة معينة باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد يجب معرفة الخواص الطيفية للظواهر قيد الدراسة ومعرفة العوامل المؤثرة في خواصها الطيفية. فمنحنيات الانعكاسية الطيفية تعرف بمنحنيات التوقع الطيفي لهذا فان لكل ظاهرة من ظواهر سطح الأرض قياسات للانعكاس الطيفي عند الموجات الطيفية المختلفة تدعى بالتوقع الطيفي لتلك الظاهرة.

شكل (6) يوضح منحنيات الانعكاس الطيفي لمعالم أرضية مختلفة



طرق الاستشعار عن بعد لدراسة سطح الأرض؛

هناك عدة طرق علمية للاستشعار عن بعد لدراسة سطح الأرض هي: (أحمد ، ٢٠٠٩ ، ٣٣-٧٦)

أ. طرق الاستشعار عن بعد لدراسة سطح الأرض في المجال المرئي (المنظور) والقريب من الأشعة تحت الحمراء لموجات الطيف الكهرومغناطيسي ، وتتضمن هذه الطرق المجموعة التالية:

١- الرصد البصري:

لقد بدأ الرصد البصري من الفضاء لأول مرة وذلك أثناء القيام بالرحلة الفضائية الأولى إلى الفضاء الخارجي من قبل رائد الفضاء السوفيتي يوري غاغارين في عام ١٩٦٣ ، واستمر هذا الرصد في الرحلات اللاحقة.

ويعد إحدى الطرق المستخدمة في المجال الطيفي المرئي للاستشعار عن بعد ، إذ تستخدم هذه الطريقة للتعرف السريع على المنطقة المراد دراستها ، وذلك عن طريق طبيعة وتركيب الهدف او الجسم المراد دراسته وتحديد القطاعات بهدف إجراء أبحاث ودراسات تفصيلية لاحقة ، كما ان الرصد الفضائي البصري له عدة محاسن يمكن إيجازها:

- * مجال رؤيا واسع وقوة تمييز عالية
- * أمكانية الرصد في مختلف أوقات وأيام السنة.
- * يمكن أجرائه في أوضاع إضاءة الشمس والظروف الجوية المختلفة.

٢- التصوير من الفضاء (المسح التصويري)

تبرز أهمية هذا النوع المسح في دراسة سطح الأرض والجزء العلوي من القشرة الأرضية بالمجال المرئي لأشعة الطيف الكهرومغناطيسي ، إذ يمكن الحصول على كميات هائلة من المعلومات ناتجة عن هذا النوع من المسح الفضائي ، والتي لا يمكن أن تقارن مع أي نوع من أنواع المسح الاستشعاري ، إلا أن حجم ودقة هذه المعلومات تعتمد على قوة التمييز الأرضية ودرجة سطوعه والخصائص الضوئية للعدسات ، والخصائص التقنية للفلم ، وبعقاس المسح ، كما تسمح الأجهزة الحديثة الموضوعية على الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية...الخ بأخذ صور فضائية ذات قوة تمييز أرضية عالية.

٣: المسح التلفزيوني:

يهتم المسح التلفزيوني من الفضاء بالدرجة الأولى لخدمات الأرصاد الجوي ، إذ يمكن أن يعطي صورا جيدة عن الغيوم وتحديد الجبهات الهوائية وغيرها ، وإلى جانب

ذلك يمكن أن تظهر معالم كثيرة لسطح الأرض. يتميز المسح التلفزيوني بإمكانية اخذ صور لسطح الأرض بشكل سريع ودوري وفعال ومجال رؤيا واسع ، بالإضافة إلى تكرار عملية المسح الدوري لأي منطقة أو إقليم.

٤: المسح المتعدد الأطياف MSS : Muitspectral Scanners

تستخدم الماسحات المتعددة الأطياف كما في الماسحات الحرارية مستكشفات الطاقة الالكترونية ، ألا أنها لا تقوم بتجميع المعطيات الحرارية تحت الحمراء فقط ، وذلك لأنها صممت لتستشعر الطاقة في عدد من الحزم الطيفية في الوقت نفسه ، وقد يتراوح مدى هذه الحزم بين الموجات فوق البنفسجية مروراً بالطاقة المرئية (المنظورة) وتحت الحمراء القريبة والمتوسطة (mid-IR) حتى الأجزاء تحت الحمراء الحرارية من الطيف. يمكن تنفيذ المسح المتعدد الأطياف من الجو وذلك باستخدام طائرات خاصة بهذا المسح ، ويمكن أيضا من خلال المنصات الفضائية ، وتتميز أجهزة الاستشعار عن بعد في هذا المجال عن التصوير الفوتوغرافي بما يلي:

جدول (1) مقارنة بين ماسحات التصوير الفوتوغرافي والمتعدد الأطياف

ماسحات التصوير الفوتوغرافي	ماسحات المتعددة الاطياف
تكون محدودة بالمدى الطيفي من (0.3 - 0.9)	يكون مجال الاستشعار من (0.3 - 14) مكم تقريبا
تستخدم جملا ضوئية منفصلة لتجميع الصور الطيفية كل على حده، وهذا ما يقود إلى مشاكل تتعلق بضمان أماكن المقارنة بين المعطيات في المجالات المنفصلة مكانيا وراديو متريا	تستخدم الجمل الضوئية نفسها لتجميع المعطيات في كافة الحزم الطيفية في نفس الوقت
يصعب إلى حد ما معايرة معطيات التصوير الفوتوغرافي المتعدد المجالات راديو متريا لأنها	هي أكثر قابلية للمعايرة، لأنها تتشأ بشكل الكتروني،، كما أن الترتيب الالكتروني

تتجم عن تفاعلات كيميائية ضوئية	لمخرجات الماسح تسمح بتسجيل مدى اكبر من القيم
تتطلب كمية كبيرة من الأفلام على الطائرة ثم نقلها إلى سطح الأرض لمعالجتها	يمكن بثها إلكترونيا إلى محطات الاستقبال الأرضية
تعطي مرئيات تصويرية يمكن تفسيرها بصريا باستخدام منظار جمع الألوان، ألا أنها لا يستطيع تفسيرها إذا كانت المنطقة كبيرة لتعدد مجالاتها، لذا أصبح استخدامها محدود.	يمكن أن تعالج بشكل رقمي، إذ تكون نتائجها أكثر دقة من التفسير البصري ولا توجد صعوبة في أن ينظر بأكثر من مرئية ويقارن بعضها ببعض في وقت واحد.

ب: طرق الاستشعار عن بعد لدراسة سطح الأرض في المجال الغير مرئي (الغير منظور) لأشعة

الطيف الكهرومغناطيسي:

تحتل هذه المجموعة من الطرق حيزا كبيرا في مجال الدراسات الجيولوجية ، إذ يمكن بمساعدتها الحصول على معلومات عن طيف الأشعة للأجسام الطبيعية الأرضية ، وتحديد الحقل الحراري والخصائص الفيزيائية الأخرى لسطح الأرض ، ومن هذه الطرائق هي:

١- المسح بالأشعة تحت الحمراء (المسح الحراري IR):

يهتم المسح الحراري بالإشعاع أو الطاقة الحرارية الصادرة عن المعالم الأرضية (الطاقة الواردة) عن الأجسام والتي يمكن أن تتعرض إلى الامتصاص أو الانعكاس أو النفاذ.

إن الشيء الأساسي في أجهزة الاستشعار الحرارية المصورة أو اللا مصورة هو وجود شكل من أشكال مستكشفات الإشعاع ، وتقوم المستكشفات بتحويل مستويات الإشعاعات إلى إشارات كهربائية يمكن تسجيلها بطرق مختلفة ، وهناك مجموعتان من المستكشفات المتنوعة والمستخدمات في هذا المجال هي:

*المستكشفات الحرارية Thermal؛

وهي عبارة عن أجهزة تتغير درجة حرارتها استجابة لامتصاص الإشعاع الوارد ثم يتم رصد هذا التغير في درجة الحرارة كهربائيا ، إذ تحتوي المستكشفات الحرارية في الحالات النموذجية على موارد تعتمد مقاومتها على درجة الحرارة. وتتميز مثل هذه الأجهزة من المستكشفات بدقتها العالية ، واستجابتها التي لا تتعلق بطول موجة الإشعاع الوارد إليها ، إلا أن من عيوبها هو استجابتها البطيئة النسبية (الزمن الفاصل بين تغير مستوى الطاقة الواردة والتغير الناجم في الإشارة الكهربائية المرصودة).

*المستكشفات الكوانتية (فوتونية)؛

هي مستكشفات تعمل على أساس التفاعل المباشر بين فوتونات الإشعاع الوارد إليها ومستويات الطاقة في حوامل الشحنة الكهربائية في مادة المستكشف ، ومن مميزات الاستجابة السريعة جدا (اقل من 1 ميكرو /ثانية) مما شاع استخدامها في أجهزة الاستشعار عن بعد ، ومن العقبات التي تعترض عمل المستكشف الفوتوني هو ضيق المجال الطيفي الذي تستجيب فيه ، وضرورة تبريده إلى درجة حرارة تقارب الصفر المطلق.

٢- المسح الراداري؛

إن كلمة (Radar) هي مختصر للكلمات (Radio Detection And Ranging) وتعني (تقصي المدى وتحديد موجات الراديو) ، ومن ثم طور الرادار ليكون وسيلة لتقصي وجود الأجسام وتحديد مداها (مواقعها) باستخدام موجات الراديو.

إن أجهزة الرادار قد تعطي مرئيات ، وهي تقام على سطح الأرض أو تركيب على متن طائرة أو مركبة فضائية ، ولها عدة أشكال منها (رادار دوبلر) الذي يستخدم

في قياس سرعة المركبات ، و(رادار المبين لمخطط المواقع PPI) وتستخدم في تصوير خارطة متجددة لمخطط الرؤيا بصورة مستمرة للأجسام المحيطة بالهوائي الدوار ، ويستخدم في عمليات التنبؤ الجوي وتنظيم الملاحة الجوية والبحرية ، إلا أن هذه الأجهزة لا تناسب معظم أجهزة الاستشعار عن بعد بسبب ضعف تمييزها المكاني ، ومن أجل التغلب على هذه المشكلة فاعملات الاستشعار عن طريق الرادار تتم بأجهزة جانبية الرؤيا وتستخدم هوائيات مثبتة تحت الطائرة.

٣- الليدار Lidar؛

هو يشبه جهاز الرادار ، وهي أجهزة فعالة لا تستخدم الطاقة الميكروية لإنارة الأراضي بنبضات ضوء الليزر ، ويمكن أن يتم تشغيلها أما بأسلوب المسح أو بأسلوب رسم منحنيات التغير ، ومن تطبيقاته الرسم الدقيق لمنحنيات تغير أعماق المياه ، ويتم تحديد عمق الماء من الزمن الذي تستغرقه رحلة النبضة في الماء ذهابا وإيابا.

٤- طرق أخرى في المسح الاستشعاري؛

هنالك أنواع أخرى من المسح والتي يكون استخدامها محدد في مجال الدراسات الجيولوجية لكنها تسمح بأخذ معلومات محددة عن سطح الأرض ومنها المسح بالأشعة فوق البنفسجية ، والمسح بأشعة الليزر.

مصادر الاستشعار عن بعد؛

١. وسائل فوتوغرافية؛

كانت المصادر الفوتوغرافية حتى وقت قريب هي الوسيلة الوحيدة التي يمكن استخدامها للحصول على معلومات جوية ، وهي ما تزال تلعب دورا هاما ضمن مصادر الاستشعار عن بعد المستخدمة في الوقت الحاضر. وتجهز آلات الاستشعار الفوتوغرافية بأفلام ابيض واسود أو ملونة وكلا النوعين

يستشعر الأشعة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي والجزء القريب من الأشعة تحت الحمراء باستخدام الأفلام العادية الأبيض والأسود أو الملونة وهذه الوسائل تستخدم في إنتاج الخرائط الطبوغرافية وتحديد التكوينات الجيولوجية ومراقبة زحف الكثبان الرملية وتحديد أماكن تواجد المياه الجوفية ، وعلى الرغم من أن الأفلام المستخدمة في المصادر الفوتوغرافية يمكن وضعها في فئتين رئيسيتين هما:

***الأفلام العادية (أبيض واسود):**

وتعرف باسم الأفلام البانكروماتية Panchromatic أي أفلام حساسة لجميع ألوان الطيف المرئية في نطاق الموجات ما بين (0.39 – 0.72) ميكرومتر تقريبا ، وهناك نوعان من هذه الأفلام هما:

فلم الخرائط Mapping Film والذي له حساسية لجميع الموجات المرئية.
فلم التجسس Reconnaissance والذي ألغى الحساسية لنطاق الموجات الزرقاء لتقليل تأثير التشتت الجوي.
وتمتاز الصور البانكروماتية (الأبيض والأسود) عن باقي الأنواع الفوتوغرافية بما يلي:

- أ: توفر الصور الجوية (الأبيض والأسود) في جميع أنحاء العالم ، إذ تستخدم بكثرة في إنتاج الخرائط الطبوغرافية ، ومن ثم تتوفر للمستخدمين الآخرين عن طريق المؤسسات التجارية وهيئات التخطيط ومراكز التوزيع الأخرى.
- ب: ملائمتها من الناحية الهندسية لغرض إنتاج الخرائط.
- ج: قلة تكاليفها للتصوير والإنتاج ، كما أن تحليلها المكاني جيد Spatial Resolution.

وتستخدم الصور البانكروماتية في عدد كبير من العلوم لأغراض كثيرة منها:
أ: إنتاج الخرائط لمناطق الكثبان الرملية ورواسب الجليد والتكوينات الساحلية.
ب: تحديد أنواع المحاصيل الزراعية ، وأمراض النباتات وتعرية التربة.

ج: تخطيط المدن والتخطيط الإقليمي ، والدراسات الحضرية المحدودة مثل الإحصاء السكاني ونمو المدن وامتدادها العمراني.

***الأفلام دون الحمراء (أبيض واسود):**

إن هذا النوع من الأفلام يشبه في خصائصه الأفلام البانكروماتية (الأبيض والأسود) ، إلا أنها تختلف في حساسيتها الطيفية التي تمتد أكثر من الموجات المرئية إلى الموجات بطول حوالي 1 ميكرومتر في نطاق الأشعة دون الحمراء القريبة ، وهذه الأفلام يمكن أن تستخدم بطريقتين هما

الطريقة الأولى: استخدام مرشح لتسجيل الموجات الحمراء القريبة.

الطريقة الثانية: استخدام مرشحات الموجات المرئية ودون الحمراء القريبة.

ومن مميزات هذه الصور هي:

أ: قدرتها على اختراق الضباب.

ب: قدرتها لتحديد مناطق الالتقاء بين اليابسة والمياه ، لأن المياه تمتص الأشعة دون الحمراء ، وهذا يؤدي إلى ظهور المياه بلون داكن في الصور الجوية دون الحمراء.

ج: يحدث الانعكاس الأكبر من النباتات في نطاق الموجات دون الحمراء مع ان هذا ليس دائما ميزة.

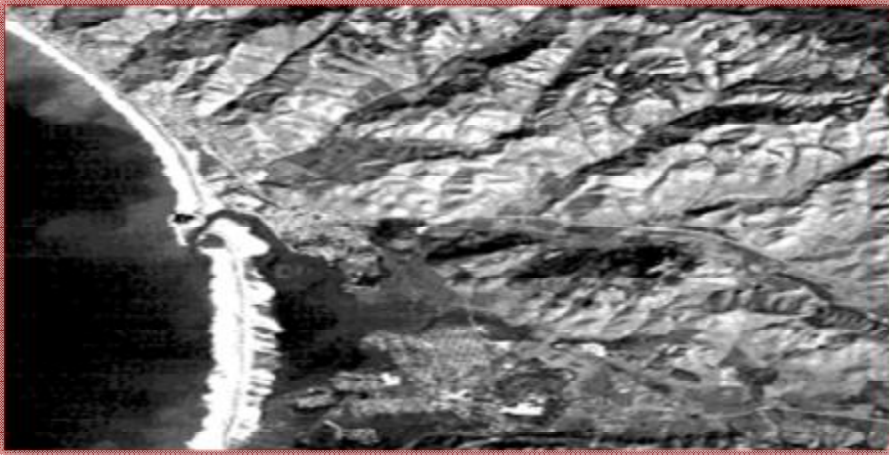
أما أهم استخدامات هذا النوع من الصور:

أ: تحديد مناطق تعرية التربة.

ب: مراقبة زحف الكثبان الرملية الجافة على مناطق التربة الرطبة تنظر الصورة(1).

ج: دراسة وإعداد خرائط رطوبة التربة في الحقول الزراعية.
د: دراسة النباتات لتحديد أنواع المحاصيل وأمراضها ، وإعداد الغابات والنباتات
شبه الطبيعية.
هـ: تحديد فروع الأنهار وقنوات المياه والمستنقعات وحدود الشواطئ وغيرها من
الأجسام المائية.

صور (1) الكثبان الرملية المحاذية للمياه العميقة



*الأفلام العادية - الملونة:

تتكون هذه الأفلام من ثلاث طبقات ، كل طبقة حساسة لموجات معينة وتحتوي
على الصبغة الملائمة وهذه الألوان هي (الأزرق - الأخضر والأحمر) والتي يطلق
عليها الألوان الرئيسية ، إذ أن أي لون آخر تراه العين البشرية هو في الواقع خليط من
هذه الألوان.

وبما أن الصور الملونة تشبه تماما الصورة التي تراه العين البشرية على الطبيعة ، لذا
فان الأفلام الملونة تتفوق من إذ الأهمية على أفلام الأبيض والأسود ، وهذا ليس

دائما صحيحا ، إذ أن هنالك كثيرا من الاستخدامات تلائمها أفلام الأبيض والأسود كالمساحة التصويرية ، أو عندما تكون التكاليف المالية أساسية في الاختيار ، ألا أن الصورة الملونة تكون أكثر أهمية في التفريق بين الظواهر المتشابهة.

ومن استخدامات هذا النوع من الصور:

- أ: تحديد أنواع المحاصيل وأمراضها ، وأنواع الترب.
- ب: إنتاج الصور الجيولوجية.
- ج: تحديد أعماق المياه ، واتجاهات جريانه ، وحدود مناطق الفيضانات ، وتحديد خطوط السواحل.
- د: الدراسات الحضرية (المدينة)
- و: الدراسات الأثرية.

***الأفلام دون الحمراء القريبة الملونة:**

تتكون هذه الأفلام من ثلاث طبقات كل منها حساس لموجات معينة من الأشعة الكهرومغناطيسية ، ويكون تسجيل الألوان على الطبقات الثلاث في الأفلام دون الحمراء الملونة كالآتي:

موجات النطاق الأخضر - تسجل على الطبقة الصفراء

موجات النطاق الأحمر - تسجل على الطبقة الأرجوانية.

موجات نطاق الأشعة دون الحمراء - تسجل على الطبقة الزرقاء الداكنة.

وهذا جعل أن تبدو الظاهرات بالعين البشرية بألوان غير طبيعية ، لذا يطلق على هذا النوع من الأفلام اسم الألوان الكاذبة ، ومن استخدامات هذا النوع:

- أ: تحديد أمراض النباتات.
- ب: مراقبة رطوبة التربة ، وأعداد خرائط لها.

- ج: تحديد المناطق المتأثرة بالفيضانات.
- د: دراسة وتصنيف المناطق الحضرية.

***الصور متعددة الأطياف Multispectral؛**

يقصد بذلك استخدام عدة آلات تصوير موجهة لنفس الظاهرة أو المشهد ، وقد تحمل آلات التصوير نفس الفلم الأبيض والأسود الحساس للأشعة دون الحمراء ، كما انه بالإمكان الاعتماد على أكثر من نوع من الأفلام في آلات التصوير لتعطي صورا متنوعة في هذه النطاقات كالأفلام البانكروماتية ودون الحمراء القريبة الملونة ، ومن استخدامات هذا النوع:

أ: تحديد أنواع المحاصيل.

ب: دراسة فائض المجاري.

ج: بعض الاستكشافات المعدنية.

٢- وسائل غير فوتوغرافية:

إن الوسائل الفوتوغرافية تستشعر جزء صغير من الطيف الكهرومغناطيسي والذي ينحصر في نطاق الأشعة المرئية ونطاق الأشعة دون الحمراء القريب ، ولكي نستشعر بقية أجزاء الطيف نحتاج إلى أجهزة استشعار أخرى ، وإن هذه الوسائل تكون مجدية في دراسة تلوث المياه وإعداد التكوينات الجيولوجية واكتشاف ما تحت القشرة الأرضية ، ولكن هذه الأجهزة تختلف تبعا لنوع الوسيلة التي تحملها كالطائرات أو الأقمار الصناعية ، لذا يمكن تقسيمها حسب وسيلة الحمل إلى قسمين هما:

أ: الوسائل الجوية:

هي الوسائل التي تحملها الطائرات والتي تصل إلى ارتفاعات كبيرة فوق سطح الأرض ، إذ تسجل مناظر لسطح الأرض باستخدام الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من السطح واهم هذه الوسائل هي (اللاقط المتعدد الأطياف ، والرادار ، الراديو ميسر).

ب: الوسائل الفضائية:

وتستخدم هذه الوسائل في تحديد موارد سطح الأرض ومن أدواتها الأقمار الصناعية واعتمدت تقنية الاستشعار عن بعد في أول الأمر على الصور الجوية Photos Aenal ثم لصور الفضائية Space Photos ثم صور الأقمار الصناعية Satellite ، ومن استخداماتها:

أ: دراسة موارد سطح الأرض.

ب: دراسة ومراقبة الطقس والمناخ.

ج: الاستكشافات العسكرية.

والوسائل الفضائية التي تستشعر الموارد الأرضية يمكن تقسيمها إلى:

١- الوسائل الفضائية المأهولة:

تمثل بسفن الفضاء وأجهزة فوتوغرافية تقوم بالتقاط صور ومناظر لسطح الأرض ، وتتميز بكونها ذات مهام محدودة وقصيرة جدا ، إذ يتم تفسير معطياتها باستخدام وسائل التفسير الفوتوغرافي.

٢- الوسائل الفضائية الغير مأهولة:

تعد الأقمار الصناعية Satellite أكثر الوسائل الفضائية المستخدمة في مجال الرصد النائي ، إذ تعمل خارج نطاق الجو على ارتفاع أكثر من ١٥٠ كم ، وتحمل أربع مجموعات من أجهزة الاستشعار ، المجموعة الأولى والثانية تسجل الموجات المرئية

والقريبة من المرئية ، أما المجموعة الثالثة فتسجل الموجات الحرارية في الأشعة دون الحمراء ، والمجموعة الرابعة تسجل أشعة الميكرويف ، و تتمتع هذه الوسائل بميزات نورد أهمها:

- * إمكانية الحصول على المعلومات الرقمية مباشرة أثناء التصوير.
- * توفر البيانات بكلف زهيدة قياساً بالوسائل المأهولة ، إذ يمكن أن يوفر المشهد الواحد مساحة تغطية ٣٤٢٢٥ كم^٢.
- * التكرار الزمني لرصد أي منطقة على سطح الأرض دون قيود سياسية ، إذ يتمكن القمر الصناعي من مسح كامل الكرة الأرضية خلال فترة تتراوح بين ١٦ - ٢٦ يوم.

(الوائل، ٢٠١، ٦٦)

المميزات العامة للمعطيات الفضائية؛

***. الشمولية Synoptic View**

الشمولية التي تتميز بها المعطيات الفضائية المسجلة بواسطة مستشعرات مختلفة تساعد كثيرا في استخدامها في المجالات الزراعية خاصة في تقدير وحساب المساحة المحصولية وذلك لان Satellite Sensors تغطي مساحات واسعة في وقت واحد.

***. قدرة التمييز الطيفي Spectral Resolution**

هي القدرة على تسجيل الإشعاعات المنعكسة من مكونات البيئة في مجالات طيفية متعددة أهمها الأشعة الحمراء Infrared و الأشعة تحت حمراء القريبة Near Infrared والأشعة الحمراء الحرارية Thermal Infrared وهذه القدرة تجعل تمييز مكونات البيئة والنبات ممكنا مثل تمييز المحاصيل الحقلية وذلك

نتيجة لاختلاف الاستجابة الطيفية Spectral Response لهذه المكونات للمحاصيل الحقلية.

***. قدرة التمييز الزمني Temporal Resolution**

تميز المعطيات الفضائية بإمكانية الحصول عليها في وقت محدد من كل يوم بطريقة متكررة على مدار العام وهذه التكرارية تختلف من قمر صناعي إلى آخر فمثلا يمكن الحصول على صور الاندسات كل ١٦ يوم وعلى صور سبوت كل ٢٦ يوم.

***. قدرة التمييز المكاني Spatial Resolution**

يقصد به اصغر بعد يمكن للمستشعر تمييزه أي اصغر مساحة على سطح الكرة الأرضية يمكن تمييزها وتختلف قدرة التمييز المكاني من مستشعر لآخر فهي بالنسبة للماسح متعدد الأطياف Multispectral Scanner ٨٠ متر مربع.(فرحان ، ١٩٩٨ ، ٩٤)

وعند الكلام عن الأقمار الصناعية لا يمكننا حصر الكم الهائل من التطور الملحوظ و المتسارع في هذه التقنية لذلك سوف نتطرق إلى أربع من هذه الأقمار الصناعية وهما:

١- الأقمار الاصطناعية لاندسات Land sat Satellites ؛

هي أقمار صناعية أمريكية غير مأهولة ، وعرفت هذه المنظومة سابقاً باسم القمر الاصطناعي لدراسة الموارد الأرضية (Earth Resource Technology Satellite,ERTS) والتي تم البدء بها عام ١٩٦٧ من قبل أداره الفضاء والطيران

الأميركية (National Aeronautic and Space Administration (NASA). تطور العمل بهذه الأقمار منذ أن أطلقت أول مجموعته من أقمار
الاندسات عام 1972.

ومن أهم مميزات هذا القمر الصناعي:

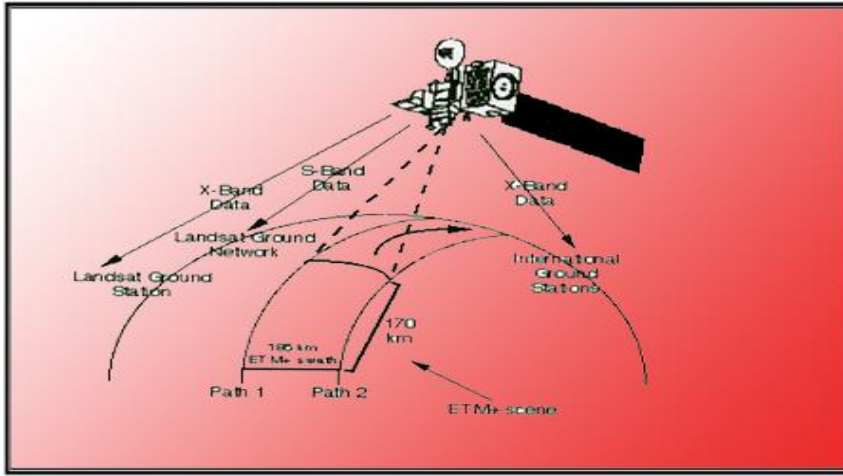
- * توفير معلومات لمعظم أجزاء الأرض.
- * عدم وجود قيود سياسية أو حقوق طبع.
- * الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول على البيانات.
- * تكرار الاستشعار لأي منطقة على سطح الأرض.
- * قلة التشوه في المناظر.

يمكن تمييز ثلاث أجيال من هذه الأقمار الأول يضم أقمار لاندسات (1,2,3) ،
وتحمل نظام فيديو الشعاع المرتد RBV ، والمشاط المتعدد الأطياف MSS ، أما
الجيل الثاني فيضم الأقمار (4,5) ، ويحملان القمران الماسح TM ، في حين يضم
الجيل الثالث الأقمار (6,7) ، ويحمل الراسم الموضوعي المحسن ETM ، وإن القمر
الصناعي لاندسات (Land sat- 7) هو أحدث قمر لهذه لسلسلة لاندسات
وشهد تحسينات كثيرة فهو منصة ذات مهام متعددة منها إمكانية إصلاحه وتجديده
واستعادته من مكوك الفضاء والعمر الأطول للساتل يعمل حتى ٢٠ سنة فضلاً عن
توفير سعة إضافية ، لأجراء التجارب وإرسال أجهزة إضافية ، يحمل القمر الصناعي
لاندسات ٧ الراسم الموضوعي المحسن (ETM+) ويبلغ وزن هذا القمر الصناعي
حوالي 2200 كغم وبطول ٤.٣ م وبقطر ٢.٨م. أطلق من منصة دلتا- ١١ ليكون في
مدار قطبي متزامن مع الشمس على ارتفاع ٧٠٥ كم ، وبزاوية ٩٨° ويقطع خط
الاستواء بالساعة 10:00 AM صباحاً ويغطي الكرة الأرضية كل ١٦ يوماً
وتستغرق كل دورة ٩٩ دقيقة تستخدم أقمار لاندسات النظام المرجعي العالمي
(WRS) التي تقسم المشاهد الملتقطة إلى صفوف وأعمدة (Path&Row) وبما

أن يغطي دورته حول الأرض كل ١٦ يوما فانه ينجز ٢٣٣ مسار وهذه المسارات مرقمة وفق نظام (WRS) من ١ إلى ٢٣٣ باتجاه من الشرق إلى الغرب. ويعيد هذا القمر تغطية أي موقع كل ثمانية أيام ويحصل تداخل بنسبة ٧.٦% عند خط الاستواء ويزيد تدريجيا نحو القطب حتى يصل ٥٤% عند دائرة عرض ٦٠°. الشكل (7).

(Thomas M. Lillesand ،2004 ،294)

شكل (7) صورة للقمر الصناعي Land sat-7



أجهزة الاستشعار عن بعد التي تحمل على متن Land sat 7

أن المشاط المتعدد الأطياف (MSS) كان في بادئ الأمر في الدراسات الإقليمية على نطاق واسع ، إلا أن مرئيات راسم الخرائط الموضوعي (TM) أكثر استخداما منها بذلك للتحسينات الكبيرة التي أدخلت على هذا النظام من إذ التصميم الطيفي والراديومترى والجيومترى بالنسبة للماسح المتعدد الأطياف (MSS) والتي أوجزها ليليساند وكيفر بالاتي:

- ١- يستخدم راسم الخرائط الموضوعي (TM) مائة متحسس بينما يستخدم المشاط المتعدد الأظيف (MSS)، أربعة وعشرين متحسسا فقط.
- ٢- يستخدم نظام (TM) سبعة مجالات طيفية مقابل أربعة في نظام (MSS).
- ٣- ازدياد مستويات الإضاءة التي يمكن تحسسها من قبل نظام (TM) من ٦٤ مستوى إلى ٢٥٦ مستوى عما كانت عليه في نظام (MSS).
- ٤- ازدياد قدرة التمييز المكاني في نظام (TM) إلى ٥ ٢٨ متر عدا القناة السادسة (٢٠متر) بعد أن كانت ٧٩ مترا في نظام (MSS).
- الجدولان (2) ، (3) توضح المدى الطيفي لقنوات الماسح (MSS) و (TM) ، مع ملخص مختصر لتطبيقاتها.

جدول (2) خصائص وتطبيقات قنوات المتحسس (MSS)

رقم القناة	المدى الطيفي (مايكرومتر)	مجال الاستخدام
4	0.5-0.6 مرئي أخضر	استكشاف المعالم الحضرية والطرق المبلطة وأخرافية المياه الصافية العميقة
5	0.6-0.7 مرئي أحمر	أبراز المياه المحملة بالغرين التي تصب في المياه الصافية وتمييز المعالم الحضرية والمقالع الحصوية
6	0.7-0.8 تحت الحمراء القريب	تحديد الكتل المائية بوضوح مثل البحار والأنهار والبحيرات لأن هذه الحزمة لا تخرق الماء
7	0.8-1.1 تحت الحمراء المتوسط	تحديد المستنقعات ذات المياه الراكدة أو التربة العضوية والدارسات المتعلقة بالصخور

جدول (3) خصائص وتطبيقات قنوات المتحسس (TM)

رقم القناة	المدى الطيفي (مايكرومتر)	مجال الاستخدام
1	0.45-0.52 أزرق مرئي	أختراق الكتل المائية ورسم خرائط مياه السواحل والتمييز بين التربة والنبات
2	0.52-0.6 أخضر مرئي	قياس ذروة الانعكاس الناتج عن النبات غير المصاب وتقدير نشاطه وتمييز المعالم الحضرية
3	0.63-0.69 أحمر مرئي	التمييز بين أنواع النباتات عن طريق التحسس في منطقة امتصاص اليخضور وتمييز المعالم الحضرية
4	0.76-0.9 تحت الحمراء القريب	تقدير إنتاجية النبات السليم وتحديد حدود المسطحات المائية وتمييز رطوبة التربة
5	1.55-1.75 تحت الحمراء المتوسط	قياس محتوى الغطاء النباتي والتربة من الماء والتمييز بين الثلوج والغيوم
6	10.4-12.5 تحت الحمراء الحراري	يستخدم في رسم الخرائط الحرارية وقياس رطوبة التربة والإجهاد النباتي
7	2.08-2.35 تحت الحمراء المتوسط	تستخدم في الدراسات الجيولوجية للتمييز بين المعادن والصخور ورسم الخرائط الحرارية للمياه وقياس رطوبة الغطاء النباتي

الماسح الموضوعي (Thematic Mapper(TM))

يعد الماسح الموضوعي TM نظام مسح متعدد الأطياف مثل MSS ، ماعدا أن مستشعر TM يستشعر الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من مناطق المجال المرئي ، وتحت الأحمر المنعكس والأحمر المتوسط وتحت الأحمر الحراري من الطيف

ويملك الماسح TM دقة تمييزية مكانية وطيفية وإشعاعية أعلى من الماسح المتعدد الأطياف MSS.

وان عرض رقعة الأرض في هذا الماسح 185 من ارتفاع 705 كم تقريبا ، ويفيد في تحديد نمط وصحة الغطاء النباتي ، ورطوبة التربة ، والفرق بين الثلج والغيوم ووصف نمط الصخر. .. الخ.

تبلغ دقة التمييز المكاني 28.5 X 28.5 م لكل النطاقات ماعدا النطاق الحراري (النطاق 6) ، حيث تبلغ دقة التمييز لها 120 X 120 م. وان قياس البيكسل الأكبر لهذا النطاق ضروري من اجل قوة الإشارة المناسبة. ويعاد تجميع النطاق الحراري إلى 28.5 X 28.5 م ليتناسب مع النطاقات الأخرى ، وتبلغ دقة التمييز الإشعاعي 8 bit ، يعني ذلك ان لكل بكسل مجال محتمل من قيم البيانات من 0 إلى 255.

تسجل الكواشف الأشعة الكهرومغناطيسية EMR ، في سبعة نطاقات:

- * تكون النطاقات 1,2,3 في الجزء المرئي من الطيف وتفيد في كشف المعالم المدنية مثل الطرقات ، وتبين هذه النطاقات معلومات تفصيلية عن المياه.
- * النطاقات 4,5,7 تقع في الجزء تحت الأحمر المنعكس من الطيف ، وتستخدم للتمييز بين اليابسة والمياه.
- * النطاق 6 يقع في الجزء الحراري من الطيف ، ويستخدم في الوضع الخرائط الحرارية.

1 – النطاق الأزرق:

يفيد في وضع خرائط لمناطق المياه السياحية ، والتمييز بين التربة والغطاء النباتي ولتكشف عن السمات المدنية.

2 - النطاق الأخضر:

يطابق هذا النطاق الانعكاس الأخضر للغطاء النباتي السليم. ويفيد أيضا في معرفة السمات المدنية.

3 - النطاق الأحمر:

يفيد هذا النطاق في التمييز بين أنواع النباتات العديدة ، ويفيد أيضا في تحديد حدود التربة ، ورسم الحدود الجيولوجية ، بالإضافة إلى السمات المدنية.

4 - النطاق تحت الأحمر المنعكس:

إن هذا النطاق يستجيب بشكل خاص لكمية الكتلة الحيوية النباتية المثلثة في المشهد ، وهو مفيد في تمييز المحاصيل وتعزيز التباين بين التربة والمحاصيل ، وبين اليابسة والماء.

5 - النطاق تحت الأحمر المتوسط:

إن هذا النطاق حساس لكمية المياه في النبات وهو مفيد في دراسات جفاف المحاصيل وفي تحاليل سلامة النباتات ، ويعتبر احد النطاقات القليلة في التمييز بين الغيوم والثلج والجليد.

6 - النطاق تحت الأحمر الحراري:

يفيد هذا النطاق في كشف الإجهاد على الغطاء النباتي والمحاصيل ، وتطبيقات كثافة الحرارة ومكافحة الحشرات ، وتعيين مواقع التلوث الحراري. ويفيد أيضا في تعيين مواقع النشاطات الحرارية الأرضية Geothermal.

7 - النطاق تحت الأحمر المتوسط:

يعتبر هذا النطاق هام في تمييز نوع الصخور الجيولوجية وحدود التربة ، بالإضافة إلى تحديد محتوى الرطوبة في الخطأ النباتي والتربة. (اللهبي، ٢٠٠٨، ٢٥)

صورة (2) بالألوان الطبيعية من القمر لاندسات 4 بالماسح TM



راسم الخرائط الموضوعي المحسن ETM (Enhanced Thematic Mapper) :

بدأ بتصميم النوع المحسن من المتحسسات المحمولة على متن الجيل الثالث في بداية التسعينات ، وأدى إلى تطوير منظومة تختلف بصور ملحوظة عن سلسلة الجيل الأول والثاني ، عن طريق إدخال متحسس متطور أطلق عليه "راسم الخرائط الموضوعي المحسن" (ETM+) والذي يعمل بنفس الأطوال الموجودة على لاندسات (٤-٥). ألا أن الإضافة الجديدة الوحيدة هي إضافة قناة ثامنة بالأبيض والأسود (panchromatic) ، وهو نظام متطور يقوم بجمع الإشعاع الشمسي المنعكس والمنبعث من سطح الأرض بعدة قنوات طيفية فهو يتحسس الطاقة الكهرومغناطيسية ضمن المجال المرئي وتحت الحمراء والحراري. ويتضمن الراسم الموضوعي المحسن ETM+ عدد من التحسينات الطيفية Spectral والمكانية Spatial مقارنة مع المتحسس الراسم الموضوعي TM فبالنسبة للتحسينات الطيفية فإنها تتيح الحصول على البيانات الفضائية في ثمان قنوات طيفية موضحة في الجدول (4) والمرئية الفضائية (3)

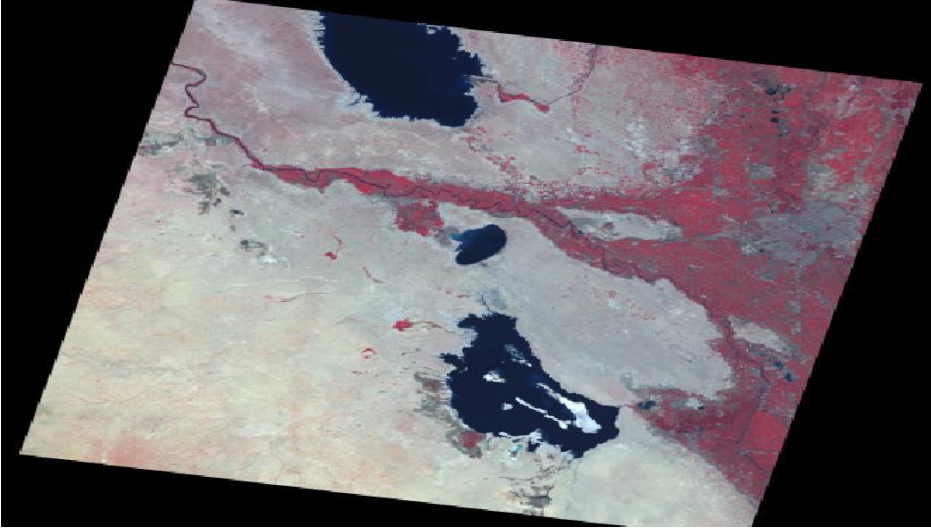
بدلاً من سبع قنوات طبقية إذ أضيفت قناة ثامنة (Band 8) في مجال البانكروماتك. أما التحسينات المكانية فإنه يتم جمع البيانات الفضائية بالراسم الموضوعي المحسن ETM+ بدقة تمييز أرضية 30×30 وهي مشابهة لنظام الراسم الموضوعي TM ما عدا القناة الحرارية طورت لتكون دقة التمييز الأرضية لها 60×60m بدلاً من 120×120m. أما القناة البانكروماتيكية Pan الثامنة الجديدة فدقة التمييز الأرضية لها بلغت 15m×15m ضمن المجال الطيفي (0.52- 0.90um)

(John R Jenesn,2000,199)

جدول (4) القنوات الطيفية للمتحمس الراسم الموضوعي المحسن ETM+.

القنوات Bands	الطول الموجي Micrometers	الدقة الأرضية Resolution (m)
١	٠.٤٥ - ٠.٥١٥	30 × 30
٢	٠.٥٢٥ - ٠.٦٠٥	30 × 30
٣	٠.٦٣ - ٠.٦٩٠	30 × 30
٤	٠.٧٦ - ٠.٩٠	30 × 30
٥	١.٥٥ - ١.٧٥	30 × 30
٦	١٠.٤٠ - ١٢.٥	60 × 60
٧	٢.٠٨ - ٢.٣٥	30 × 30
٨	٠.٥٢ - ٠.٩٠	15 × 15

مرئية فضائية (3) Land sat ETM



إن المتحسس ETM+ يقوم بجمع البيانات بصورة متطابقة مع النظام المرجعي العالمي WRS (World Reference System) وهو بذلك يغطي سطح الأرض في ٥٧,٧٨٤ مشهد يبلغ عرض كل مشهد ١٨٥ كم وبطول ١٧٠ كم منتجا بذلك حوالي ٣.٨ GB من البيانات لكل مشهد و يملك حقل رؤية لحظي IFOV (28.5) م للقنوات ١- ٥ و ٧، وحقل رؤية لحظي للقناة الثامنة 14.5 م^٢. ويقوم بخزن البيانات بسعة ٣٧٥ GB (Solid state) في مجال عددي يبلغ 256 DN أي ما يعادل ٨ بايت في مجال مقياس الرمادية، ويتميز باحتوائه على مواصفات جعلته مختلف عن غيره من المتحسسات، منها كونه متعدد الاستعمال وكفوء، ويساهم كذلك عن طريق السيطرة والتقييم للغطاء الأرضي، وأهم خصائص هذا المتحسس هي:

- ١-أضافه الحزمة الثامنة (Panchromatic band) والتي تكون ذات دقة مكانية واضحة تقدر بـ ١٤.٢٥ متر.
- ٢-تتواجد ضمن لوح المتحسس فتحات كاملة وتكون 5 بالمائة منها مطلقة التحديد الإشعاعي.

٣- تكون القناة الحرارية بدقة مكانية 60 متر.

٤- يتواجد على اللوح مسجل للقيم المدخلة. كما موضحة في الجدول أدناه أذ يحتوي على مواصفات حزم المتحسسات ETM التابعة للقمر الصناعي Land sat ، إذ تكون الحزمة الأولى وحتى الحزمة الثالثة ذات مدى مرئي ، بينما تمثل الحزم ٤ ، ٥ ، ٧ مدى الأشعة تحت الحمراء وتشير الحزمة الرابعة إلى الحزمة تحت الحمراء القريبة ، بينما تمثل الحزمة السادسة الحزمة الحرارية (Thermal) وتكون الحزمة الثامنة آخر حزمة ضمن مجموع الحزم في مرئيات landsat7 ETM وهي مرئية حساسة للألوان.

(www.cris.ca./landsat7.html.21may2004)

جدول (5) يوضح مواصفات حزم المتحسسات ETM التابعة للقمر الصناعي Land sat

المرشح الطيفي	الوصف الطيفي	المجال الطيفي (ميكرومتر)	الدقة المكانية (متر)	الاستخدام
١	Visible Blue	0.515-0.45	٢٨.٥	التمييز بين الأرض والنباتات - الدراسات البحرية
٢	Visible Green	0.605-0.52	٢٨.٥	دراسة الغطاء النباتي
٣	Visible Red	0.69-0.63	٢٨.٥	التمييز بين الأنواع النباتية
٤	Near Infrared	0.9-0.75	٢٨.٥	الدراسات الحيوية
٥	Short wavelength Infrared	1.75-1.55	٢٨.٥	التمييز بين السحب والجليد
٦	Thermal Infrared	10.40-12.50	٦٠	الدراسات الحرارية
٧	Mid Infrared	2.35-2.09	٢٨.٥	دراسات الأرض
٨	Panchromatic	0.9-0.52	١٤.٢٥	صوره أحادية الطيف

٢- القمر الصناعي الفرنسي سبوت SPOT؛

هو قمر فرنسي أطلق بمشاركة كل من السويد وبلجيكا تم تصميمه لمراقبة الأرض ، تم إطلاق أول قمر من هذه سلسلة في عام ١٩٨٦ بواسطة صاروخ أيريان Ariane من مدينة تولوز إلى مدار قطبي دائري على ارتفاع (832) كم متزامن مع الشمس يغطي سطح الأرض كل ٢٦ يوما ، والمساحة المصورة هي 60*60 كم ، وكان للكاميرات القدرة على إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للتضاريس الأرضية ، وهو ما يسهل رسم الخرائط الطبوغرافية ، فضلا عن ان له القدرة على الجمع ما بين المعطيات البانغروماتية مع المعطيات الملونة في نفس الوقت وقد وضع نظام لجمع المعلومات يتيح الآتي:

- * أجراء حصر مستمر للمصادر الطبيعية من هواء وماء و سطح التربة.
- * ملاحظة هذه البيئات تطور كل منها.
- * التنبؤ بالتطور المنتظر حدوثه وتقديره في كل من هذه البيئات.
- * تسهيل أنشطة اقتصادية معينة مثل إدارة نظم الري والصرف والاستغلال المعدني.

أما أهم الأجهزة المحمولة على متن هذا القمر هي :

أ: ماسح مرئي ذو تمييز عالي (HRV1) High Resolution؛

تم تصميمه لتسجيل الأشعة بالشكل البانغروماتي ، ذات قدرة تمييز (١٠) م في مجال طيفي يتراوح بين 0.5 - 0.73 ميكرومتر.

ب: ماسح مرئي ذو تمييز عالي ملون (HRV2)؛

تم تصميمه لتسجيل الأشعة في المجالات الطيفية (الأخضر 0.5 - 0.59) ، (الأحمر 0.61 - 0.68) ، (تحت الأحمر القريب 0.79 - 0.89) ميكرومتر ، وذو قدرة تمييز تبلغ 20 م الجدول (6).

لقد أطلقت فرنسا خمسة أقمار تابعة لعائلة سبوت تختلف في خصائصها ، بعضها مازال يعمل وبعضها توقف عن العمل ، كان آخرها سبوت 5 الذي يقوم بالتصوير البانغروماتي في مجال طيفي طوله 0.48-0.71 ميكرومتر ، وبقدرة تميز (2.5-5)م ، وتتباين دقة صور هذه الأقمار الخمسة بحكم قوة عدسة القمر لتوضيح المعالم حسب أحجامها لتصل أكثر من (5)م وهي عالية الدقة ، وبذلك يمكن تمييز المعالم الصغيرة كالمباني والمنشآت.(محمد ، ١٩٩٤ ، ٧-٢٥).

جدول (6) يبين الخصائص الفنية للقمر سبوت SPOT

الخصائص	(XS) SPOT-HRV متعدد الاطيف	SPOT-HRV(P) بانغروماتية
سنة الإطلاق	1986	1986
ارتفاعه	832 كم	832 كم
التكرارية الزمنية	26 يوم	26 يوم
عرض شريحة المسح	60*60 كم	60*60
قدرة التمييز	20*20 م	10*10 م
الاقنية الطيفية وطولها (ميكرومتر)	أ- 0.50 - 0.59 ب- 0.61 - 0.69 ت- 0.79 - 0.89	0.51 - 0.73

٣- القمر الأمريكي الاصطناعي كويك بيرد Quick bird

أن التطور الهائل الحاصل في أجهزة الاستشعار عن بعد أدى إلى تحسن نوعية المرئيات وتحسين دقة تميزها المكانية حتى أطلق عليها مجموعة الأقمار عالية الدقة ، وان Quick bird جاء صنعه ليعطي معلومات وبيانات ذات مستوى عالي ويوفر الوقت والسرعة والدقة العالية.

www Landsat.gsfc.nasa.gov/main/pdf/17-lol1-usgs.pdf

أطلق أول جيل من الأقمار Quick bird 1 في عام ٢٠٠٠ م لكنه فشل في تحقيق أي نتائج ملموسة مما أدى بالمختصين في الأبحاث الأمريكية إلى تطوير قمر آخر Quick bird 2 والذي أطلق للعمل في ٢٠٠١/٩/١٨ ولمدة خمس سنوات ولقد حمل هذا القمر أجهزة المتحسسات ذو قدرة عالية في MSS ويدور القمر على مدار قطبي متوافق مع أشعة الشمس بأبعاد ٦٠٠ كم ويعرض ٢٢ كم ،

ويتكون من خمسة حزم طيفية ويقطع الكرة الأرضية في ١٠.٣٠ صباحا و بزاوية ميل انحراف ٢.٩٧ بينما يبلغ وزنه ١٠٢٨ كغم وحمولته الصافية ٣٠٠ كغم وبارتفاع ٤٥٠ كم. وتبلغ دقة تميز هذا القمر المكانية ٠.٨٢ سنتيمتر ، ثم أجريت بعض التحسينات ليبلغ ٠.٦١ في البانكروماتك و٢.٤٤ في المتحسس المتعدد الأطياف الجدول (٧).

(birge.ecn.pudue.edu/bethel/pb-py.pdf.2003)

جدول (٧) مواصفات المتحسسات المحمولة على متن القمر الأمريكي الاصطناعي

Quick bird 2

نوع الجهاز	طول الموجة ميكروميتر	الطيف	دقة التمييز المكاني Resolution M بعد التحسينات
MSS	520- 450	ازرق	2.44
	520- 600	اخضر	2.44
	630- 690	احمر	2.44
	760- 900	تحت الأحمر القريب	2.44

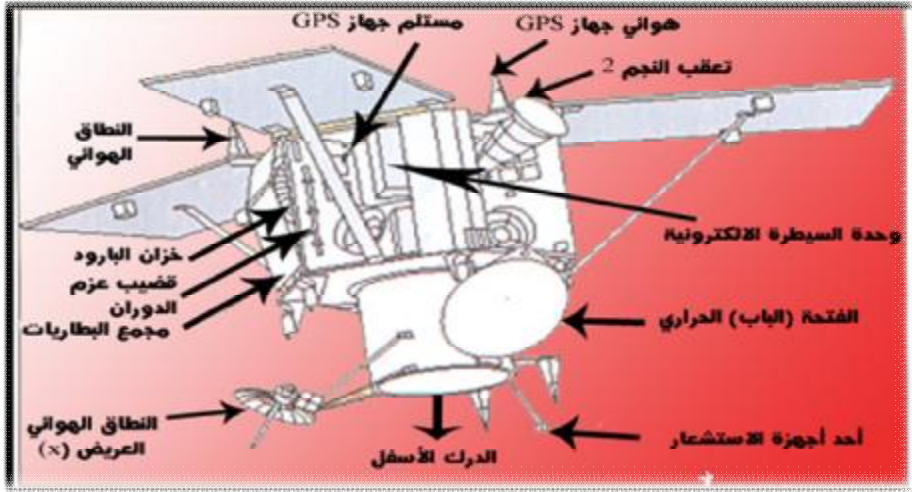
٤- القمر الأمريكي الاصطناعي ايكونوس IKonos

يعد هذا القمر احد أهم الأقمار الأمريكية الحديثة ذات الدقة المكانية العالية والذي أطلق في ١٩٩٩/٩/٢٤ ولكنه لم يبدأ التجهيز بالمرئيات الرقمية إلا بعد ٢٠٠٠/١/١ وسمي الملف الذي يزود بالمرئيات بـ carterra.

ويتكون هذا القمر من أربع حزم طيفية ، وبقدرة تمييزية عالية بلغت ١م في البانكروماتك و ٤ م في متعدد الأطياف MSS ولهذا القمر مميزات منها يمكن دمج معطياته مع أي قمر سواء كان Quick bird أم لاندسات أو سبوت ويبلغ وزنه ٨١٧ كغم وسرعته ٧ كم /ساعة إذ يقطع خط الاستواء ب ١٠.٣٠ صباحا وبزاوية ميل ٩٨.١ درجة على محور خط الاستواء الشكل (٨)

birge.ecn.pudue.edu/bethel/pb-py.pdf.2003

شكل (8) المخطط العام لهيكل القمر الاصطناعي IKonos



الانعكاسية الطيفية (Spectral Reflectance)

هي النسبة بين شدة الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة من سطح معين بطول موجي محدد أو حزمة موجية محددة إلى شدة الطاقة المنعكسة الكلية الساقطة عليه في الطول الموجي نفسه أو الحزمة الموجية نفسها ، ويعبر عنه كنسبة مئوية محصورة بين (صفر - ١٠٠) % (ألفرجي ، ١٩٨٨ ، ١٤٥) ، تمثل الانعكاسية الطيفية للمواد بشكل بمنحنيات تختلف من جسم لآخر ويمثل توقيعا طيفيا اي الاستجابة الطيفية لتلك المواد التي تقاس بواسطة المتحسسات والتي تسمح بتخمين نمط وحالة ذلك الجسم.

خواص الانعكاسية الطيفية : Spectral Reflectance Characteristics

خصائص الانعكاسية الطيفية للمياه

تختلف خصائص الانعكاسية للمياه تبعاً لتغير خصائص المياه والتي على ضوءها يتغير الطول الموجي ، إن معظم الإشعاع الساقط على المسطحات المائية تمتصه تلك المياه أو تنفذه ، فيما ينعكس جزءاً قليلاً منه. فالمياه تمتص معظم أشعاع الموجات تحت الحمراء مما يجعل التباين بينها وبين مواد السطح الأخرى كبيراً جداً لاسيما ضمن المرئيات المصورة في نطاق الأشعة تحت الحمراء ، وتكون قمة الانعكاس للماء عند الطول الموجي 0.45 مايكرومتر. يمكن أن تحدد المسطحات المائية باستخدام الأطوال الموجية للأشعة المرئية ، وذلك بسبب الانعكاس الناتج من تفاعل الأشعة الواردة مع سطح الماء ، إن انعكاسية الماء تختلف في حالات عديدة وهي :

١- في حاله كون المياه ضحلة تظهر بانعكاسية عالية ضمن نطاق الأشعة تحت الحمراء ضمن الطيف الكهرومغناطيسي. ويظهر الشكل التغيير في منحنيات الانعكاسية.

إن عملية اختيار الحزم المناسبة لدراسة المظاهر المختلفة يعد ضروريا ، اذ تتمثل بعض المظاهر في حزمة ما بشكل أفضل من بقية الحزم التي يتألف منها الطيف

الكهرومغناطيسي، فعلى سبيل المثال تستخدم الحزم المرئية لدراسة القيعان البحرية والكتل المائية بشكل أفضل.

٢- أما المياه الصافية والعميقة فأدق القياسات للعمق يمكن الحصول عليها من جزء الطيف الذي تكون عنده النفوذية أعلى ما يمكن ، وهي تقريبا 0.48 مايكرومتر ضمن منطقة الحزم الزرقاء-الخضراء.

٣- تكون الانعكاسية في المياه المحتوية على حمولة عالقة أعلى من المياه الصافية وأن قيمة الانعكاس للمياه العكرة تقع عند أطوال موجيه أكبر من تلك الخاصة بالمياه الصافية.(ميادة ، ٢٠١١ ، ٢٧)

خواص الانعكاسية الطيفية للتربة

تقع التربة تحت تأثير ظروف وعوامل خارجية مؤثره على انعكاسيتها ، فهناك علاقة طردية بين انعكاسية تلك الترب والأطوال الموجية ، هنالك زيادة بانعكاسيه الترب الجافة تؤدي إلى زيادة الطول الموجي، وتبدو هذه العلاقة أكثر وضوحا في الطيف المرئي (0.4-0.7) مايكرومتر وتحت الحمراء القريبة (1.3 - 0.7) مايكرومتر. أن العلاقة بين الأشعة والتربة غير معقدة نتيجة لتجزئة الأشعة الساقطة على التربة إلى قسمين هما الجزء الممتص والجزء المنعكس ولا يوجد جزء نافذ مثلما يحدث مع الماء والنباتات. وهناك العديد من الخواص الفيزيائية التي تؤثر على المواد المكونة للتربة وتؤثر في طبيعة تفاعل الأشعة معها، ومن أهمها: المحتوى الرطوبي للتربة ، نسبة الغرويات المعدنية ، خشونة وقوام سطح التربة ، كمية المادة العضوية ، التصريف ، التعرية ، والمناخ. تتضح هذه الخواص كالآتي:

١- المحتوى الرطوبي للتربة:

إن الرطوبة ترتبط ارتباطا وثيقا بنسيجها ، فإذا كانت رملية يعني أنها شديدة الارتشاح وتصبح بذلك قليلة المحتوى الرطوبي و تكون انعكاسيتها عالية بينما يحدث العكس في الترب الطينية.

٢- نسبة الغرويات المعدنية:

تمثل الغرويات المعدنية لاسيما المعادن الطينية المتواجدة في التربة مثل السيليكات ومجموعة الأكاسيد المتميئة للحديد والألمنيوم وتتميز جميعها بأنعكاسيات متباينة ، اذ تظهر التربة المحتوية على الأكاسيد بلون احمر وبوجود هذه الأكاسيد تقل الانعكاسية بنسبه تصل إلى 40% وعند أزاله الأكاسيد من التربة تزداد انعكاسيتها بشكل كبير

٣- خشونة التربة:

يعتمد الاختلاف في الانعكاسية على خشونة السطح، إذ تبدو الترب الناعمة الغرينية (silt) أشد انعكاساً من الترب الخشنة الرملية (sand). بينما تظهر الترب الطينية ناعمة النسيج الجافة انعكاساً عالياً.

٤- كمية المادة العضوية:

أن الترب ذات المحتوى العالي من المادة العضوية تكون اشد دكانةً من الترب الخالية من المواد العضوية.

٥- التعرية:

يعد هذا العامل من أهم المشاكل التي تتعرض لها الترب والتي تؤثر على الانعكاسية ، إذ دلت التجارب التي أنجزت في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا على وجود علاقة طردية بين شدة التعرية والانعكاسية وخاصة في الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء.

٦- المناخ:

يؤثر عامل الحرارة في الانعكاسية إذ تكون الترب الناشئة تحت ظروف درجات حرارة عالية (Thermic) ذات انعكاسيه عالية (الداغستاني ، ٢٠٠٢)

خواص الانعكاسية الطيفية للغطاء النباتي :

يتميز منحني الانعكاسية الطيفية للغطاء النباتي بنوع من التعقيد ، اذ نرى فيه عدد من المنخفضات و الذروات ويكون شكل المنحنى متأثراً بشكل كبير بطبيعة النباتات ونوعيتها وكذلك بسبب وجود مناطق في الطيف الكهرومغناطيسي يدخل فيها تأثير الماء الموجود في الألياف النباتية ، كما يدخل تأثير صبغة الكلوروفيل فيها أيضا مما يؤدي إلى حصول امتصاص بشكل جزئي للأشعة المنعكسة ، لذا ينخفض منحني النبات الانعكاسي في مواقع معينة ، ويكون الطول الموجي المحصور بين (1.3 – 0.7) مايكرومتر هو المدى الأمثل لدراسة النباتات والتعرف على العلل التي تصيبها ، وان (45 – 50) % من الأشعة الواردة إليها تنعكس ضمن هذا المدى وتنتفض الطاقة الباقية ، وما تبقى أي (5) % يمتص. (إلهيتي ، ١٩٩٨ ، ٣٤)

استخدامات الاستشعار عن بعد :

لا يمكننا حصر استخدامات هذا العلم في بضع كلمات فهو علم ذو استخدامات غير محدودة ولذلك يمكن القول بان الاستشعار عن بعد أداة يستطيع الكثيرون في اختصاصاتهم المختلفة استخدامها ولذلك نسمع كل يوم عن استخدام صور الأقمار الصناعية في مجالات لم نكن لتخيل أن الاستشعار عن بعد سيدخل فيها ، ومن المجالات التي يستخدم فيها الاستشعار عن بعد:

١. الجيولوجيا :

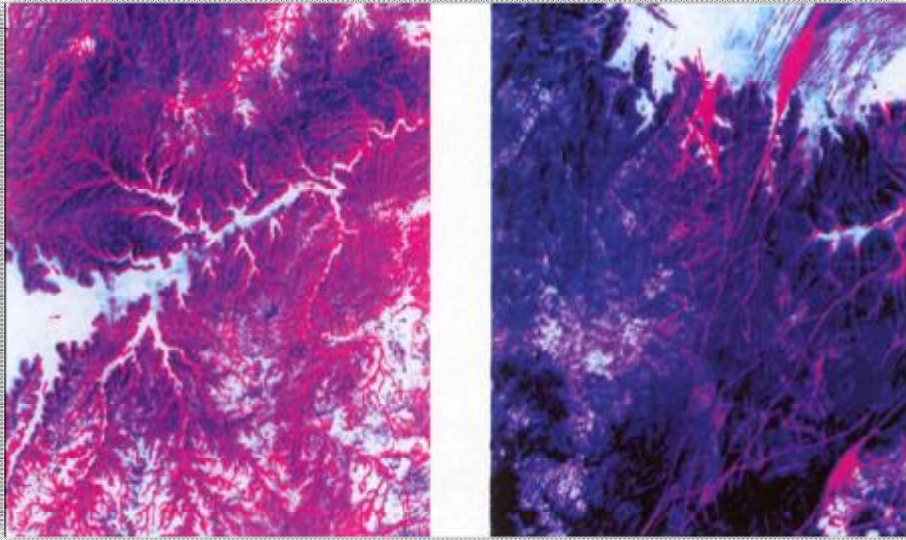
إذ يستعان بالصور المعالجة في مجالات التعدين وذلك بناء على أن كل نوع من الصخور (أو المعادن) يمتلك درجة امتصاص خاصة وهناك أيضا محاولات لاستخدام الصور الجوية في مجال النفط والبحث عن المصادر الطبيعية والمواد الخام ، ومن الاستخدامات الجيولوجية مراقبة الحركات الأرضية والزلازل والبراكين وتحديد خطوط الصدعات المختلفة ، ومن ثم عمل الخرائط الجيولوجية.

٢. الهيدرولوجيا:

يمكننا مراقبة حركة الأنهار وجفاف الأراضي والبحيرات والتعامل مع السيول والفيضانات المتوقعة بمقارنتها بصور مأخوذة على فترات وأيضاً عمليات البحث عن المياه الجوفية والتحليل الانكسارات الجيولوجية وأثرها على مصادر تلك المياه والتي يمكن معرفتها من دراسة الظواهر والسمات الخطية Linear feature في الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية كما في الصور (٤ ، ٥) ، فضلاً عن دراسة تلوث مياه البحيرات والأنهار والكشف عن البقع الزيتية التي تؤثر على الحياة البحرية والنهرية ، ومن ثم وضع خرائط دقيقة للمناطق المائية.

صورة فضائية (4) محللة بهدف بيان القسمات الخطية

صورة فضائية (5) شبكة التصريف الصحي

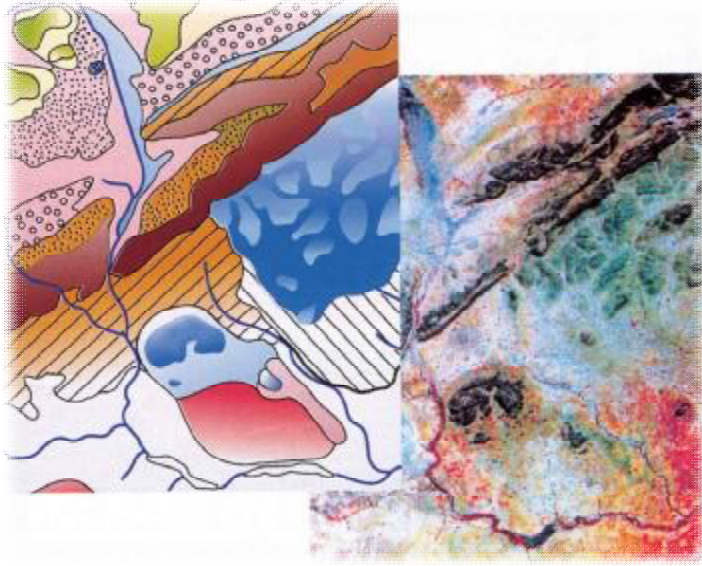


٣- الزراعة والغابات:

استخدم الاستشعار عن بعد (الصور الجوية) بنجاح على نطاق العالم في مراقبة المحاصيل المزروعة لتوفير الجهد والوقت والتكلفة وذلك لإمكانية التمييز بين الاستجابات الطيفية لمختلف المحاصيل وقدرة التمييز المكاني والزمني لجهاز الاستشعار

وبذلك تستخدم المعطيات الفضائية في تقدير وحصر المساحات المزروعة بمحصول معين والتنبؤ بالإنتاج والإنتاجية من خلال تتبع مراحل نمو النباتات وذلك بمقارنتها صور جوية مأخوذة للأرض الزراعية أو مناطق خضراء في نفس الفصل في أعوام مختلفة لمعرفة السبب في حالة نقص الإنتاج ،وعمل الخرائط اللازمة لتحديد المناطق الزراعية ، فضلاً عن اكتشاف الآفات الزراعية وأمراض النباتات والأشجار ، هذا ويساعد في وضع سياسة معينة لحفظ المناطق الزراعية من التلوث وذلك من خلال المراقبة المستمرة ، ومراقبة التصحر وحرائق الغابات.

صورة(6)صورة فضائية وخريطة تصنيف التربة المشتقة منها



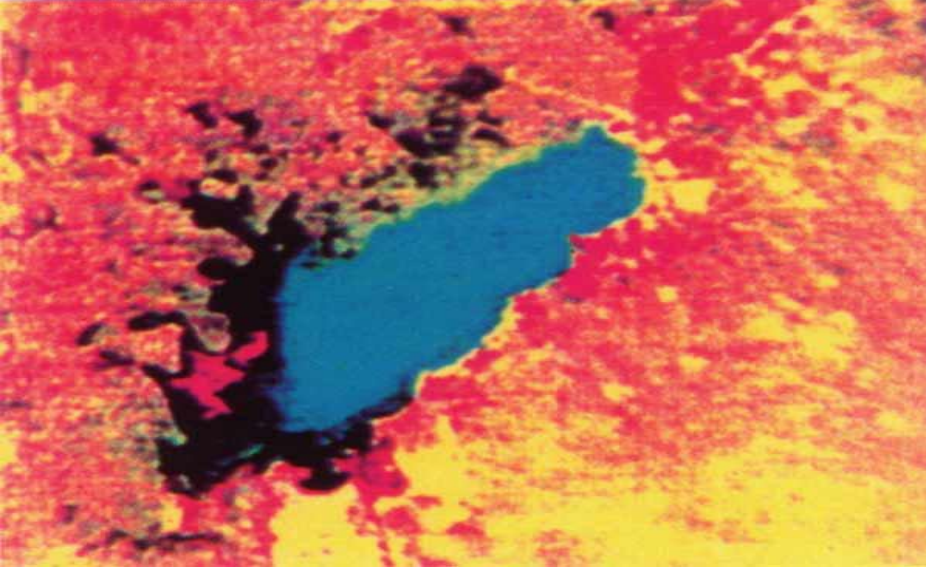
٤- حماية البيئة :

يلعب الاستشعار عن بعد دوراً مهماً في دراسة الكرة الأرضية وبيان التغيرات التي تظهر على سطحها ومن ثم ننتعمق في مجال حماية البيئة الطبيعية في مكافحة التلوث بشتى أشكاله إذ يساعد الاستشعار عن بعد على دراسة تلوث الهواء والماء ، وتأثير المصانع والنفايات على البيئة ، وعمل خرائط خاصة بالمناطق المحمية ، ومراقبة

التغيرات البيئية وتأثير الطبيعة على الإنسان والبيئة.

إن المراقبة الدورية للبيئة الطبيعية من ارتفاعات مختلفة يعني إتاحة المجال أمامنا للحصول على نتائج مستمرة تمكننا من وضع الدراسات الصحيحة وكذلك الحلول الصحيحة.

صورة (7) فضائية تبين التلوث في بحيرة قطينة . محافظة حمص . سوريا



٥ - تصنيف التربة Soil classifications

استخدمت تقنية الاستشعار عن بعد من الأقمار الصناعية في دراسة التربة ووضع خرائطها إذ تتوقف كمية ونوعية الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة عن سطح التربة ضمن نطاقات طيفية متعددة على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وبالتالي يمكن الفصل بين أنواع الترب المختلفة كما يمكن معرفة عمليات تكوينها ونشأتها عن طريق دراسة المميزات الطيفية لها وتحديد صلاحيتها للاستخدامات الزراعية ودرجة مقدرتها الإنتاجية وتقدير المساحات المستصلحة وتتبعها على فترات سنوية مختلفة.

٦- في مجال الحد من الكوارث والمخاطر الطبيعية والتي من صنع الإنسان؛

مثل الفيضانات والزلازل والسيول ومتابعة المنكوبين والبحث عنهم ، والتفجيرات النووية ومدى تأثيرها على المناطق المحيطة وحرائق الغابات.

٧- في مجال الأرصاد الجوية والمناخ؛

الأرصاد الجوية هي أحد التطبيقات المدنية التي استفادت مبكراً من الأقمار الصناعية ، إذ يمكن اعتبار القمر الصناعي في هذه الحالة على أنه برج مراقبة عال جداً يستطيع أن يكشف مساحة واسعة جداً من سطح الكرة الأرضية والغلاف الجوي الذي يغطيها وهو كذلك يستطيع أن يعطي معلومات دقيقة تماماً عن بعض الظواهر الجوية مثل تشكيلات السحب وحركتها ودرجة حرارتها ، وحركة الأعاصير ومتابعتها.

وأصبح الآن وفي معظم الدول يلعب التنبؤ الجوي دوراً اقتصادياً كبيراً في تقدير المحاصيل والغلال وفي متابعة الأعاصير والزوابع والتي تصل إلى حد الكوارث الطبيعية. وأصبح الآن وبدون شك يمكن تقليل الخسائر في الأرواح والممتلكات بشكل كبير عندما يمكن ترحيل السكان من المناطق التي تقع في مسار الأعاصير ، ولكن ذلك يحتاج إلى متابعة شبه لحظية "من الأقمار الصناعية" إذ أن هذه الأعاصير تغير اتجاهاتها بشكل فجائي وسريع ولا يمكن التنبؤ به ، ولكن لحسن الحظ فإن الأقمار الصناعية يمكنها القيام بمهمة المتابعة هذه بشكل دقيق ، ويعمل الاستشعار عن بعد في هذا المجال على

أ- تحديد حركة الغيوم ونوعها وسمكها ودرجة حرارتها

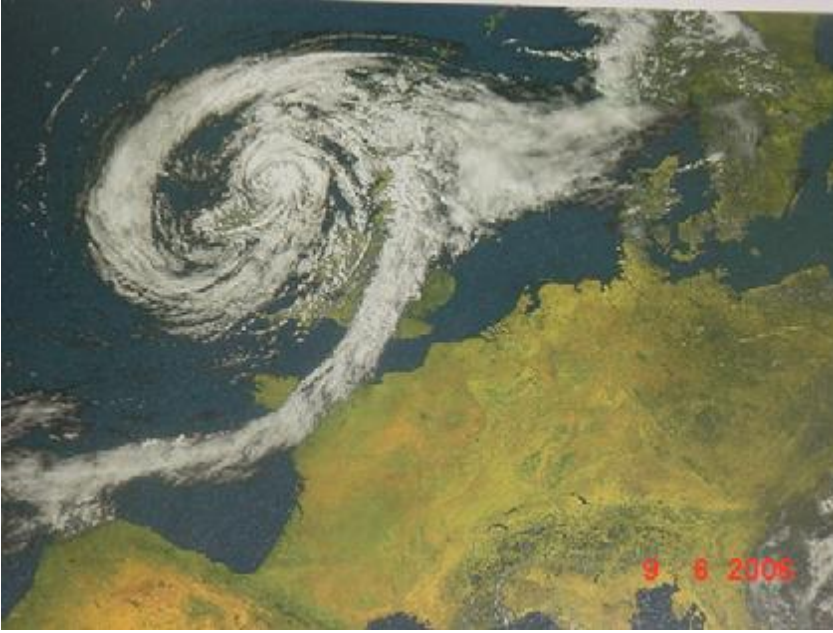
ب- رصد المتغيرات المناخية مثل درجة حرارة سطح الأرض والمسطحات المائية والجبال الجليدية

ج- إمكانية تحديد كمية الأمطار المتوقع هطولها

د- دراسة تلوث الهواء.

هـ تساعد على إصدار تنبؤات جوية أكثر دقة إذ يتم بواسطتها تحديد مواقع وحركة المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية والأعاصير الصورة(8)

مرئية فضائية (٨) تبين حركة المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية



استفادت خدمات الأرصاد الجوية من التقدم العلمي الذي حدث أخيراً إذ بدأ تطوير وسائل جديدة لمراقبة تطورات الغلاف الجوي واستخدمت البالونات والطائرات في الحصول على معلومات عن طبقات الجو المختلفة وفي الوقت نفسه أنشئ نظام عالمي متكامل من المحطات الأرضية والسفن البحرية لمراقبة الجو وتبادل المعلومات. وقد قامت منظمة الأرصاد العالمية (WMO) بإنشاء نظام مراقبة للجو على المستوى العالمي وتساهم فيه جميع الدول وبدخول الأقمار الصناعية والرادار أضيف عنصران جديداً وتقنية جديدة إلى وسائل مراقبة الجو.

والآن فإن الأقمار الصناعية والرادارات برؤيتها الشاملة أصبحت جزءاً رئيسياً في نظام الأرصاد الجوية العالمي مكملته بذلك سلسلة من التطورات التقنية التي تمكن الإنسان من السيطرة على الطقس والتعامل معه وتجنب كوارثه والتخفيف من آثاره السيئة.

٨- مجال التخطيط الإقليمي والتنظيم العمراني:

يمكن عن طريق تحليل المعطيات الاستشعارية وتفسيرها مراقبة التطور العمراني والإقليمي وتحديد جهات التوسع في المدن ، وهذا يساعد على تنظيم شبكات المرافق العامة الكبيرة وتخطيطها والتوسع فيها وخاصة شبكات المياه والصرف الصحي والكهرباء. كذلك يمكن وضع الخرائط الضرورية للتخطيط المدني والعمراني كخرائط الجيولوجية الهندسية واستعمالات الأراضي العمرانية وصلاحيات الأراضي للاستخدامات المختلفة ، واختيار مواقع المنشآت العامة والمناطق الصناعية بالتكامل مع التخطيط الإقليمي ، وبما يتناسب وخطط التنمية الشاملة.

٩- مجالات أخرى:

إن تطبيقات الاستشعار عن بعد لا تقف عند حدود المجالات المذكورة سابقاً ، بل تتعداها إلى مجالات أخرى في مختلف نواحي الحياة ، إذ يمكن عن طريق الصور الفضائية الاستدلال على أماكن الآثار المطمورة بمتابعة الشواذ اللونية الناتجة من الاختلافات التي تسببها هذه الآثار في قوام التربة ورطوبتها وتغيرات الغطاء النباتي. كما يمكن اكتشاف التيارات الباردة والدافئة داخل المحيطات ومراقبتها واتجاه حركتها ، ومراقبة التجمعات السمكية وتوجيه أساطيل الصيد إليها ، حتى أن هذه التقنية أصبحت تستخدم في الطب ، وخاصة فيما يتعلق بالأوبئة المرتبطة بأحوال بيئة معينة تساعد على تكاثر الطفيليات أو الحشرات الناقلة وانتشارها.

مبادئ تحليل المرئيات الفضائية وتفسيرها:

يعتمد التحليل البصري للمرئيات الفضائية وتفسيرها على أربعة مبادئ أساسية هي:

* المرئية الفضائية هي تمثيل للواقع الأرضي.

* تتألف المرئية الفضائية من أنماط دليبيه تعكس التركيب الفيزيائي والحيوي

للأهداف المصورة.

*الأهداف المتماثلة وفي الشروط نفسها تعكس الواقع نفسه ، والأهداف غير المتماثلة تبدو بواقع مختلف.

*نوع المعلومات وكميتها اللذان يتم الحصول عليهما من الصورة الفضائية يتوقفان على معرفة المحلل ومهارته وخبرته وعلى دقة اختيار الصور.

عندما تطبق هذه المبادئ بموضوعية يمكن استخلاص المعلومات المطلوبة من الصورة كافة ، وتتم هذه العملية في خطوتين هما تحليل الصورة ، ويقصد بها فصل المكونات الرئيسة للصورة ، وتفسير الصورة الذي يتبع التحليل ، وهو تسمية مكونات الصورة ووصفها ووضع المصطلحات المتعلقة بها.

العوامل التحليلية :

يتم تحليل الصور الفضائية تحليلاً مباشراً أو بالاعتماد على بعض طرائق التعزيز والتحسين مثل التكبير والتركيز والتلاعب بالألوان اعتماداً على التباين الطيفي والهيكلية والزمني للأهداف المصورة إضافة إلى مجموعة العوامل التي تسمى العوامل التحليلية وهي:

اللون والشدة اللونية tone and color :

أي الاختلافات اللونية بين عناصر الصورة أو المرئية الفضائية ، وهذا يتعلق مباشرة بكمية الأشعة المنعكسة أو المنبعثة من المادة المصورة ونوعيتها ، وكلما كانت الكمية أكبر كانت شدة السطوع أكثر ، الصورة (9).

يتغير اللون على المرئيات الفضائية البيضاء والسوداء من الأبيض إلى الأسود والملمونة ، ونستطيع من خلال لون هذه الصخور تحديد تركيبها وروطيتها بالإضافة إلى تحديد الصخور العائدة إلى عصر الرباعي والحديثة ، ولكن قوة وشدة اللون تتعلق بلون السطوح المصورة وبنيتها ، ودرجة إضاءة السطح بالأشعة الشمسية ، فضلاً عن آلة التصوير المستخدمة.

صورة (٩) تبين مؤشر اللون والشدة اللونية



القوام texture؛

يقصد به درجة نعومة المادة المصورة أو خشونتها ، ويعتمد على هذا العامل عندما تكون درجة التباين الطيفي (اللون والشدة اللونية) قليلة لدرجة يصعب معها الاعتماد عليها في التحليل ، مع العلم أن هذا العامل قليل التأثير بعوامل الطقس ونوعية الصورة وعمليات التحضير.

النمط pattern؛

يقصد به كيفية تكرار المظاهر أو الترتيب الهيكلي للمواد المصورة وهذه الصفة تميز الكثير من الأشياء المصنوعة من قبل الإنسان مثل المنازل والمصاطب وقنوات الري. الصورة (10)

صورة (١٠) تبين مؤشر النمط



الشكل **shape**: يقصد به الهيئة التي تظهر بها المادة على الصورة ، وتتميز شكل بعض الأجسام تميزا يمكن به تعرفه في مرئياته من خلال هذا المعيار فقط ، ويعتبر الشكل من المؤشرات الأكثر استخداما في التفسير فمن خلاله يمكن التعرف على بعض المظاهر الأرضية مثل الحقول المروية بالرش المحوري ، الشقوق ، الفوالق ، المطارات... الخ. الصورة (١١)

صورة (١١) تبين مؤشر الشكل



الحجم size:

يقصد به أبعاد المواد الموجودة على الصورة (الطول والعرض والارتفاع)، وتحدد الحجوم ومقاييس الأجسام الجيولوجية على المرئيات والصور بشكل تقريبي وذلك بمساعدة وسائل بسيطة، وذلك انطلاقاً من مقياس الصورة أو أجهزة الستريوسكوب، وإن دقة تحديد الحجم تحدد بقوة التمييز الأرض للصورة أو المرئية الفضائية. الصورة (12).

صورة (١٢) تبين مؤشر الحجم



الظل shadow:

يمكن أن يساعد هذا العامل في تعرف بعض المواد المصورة ، ولكن تقل أهميته عندما يكون المقياس صغيراً وزاوية الشمس مرتفعة ، وتعد هذه الصفة مهمة عند التفريق بين الثلج والغيوم على الصور الفضائية. الصورة (13)

صورة (١٣) نمط مؤشر الظل



الموقع location؛

إن معرفة مواقع بعض المواد المصورة ومقارنتها مع المظاهر الأرضية يمكن أن يساعد في الحصول على تحليل دقيق للصور الفضائية.

الإبصار المجسم stereoscopic vision؛

يقصد به الظاهرة التي تعين الإنسان على رؤية المواد المدروسة بأبعادها الثلاثة ، وهذا لا يتأتى إلا إذا نظر الإنسان بالعينين معاً إلى نقطة واحدة ، وتستخدم لذلك عدة أنواع من أجهزة التجسيم «الستيرويدو سكوب» عند تحليل الصور الفضائية ، ومن الجدير بالذكر أنه لا يمكن تطبيق الإبصار المجسم على الصور الفضائية ما لم تتوفر فيها تغطية بحدود ٦٠% ليتم الحصول على الصور المسماة الأزواج المجسمة.

الفصل الثاني

المعالجة الرقمية للمرئيات

الفضائية

Digital Processing For Satellite Image

المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية

Digital Processing for Satellite Image

المقدمة

تمثل الصور الرقمية الأساس في اية بحث، ولغرض الحصول على التفسيرات المطلوبة من خلال المرئيات التي يجب أن تمتاز بدقة ووضوح جيدين ، وأن المرئيات الملتقطة بواسطة الأقمار والتوابع الصناعية تتأثر بالتشويه الهندسي. ولغرض تصحيح هذا التشويه الذي تعانيه بعد إجراء عمليات التصحيح المتعددة للمرئية ، تجرى معالجات متعددة باستخدام برامج حاسوبية مختصة بالمعالجة عن طريق تطبيق سلسله من الخوارزميات الرياضية عليها واهم هذه المعالجات ، أجراء تصحيحات للمرئيات (Image Rectification) والتحسينات المختلفة ((Enhancement).

تعد المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية من أهم التقنيات المستخدمة في الوقت الحاضر في مجال الاستشعار عن بعد من اجل الحصول على التفسيرات المطلوبة من خلال المرئيات بشكل أكثر دقة ووضوح ، وساعد ذلك في اتساع تطبيق هذه التقنية إمكانية الحصول على معطيات الأقمار الاصطناعية بشكل رقمي ولأطوال موجية متعددة من جهة ، ومن ناحية أخرى التطور الكبير الذي تشهده الحواسيب من إذ سرعة معالجتها للمعطيات الرقمية والإمكانية الهائلة لتخزينها ، ويسبب هذه

الديناميكية العالية نستطيع القول أن المزايا الأساسية لطرائق المعالجة الرقمية تتمثل في تنوعها ، أمكانية تكرارها ، ومحافظةها على دقة المعطيات الأصلية للمرئية نفسها. هناك عدة صعوبات أو مشاكل قد تواجه الباحث في تمييز المرئية الفضائية ، إذ تتأثر المرئية الرقمية بالتشويه أو الخلل الحاصل خلال وقت التقاطها ، كذلك الصعوبات أو المحددات في قابلية العين البشرية في التمييز بين مستويات اللون الرمادي ، إذ أن العين البشرية لها قدرة على تمييز ما بين (20-30) مستويا ، ولكل جيل من المتحسسات يحصل اختلاف في تسجيل مستويات اللون الرمادي ، وهكذا فأن الإنسان غير قادر على استيعاب كل هذه المستويات في معالجة المرئية الموجود في دماغه. أما الأمر الثاني فهو التباين في الاستجابة الطيفية التي يمكن تسجيلها على الأفلام الاعتيادية أو الماسح الالكتروني أو أنظمة المايكروويف. بينما استطاع الماسح الالكتروني المتعدد الأطياف الوصول إلى كافة مجالات الأشعة تحت الحمراء وتحت الحمراء الحرارية. تهدف المعالجة الرقمية لمعطيات الاستشعار عن بعد إلى تحسين قابلية التفسير البصري للمرئيات وذلك بزيادة التمييز بين معالم سطح الأرض ، وأن التحسين الحاصل باستخدام الحاسوب يعمل على تضخيم الاختلافات الضئيلة في المرئية التي يصعب على العين البشرية تمييزها حتى تصبح سهلة التمييز على العين البشرية.

مفهوم المعالجة الرقمية

أن مصطلح معالجة المرئية الرقمية يعني التعامل مع المرئيات وتحليلها وذلك بالاستعانة بالحاسوب الآلي والبرمجيات الخاصة وان فكرة معالجة المرئية الرقمية بدا فعلا بعد الستينيات عندما أصبحت الحاجة ماسة إلى مثل هذه التقنيات ، إذ قام بعض الباحثين بتحليل ومعالجة معطيات الماسح المتعدد الأطياف المحمول جواً ألا أن البدايات الحقيقية للمعالجة الرقمية بدا فعليا بعد تزويد قمر Land sat بالصور الرقمية عام ١٩٧٢ م. (R. Jensen ، 1986 ، 262)

إن الفكرة المركزية التي تبنى عليها عملية معالجة المرئية هو تقسيم المرئية إلى عنصريات مزجية pixel ومصفوفات كل واحد من هذه الوحدات له قيمة رقمية DN (Digital Images) وهو ما يمثل الشدة الرقمية التي يسجلها جهاز الاستشعار عن بعد وقبل الخوض في إجراءات المعالجة الرقمية لابد من أن نعرف:-

١-نظم الإحداثيات التي تتعامل بها الخرائط:

تتعامل الخرائط بنوعيين من الإحداثيات* وهما:

١)الإحداثيات الجغرافية:

قسمت الأرض إلى خطوط طول وهمية ودوائر عرض وهمية (Graticul) بالاسترشاد بكلا القطبين الشمالي والجنوبي وخط الاستواء وتنشأ الإحداثيات الجغرافية من شبكة متعامدة من الخطوط الممتدة من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي والتي تمثل خطوط الطول مع دوائر العرض التي ترسم شمال وجنوب دائرة الاستواء وهي تضيق كلما ابتعدت عن دائرة الاستواء سواء إلى الشمال أو الجنوب وتم الاتفاق دولياً على اعتبار خط طول كرينج هو خط صفر درجة وهناك ١٨٠ خط شرق وغرب كرينج وبذلك يكون مجموع خطوط الطول ٣٦٠ خط والذي يشكل دائرة كاملة.

كما اعتبرت دائرة الاستواء بمثابة الصفر بالنسبة إلى دوائر العرض وهناك ٩٠ دائرة شمال وجنوب الاستواء وبذلك يكون مجموع الدوائر ١٨٠ دائرة وتأتي الإحداثيات لأي نقطة من تقاطع خط طول النقطة مع دائرة عرض النقطة.

* هناك نوع ثالث يسمى الاحداثيات الفلكية.

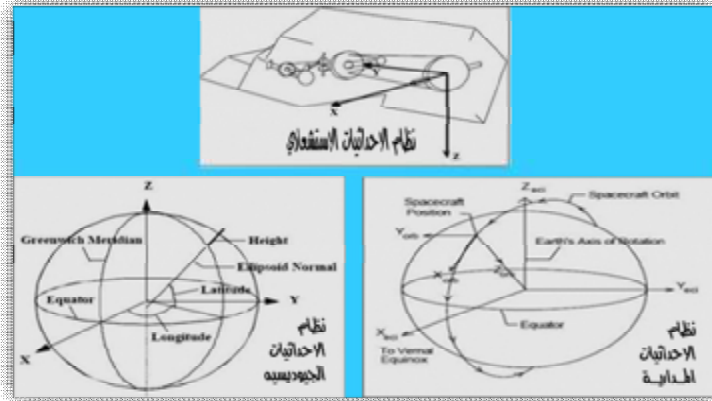
٢) الإحداثيات التربيعية :

وهي خطوط وهمية تمثل خطوط راسية متتابعة وموازية لخط أوسط ومجموعة خطوط أفقية متتابعة وموازية وقاطعة للخطوط الراسية بزوايا قائمة ويعبر عنها بـ (y, x)

إما نظم الإحداثيات :

فان أي نظام إحداثيات يحتوي على إحداثيين سيني وصادي ونقطة أصل ولنظام الإحداثيات الجغرافية نقطة أصل هي خط طول كرينج مع تقاطع دائرة الاستواء انظر الشكل (٩).

شكل (٩) أنظمة الإحداثيات



بالنسبة إلى الإحداثيات التربيعية الخاصة بعلم الخرائط فهو نظام مسقط مركتر المستعرض العالمي (UTM) الذي عبر عنه العالم مركتر وفق النقاط الآتية:

- ١) فتح الكرة الأرضية وجعلها لوحةً مستويةً مع اعتبار خط كرينج ينصف اللوحة رأسياً ١٨٠ خط غرب كرينج و١٨٠ خط شرق كرينج و٨٤ خط شمال الاستواء و٨٠ خط جنوب الاستواء.
- ٢) قسم ٣٦٠ خط إلى ٦٠ منطقة عرض كل منطقة ٦ درجات طولية.

٣) بدا بترقيم المنطقة من رقم (١-٦٠) وأعطى رقم (١) إلى منطقة (١٧٤-١٨٠) غرب كرينج وبذلك يصبح العراق ضمن منطقة (٣٧، ٣٨، ٣٩) أعطي خط طول مركزي لكل منطقة (CM)، ينظر الشكل (٩)، اعتبرت نقطة الأصل الوهمية للنصف الشمالي من الكرة الأرضية والتي تأتي من تقاطع خط الطول المركزي لكل منطقة مع دائرة الاستواء وبقيمة إحداثيات (كم-٥٠٠) على اعتبار أن الدرجة الواحدة تعادل (١١١) كم وبذلك إن (٦) درجات طولية تعادل تقريبا (٦٥٠) كم، وعليه فان الإحداثيات السينية لنظام (UTM) هو عبارة عن (٣) مراتب بال (كم) و (٦) مراتب بالأمتار، إما نقطة الإحداثيات الصادية (صفر) فإنها تبعد عن القطب الجنوبي ب (١٠٠٠) كم وعليه فان مرتبة الإحداثيات الصادية هي (٤) مراتب في (كم) أو (٧) مراتب بالأمتار، وبعد هذا تبين أن كل نقطة على الأرض لها إحداثيات جغرافية وتربيعية تبعا لنظامي الجغرافي ومسقط (UTM) خارطة (١) (بهجت الجعافرة، ١٩٩٨، ص ٢٣-٢٢).

خارطة (١) خارطة العراق التي تقع ضمن ثلاث مناطق حسب مسقط ميركتر المستعرض UTM



وذلك يعود إلى اختلاف المختصين بهذا المجال من توحيد الآراء على نظام معين وملائم ومتفق عليه يلاءم العراق ، من خلال الإطلاع على المصادر الدالة على ذلك كافة وحضور الندوات التي انعقدت لهذا الموضوع لذا تم تحويل جميع الخرائط إلى هذا النظام بغية الحصول على توحيد لهذا النظام وذلك عن طريق مجموعة من الإجراءات والخطوات التي تجرى على المراثيات والخرائط ببرنامج ERDAS Imagine 8.4.

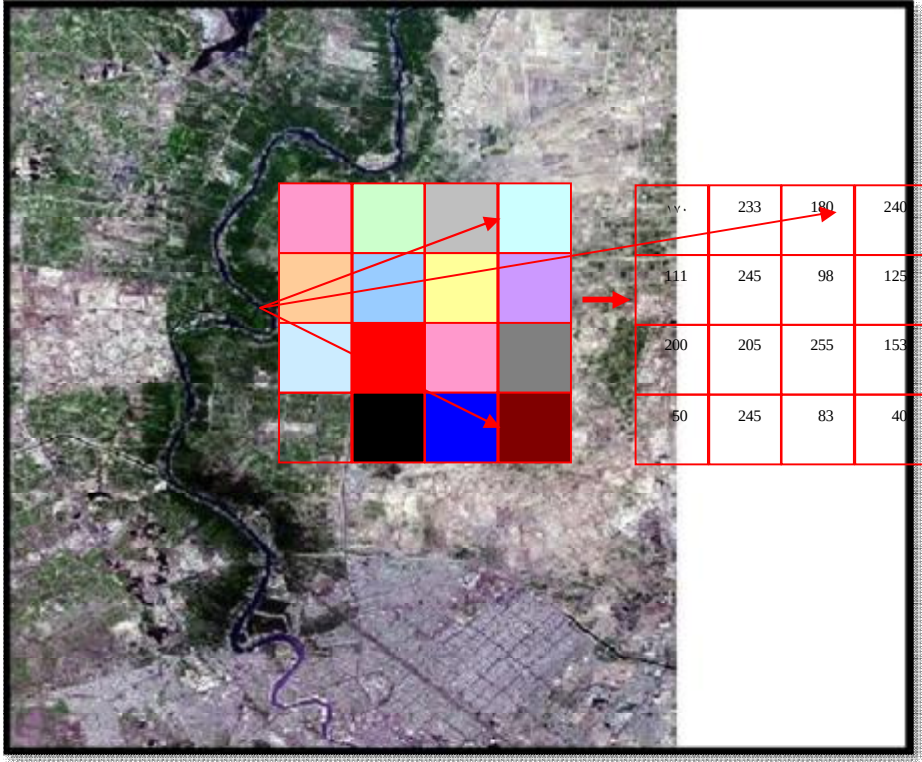
٢- المكونات العنصرية للمراثيات الفضائية Satellite Images

إن كل صورة ناتجة عن إدخال الصور أو الخرائط أو مرئية إلى ذاكرة الحاسبة بواسطة جهاز المسح الضوئي scanner ، وفيها تكون الصورة عبارة عن عناصر صورية pixel مرتبة بشكل سطور وأعمدة لها قيمة انعكاسية معينة. الشكل (١٠) (Lillesland.M. Thomas & Ralph W. Kiefer ، 2000 ، (170) ، وإن المراثيات الفضائية هي المراثيات الملتقطة بواسطة الأقمار الاصطناعية على ارتفاعات عالية من خلال المتحسسات sensors في الأقمار الاصطناعية بعدة حزم طيفية تستشعر مقادير الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة من سطح الأرض وتكون بدقة تمييز تعتمد على نوع القمر الاصطناعي ، وهي تشير إلى أي تمثيل صوري بغض النظر عن الأطوال الموجية أو نوع أجهزة التحسس النائي المستخدمة في الحصول عليها. (عبد الهادي ، ٢٠٠٠ ، ١٧٨)

كما أن المتحسسات sensors تعمل على تسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية وتحويلها إلى مصفوفة رقمية من الوحدات الصورية لها قيم انعكاسية معينة ، أما الصور الجوية Aerial Photograph فهي الصور التي تؤخذ بالآلة تصوير مثبتة في أسفل طائرة المسح الجوي وتكون الصور الناتجة عمودية أو مائلة تبعاً للزاوية التي تصنعها آلة التصوير مع سطح الأرض في أثناء التقاط الصور.

(الفرحان، ١٩٨٧، ص١٤)

شكل (١٠) المصفوفات الرقمية للمعالم في المراثيات الفضائية الرقمية



إن تقنية الاستشعار عن بعد تتضمن مرحلتين أساسيتين هما مرحلة جمع البيانات و هي عملية تكوين الصور الرقمية و مرحلة تحليل البيانات و تشمل المعالجة و التصنيف.

1 - مرحلة جمع البيانات Data Acquisition

تقتضي مرحلة جمع البيانات وجود مصدر للطاقة ، و كما ذكرنا من قبل فإن مصدر الطاقة الأساس للمستخدم في هذه التقنية هو الشمس التي ترسل الطاقة الكهرومغناطيسية في إتجاه الأرض في شكل أشعة. ثم تنتشر هذه الأشعة عبر الغلاف الجوي حتى تصل إلى الأرض ، وتسمى حينئذ الأشعة الواردة (incident radiation) ثم تتفاعل هذه الأشعة مع

الهدف على الأرض فمنها ما يمتصه الهدف فيتحول إلى طاقة أخرى وهي في الغالب تكون طاقة حرارية وتسمى الأشعة الممتصة (absorbed radiation) و ينتج منها طاقة تنبعث من الجسم تسمى الأشعة المنبعثة (emitted radiation) ومنها ما يخترق الهدف ويسمى الطاقة النافذة ، (transmitted radiation) ومنها ما ينعكس من الهدف بزاوية انعكاس مساوية لزاوية السقوط وتسمى الأشعة المنعكسة (reflected radiation) وهي التي تصل إلى جهاز الاستشعار بعد مرورها بالغلاف الجوي فيحولها إلى أعداد رقمية (digital numbers) تكون الصورة الرقمية ، و إذا كان انعكاس الأشعة متشتتاً تسمى الأشعة المبعثرة (scattered radiation).

تشير الحقائق الفيزيائية إلى أن كلا من الأشعة الممتصة والمنقولة والمنعكسة تتغير شدتها حسب طول الموجة و حسب خصائص الهدف الذي تسقط عليه الطاقة الواردة. إن هذه الأشعة المنعكسة من الهدف تمر من خلال طبقات الغلاف الجوي حتى تصل إلى جهاز الاستشعار المحمول (senser) جواً على الطائرة أو فضاءً على القمر الاصطناعي. ثم يقوم جهاز الاستشعار بدوره بتقوية الأشعة المنعكسة (amplification) و التي غالباً ما تصل إليه في حالة ضعيفة خاصة مع بعد المسافة بين الهدف و الجهاز. ثم يقوم بتحسس هذه الأشعة بعد تقويتها و يحولها إلى تيار كهربائي تتناسب شدته مع شدة الأشعة الواصلة وأخيراً يسجل هذا التيار الكهربائي تسجيلاً عددياً. وعليه فإن الأشعة المنعكسة من الهدف تكون قد تحولت بواسطة جهاز الاستشعار إلى مجموعة من الأعداد الرقمية تتناسب قيمها مع شدة الأشعة. وبما أن الأشعة المنعكسة تختلف شدتها حسب الهدف الذي انعكست منه كما ذكرنا آنفاً فإن الأرقام التي يتم تسجيلها بواسطة الجهاز تعبر عن شدة الأشعة المنعكسة وبالتالي عن الهدف الذي انعكست منه.

2 - مرحلة تحليل البيانات (المعالجة)

يمكن تقسيم عمليات معالجة الصور الرقمية (مرحلة تحليل البيانات) إلى ثلاث عمليات أساسية وهي:

أ - تصحيح الصورة الرقمية (image restoration) :

هي عملية التصحيح التي يتم فيها معالجة الأخطاء في البيانات المدخلة و إعادة الصورة الرقمية إلى الهيئة التي يفترض أن تكون عليها (المشهد الحقيقي) إذا لم يصحب عملية التصوير مصادر للتشوه أو الأخطاء. وتسمى الأخطاء التي تصحح في هذه المرحلة الأخطاء الهندسية و الأخطاء الراديو مترية والضجيج في المعطيات أو البيانات المدخلة (خرائط أو مرئيات) ، هذه العملية أيضا يطلق عليها المعالجة الأولية ، ذلك لأنها تسبق عمليات معالجة الصورة الرقمية التي يتم فيها تحسين الصورة و استنباط المعلومات منها.

إن البيانات الأولية للمستشعرات لا تمثل بشكل دقيق الأهداف الأرضية التي تم تصويرها ، لتعرضها لبعض التشويه أثناء عمليتي المسح والتحويل إلى بيانات رقمية ، وهناك عوامل عديدة تؤدي إلى هذا التشويه هي:

١- تأثير الغلاف الجوي على الطاقة التي يتحسسها المستشعر.

٢- حركه الجهاز المستشعر أثناء المسح.

٣- حركه المنصة سواء كان طائره أو قمر صناعي.

٤- دوران الأرض تحت الحامل أثناء حركته.

ونتيجة لهذه العوامل تنتج ثلاثة أنواع من التشويه هي:

* التشوه الهندسي Geometric distortion

* التشوه الراديومتري أو الإشعاعي Radiometric distortion

* الضجيج المنتظم والعشوائي Systematic and Noise distortion

وهناك عدة أسباب تدعو إلى تصحيح المرئية:

١- مقارنة عنصريات مرئية مع مرئية أخرى في استخدامات مثل كشف التغيير.

٢- تطوير قواعد البيانات في أنظمة المعلومات الجغرافية لغرض النمذجة.

٣- التعرف على عينات التدريب حسب إحداثيات الخريطة قبل إجراء عملية التقسيم.

٤- تركيب المرئيات مع القيم المنتجة.

٥ - استنتاجات قياسات المسافة والمساحة الدقيقة.

٦ - تركيب المرئيات والصور مع بعضها البعض (Mosaicking images and image merging) ، ولترميم البيانات أو معالجتها ، يجب تصحيح البيانات على النحو الآتي:

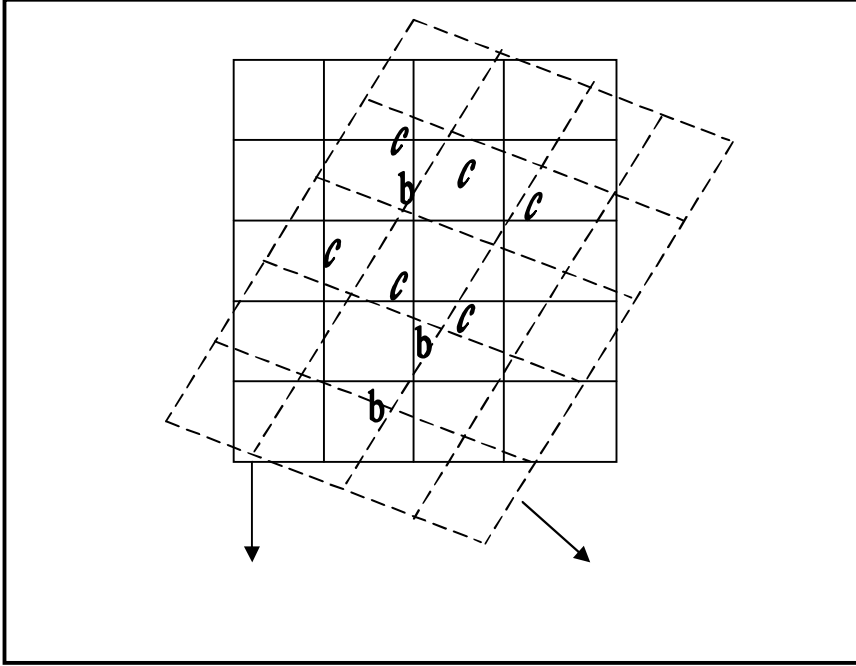
التصحيح الهندسي Geometrical Correction؛

أن المرئية الخام Raw Image التي ترسل من القمر الاصطناعي تكون عادةً مليئةً بالتشوهات Distortion ، أي إزاحة الإحداثيات عن موقعها الحقيقي Real Geographic position ، إذ لا يمكن إنتاج خارطة صحيحة منها وتعود أسباب تلك التشوهات والتي هي أما أخطاء نظامية Systematic Errors أو أخطاء غير نظامية Non systematic Errors في المرئية يعود إلى العديد من الأسباب منها ارتفاع منصة المتحسس ووضعها وسرعة دوران القمر وأسباب أخرى تعود إلى انحناء الأرض وانحرافها وعوامل مكونات الغلاف الغازي التي تؤدي إلى انكسار الأشعة الكهرومغناطيسية والانزياح التضاريسي غير الخطية في مسح المتحسس... الخ. (إبراهيم ، ١٩٩٦ ، ١٨)

أن الهدف النهائي من تصحيح المرئية والخارطة المدخلة عن طريق جهاز المسح

الضوئي scanner هو تصحيح التشوهات الناجمة عن تلك العوامل ،بحيث تجعل المرئية مصححة بالإحداثيات الحقيقة ومماثلة للواقع ، ينظر الشكل (١١)

شكل(١١) مصفوفة التصحيح الهندسي المتراكبة فوق مصفوفات المصدر لرئيس



تتم عملية التصحيح الهندسي باستخدام صورة مصححة مسبقا لتصحيح الصورة وللمساحة الجغرافية نفسها ، إذ يتم استخدام طريقه نقاط الضبط الأرضية الواقعة على المرئية غير المصححة ، وما يقابلها من المرئية المصححة ، وذلك لكي يتم وبصورة تجريبية تحديد أو حساب تحويلات الإحداثيات لتصحيح الصورة هندسياً.

تحتاج المرئيات الفضائية إلى عملية التصحيح الهندسي وذلك لما تحويه من تشوهات هندسية وطيفية ، ويمكن تقسيم الأخطاء الهندسية الناتجة إلى أخطاء منتظمة وأخطاء عشوائية.

الأخطاء الهندسية المنتظمة:

تعرف التشوهات الهندسية المنتظمة من أسبابها أو مصادرها التي ذكرناها من قبل. وبعد معرفة مصدر الخطأ يتم تصميم نموذج رياضي لمعالجة الخطأ. ومن أكثر مصادر الأخطاء الهندسية المنتظمة تأثيراً على بيانات مستشعرات الأقمار الصناعية دوران الأرض أثناء التقاط الصورة. إن دوران الأرض في اتجاه الشرق يجعل جهاز المسح يعطي في كل مسحة خطية مساحة من الأرض تقع إلى الغرب قليلاً من المسحة السابقة لها.

وهذا التشوه الهندسي الناتج يطلق عليه تشوه الانحراف (skew distortion) و عملية إزالة هذا الانحراف (de skewing) من بيانات الصورة الرقمية تتطلب إزاحة كل خط أو صف من صفوف المسح المتتالية نحو الغرب بمقدار مساو للإزاحة التي حصلت له نتيجة دوران الأرض ، و ينتج من ذلك شكل متوازي الأضلاع.

الأخطاء الهندسية العشوائية

إن التغير في ارتفاع الحامل وتوجيهه وتغيرات التضاريس وغيرها من العوامل ممكن أن تؤدي إلى تشوهات هندسية عشوائية في بيانات الصورة. ولتصحيح التشوهات الهندسية لا بد من وجود نقاط تحكم أرضية (ground control) يمكن التعرف عليها في الصورة الخام و في الخارطة المرجعية، ثم يتم وضع نموذج لتحويل وحدات الصورة الرقمية إلى الموقع الصحيح باستخدام مواقع نقاط التحكم.

نقاط الضبط الأرضية (GCP) Ground control points

تعتمد معظم تقنيات التصحيح الهندسي على استخدام نقاط الضبط الأرضية الواقعة على الصورة وما يقابلها في الخريطة وذلك لكي تتم وبصورة تجريبية تحديد أو حساب تحويلات الإحداثيات لتصحيح الصورة هندسياً. GCPs: هي عبارة عن بكسلات محددة في الصورة تكون مخرجات

إحداثيات الخريطة لها معروفة.

هذه النقاط يجب أن تحقق الشروط التالية:

1 - أن تكون وضحه المعالم يسهل التعرف عليها وتختار بدقة على الصورة وعلى الأرض.

2 - يمكن الوصول أليها بأجهزة نظام تحديد المواقع العالمي.

3 - توزع بصورة منتظمة على كل منطقة البحث.

يوفر برنامج Erdas imagin طريقتان لتصحيح الصور الجوية والمرئيات هندسيا وهي:

١- تصحيح الصورة باستخدام صورة أخرى

Image to image Rectification

في هذه الطريقة تتم عملية التصحيح الهندسي لصورة ما باستخدام صورة أخرى لنفس المساحة الجغرافية مصححة مسبقا. وسنستخدم هذه الطريقة للأجراء التصحيح الهندسي للصورة.

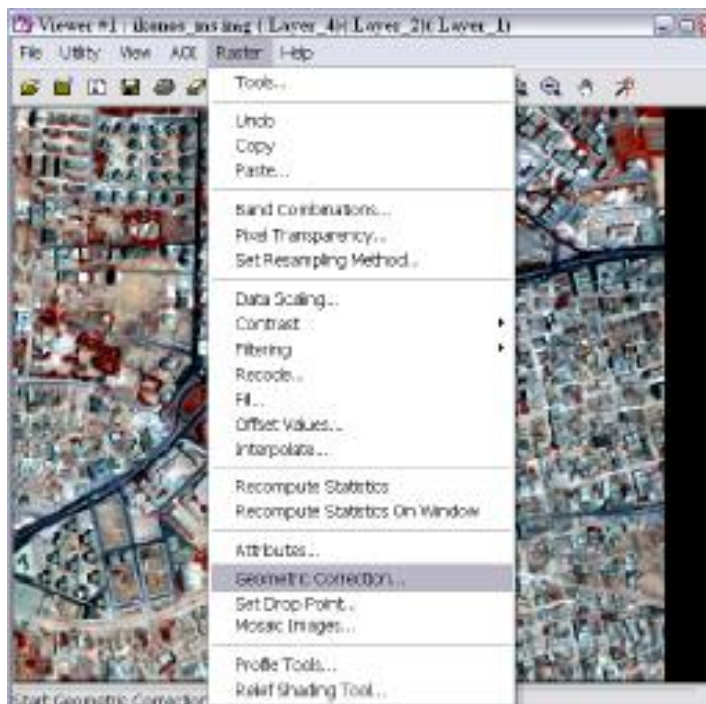
تنفيذ التصحيح الهندسي

تتم عملية التصحيح الهندسي في برنامج ERDAS IMAGIN باستخدام هذه الطريقة باتباع الخطوات التالية:

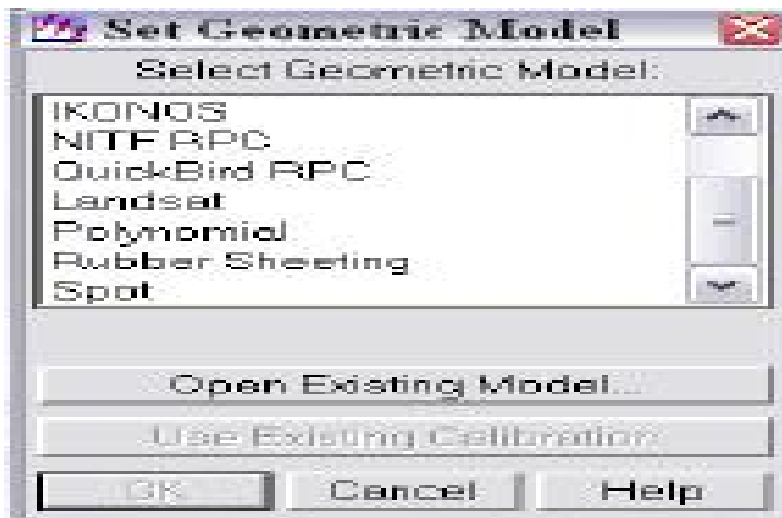
1- فتح الصورة الموضوع في Viewer والصورة الهدف في Viewer آخر مستقل.



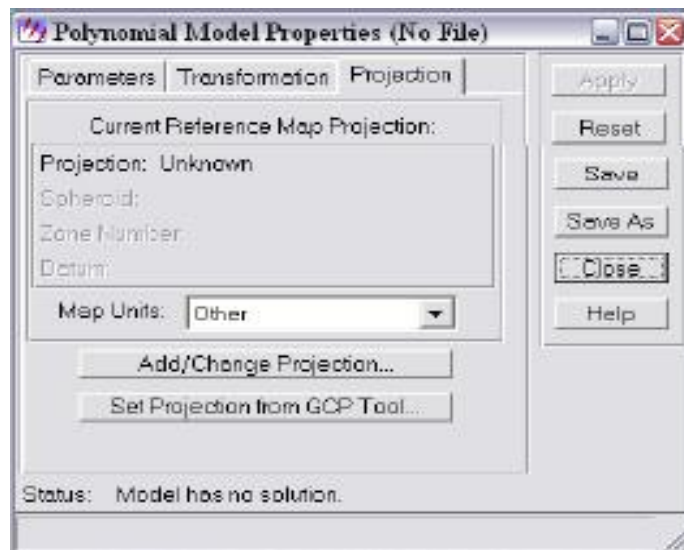
2 - من قائمة Raster في نافذة ال Viewer التي تحتوي الصورة الموضوع يتم اختيار Geometric Correction.



3 - تظهر نافذة Set Geometric Model يختار منها Polynomial ثم OK.



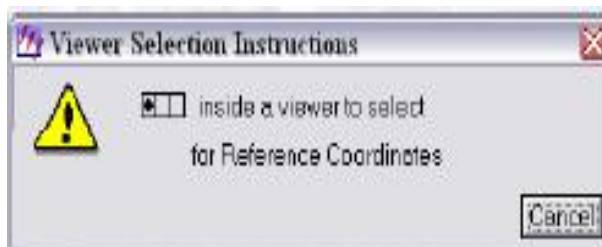
4 - تظهر نافذة Polynomial Model Properties يتم اختيار التبويب Projection ثم اختيار المفتاح Set Projection from GCP Tool.



5 - تظهر نافذة GCP Tool Reference Setup يجب التأكد من الاختيار هو Viewer Existing ثم ok.



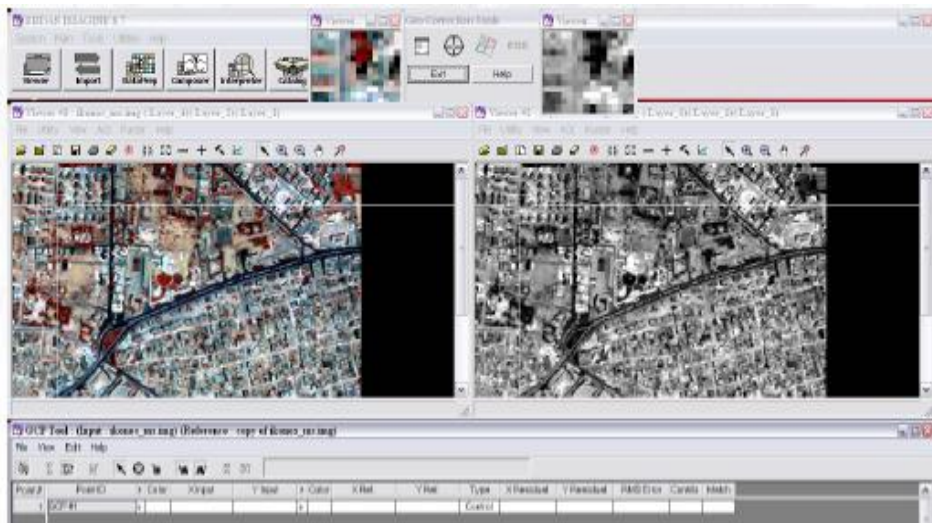
6 - تظهر نافذة Viewer Selection Instruction وهي تطلب من المستخدم أن ينقر داخل ال Viewer الذي يحتوي على الصورة الهدف . يتم النقر داخل هذا ال Viewer.



7 - تظهر نافذة Reference Map Information لتعرض المسقط والشبكة الإحداثية المستخدمة مع الصورة الهدف ، وهي بيانات غير قابلة للتبديل ، يتم اختيار ok.



8 - بالنقر على المفتاح OK تصبح هيئة ERDAS كما هي مبينة في الشكل التالي. في هذه الخطوة يتم النقر على سهم المؤشر في نافذة GCP Tool ثم في الصورة الموضوع يتم تحريك مربع المؤشر ليصبح فوق نقطة واضحة في الصورتين وكذا مع الصورة الهدف.



9 - يتم النقر فوق أداة Create GCP في نافذة GCP Tool ثم

الذهاب إلى النقطة التي تم تحديدها كنقطة تحكم أرضية في نافذة الصورة

الموضوع ثم النقر فوق هذه النقطة لتظهر علامة نقطة التحكم الأرضية.

10 - النقر فوق أداة GCP Tool في نافذة Create GCP ثم

الذهاب إلى النقطة المقابلة في نافذة الصورة الهدف و النقر فوق هذه النقطة

لتظهر علامة نقطة التحكم الأرضية.

11 - النقر على سهم المؤشر في نافذة GCP Tool ثم الذهاب إلى

الصورة الموضوع وتحريك مربع المؤشر ليصبح فوق نقطة واضحة في

الصورتين وكذا مع الصورة الهدف.

12 - تكرار الخطوات التاسعة والعاشر للنقطة الجديدة.

13 - يتم وضع ثلاثة أو أربعة نقاط على الأقل فوق الصورتين باستخدام

الخطوات السابقة.

14 - تيقن من قيمة إجمالي الخطأ في الهامش المقبول.

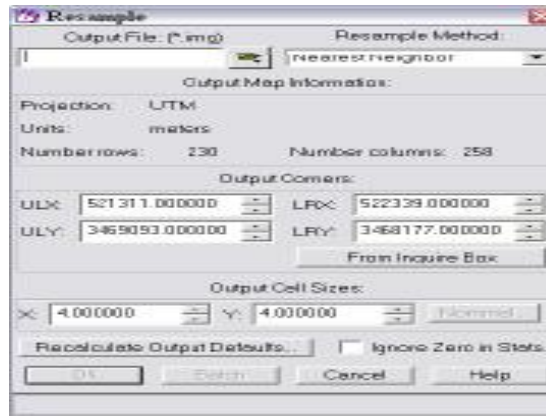


15 - في نافذة geo Correction Tools يتم النقر فوق مفتاح

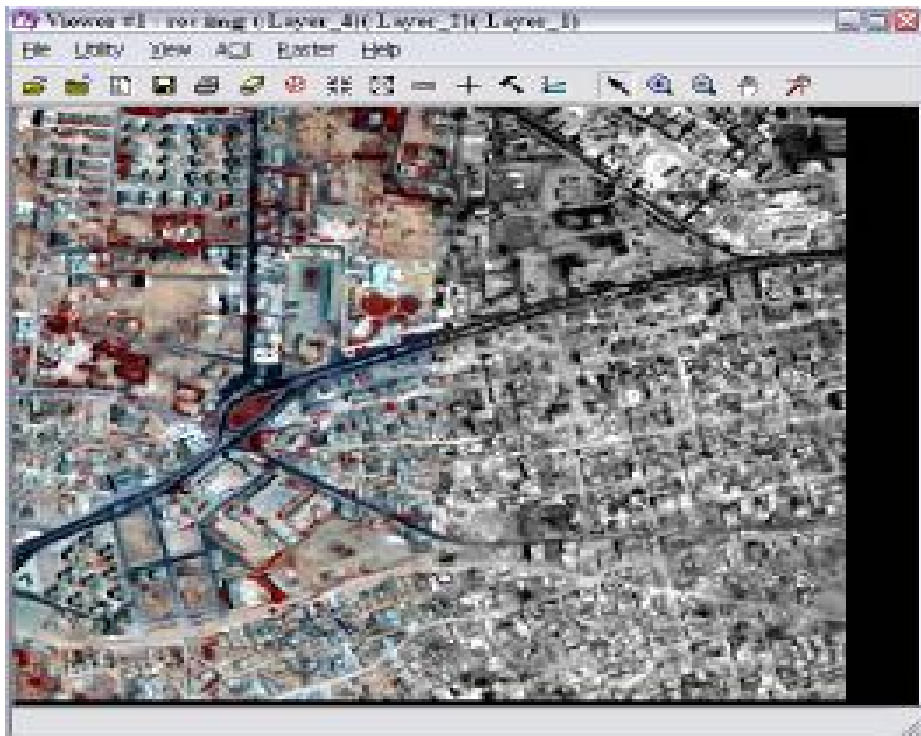
Display Resample Image Dialog.



16 - في نافذة Resample يتم بتخصيص أسم الصورة الناتجة (أي الصورة المصححة) في خانة Output File ثم OK.



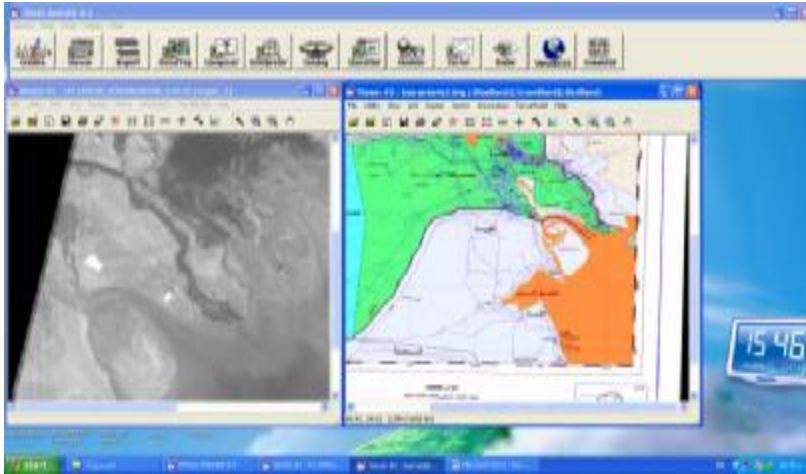
يمكن التأكد من أن الصورتين (الهدف والمصححة) قد أصبحتا متماثلتي المسقط والإحداثيات وذلك بفتحهما فوق بعض في Viewer واحد واستخدام الخاصية Swipe.



٢- تصحيح الصورة باستخدام الخريطة Image to map Rectification

تتلخص هذه الطريقة في خطوتين الأولى تتضمن إيجاد علاقة هندسية بين مواقع البكسل على الصورة والمواقع التي تطابقها في الخريطة ، هذه الخطوة يطلق عليها أحيانا بالأدراج المكاني spatial interpolation وتتم باستخدام ، (ن - درجة) من تحويلات متعددة الحدود لتعيد وضع كل بكسل في الصورة المدخلة إلى وضعها الهندسي الصحيح في الصورة الناتجة.

أما الخطوة الثانية فتتلخص في إيجاد قيم السطوع للمرئية المصححة (values Brightness) ، هذه الخطوة يطلق عليها أحيانا أدراج الشدة ، وتتبع نفس الخطوات السابقة في النقطة الأولى في عملية التصحيح.



١- التصحيح الراديومتري (Radiometric correction)؛

تهدف هذه الإجراءات إلى تصحيح معطيات المرئيات المشوهة أو المتردية ، لإيجاد اصدق تمثيل للمشاهد الأصلي. أن الإشعاعية التي يقيسها المستشعر تعتمد على خواص المستشعر ، وتتأثر بأحوال الغلاف الجوي ، ووضع الرؤية للمستشعر واستجابته... ولتقليل التباين أو الفروقات في انعكاسية المعالم الأرضية بين المرئية الفضائية للموسم الشتوي والمرئية للموسم الصيفي. نتيجة اختلاف زاوية ارتفاع الشمس أثناء التقاط المرئية في كل

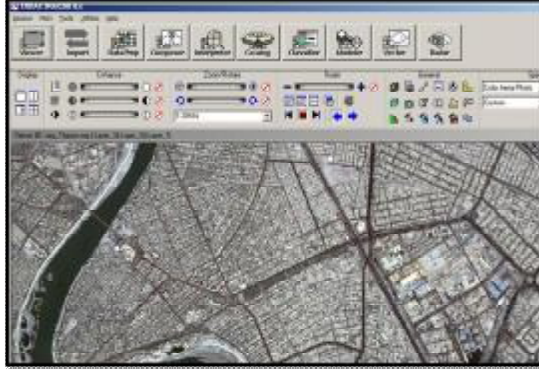
موسم تمت المعايرة الإشعاعية (الراديو مترية) للبيانات الفضائية عن طريق إعادة حساب القيم الرقمية DN لوحداث المرئية (Pixel) على افتراض أن الشمس كانت في السمث في كل مرة يجري فيها عملية الاستشعار. ولإجراء هذه العملية يتطلب تحديد زاوية ارتفاع الشمس وبعدها (المسافة) بين الشمس والأرض وقت التصوير. وبعد تحديد المسار Path، والصف Row، وتاريخ التصوير لكل مشهد. إذ يمكن الحصول على البيانات الخاصة بزاوية ارتفاع الشمس، والمسافة من خلال البيانات الإضافية لكل مشهد (Meta Data)، فضلا عن الريح Gain، والانزياح Offset لكل قناة والتي يتطلبها بناء نموذج التصحيح الراديومتري لكل موسم ومن ثم الحصول على مرئية مصححة.

(Thomas M. Lillesand، 2004، 499)

ب - تحسين المرئيات الفضائية (Image Enhancement)

يقصد بالتحسين الرقمي معالجة بيانات الصورة الرقمية لتحسين بيانات الصورة واستبدالها ببيانات جديدة تظهر فيها الصورة الرقمية بشكل أكثر وضوحا من السابقة مما يؤدي إلى سهولة تفسير محتويات الصورة الرقمية، وذلك من خلال زيادة التمييز بين الأصناف أو المعالم الموجودة في المرئية الفضائية إذ يتم إجراء عمليات التحسين للمرئية بعد انجاز وتشكيل المرئية الملونة وترتبط هذه العملية بخبرة الباحث واختياره للطرائق المناسبة للتحسين، إذ أن أن الأعداد الرقمية تقع ضمن نطاق متقارب ضمن المدى بين (0-255) ويجب إجراء تحسينات متعددة لتحسين وزيادة وضوح معالم الصورة الرقمية ويتم ذلك من خلال برنامج الايرداس، الصورة (١٤) وهي:

صورة (١٤) واجهة برنامج الايرداس في تحسين المرئيات



٢- التحسين المكاني Spatial Enhancement

هي تقنية واسعة الاستعمال تقوم على تعديل قيم عنصر الصورة pixel بالاعتماد على قيم العناصر المحيطة ويتعامل التحسين المكاني بشكل كبير مع التردد المكاني Spatial Frequency الذي يعني الفرق بين أعلى قيمة وأقل قيمة (صالح ، ١٩٩٢ ، ٨٦) وأهم أنواعها:-

١- عمليات الدمج العيزي للمرئيات Image Merge

هي تقنية دمج مرئيتين ذوات دقة تمييزية مكانية مختلفة لمنطقة معينة مع بعضها البعض على أن تكون الصورتين مصححتين مسبقا. اذ يتم تستخدم لدمج مرئيات عالية الدقة المكانية مع مرئيات عالية الدقة الطيفية لإنتاج مرئية حاوية على دقة مكانية وطيفية عالية ، فالدقة المكانية هي أصغر مسافة على سطح الأرض يمكن لجهاز الاستشعار عن بعد أن يميز بها جسمين متجاورين ، أما الدقة الطيفية فهي تمثل مدى وعدد الأطوال الموجية التي يمكن لجهاز الاستشعار عن بعد أن يتحسسها ، وتتم هذه التحسينات بأجراء بعض العمليات الحسابية لتغيير قيمة كل وحدة صورية بناءً على القيم المحيطة بها وذلك من اجل الوصول إلى النتيجة المناسبة التي تمكننا من تفسير الصورة بكل سهولة ، ويكون الناتج صورته ملونه (كاذبة) للوصول إلى زيادة دقة تمييزها المكاني.

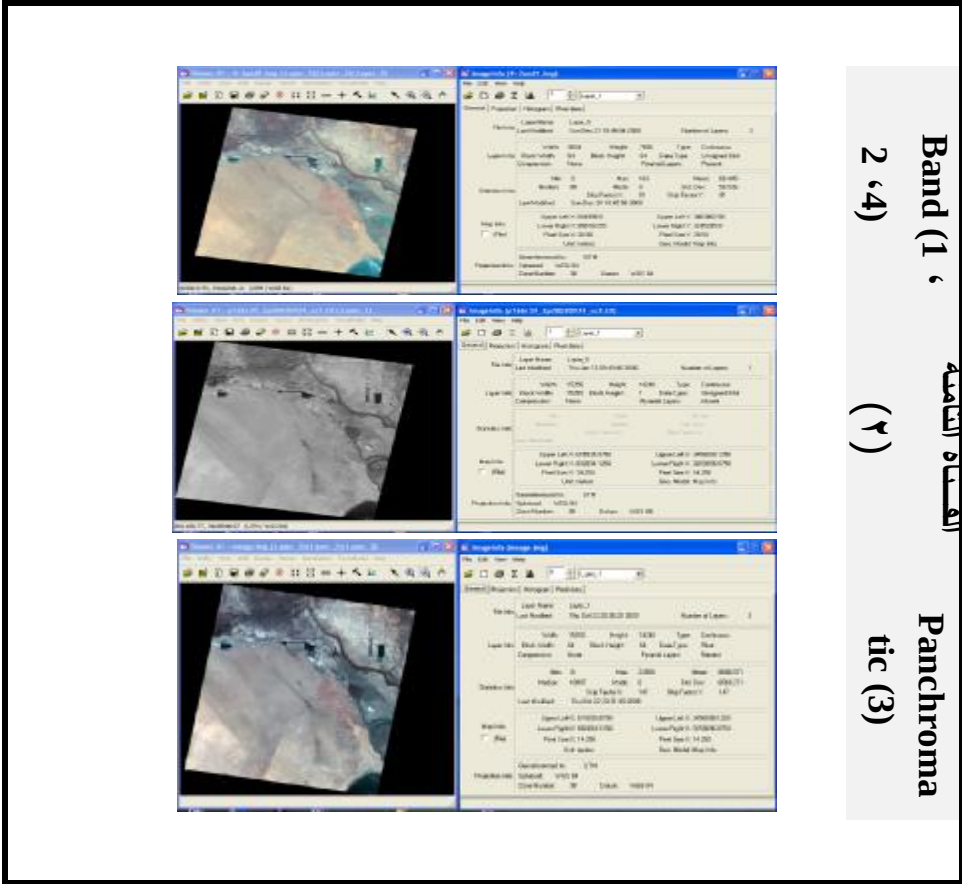
وهناك العديد من التطبيقات لدمج المرئية.

(١) إدماج مرئيتين متعددة التواريخ (أي هنالك فارق زمني بين المرئيتين)

(٢) إدماج مرئيتين مختلفتين دقة التمييز المكاني.

(٣) إدماج المرئيات المتعددة المتحسسات. (محمد ، ١٩٩٤ ، ١٨٠)

شكل (١٢) مرئيات للقمر لاندسات/المتحسس+ETM بعد إجراء عملية الدمج الحيزي



ب - الطي Convolution :

عملية حسابية تستخدم لتغيير التكرار المكاني للقيم الرقمية في المرئية. تستعمل هذه العملية لتشيت التشويش الموجود في القيم أو لتضخيم الظواهر المهمة ، تنجز

باستعمال كيرنل مكاني (Kernal) وهو ترتيب من القيم الرقمية التي تشكل مصفوفة وبأعداد فردية للأعمدة والصفوف، وبإختيار واحد من الكيرنل الموجود في البرنامج سوف تتم هذه العملية وتقوم أما بتنعيم الصورة أو إيجاد وإبراز حواف للمظاهر المهمة الموجودة في المرئية، ويمكن أن يكون ترتيب الصفوف والأعمدة بشكل مربع على شكل 3×3 أو 5×5 أو 7×7 وفي بعض الأحيان يكون العدد في الترتيب اكبر من ذلك وفي بعض الأحيان يمكن للدارس أن يعمل ترتيب خاص به.

ج - الترشيح المهيأ Adaptive Filter؛

في برنامج الايرداس يستخدم نوعان من الترشيح المهيأ باستخدام قياسات معينة، وان الترشيح المهيأ تقنية تطبق ضمن برنامج الايرداس ويشدد على المنطقة المهمة والمفيدة للدراسة والذي يعمل على إنتاج تحسين أفضل للمرئية وان وظيفة الترشيح المهيأ انه يساعد على تفسير المرئية وتطبق على المرئيات عالية الرتب الملتقطة بواسطة أقمار Land sat، Spot، والصور الرقمية (Digitized Photographs) عند تطبيق هذه التقنية على مرئية الدمج للحزم المرئية (Visible bands) يلاحظ أن المرئية المستخدمة وقبل تطبيق التقنية تظهر بألوان اقرب إلى الطبيعية ، أما بعد تطبيق تقنية الترشيح فأنها تعمل على التخفيف من حدة ألوان المرئية ، وتعطينا مظهراً مغايراً لمظهر المرئية الأصلية.

٢ - التحسين الراديومتري؛

Radiometric Enhancement

وهو يعد احد أنواع التحسينات التي تتعامل مع القيم الفردية للوحدات الصورية (pixels) في المرئية ، ويختلف عن التحسين المكاني الذي يعتمد على قيم العناصر المحيطة. وبالاعتماد على نقاط محددة وأحزمة محددة يظهر أن التحسين الراديومتري يصلح لحزمة واحدة أكثر من الحزم الأخرى، وأن التصحيح الراديومتري

عادة لا يظهر تباين واضح لكل وحدة صورية في المرئية ، والذي يختلف عن التحسين المكاني الذي يتعامل مع قيم العناصر المجاورة ، وباعتماد على عدة أنطقة (Bands) فان التحسين الراديومتري قد يتناسب مع حزمة معينة ويختلف في حزم أخرى ، أي يساهم في زيادة الوضوح في بعض المرئيات. وقد لا يساهم في إيضاح معالم معينة ضمن أنطقةٍ أخرى Guide,2003 ، (113).

أ- بسط التباين Histogram Equalization :

هي عملية إجراء معالجة رقمية للقيم المدخلة في المرئية إذ يتم رسم مدرجاً بيانياً لكل صوره وتكون هذه المدرجات بمحورين أفقي وعمودي ، ويتكون كل مدرج من عدد من القيم يمثل كل منها صف طيفي (spectral class)، والقيم التي تفصل بين كل قمتين (Two modes) تمتلك أهمية تعيين حدود المستوى الرمادي لكل صف طيفي ، أي أن هذه التقنية تعمل على زيادة التمييز بين معالم المرئية. تعمل هذه التقنية على الزيادة التدريجية في تباين الوضوح داخل المرئية ، وفي أجزاء أخرى داخل المرئية قد يحصل تقليل في وضوحها. تهدف هذه الطريقة إلى أن يكون عدد وحدات الصورة متساويا في كل مستوى من مستويات الأعداد الرقمية وبالنتيجة يصبح المدرج التكراري أكثر انتظاما.

ب- قلب اللامع Brightness Inversion :

هو من التقنيات المهمة وظيفته إنتاج مرئية تمتلك تغيراً معاكساً للمرئية الأصلية. إذ أن التفاصيل الداكنة تصبح فاتحة ، والفاتحة تصبح داكنة ، وعند دمج الحزمة الزرقاء ، تحت الحمراء القريبة والحرارية الظاهرة ، تم تمييز الفرق قبل تطبيق الإيعاز وبعده ، فقبل تطبيق الإيعاز تظهر المرئية بألوانها الاعتيادية وتكون واضحة المعالم ، وعند تطبيق الإيعاز عليها يزيد من القدرة التمييزية ضمن المناطق العالية ألكانه ،

والتي تظهر تفصيلات أدق تمييزاً عن حالة المرئيات قبل المعالجة.

وهي عمليات تتعامل مع القيم الرقمية لنفس الوحدة الصورية ولحزم مختلفة إذ تقوم بتحويلها إلى قيم جديدة بهدف إيضاح أو إظهار الخصائص الطيفية للحزم المستخدمة في الدراسة ، كما يتطلب لأجراء هذه التقنية تواجد أكثر من حزم طيفيه. تساهم هذه التقنية من خلال ضمان دخول البيانات المضغوطة لتقليل الاختلاف والفصل مابين القيم المدخلة ، وينتج بذلك حزم بصرية جديدة ،وتساهم في إنتاج مرئيات متنوعة المكونات اللون. تستعمل هذه التقنية في:

- ١- عمليه ضغط الأحزمة المتشابهة.
- ٢- إيجاد حزم جديدة والتي تكون أكثر قابلية للتفسير بالعين.
- ٣- عرض التنوع الواسع في المعلومات بثلاثة ألوان ممكنة هي الأحمر والأخضر والأزرق.

ج / تصنيف المرئيات الفضائية :- Image Classification

يعرف تصنيف البيانات الرقمية بأنه وضع الخلايا الصورة Pixel بمجموعات تعرف بالصفوف الطيفية بناءً على أنماطها Patterns لأجل التعرف على ما تمثله من أشياء أرضية Ground Objects. ويمثل النمط بأنه متوسطات قيم بياناتها الرقمية من القنوات (Bands) المختلفة.

قامت فكرة تقسيم هذه البيانات منذ عام ١٩٧١ على أساس تحديد قيم البيانات الرقمية لمظاهر أرضية معروفة (تسمى مفاتيح Keys). ألا أن هذه الفكرة لم تلق قبولاً عملياً، إذ أن قيم هذه البيانات الخاصة لشيء واحد قد تختلف باختلاف صفاته وخصائصه فعلى سبيل المثال:

ليس لجميع أنواع المياه نفس القيم من البيانات الرقمية كما يمكن أن تتساوى قيم البيانات الرقمية لأشياء مختلفة تماماً ، ويعرف ذلك بـ Isoremate Sensing كان

رفض هذه المعايير كأساس لتصنيف البيانات الرقمية مدعاة للبحث عن الخصائص الإحصائية للبيانات كأساس لتجميع ووضع البيانات في صفوف متشابهة ، وبذا. نشأت فكرة تطور أساليب التصنيف، ويعد ذلك احد نواتج الاتجاهات الحديثة الرامية إلى تطويرها ان الهدف العام من تصنيف المرئيات هو جعل بكسلات المرئية جميعاً ، بصورة آلية ، في أصناف من غطاء الأرض ، أو في موضوعات Themes. وتستخدم المعطيات المتعددة الأطياف عادة لانجاز التصنيف. إن الأنماط المختلفة للمعالم تظهر تركيبات مختلفة من الإعدادات الرقمية اعتماداً على خصائص انعكاسيتها الطيفية الخاصة بها. ويتضمن " تعرف الطراز الحيزي Spatial Pattern Recognition " تصنيف بكسلات المرئية اعتماداً على علاقاتها الحيزية بالبكسلات المحيطة بها. وقد تأخذ طرائق التصنيف الحيزية Spatial Classifiers بالحسبان بعض المظاهر مثل نسجه المرئية وقرب البكسل ومقاس المعلم وشكله واتجاهه وتكراره ومحتواه. تستخدم خطوات التصنيف عبر الحاسوب وذلك بتطبيق التصنيف الرياضي والإحصائي. إذ يتم ذلك تبعاً للمفاهيم الآتية:

أ- تحديد فئات التصنيف

:Definition of Classification Classes

الاعتماد على المعالم وخصائص بيانات المرئية ، أذ أن هذه الخطوة يجب أن تكون واضحة ومحددة.

ب- اختيار المعالم

Selection of Features

أن المعالم هي التي تقود إلى التمييز بين الفئات التي سوف تصمم باستخدام أطيف الأطياف المتعددة أو عدد من الخصائص الوقتية كالنسيج وغيرها.

ج- عينات لبيانات التدريب

Sempling of Training Data

إن هذه المرحلة هي مرحلة التدريب والتي سوف يأخذ العينات تبعا للقرار الذي سيتخذه المفسر. سيتم التدريب عليها أثناء اختيار العينات من المرئية الملونة عند التصنيف الموجه إذ يتم الاختيار من قبل المفسر. أما في حالة عدم الاختيار أي التصنيف الغير موجه فان الحاسبة ستقوم بهذا الاختيار آليا.

د- تقدير للإحصائيات العامة

Estimation of universal Statistics

هناك تقنيات للتصنيف المختلفة ستقارن ببيانات التدريب لكي يتم اتخاذ قاعدة لقرار ملائم لخطوات التصنيف الأحق.

هـ - التصنيف

Classification

اعتماداً على قرار المفسر فإن كل البكسلات سوف تصنف في فئات تصنيفية. في هذه الحالة سيتم اختيار تقنيات تصنيفية شائعة الاستخدام في برامج الاستشعار عن بعد وهي:

-تصنيف ذات شرائح متعددة المستويات Multi-Level slice classifier

-تصنيف القائم على المسافة الدنيا Minimam distance classifier

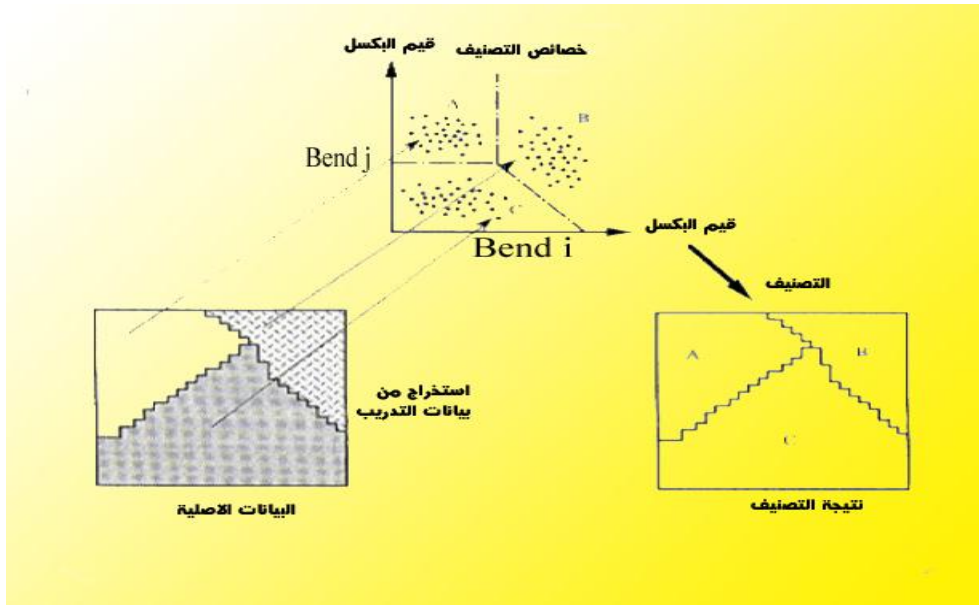
-تصنيف القائم على الإمكانية القصوى Maximum likelihood classifier

-تصانيف أخرى منها نظرية المجموعة الضبابية Fuzzy set theory و الأنظمة الخبيرة expert systems

و- التحقق من النتائج Verification of Results :

إن النتائج المتحققة من العمليات التصنيفية التي تجرى من قبل الباحث على المرئيات الفضائية الملونة سيتم التحقق منها حقلياً أن تيسر ذلك أو باستخدام طرق إحصائية لأجل الوصول إلى الدقة المطلوبة ، إن عملية تصنيف المرئية حسب القيم الرقمية لعدة نطاقات تبني على نوعين من التصنيف (سالم ، ١٩٩٥ ، ١٤):

شكل (١٣) مفهوم التصنيف في بيانات الاستشعار عن بعد



١- التصنيف الموجه : Supervised Classification

هذا النوع من التصنيف يقوم به الباحث وذلك بتحديد عدد الأصناف ونوع كل غطاء وفق المرجعية المكانية والخبرة ليتم بناء عدد من الأصناف بشكل جدول ، وهو تقسيم مبني على معلومات سبق الحصول عليها ، و قائم على قيم وحدود تقسيميه تمثل معالم أرضية محددة معروفة تم تلقينها للحاسوب بعد تحديد إحداثياتها على المرئية المراد تقسيمها ، وتسمى بمناطق التدريب. (Training classes) وبصورة عامة يتم هذا النوع من التصنيف الرقمي بعد تغذية الحاسب بمناطق التدريب ، إذ يصار إلى انتخاب نوع من الطرائق الإحصائية لتحديد او تعريف الأصناف المقارنة بمناطق التعريف.

ومن هذه الطرائق الإحصائية ما يعرف بطريقة التصنيف بأقصر مسافة عن الوسط الحسابي للقيم (Minimum distance to means classifier) وطريقة التصنيف بطريقة الاحتمالية العظمى (Maximum likelihood classifier) وكذلك طريقة التصنيف بمتوازيات السطوح (parallelepiped classifier) ألا أن اختيار الطريقة الإحصائية يعتمد بالدرجة الأساس على الدقة المطلوبة من المفسر. لذا فإن التصنيف الموجه يتطلب توفر القياسات الأرضية البصمات (Signature) لمعامل الانعكاس في مناطق معينة من المرئية تمثل فئات التصنيف.

(Wisam. E. Mohammed، 2007، 70)

٢- التصنيف غير الموجه : Unsupervised Classification

يعني تصنيف المرئية الفضائية بطريقة آلية تقوم على تقسيم المرئية إلى فئات معتمدة على تجميع الخلايا الصورية مع بعضها اعتمادا على طريقة التشابه والاختلاف في الإحصاء الرياضي ، يتم تحديد الأصناف وفق مرحلة التصنيف التي يقوم بها الحاسب الآلي بواسطة البرنامج المستخدم ، وإن الأصناف الناجمة من هذا التصنيف هي أصناف طيفية (Spectral classes). وبما إن هذه الأصناف الطيفية قد وصفت على أساس التجمعات الانعكاسية الطيفية وحدها في تقسيم المرئية فإن هويتها لن تعرف في البداية ،وسيكون على المحلل ،تحديد هوية الأصناف الطيفية وقيمة معلوماتها ، وعليه أن يقارن المعطيات الطيفية ببعض المعطيات المرجعية (كالمرئيات أو الخرائط ذات المقياس الأكبر). (الجابر ، ٢٠٠٧ ، ١٢).

إذ يتطلب هذا الأسلوب من المستخدم عدد محدود من المدخلات هي:

- أسم الصورة المطلوب تصنيفها.
- عدد الفئات المطلوب تصنيف الصورة إليها.
- عدد دورات تنفيذ عملية التصنيف.
- مستوى دقة المطلوبة في البحث عن البيانات.

– ملف البصمات الطيفية (إختياري).

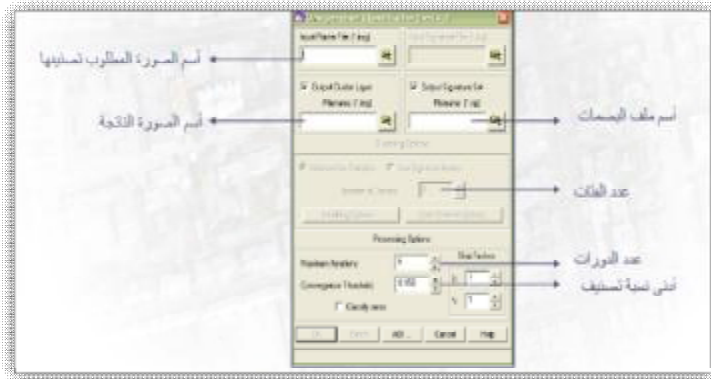
يختلف هذا التصنيف عن سابقة بأنه لا يستخدم معطيات تدريب أساسا في عملية التصنيف، إذ يجري كليا من خلال الحاسوب دون تدخل مباشر من قبل مفسر المرئية ويسمح المنطق العلمي اللجوء إلى هذه الطريقة من التصنيف عندما لا تكون هنالك دراية كافية بمنطقة الدراسة أو توفر معلومات عنها.

تنفيذ عملية غير الموجه

• يمكن الوصول إلى التصنيف غير الموجه من خلال أحد مكانين:

- من قائمة Classification ومنها Unsupervised Classification
- من قائمة Data Preparation ومنها Unsupervised Classification .

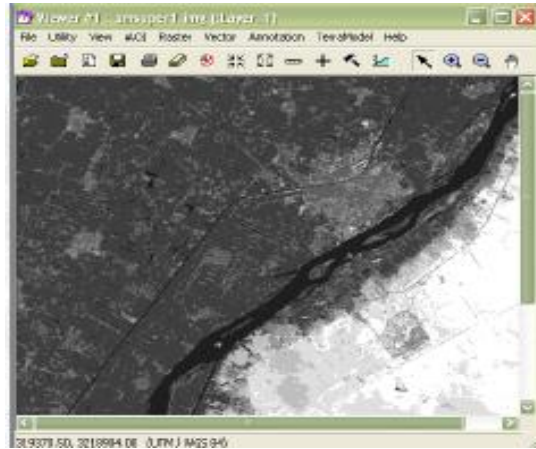
في حالة تنفيذ الخيار الأول تظهر النافذة المبينة فيما يلي:



عرض الصورة الناتجة:

- 1 - فتح نافذة viewer جديدة.
- 2 - من قائمة File يتم الاختيار Open ومنها Open Raster Layer.

- 3 - قم بإختيار الصورة المصنفة (الصورة الناتجة) في التبويب File.
 - 4 - يتم التأكد أن الإختيار Pseudo Color هو الخيار المختار في القائمة Display as.
 - 5 - إختيار Ok.
- فتظهر الصورة كما هو مبين في الشكل التالي



تخصيص دليل للصورة المصنفة

بعد القيام بعملية التصنيف يكون من المناسب أن يقوم الدارس بتخصيص دليل Legend للصورة المصنفة ، إذ يتكون الدليل من تسمية لكل فئة ولون مخصص لها. لتنفيذ هذا يجب فتح الصورة بطريقة خاصة كما يلي:

- 1 - فتح نافذة Viewer جديدة.
- 2 - من قائمة File نختار Open ومنها Open Raster Layer.
- 3 - إختيار الصورة الاصلية في التبويب File.
- 4 - إختيار التركيب اللوني المناسب في التبويب Options.
- 5 - في نفس الViewer يتم إختيار قائمة File ثم إختيار Open ومنها.

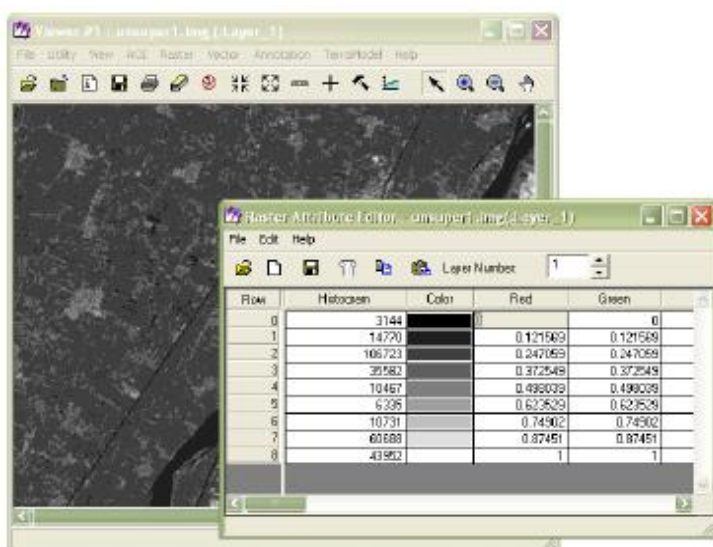
6 - Open Raster Layer إختيار الصورة المصنفة (الصورة الناتجة) في التوبوب File.

7 - في التوبوب Options يجب التأكد أن الإختيار Pseudo Color هو الخيار المختار في القائمة Display as ثم يتم إزالة علامة صح من أمام الخيار Clear Display لتمكين ال Viewer من عرض الصورتين فوق بعض.

8 - Ok.

إنشاء دليل الخريطة

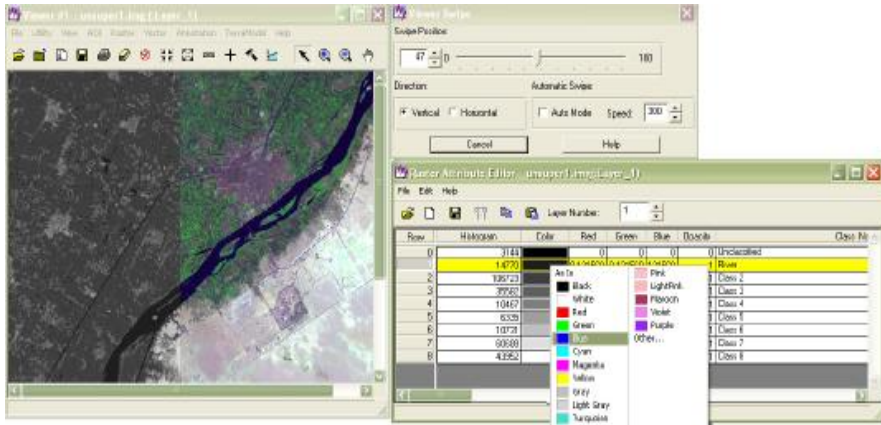
1 - من قائمة Raster يتم إختيار (Attribute) ، تظهر النافذة المبينة فيما يلي:



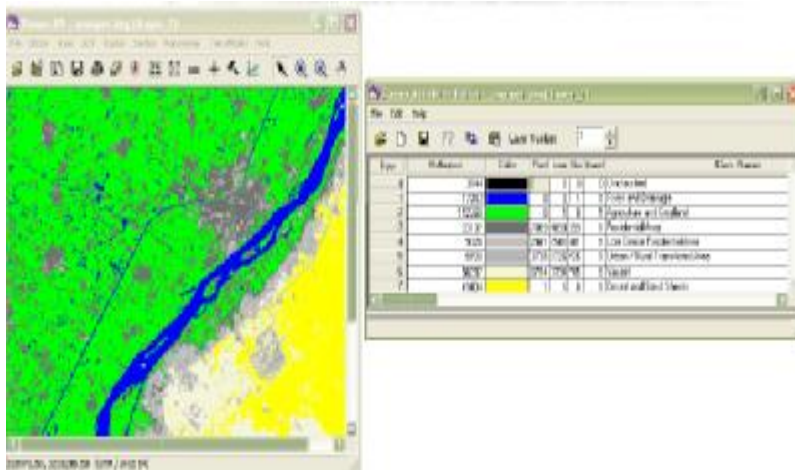
٢- النقر على أي بكسل في ال Viewer ل يتم إختيار الفئة التي تنتمي إليها في نافذة Attribute Raster.

٣- في حالة عدم معرفة المستخدم لهذه الفئة يمكنه أن يستخدم الخيار Swipe من قائمة Utilities.

٤- في نافذة Attribute Raster يتم تخصيص الأسم المناسب واللون المناسب.



ومن ثم تكون النتيجة كالآتي:



البرامج المستخدمة في المعالجة الرقمية:

***برنامج الايرداس Erdas Imagine:**

هو برنامج يحتوي على جميع الأدوات لمعالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية وبعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ثم إنتاج الصور والخرائط التي تعرض البيانات والنتائج النهائية التي توصلت لها الدراسات ، إن هذا البرنامج يتعامل مع البيانات الفضائية ، ويوفر هذا البرنامج عدة تقنيات تستخدم لتحسين الصور وهي:

- § التحسين الراديومتري radiometric: تحسين الصور المعتمدة على قيم البكسلات الفردية.
- § التحسين المكاني spatial enhancement: تحسين الصور المعتمدة على قيم البكسلات الفردية والمجاورة.
- § التحسين الطيفي Spectral : enhancement تحسين الصور عن طريق تحويل قيم كل بكسل على أساس متعدد النطاقات.
- § معالجة الصور ذات الطيف العالي Hyper spectral image processing: يعتبر توسيعا للتقنيات المستخدمة في مجموعات البيانات متعددة الأطياف.
- § تحليل فوريير fourier analysis: تقنيات حذف الضجيج الدوري في الصورة. تحسين الصور الرادارية: Radar imagery enhancement تقنيات مصممة خصيصا لتحسين الصور الرادارية.

*برنامج Global Mapper:

- هو برنامج يتعامل مع ملفات الارتفاع الرقمي DEM(Digital Elevation Model) وهي عبارة عن تمثيل رقمي للتضاريس الأرضية متباينة الارتفاع ، ويساهم في تمثيل البيانات بشكل ثلاثي الأبعاد (X,Y,Z) ، إذ تمثلان (X,Y) الإحداثيات الأفقية بينما يمثل (Z) الإحداثي العمودي (الارتفاع) ، ويستخدم البرنامج في:
- ١-أخراج الأشكال ثلاثية الأبعاد.
 - ٢-إجراء قياسات المسافة والمساحة والحجم.
 - ٣-رسم المقاطع الطولية والتضاريسية (Profile).
 - ٤-عمل الخطوط الكنتورية (Contours).
 - ٤-الدراسات الجيولوجية الهندسية وتحديد مناطق القطع والردم Cut of Fill ،

***برنامج Arc view:**

يعد هذا البرنامج واحد من برامج نظم المعلومات الجغرافية ، وهو نقطة تكامل بين (GIS) و (RS) ، بالإضافة إلى ذلك فإنه يفضل طبع نتائج معالجة بعض برامج (RS) عن طريقه ، كما يمتاز بسهولة الاستخدام والقدرة على حساب وإحصاء مكونات الوحدات الخرائطية.

***برنامج EAS I PACE:**

(The world Most Power Full Desktop Remote Sensing software):

ويمتاز هذا البرنامج بالعديد من المميزات منها:

- ١- مجموعة قدرات أظهار الصورة على شاشة الحاسب.
- ٢- التقسيم المتعدد للمعطيات Classification.
- ٣- التصميم الهندسي واستخراج موديل الارتفاع الرقمي.
- ٤- رسم خرائط الصورة.
- ٥- أمكانية ربط (٥٠) طبقة معلوماتية.

***برنامج (ILWIS) (Integrated Land and water information system):**

صمم هذا البرنامج من قبل معهد الأبحاث الجوية والفضائية لعلوم الأرض في هولندا ، ويجمع هذا النظام بين معالجة بين معالجة بيانات الصور الفضائية وبيانات المعلومات الجغرافية.

***برنامج (Earth Resource Mapping 1995 ER – Mapper):**

يتميز هذا البرنامج بإمكانية تكامل البيانات الأرضية (الدراسة الميدانية) مع المرئيات الفضائية المعالجة ، ويستفاد منه في حالة الدراسات الجيوفيزيائية ، والجيولوجيا البنيوية والتكتونية.

***برنامج ENVI:**

يمتاز هذا النظام بالإمكانات العالية لمعالجة المرئيات الفضائية ، ويتفوقه في هذا المجال بتخصصه موديلات لمعالجة البيانات الحديثة للاستشعار عن بعد مثل المعطيات الرادارية ومعطيات اللاندسات وسيوت.

(المحمد، ٢٠٠٩، ٤٠٥ - ٤١٠)

الفصل الثالث

تقنية نظم المعلومات الجغرافية

Geographic Information System Technology

تقنية نظم المعلومات الجغرافية

Geographic Information System Technology

المقدمة

حظيت نظم المعلومات الجغرافية بعناية فائقة واهتمام بالغ منذ ثمانينيات القرن الماضي ، وتطورت تطورا سريعا لتطور التقنيات وتقارب العلوم المتفاوتة في تطبيقاتها من بعضها ،حتى أصبح يعول عليها في كثير من المجالات العلمية المختلفة ،كونها تجمع من المعلومات بين يدي الحلل ما لا يأتي لأي تقنية أخرى جمعها. ونظرا لذلك التعدد في المجالات التطبيقية التي تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية ،ولاختلاف وجهات النظر حول تحديد وتصنيف الأهداف التطبيقية لتلك النظم ،إلى جانب التطورات السريعة في مجال الأجهزة والبرمجيات المستخدمة. لم يكن هناك تعريف ثابت لنظم المعلومات الجغرافية ، ولعل أكثرها قبولا واستحسانا هو تعريف دانجرموند (Dangermond) مؤسس ورئيس بحوث النظم البيئية (Esri) الذي يعد أكثر المعاهد والمؤسسات شهرة في اختراع وتطوير برامج نظم المعلومات الجغرافية ، فيعرفها بأنها مجموعة تطبيقات أي برنامج يستخدم من خلال الحاسوب ويمكن من خلاله تخزين وتحليل وعرض مجموعة طبقات مركبة من المعلومات الجغرافية ، وهو نظام قادر على القيام بما يلي:

١- التعبير عن أي ظاهرة تعبيرا رياضيا من خلال الإحداثيات ،مما يتيح إمكانية رسم خارطة للمعلومات المدخلة.

٢- إمكانية عرض خرائط المنطقة التي تمثل كل واحدة منها طبقة معلومات ومن ثم إجراء المظاهرات الطباقية.

٣- إمكانية الاستفسار عن النظام لاستخلاص المعلومات.

٤- إمكانية صناعة النماذج من البيانات الجغرافية أو البيانات الوصفية

تطور نظم المعلومات الجغرافية :

ترجع الجذور الأولى لنظم المعلومات الجغرافية إلى منتصف القرن الثامن عشر ، مع عمليات رسم وإنتاج الخرائط وزيادة الاستخدام والطلب عليها ، وتتميز هذه المرحلة بتقدم وسائل الطباعة وتطور الجوانب الإحصائية واستخدام الأرقام وإنتاج الخرائط الموضوعية Thematic maps أي الخرائط التي تتناول موضوع واحد. وقد استمرت هذه الفترة حتى عام ١٩٤٠ ، أي قبل اختراع الحاسب الالى في الأربعينات ، إذ صاحب هذا الاختراع تطورا سريعا للتكنولوجيا.

وفي الفترة من عام ١٩٥٠. ١٩٦٠ تنوعت الأشكال الرئيسية للبيانات المختلفة وزاد كمها وتوافرت بشكل كبير ، بما حذا بالبعض للبحث عن حلول ، خاصة بالنسبة للبيانات التي تتعلق باستخدام الأرض والموارد الطبيعية والتحليلات البيئية وخاصة مع تراكم المشكلات الخاصة بتخزين البيانات ومعالجتها. وقد كانت الحلول كلها تتركز في استخدام آلة يمكنها تخزين أكبر كم من البيانات ، وتقديم أساليب سريعة لمعالجتها والتعامل معها ، وبالتالي كان الحاسب الالى هو الحل الأمثل لهذه المشكلات كما كانت هناك خطوة واسعة أخرى تمثلت في إنتاج الخرائط الموضوعية بطريقة آلية. وبصفة خاصة في كل من الولايات المتحدة وبريطانيا وبعض الدول الأخرى. وقامت محاولات أخرى فردية تمثلت في محاولة إنتاج خرائط باستخدام الحاسب الالى.

تعد محاولة بعض العلماء في بريطانيا إعداد أطلس عن النبات في بريطانيا British Flora استخدمت فيه البطاقات المثقبة Punched cards ، وهى أحدث تكنولوجيا كانت متاحة آنذاك ، وذلك في إنتاج ما يزيد عن ٢٠٠٠ خريطة ، خطوة على

هذا الطريق. كما قام علماء الأرصاد والطبيعة الأرضية والجيولوجيون في هذه الآونة باستخدام الحاسب في الكثير من أعمالهم. وقامت كذلك الهيئات ذات الصبغة العسكرية في الولايات المتحدة بتطوير أجهزة العرض الخاصة بنظم الدفاع الجوي ، إذ كان يمكن استخدام الحاسب الالى في تحويل بيانات الرادار إلى صور ولوحات مرئية يمكن التعامل معها.

يمثل عام ١٩٦٠ بداية أكثر تقدماً للاستخدام الفعلى لنظم المعلومات ، إذ استطاعت الحكومة الكندية أن تقوم بجمع كم كبير من بيانات ومعلومات عدد من المجالات مثل الزراعة والحياة البرية والغابات ، والتعدادات السكانية ، واستخدام الأرض وتجديد الموارد ، وقد تم إدخال هذه البيانات إلى الحاسب الالى من خلال برامج فعالة ، وذلك بغرض تجميعها وتخزينها وإعادة استخدامها والتعامل معها وتحديثها أو الإضافة عليها ، وكذلك عرضها ، مما أعطاهما الشكل الأولى لنظم المعلومات الجغرافية الحقيقية ، وعليه فقد عرف هذا العمل باسم نظم المعلومات الجغرافية الكندية **Information Systems Canada Geographical**.

أيضاً حاولت صناعة البترول في الولايات المتحدة عمل خرائط متكاملة من البيانات الجيولوجية والجيوفيزيائية التي تستخدم في عمليات الاستكشاف باستخدام الحاسب الالى.

كما تميزت هذه الفترة بتطور واسع وتقدم كبير في مجال الجغرافيا الكمية ، إذ استخدمت الأساليب الإحصائية والكمية ، في فروع الجغرافيا المختلفة وتم ذلك بأسلوب عميق ومتقدم ، مما جعل البعض يطلق عليها اسم الثورة الكمية. وعموماً فقد كان التطور السريع والمتلاحق في جوانب هذا العلم وتطبيقاته ، ويرجع هذا إلى الحاجة الشديدة والماسة إلى هذا النظام الجديد. وكان هذا التقدم بدافع من أربعة جوانب أساسية هي:

- ١- الوفرة الضخمة والكم الهائل من البيانات والمعلومات ، خاصة مع توافر أجهزة حديثة للرصد والقياس والتصوير الجوى والفضائي.
- ٢- التقدم الحديث في النظريات الجغرافية ، والتقنين الفعلي الذي جرى في فروع

العلم المختلفة ، واستخدام الأساليب الكمية والإحصائية بكثرة.

٣- تعدد وتنوع البيانات المتاحة ، نظرا لتنوع مصادرها المختلفة ، مثل الإحصاءات بأنواعها ، واستمارات الاستبيان ، والمعلومات الناتجة من الصور الجوية والاستشعار عن بعد ، والعمل الميداني ، مما أدى إلى ظهور الحاجة لعمليات جمع وتصنيف البيانات والمعلومات وضرورة أدارتها بطريقة أفضل .

٤- تقدم أجهزة الحاسب الالى ، والبرامج المستخدمة ، وتطورها بصورة متلاحقة ، مما أعطى الفرصة لظهور أجيال منها قادرة على التعامل مع هذا الكم الهائل من البيانات والمعلومات ، والتي جاءت من مصادر متعددة أو كانت تتناول ظاهرات وأشكال متنوعة كما سبق الذكر. ومع وجود وتوافر هذه الجوانب كانت الرغبة الفعلية والاندفاع القوى تجاه استخدام هذه التكنولوجيا الحديثة. كما كان للانخفاض المستمر للأسعار في هذه الأجهزة أثره الواضح في تقدم هذا الجانب وتطوره. فقد تضاعفت أعداد أجهزة الحاسب الالى في الجامعات مرات عديدة. واستخدامها الكثير من الأساتذة المتخصصين كما هو في جامعتي هارفرد وواشنطن. كما دخل إلى الحيز الأجهزة المتوسطة من الحاسب أو ما يطلق عليه Mainframe بمقدراته وإمكانياته الواسعة. وإلى جانب الجامعات كان هناك النشاط الواضح من بين العديد من حكومات الدول المتقدمة في أمريكا وأوروبا. إذ كان لهم السبق في استخدام نظم المعلومات في الكثير من الجهات الحكومية. كما أدى انعقاد العديد من المؤتمرات في هذا الموضوع إلى تجميع واسع للكثير من الأفكار المشتتة ، والجهود الفردية في هذا المجال ، مما عمل على بلورة هذه الأفكار ووضع تصورات تقترب من النظريات ، كما أدت المؤتمرات والتجمعات إلى ترابط وتجميع هذه الجهود ، وتوجيهها بطريقة أفضل.

وقد استمرت الفترة السابقة والتي يمكن أن يطلق عليها المرحلة الأولى من عمر نظم المعلومات الجغرافية وتطورها ما يزيد عن العشرة سنوات. أما المرحلة الثانية فتبدأ من عام ١٩٧٣ وحتى عام ١٩٨٠ وتتميز هذه الفترة بتراجع الجهود الفردية وتقدم الجهود الحكومية والجماعية. كما تتميز بميزة أساسية أخرى هي ظهور الشركات التجارية

- والتي تحتاج إلى عمليات تحليل وربط وتغيير ومتابعة.
- وعموما فان فترة الثمانينات تعتبر فترة التغيير السريع في تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية ويرجع ذلك إلى تطور عدة جوانب نذكر منها:
- تطور أجهزة الحاسب الالى والأجهزة الملحقه والمساعدة ، وتطور مكوناتها من إذ القدرة والسرعة وإمكانيات التخزين وعمليات الإدخال والعرض والإخراج.
 - ظهور نظم معلومات متكاملة تقوم بمجموعة الأعمال في شكل نظام متكامل ومنها على سبيل المثال أنظمة: - Idrisi – Arc/Info-Intergraph وغيرها من النظم التي تتيح العمل المتكامل بإمكانيات واسعة.
 - ظهور ما يعرف بالملفات العالية والتي وفرت كميات كبيرة من المعلومات المنظمة والدقيقة التي ساعدت في عمل الكثير من الإنجازات. ومن أمثلة هذه الملفات US Census-us GeoData – TIGER.
 - تطور أساليب العمل على النظم وتقدمها ، وكيفية بناء قواعد البيانات وكيفية العمل عليها.
 - زيادة كم المؤتمرات العلمية والندوات ومن أهمها مؤتمرات الاتحاد الدولي للجغرافيين والتي تعقد بشكل دوري ، وكذلك مجموعات المؤتمرات والمعارض التي قامت بها الشركات المنتجة للبرامج والأجهزة ، مما كان له الأثر الكبير في التقاء الفكر وتبادل المعرفة بين الباحثين والدارسين ، فضلا عن تبادل أشكال التكنولوجيا المختلفة.
 - تقدم نظم الاتصال بين المؤسسات وبعضها ، وبين المؤسسات والأفراد المستخدمين للنظم ، مما ساعد على سرعة تبادل المعلومات والخبرات وحل مشاكل العمل بسرعة.
 - تقدم مجالات حديثة تمثلت في انتشار وتقدم نظم الاستشعار عن بعد

وعمليات التصوير الجوى وما وفرته من بيانات ومعلومات اعتمد عليها بصفة أساسية في الكثير من الأعمال.

- صدور العديد من المجلات العلمية المتخصصة وتركيز وسائل الإعلام عليها.
- تدريس النظم في الكثير من الجامعات وزيادة اهتمام الجامعات بهذا المجال وتبادل الخبرات.
- استخدام نظم المعلومات الجغرافية في الكثير من الوزارات ومراكز البحث العلمي المتخصصة ومجالات العمل التطبيقية الأخرى.

والمرحلة التالية تمثلت في فترة التسعينات ، والتي تميزت بتطور سريع ويمكن تلخيص ملامح التغير هنا ورصدها في ظهور المزيد من النظم المتقدمة التي تخدم جوانب متعددة. والتطور السريع في الأجهزة والبرامج. والقيام بالكثير من الأعمال والتطبيقات. وزيادة المعرفة والانتشار عن طريق التعليم والمؤتمرات والمجلات المتخصصة.

(www.arabgic.net)

واليوم يصل حجم البرامج التي تتناول التطبيقات والاستخدام في هذه النظم إلى عدد كبير ، كما وصلت الأجهزة لدرجة عالية من التقدم ، وأصبحت البرامج يمكنها تغطية معظم المجالات العلمية بصفة عامة والجغرافية بصفة خاصة. وتقوم معظم الجامعات حتى في الدول النامية بتدريس النظم ومنح الدرجات العلمية فيها ، كما أمكن استخدام النظم وبكفاءة عالية في المجالات التطبيقية في البحوث والدراسات في الجامعات ، واستخدامها على نطاق واسع في الكثير من الوزارات والإدارات والشركات ومراكز دعم اتخاذ القرار.

ويمكن القول بشيء من الاختصار أن نظم المعلومات وخلال وقت قريب سوف يكون لها السيطرة الكاملة على جميع الأعمال التي تحتاج إلى بيانات والتعامل معها ، وهو الشيء الذي يتوافر في كل مكان ، كما سوف تمتد إلى جميع مجالات الحياة اليومية ، وذلك بما توفره من إمكانيات وقدرات ومزايا لا تتوفر لأي من عناصر وأدوات العمل الأخرى.

مفهوم نظم المعلومات الجغرافية :

لا يوجد تعريف ثابت لنظم المعلومات الجغرافية ، وذلك لتعدد المجالات التطبيقية. مازالت الخرائط وسيلة هامة لإيصال الأفكار وتخطيط المشاريع وتنفيذها ، فهي الأداة الأساسية لرسم الواقع كما نعيشه ، ولكن هذه الخرائط تتطلب زمناً طويلاً وجهداً شاقاً لرسمها ، كما أنها ساكنة ولا تعكس التغيرات التي تطرأ من حولنا. ولذلك نلقي الضوء على نظام المعلومات الجغرافية ، وهو تقنية حاسوبية حديثة نسبياً ، وأداة هامة للمهندسين ومتخذي القرار ومخططي المدن و أخصائيي البيئة والموارد الطبيعية. ونبين أنواع البيانات التي يعمل معها ، والوظائف التي يقدمها ، لإنشاء بيئة خرائط مبتكرة ، زاخرة بالحياة.

فنظم المعلومات عبارة عن تقنية لجمع، وإدخال ، ومعالجة ، وتحليل ، وعرض ، وإخراج المعلومات الجغرافية والوصفية لأهداف محددة ، وعرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط ، تقارير ، ورسومات بيانية.

تساعد نظم المعلومات الجغرافية في الإجابة على كثير من التساؤلات مثل التي تخص التحديد (ما هذا) ، القياسات (المسافات ، والزوايا ، الاتجاهات ، والمساحات) ، والموقع (أين تقع مدينة) ، والشرط (ما هي مدن التي عدد سكانها أكثر من ٣٠٠٠٠٠ نسمة) ، والتغير (ما هو التغير الذي حصل لمدينة منذ عام ١٩٨٠) ، والتوزيع النمطي (ما هي العلاقة بين توزيع السكان ومناطق تواجد المياه) ، وأنسب الطرق (ما هو انسب طريق بين مدينة وأخرى) ، والسيناريوهات (ماذا يحصل اذا زاد عدد سكان مدينة عن ٥٠٠٠٠ نسمة).

يعرف محمد الخزامى عزيز: نظم المعلومات الجغرافية هي نمط تطبيقي لتكنولوجيا الحاسب الآلي وإمكانية الحصول على نتائج نهائية على هيئة خرائط ، رسوم بيانية ، جداول أو تقارير علمية.

يعرف ناصر بن سلمى: أسلوب تكنولوجي متطور يجمع ما بين الحاسب الآلي والبرامج الخرائطية وربطها بالبيانات المتعددة المصاحبة للبرامج أو المستدعاة

من قواعد البيانات المتوفرة.

تعرف مؤسسة أيزي (ESRI) الأمريكية المنتجة لبرامج نظم المعلومات الجغرافية هي مجمع متناسق تضم مكونات الحاسب الآلي والبرنامج وقواعد البيانات بالإضافة إلى الأفراد وفي مجموعة يقوم بحصر دقيق للمعلومات المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها.

هناك تعاريف أخرى لباحثين منها:

١- تعريف براسل Brassel:

وهي بنوك المعلومات الجغرافية التي يتم بواسطتها جمع المادة الجغرافية وتخزينها إلكترونياً ثم تحليلها ومعالجتها بواسطة برامج تطبيقية للحصول على نتيجة نهائية سواء على هيئة رسم بياني ، جداول ، مجسات أو تقارير علمية.

٢- تعريف كوين Cowen:

هي نظم دعم القرار وذلك بواسطة دمج المعلومات المكانية لخدمة حل القضايا البيئية.

٣- خلاصة ما تقدم :

يمكن أن نعرف نظم المعلومات الجغرافية بأنها تقنية هندسة المكان وتنظيمه وصولاً إلى بناء النموذج باستخدام الحاسوب. أن التخصص يمثل نقطة بداية التعاريف فمثلاً "المهندس يركز في تعريفه على مجموعة من الوسائل التي تقوم بانجاز وظائف من نوع خاص. يتمثل في الكفاءة العالية في أجهزة المعالجة الإلكترونية للمعلومات وأساليب التخزين واسترجاع المعلومات ذات الأسلوب المتقدم. أما مصمم ومعد قواعد المعلومات فأنه يعد أن نمط تشكيلة لقواعد المعلومات هو

الذي يحدد الملامح الأساسية لتعريف نظم المعلومات الجغرافية.بينما الجغرافي يركز على منهج الربط بين المعلومات وبين موقعها الحقيقية على سطح الأرض.

أهمية نظم المعلومات الجغرافية

يمكن أن يطرح البعض بعض الأسئلة الاستفسارية ، الغرض منها المزيد من المعرفة والإلمام الكامل بماهية نظم المعلومات الجغرافية. ولعل السؤال عن ماهية نظم المعلومات؟ وما الذي يمكن أن نستخدما فيه؟ أو ما الذي يمكن أن تقدمه لنا؟ تعتبر من الأسئلة الأساسية والتي يتيح فهمها التقدم والمضي في الموضوع.

وبالنسبة لماهية نظم المعلومات فإنه يمكن القول أنها عبارة عن مجموعة متكاملة من العناصر التي تحقق هدفا أو غرضا معينا ، وقد سبق أن تم التعبير عن ذلك من خلال العديد من التعبيرات التي وردت في التعريفات السابقة. ولكن ما هي هذه العناصر؟ وما هو الهدف منها؟

باختصار شديد يمكن أن نرى هذا بوضوح إذا ما استعرضنا التعريف التالي للنظم الجغرافية والذي يعد مكملا للتعريفات السابق تناولها في الجزء السابق.

ويرى هذا التعريف المبسط: أن نظم المعلومات الجغرافية عبارة عن مجموعة متكاملة من العناصر التي تتكون من أجهزة حاسب إلى Hardware، وبرامج متخصصة Software، وكم كبير من البيانات والمعلومات الجغرافية، وشخص أو أشخاص مدربين وذوى كفاءة عالية يمكنهم استخدام كل ما سبق من إمكانيات

وتتفاعل هذه العناصر سويا ومعا ، إذ يتم جمع البيانات والمعلومات ويتم القيام بعملية تخزينها بعد القيام بعملية تصنيف لها ويتم ذلك بأساليب عملية وعلمية جيدة ، وبالتالي يسهل القيام بالتعامل مع هذه البيانات بقدرة وكفاءة ، إذ يمكن تحليلها واسترجاعها وتحديثها، كما يمكن ربط هذه البيانات بمواقعها وأماكنها الجغرافية ، ومن ثم يمكن إظهارها وعرضها على الخرائط الخاصة بها ، أو تعديل هذه الخرائط وتحديثها باستمرار ، بحيث يكون لدينا أحدث المعلومات الجغرافية الواضحة المعالم والمعروفة والمحددة مكانيا ، ويمكننا

استرجاعها بسرعة وكفاءة عالية ، كما يمكن أيضا إنشاء خرائط جديدة تضم آخر ما لدينا من معلومات اليوم الحديثة ، ويمكن كذلك طباعة هذه الخرائط ، أو إنشاء التقارير منها بكفاءة عالية وجودة مرتفعة. (الزبيدي ، ٢٠٠٧ ، ١٠-١٣).

أما من ناحية ما يمكن أن تقدمه لنا نظم المعلومات الجغرافية ، فالحقيقة أن هذا يختلف مع اختلاف كل من الزمان و اختلاف المكان والمستخدم والغرض الذي أنشأت من اجله. زمانيا: بمعنى أن ما تقدمه الآن يختلف كثيرا من إذ الكفاءة والجودة والسرعة ، وما سوف تقدمه غدا لابد وأنه سوف يكون مختلفا عن الحالي ، إذ سيكون أكثر جودة وأكثر دقة وتقدما وأعلى إمكانية. ومكانيا: فما يقدم في المؤسسات الأمريكية المتخصصة ، يختلف عما يقدم في بعض الأماكن في الدول النامية التي تحاول ان تحلق بهذا الركب. وهذا بديهي إذ أن المسألة تتحكم فيها جوانب مادية وعلمية وتكنولوجية ، على قدر توافرها يكون الناتج والعائد.

غير انه يمكن حصر بعض الجوانب التي تقدمها لنا النظم ، إذا ما تخيلنا سويا حجم البيانات والمعلومات المتاحة ، والذي يتضاعف مرة كل خمس سنوات وأصبح يتضاعف مرة كل ستة شهور. مما يجعله من المستحيل التعامل مع هذا الكم الهائل من هذه البيانات والمعلومات عن طريق العقل والذاكرة البشرية وبدون استخدام للحاسب الالى. وعلى فرض أن هذه البيانات أمكن تجميعها وحصرها وتدوينها ، فكم مجلدا سوف يكفي هذه البيانات ، وعلى فرض أننا نحتاج إلى معلومة محددة ، فكيف يمكن الوصول إلى هذه المعلومة؟ وما مدى كل من الجهد والوقت والتكلفة اللازمة؟ وما هي سرعة الوصول؟

وإذا عرفنا أن هذه الأمور تكون غاية في السهولة إذا ما استخدمنا أجهزة الحاسب الالى ونظم المعلومات ، وإنها سوف تتم بمنتهى السرعة ، وبتكلفة زهيدة ، وجهد ضئيل ، عندها نلمس الفارق في نوع وشكل الخدمة المقدمة في كلا الحالتين:

وحتى تكون الأمور أكثر واقعية ، لنضرب مثلا على ذلك. لنفرض أننا قمنا بتجميع كامل عن كل البيانات والمعلومات التي تخص مدينة الرياض ، من إذ أعداد السكان والمساكن والمباني والخدمات والشوارع والطرق والمواصلات وشبكات الماء والصرف

الصحي والكهرباء والهواتف والغاز.....الخ. فالسؤال الأول الذي يواجهنا هنا هو كيف يمكن تخزين هذا الكم الهائل من البيانات والمعلومات بطريقة سهلة تيسر لنا الوصول إلى معلومة محددة أو كم من المعلومات بسرعة وسهولة؟ وعلى سبيل المثال أيضا لنفرض أننا نريد أن نعرف مقدار طول قطاع معين من طريق معين ، أو نعرف عدد القاطرات التي وصلت إلى المحطة الرئيسية للسكة الحديد أو عدد العربات التي تعمل على خط معين من الشبكة ونوعها وحجم الركاب عليها. أو أردنا أن نعرف إمكانية وصول وسائل الإنقاذ إلى إحدى المنشآت الحيوية الموجودة في وسط المدينة ، في حالة وقوع خطر معين عليها ، وما هي الطرق البديلة في حالة غلق الطرق الرئيسية؟ وما هو الوقت اللازم لذلك؟ وما هي اقرب وحدات إنقاذ أو إطفاء أو أقسام الشرطة أو غيره من وسائل الأمن وعمليات التأمين. كل هذه أسئلة يتطلب الإجابة عليها القيام بعمليات بحث واسعة فضلا عن القياس والتمحيص والتدقيق ، وبالتالي الجهد والوقت والتكلفة ، في حالة إذا ما اعتمدنا على الطرق اليدوية العادية ، كم يلاحظ أننا سوف نصل إلى ما نريد من معلومات بعد فوات الأوان بوقت طويل. ولكن كل هذا سيكون ميسرا وسهلا وسريعا ودقيقا حقا ، إذا ما اعتمدنا على تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية ، وما تقدمه لنا من خدمات دقيقة وسريعة. إذ سوف نصل إلى المعلومات في لحظات وفي يسر ودقة ، طالما أن هذه المعلومات موجودة بقاعدة البيانات في احد النظم المستخدمة ، كما يمكن توضيحها على خرائط حديثة ، أو ربطها ببيانات أو خرائط أخرى.

مزايا نظم المعلومات الجغرافية

يمكن بصفة عامة أن نلخص مزايا نظم المعلومات وما يمكن أن تقدمه لنا مع استخدامها في عدة نقاط أساسية هي كما يلي:

- ١- سهولة العمل وتوفير الوقت والجهد.
- ٢- الدقة والسرعة.
- ٣- إمكانية التحديث والتجديد والإضافة أو الحذف.

- ٤- الموضوعية والحيدة التامة والوضوح الكامل.
 - ٥- إمكانية التحليل والقياس من الخرائط وإجراء الجوانب والعمليات الإحصائية.
 - ٦- الربط بين المعلومات المختلفة المصدر.
 - ٧- التغطية والتداخل مع استخدام الخرائط بمعنى أنه يمكن وضع عدد كبير من الخرائط الموضوعية فوق بعضها.
 - ٨- التنبؤ والتوقع المستقبلي.
 - ٩- الإضافة والخلق والابتكار.
- ورغم عدم وضوح الصورة عما يمكن أن تقدمه لنا النظم الجغرافية من إمكانيات ومزايا يمكن تصويرها على أنها ثورة علمية وعملية بكل المقاييس فإن هذا قد لا يتضح إلا التعامل مع هذه التكنولوجيا عن قرب.

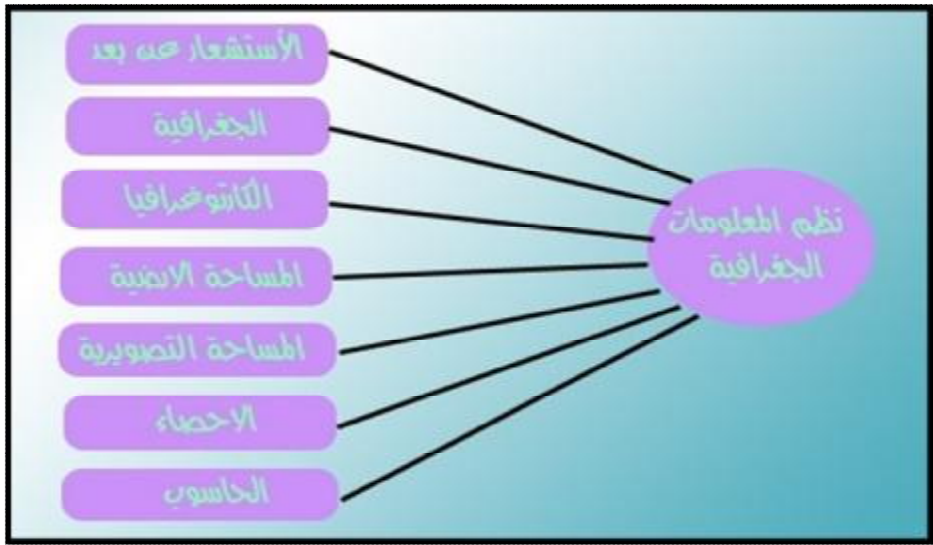
علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالمجالات العلمية والفنية؛

إن الكشف عن بعض الدوافع التي كانت وراء اهتمام الجغرافيين بنظم المعلومات الجغرافية تمكن في النقاط الآتية:-

- جغرافيا تعتمد في محاورها العلمية على المعلومات المكانية عن الظواهر الجغرافية سواء كانت معلومات كمية أو غير كمية وإظهار الروابط فيما بينها لتحديد السمة المكانية لها. تحتاج إلى أساليب كمية تساهم في إبراز الإحصائيات والجداول في شكل بياني مناسب بتوقيعها على خرائط بما يتناسب مع هدف الدراسة الجغرافية
- لقد صاحب تقدم تكنولوجيا الاستشعار عن بعد خلال القرنين السابقين توفر كم هائل من المعلومات المكانية عن ظواهر سطح الأرض مما دفع الجغرافي إلى التوجه إلى الاعتماد على الحاسب الآلي في قراءة وتحليل مرئيات الاستشعار وخاصة التعامل مع المعلومات الرقمية.

- يمكن القول أيضا أن من الدوافع التي ساهمت في زيادة اهتمام الجغرافيين هي اهتمام الجغرافي الحديث بمجال تطبيقية جديدة عادة تخطيط مناطق التجمعات العمرانية على اعتبار نظم المعلومات الجغرافية تهتم في الأساس بالمعلومات المكانية باختلاف أنواعها كما أنها تدعم مجالات شديدة الشعب والاندماج مع فروع عملية ومجالات تطبيقية عديدة لذلك فإنه من الأحرى أن نصفها كمعلم مستقل يسمى باسم علم المعلومات الجغرافية. وألان علينا أن نوضح العلاقة المتبادلة بين نظم المعلومات الجغرافية وبين المجالات العلمية الأخرى. كما يوضحه الشكل (١٤)

الشكل (١٤): العلاقة بين نظم المعلومات الجغرافية والمجالات العلمية الأخرى



علم الجغرافيا :

يعرف البعض علم الجغرافيا بأنه علم العلاقات المكانية وما ينتج عن ذلك من تفاعلات لذلك يعتبر علم الجغرافيا هو المصدر الأول للأفكار الجغرافية التي تبلور شخصية المكان من إذ ملامحه الوصفية والكمية ، بل و أيضا تحديد مدى التفاعل البيئي في وضع الافتراضات أو التنبؤات المستقبلية. فالجغرافيا تعتبر من العلوم الأولى

التي واجهت الثورة المعلوماتية التي بدأت من نجاح تكنولوجيا الاستشعار عن بعد وما صاحب ذلك من تدفق سريع للمعلومات وعن كوكب الأرض ما ترتب عليه صعوبة الاعتماد على الطرق التقليدية في تحليل وتفسير وتصنيف المعلومات الفضائية وخاصة إذا كانت مرئيات تحتاج إلى تحليل آلي ، وبذلك أصبح إدخال تقنيات التحليل الآلي للبيانات والمعلومات أمر ضروري للجغرافيين متمثلا في إدخال نظم المعلومات الجغرافية إلى حيز عملهم ، ليخرج علم الجغرافية من كونه علما وصفيا ليصبح منهجا بحثيا عصريا يعتمد في تطبيقاته على التحليل الآلي.

علم الكارتوجرافيا:

يعتبر علم الكارتوجرافيا (أو علم الخرائط) من أهم فروع علم الجغرافيا فمنذ نجاح استخدام الحاسب الآلي في مجال الرسم وقد أخذت الكارتوجرافيا مسلكا تنفيذيا جديدا إذ يطلق عليه الخرائط الآلية والتي تشكل جانبا هاما في مجال نظم المعلومات الجغرافية وخاصة ما يتفق مع العرض البياني الأمثل للبيانات والخرائط ويمكن سرد ما تقدمه الكارتوجرافيا في المراحل المختلفة لانجاز نظم المعلومات الجغرافية في النقاط التالية:-

١- من المعروف أن المعلومات المكانية تتحدد بواسطة النقط والخطوط والمساحات ويخضع كل عنصر منها إلى أساليب فنية خاصة كالسمك والحجم والشكل واللون وطريقة الرسم وقواعد التوقيع المكاني بما يتفق مع باقي محتويات الخريطة.

٢- تقدم الكارتوجرافيا جانبا هاما في مجال تصميم قواعد البيانات الجغرافية وهو مساقط الخرائط Map Projections إذ توضح أنواع المساقط وطرق رسمها.

٣- يعد موضوع كيفية اختيار مقياس الرسم للخريطة من الموضوعات الأساسية التي تهتم بها الكارتوجرافيا فقد تواجه محلل نظم المعلومات الجغرافية صعوبات عندما يريد اختيار مقياس رسم مناسب مع مساحة الإقليم وحجم

الورق وكثافة معلومات المطلوب عرضها أو أخرجها من الحاسب الآلي وما يترتب عليها من ضرورة إجراء التعميم أو التبسيط لعناصر الخريطة حتى تتفق كثافة المعلومات مع حجم الخريطة تعتبر قضية الألوان من أهم متطلبات عرض البيانات في نظم المعلومات الجغرافية.

٤- تهتم الكارتوجرافيا بقواعد الإخراج الفني للخرائط وتحيد الشكل الأنسب لمفتاح الخريطة Map Legend ومكانه الصحيح وأيضاً شكل ومكان قياس الرسم وقواعد توجيه الخريطة نحو الشمال الجغرافي الحقيقي وشكل الإطار الخارجي والداخلي للخريطة والموقع الأفضل لعنوان الخريطة وهذه القواعد الفنية تعتبر من أهم متطلبات عرض المعلومات الخرائطية في نظم المعلومات الجغرافية.

٥- تعتبر الرموز Symbols من أهم عناصر الخريطة وخاصة في مجال تمثيل خرائط التوزيعات. فالرموز تختلف حسب النوع إذ هنالك رموز هندسية ورموز تصويرية وعليه فإن نظم المعلومات الجغرافية تستمد أسس اختيار ورسم الرموز من الكارتوجرافيا.

الاستشعار عن بعد:

يعد الاستشعار عن بعد كمصدر هام للمعلومات الحديثة والدقيقة عن الكرة الأرضية مع نجاح تكنولوجيا الاستشعار عن بعد أصبح نظم المعلومات الجغرافية أمراً ملحا وخاصة بسبب زيادة حجم المعلومات وتنوعها الشديد مما ترتب عليه صعوبة الاستفادة منها بطرق التقليدية.

لقد تطورت نظم المعلومات الجغرافية جنبا إلى جنب الاستشعار عن بعد بسبب العلاقة الوثيقة والمتكاملة بين الاثنين والتي تعزى إلى: (ثائر العزاوي، ٢٠٠٨، ٣٥-٤٧)

- الاستشعار عن بعد يزود نظم المعلومات الجغرافية بالبيانات الحديثة والمتجددة وبشكل دوري ومنتظم بأقل تكلفة وجهد.

- يستخدم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أجهزة وبرامج حاسوبية متشابهة.

- احتوت نظم المعلومات الجغرافية على نظم خاصة تقوم بمعالجة المرئيات الفضائية وفي نفس الوقت تقوم بمطابقتها مع بيانات خطية لخرائط أساسية وذلك للحصول على نتائج مرضية.

- ان البيانات الرقمية للاستشعار عن بعد المحللة والمصنفة بواسطة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (الصور والخرائط الرقمية) يجب أن تحول مرة أخرى إلى صيغة رقمية بعد إجراء عمليات التصحيح الهندسي عليها ، لكي تصبح المرئية الفضائية المصححة تتصف بخواص هندسية ملائمة لإدخالها في نظم المعلومات الجغرافية وذلك للحصول على نتائج عالية الدقة. وعلى الرغم من هذه العلاقة الوثيقة بين الاثنين ألا أنها لا تخلو من المشاكل والصعوبات ومنها عدم التوافق في بعض الأحيان بين بيانات الاستشعار عن بعد وبيانات نظم المعلومات الجغرافية المستحصلة من مصادر أخرى.

المساحة التصويرية:

هي المساحة التي تستخدم تقنية التصوير الجوي كأساس في استنباط المعلومات اللازمة لأغراض تمثيل أشكال سطح الأرض والمعالم الحضارية على الخرائط الطبوغرافية شكلا وبعدا وموقعا ، إذ يتم استخدام الصور الجوية في إنتاج الخرائط الطبوغرافية ، وتعد المساحة التصويرية الجوية من أهم عمليات المسح الأرضي للحصول على المعلومات تفصيلية دقيقة والتي تساهم في الحصول على البيانات الأساسية اللازمة لإنتاج خرائط طبوغرافية Topographic maps ، التي تعد الأساس في بيانات نظم المعلومات الجغرافية.

المساحة الأرضية:

تساهم المساحة الأرضية بنصيب كبير في مجال جمع البيانات الحقلية اللازمة لمشاريع نظم المعلومات الجغرافية فعلى الرغم من صعوبة أجراء العمليات المساحة التقليدية ألا أنها تتيح بيانات على درجة عالية من الدقة وخاصة ما يتعلق بالتوقيع المكاني للظواهر كالمباني والمنشآت ونقاط التحكم الأرضي.

علم الإحصاء:

يهتم الإحصاء بالمعلومات الكمية والتي جمعها من الميدان بواسطة احد الطرق الإحصائية المتبعة لجمع البيانات وتجري على البيانات أجراء عمليات خاصة كحساب المتوسطات والمعدلات واتجاهات النمو للظواهر ، وهنا تلتقي نظم المعلومات الجغرافية مع الإحصاء ، إذ توفر برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وظائف خاصة لإجراء العمليات التحليلية على البيانات الإحصائية ، فالتحليل في نظم المعلومات الجغرافية لا يقتصر على التحليل المكاني والوصفي للبيانات بل يتعداه إلى تحليل إحصائي رقمي يساعد المحللين على الحصول على جداول إحصائية تتعلق بحساب المساحات وكميات الإنتاج والمبيعات وحساب المسافات للطرق وغيرها.

وقد حرص منتجو نظم المعلومات الجغرافية على الاهتمام بوجود نماذج البيانات Models data التي تتفق مع الأساليب الإحصائية.

علوم الحاسب الآلي:

هنالك أربع فروع في مجال علوم الحاسب الآلي وهي:

- ١- مجال التصميم بمساعدة الحاسب الآلي (CAD) والذي يتيح البرامج الخاصة بالرسم كما يقدم حلولاً فنية مناسبة لعمليات إدخال البيانات.
- ٢- مجال الرسم الآلي Computer Graphics يتيح هذا الفرع العلمي والفني الهام أسس تطور مكونات الحاسب الآلي وأيضاً برامج الرسم والعرض البياني للمعلومات.

٣- نظم إدارة قواعد المعلومات (DBMS) يتيح الطرق الفنية المناسبة لعرض البيانات في حالة رقمية وطرق تصميم النظم المتكاملة وطرق التعامل مع الكميات الكبيرة من المعلومات وطرق إعداد روابط الكترونية Interfaces لتبادل المعلومات وطرق تحديث المعلومات.

٤- مجال الإذكاء الاصطناعي يتيح أساليب إجراء خيارات على البيانات المتوفرة بحيث تبدو النتيجة مشابهة تماماً بالذكاء البشري الآلي يقوم بإجراء عمليات كالخبر مثلاً كرسم الخرائط أو تعميم أو تبسيط للظواهرات الجغرافية وهذا المجال المتطور مازال مفقوداً في التطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ومن المنتظر أن تضاف إلى هذه النظم عمليات الذكاء الاصطناعي.

فوائد نظم معلومات الجغرافية:

برزت أهمية نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة للتعامل مع البيانات في جميع المجالات.

وتعد أسلوباً تكنولوجياً متطوراً يجمع بين أجهزة الحاسب الآلي (Hardware) والبرامج (Software) المتخصصة في بناء الخرائط والتعامل مع عناصرها وربطها بالبيانات المتعددة المصاحبة للبرنامج أو المستدعاة من قواعد البيانات المتوفرة على العديد من البرامج الأخرى مع إمكانية ترميزها وتخزينها واسترجاعها وإمكانية إجراء التطبيقات الجغرافية غير المحددة عليها.

وعلى هذا الأساس تلعب نظم المعلومات الجغرافية دوراً هاماً في توفير أساليب آلية متقدمة في تحليل البيانات المكانية (Spatial Data Analysis) بعد ربطها بالبيانات الوصفية (Descriptive Data) على قواعد البيانات الجغرافية مما أدى إلى الوصول إلى نتائج سريعة ودقيقة ومتنوعة متمثلة في الخرائط الرقمية والرسومات البيانية المختلفة والتقارير.

وتتلخص الفوائد فيما يلي : (عبد علي العزاوي ، ٢٠٠٨ ، ٣٤ - ٣٨)

حفظ المعلومات آلياً :

نتيجة لزيادة الكم الهائل من البيانات والمعلومات المتعددة المصادر هو قيام برامج نظم المعلومات الجغرافية بحفظ تلك البيانات والمعلومات آلياً وتنسيقها وترتيبها وتبويبها بحيث يسهل الحصول على المعلومة المطلوبة بطريقة آلية سريعة وسهلة.

- استخراج المعلومات آلياً :

أن استخراج المعلومات بالطرق التقليدية اليدوية للمعلومات والبيانات الغير مخزنة آلياً كان مكلفاً ومهدراً للوقت والجهد خاصة عندما تكون البيانات والمعلومات متوفرة بكمية كبيرة جداً ولكن عندما تكون تلك البيانات والمعلومات مخزنة في ذاكرة الحاسب الآلي بصورة منظمة ومفهرسة أو مخزنة على أقراص لينة أو صلبة فإن ذلك يسهل الوصول إليها بأقل تكلفة وجهد ووقت.

- سرعة معالجة المعلومات :

حين الحاجة إلى معالجة البيانات والمعلومات المخزنة في قواعد بيانات نظم المعلومات الجغرافية فإن ذلك لا يستغرق وقتاً طويلاً ، إذ تعتمد سرعة معالجة المعلومات على كفاءة برامج نظم المعلومات الجغرافية ونوعية أجهزة الحاسب الآلي.

- إنجاز عمليات القياس ومطابقة الأطوال والمساحات :

يتم ذلك آلياً عند تحديد أول وآخر نقطة للشكل المتمثلة في الظاهرة الجغرافية وكذلك يتم مطابقة أو إسقاط الخرائط على بعضها البعض والذي يعرف بـ (Overlays) وذلك للحصول على معلومات وخرائط جديدة مشتقة من الخرائط الأساسية.

- ربط وتحليل المعلومات الجغرافية وغير الجغرافية :

تعتبر تلك الخاصية من أهم فوائد نظم المعلومات الجغرافية والذي يقصد به ربط المعلومات البيانية بالمعلومات الجغرافية للوصول إلى نتائج وحلول وتساعد في بناء

القرارات على أسس علمية صحيحة مما يدعم ويطور عملية التخطيط المتعلقة بالتنمية المستقبلية.

-سرعة التحليل والفحص للنماذج:

تستخدم برامج نظم المعلومات الجغرافية ليس فقط لتحليل المعلومات المتوفرة في قواعد البيانات بل أيضاً لتحل المعلومات الناتجة من نماذج تخطيطية مختلفة بصورة سريعة واستنتاج معلومات جغرافية جديدة تساعد في تحقيق أهداف وغايات المشاريع والدراسات التي أقيمت من أجلها.

- تحليل المعلومات في أوقات مختلفة:

يرتبط التحليل الجغرافي بالوقت إذ تتطلب الدراسات التخطيطية العمرانية والبيئية التعرف على تغير تلك الخطط أو تأثيرها على فترات زمنية متسلسلة ومتعددة وباستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية يمكننا التعرف على المتغيرات التي حدثت بمرور الزمن كتوسع العمراني مدة معينة

-عرض ورسم المعلومات:

تتيح لنا برامج نظم المعلومات الجغرافية مخرجات متعددة ومتنوعة يمكن من خلالها تمثيل البيانات والمعلومات بما يناسب أهداف الدراسة وتقدم نظم المعلومات الجغرافية سرعة في اختيار تلك المخرجات وسهولة تعديلها وتصحيحها من إذ المعلومات والأشكال والأحجام والألوان بعكس الرسم الكارتوجرافي بالطرق اليدوية الذي يلاقي صعوبة وهدر للوقت والجهد والمال في عملية التحديث والتصحيح والتعديل وتمثل تلك المخرجات في (الرسوم البيانية على اختلاف أنواعها ، التقارير ، الملخصات ، وأهمها الخرائط الرقمية).

وكما لأي برنامج متعلق بالحاسب الآلي مزايا وفوائد لابد أن يكون هناك عيوب أو صعوبات تتعلق به إذ تنقسم تلك الصعوبات إلى نوعين رئيسيين الأول يتعلق قبل شراء وتشغيل برنامج نظم المعلومات الجغرافية والثاني يتعلق في بعد عملية التشغيل

وعموماً كلا النوعين من الصعوبات تمثل في الغالب صعوبات إدارية وتنظيمية وفنية
نوجزها فيما يلي:-

- صعوبة اختيار البرنامج المناسب؛

بعد تطور أنظمة وبرامج نظم المعلومات الجغرافية وتعدد أنواعها تطبيقاتها أصبح
لدى المستخدم الذي ليس لديه خبرة بتلك البرامج صعوبة في تحديد البرنامج المناسب
لموضوع الدراسة فيتم شراء برنامج دون عمل دراسات أو استشارات فنية للتعرف
على أفضل الأجهزة والبرامج.

-صعوبة تشغيل تلك البرامج من نظم المعلومات الجغرافية؛

تعد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية من التقنيات التي أدخلت حديثاً للعالم
العربي ولم تكن هناك كوادر مختصة أو كوادر فنية متدربة لتلك التقنية مما قلل من
فعالية استخدام تلك النظم وأن توفرت بعض الكوادر لتشغيل النظام لم تتوفر كوادر
مساعدة لعملية الصيانة لتدارك المشكلات الفنية التي تحدث أثناء عملية التشغيل مما
يؤدي إلى توقف النظام عن العمل دون الاستفادة منه.

- تعرض الحاسب الآلي إلى مشكلات فنية؛

بسبب استخدامه من قبل كوادر غير مدربة أو بسبب عطل فني ما قد يؤدي
لفقدان البيانات والمعلومات المخزنة عليه.

- تلف الأقراص الصلبة والليونة المخزن عليها البيانات والمعلومات

مما يفقد فعالية النظام في عملية التشغيل ما لم تتوفر بيانات تبنى عليها قواعد
البيانات.

-التكلفة المادية لتوفير البرامج وصيانتها؛

تتطلب نظم المعلومات الجغرافية تجهيزات فنية متعلقة في البرامج وأجهزة الحاسب

الآلي أضافه إلى أجهزة إدخال البيانات وأجهزة أخرى لإخراجها وطباعتها وتكلفة مادية لصيانة تلك الأجهزة وكذلك بعض المشاريع تحتاج إلى شراء قواعد بيانات جاهزة أو بيانات رقمية مما يصعب على الأفراد توفيرها وشرائها.

- مع تطور تلك التقنية وتطور الحاجة لها في جميع المجالات

ولكن يفتقد العالم إلى وجود كوادرات متخصصة في توزيع مهام التشغيل من (مبرمج ، مدخل بيانات ، محلل ، كارتوجرافي ،... إلخ) وذلك لتوزيع المهام والمسؤوليات المتعلقة بتشغيل البرنامج لكي يساعد في نجاح استخدام النظام وتطويره. حيث نلاحظ أن مستخدم نظم المعلومات يقوم بكل تلك المهام مما يعيق عملية تطويره واستخدامه بالصورة المثلى.

هناك فوائد أخرى كثيرة لنظم المعلومات الجغرافية يمكن تلخيصها في ما يلي :

- تخفيض زمن الإنتاج وتحسين الدقة :

فمثلا بدلا ما كان إنتاج خريطة يحتاج إلى أكثر من يوم نجده الآن وباستخدام الحاسوب يمكن إنجازه في أقل من ساعة. وباستخدام الحاسوب قلت كثيرا من الأخطاء التي كانت تنتج من الإنسان نتيجة لعوامل الطقس ، وإرهاق الأعصاب ، والحالة السيكولوجية وكل هذا أدى إلى تحسين الدقة.

- تخفيض العمالة :

كانت في الماضي مختبرات رسم الخرائط تكتظ بالأيدي العاملة وذلك للحاجة لهم في الرسم ، والخط ، والتلوين. أما الآن فيمكن لعامل واحد وبفضل استخدام نظم المعلومات الجغرافية أن يحل مكان ثلاثة عمال عما كان عليه في الماضي. وهذا يعتبر نوع من تقليل التكلفة الغير مباشر.

- تخفيض التكلفة :

بالنظر إلى الفائدتين أعلاه نجد أنهما يصبان في تقليل التكلفة وحسب النظريات الإقتصادية فإن الوقت مال وتخفيض زمن الإنتاج والعمالة يعنى كسبا ماليا. وهنا لابد للإشارة إلى أن التكلفة المبدئية لاقامة نظم المعلومات الجغرافية قد تكون عالية ولكن العائد سوف يكون كبيرا وفي بعض الاحيان قد لا يكون العائد ماديا مباشرا بقيمة الدولار ولكن قد يكون في شكل تنمية الكوادر البشرية وتأهيلها (Human Development). كما تساعد إدارة المعلومات في زيادة الكفاءة وزيادة نسبة التكلفة إلى الفائدة.

- التطبيقات المشهورة لنظام المعلومات الجغرافية

مثل استخدامه في المواصلات لمعرفة أفضل الطرق بين موقعين في المدينة ، أو استخدامه في مؤسسات الكهرباء لتوضيح مواقع مراكز التحويل وكيفية وصول الكهرباء إلى المناطق السكنية واكتشاف مصادر الأعطال بسرعة ، أو استخدام الحكومات المحلية له في إدارة وتحديث حدود ملكية العقارات. لكن هذا النظام يمكن استخدامه تقريبا في أي شيء ، فالتخطيط الجيد للخدمات الاجتماعية مثل الرعاية الصحية والتعليم الابتدائي يمكن إنجازه عبر نظام المعلومات الجغرافية ، لما يتمتع به هذا النظام من قدرة على تحليل توزع السكان ودراسة كيفية وصولهم إلى تلك المراكز الخدمية ، فضلا عن ازدياد استخدام نظم المعلومات الجغرافية باطراد في مساعدة الأعمال التجارية على تحديد أسواقها المرتقبة والاهتمام بزبائنهم.

يمكننا إذاً أن نعرّف نظام المعلومات الجغرافية بأنه مجموعة من المبادئ والتقنيات المستخدمة لإنجاز أحد الهدفين التاليين أو كليهما:-

- العثور على المواقع المناسبة لإنجاز هدف ما ، اعتماداً على شروط ومعايير محددة ، مثل العثور على أفضل موقع لإنشاء مطار ، أو أفضل موقع لافتتاح مركز تجاري.
- ويمكن القيام بذلك باستخدام عدد من العمليات المنطقية.
- الاستعلام عن خصائص معالم الخريطة ، مثل معرفة الكثافة السكانية لمنطقة إدارية ، أو سرعة المركبة المسموح بها على طريق ، أو اسم صاحب العقار. وتنجز

هذه العمليات في الأغلب بالنقر على المعلم الجغرافي (المنطقة الإدارية أو الطريق أو العقار) فيقوم نظام المعلومات الجغرافية باستخراج سماته من قاعدة البيانات المرافقة ويعرضها.

مكونات نظم المعلومات الجغرافي : GIS Components

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من عدة عناصر تعتبر الأركان الأساسية لإنشاء نظم معلومات جغرافية متكاملة شكل (١٥)

شكل (١٥) مكونات نظم المعلومات الجغرافية



١- الأجهزة (Hardware) :

وتشمل (أجهزة الحاسب الآلي ، أجهزة إدخال البيانات والمعلومات والخرائط كالماسحات الضوئية Scanner ، والرقمات Digitizer ، أجهزة تحديد المواقع GPS وأجهزة المخرجات كالطابعات Printer ، والراسمات Plotters وغيرها من الأجهزة).

٢- البرامج (Software) :

ويقصد بها البرامج كافة التي تشغل جهاز الحاسب الآلي والتي تعطي للحاسب الآلي التعليمات لأداء مختلف المهام منها البرامج الداخلية المصاحبة لجهاز الحاسب

الآلي ومنها البرامج الخارجية التي يتم إضافتها للحاسب كبرامج نظم المعلومات الجغرافية.

٣- البيانات والمعلومات: (Information & Data)

تتردد كلمة معلومات وبيانات في مجال الحاسب الآلي ونظم المعلومات الجغرافية والبعض يستخدم اللفظتين بنفس المعنى ولكن هناك فرق في اللفظتين وهما على النحو التالي.

- البيانات: هي المعاني والمفاهيم والحقائق الخام التي تخص ظاهرة معينة دون إجراء أي معالجة لها.

- المعلومات: هي تفاصيل تلك المعاني والمفاهيم والحقائق التي تم التوصل إليها بعد معالجة البيانات فمثلاً عند إنشاء قاعدة بيانات عن ظاهرة جغرافية معينة ولتكن (حوض وادي) فإن قاعدة البيانات للحوض تتطلب بيانات خام عن (خرائط عن الحوض ، مرئيات فضائية ، صور جوية ، بيانات تحديد المواقع GPS ، جداول ،... إلخ) ثم نقوم بإدخال تلك البيانات في قاعدة البيانات من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية ونقوم بمعالجة وتحليل تلك البيانات للوصول إلى معلومات تتعلق بخصائص معينة للحوض وذلك حسب هدف الدراسة مثلاً (مساحة الحوض ، محيط الحوض أو منطقة تقسيم المياه ، عرض الحوض ، تصنيف المجاري والروافد ،... إلخ) وذلك للوصول إلى معلومات تسمى (الخصائص المورفومترية لحوض وادي).

4- المستخدمون (User) أو المتخصصون (GIS Specialists):

يختلف المتخصصون في نظم المعلومات الجغرافية عن غيرهم من المتخصصون في نظم أخرى من إذ يجب أن يكون المتخصصون في نظم المعلومات الجغرافية ملمون بعلوم عديدة أهمها (علم الحاسب الآلي ، علم الجغرافيا ، علم الخرائط ، علم الهندسة ، علم المساحة ، الإحصاء ، الاستشعار عن بعد) وذلك لكي يتمكن هؤلاء المتخصصين من استخدام النظم بسهولة ومرونة نظراً لكثرة تطبيقات النظم وتسلسل الأوامر المستخدمة التي تتعلق بمراحل ومهام إعداد مشروع الدراسة المنفذ بواسطة نظم

المعلومات الجغرافية كتهيز الخرائط والبيانات ، إدخالها بقواعد البيانات ، اختيار التصميم المناسبة ، معالجة البيانات ، تصنيف البيانات ، تحليل البيانات ، تمثيل البيانات والإخراج النهائي لها.

5- الإجراءات:

ويقصد بها وضع الخطط والنماذج واختيار البرامج المناسبة للوصول إلى أهداف الدراسة المنشودة أي الإجراءات الإدارية اللازمة والمتبعة في تشغيل واستخدام نظم المعلومات الجغرافية. وهذه الإجراءات تتنوع لتصبح مراحل أو طرق لتنفيذ وتطبيق نظم المعلومات الجغرافية.

- إجراءات إدارية:

وهي الطرق المتبعة في تنفيذ المطلوب من نظم المعلومات الجغرافية

- إجراءات تنظيمية:

وهي تنظيم سير العمل على نظم المعلومات الجغرافية مثل توزيع المسؤوليات والمهام وإنفاذ الأعمال للمختصين كلاً حسب تخصصه وذلك لضمان سير العمل بكل سهولة ومرونة.

- إجراءات فنية:

وتشمل الطرق المتبعة لتشغيل برامج نظم المعلومات الجغرافية ابتداءً من إدخال البيانات وصولاً إلى عرضها بعد الإخراج النهائي والوصول إلى المعلومات والنتائج.

وظائف نظم المعلومات الجغرافية:

Geographical Information System Functions

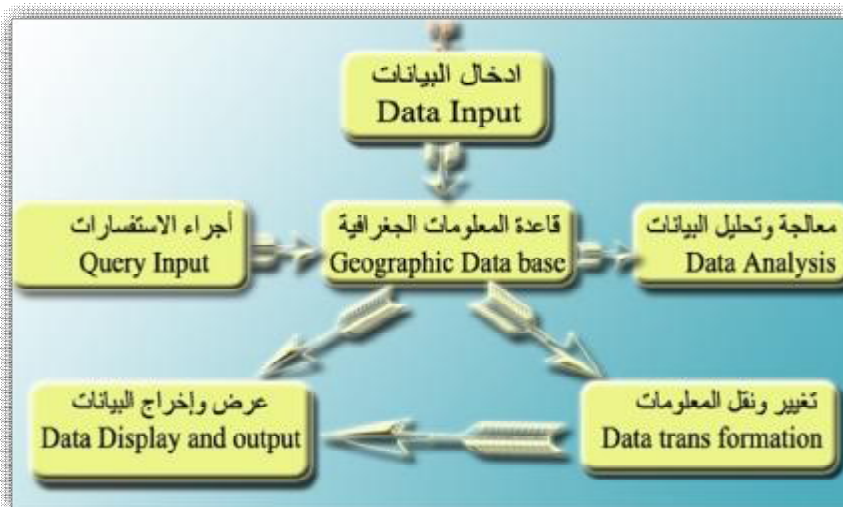
توفر تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الكثير من الوظائف لمعالجة وتحليل البيانات المكانية نوجزها بالآتي ، كما موضحه بالشكل (١٦).

www.gicqatar.org.qa

- ١- إدخال البيانات إلى ذاكرة الحاسوب وفقا لطبيعة البيانات وبهيئة رقمية ، وتكون إما بهيئة خلوية (Raster) أو بهيئة خطية (Vector).
- ٢- استرجاع المعلومات (Information retrieval): يستطيع المستخدم الحصول على المعلومات الخاصة بمعلم من معالم الخارطة من نظام إدارة قواعد البيانات وذلك بالنقر على ذلك المعلم ، وما يزيد من أهمية نظام المعلومات الجغرافي قدرته على إنشاء تقارير مخصصة للمعلومات التي يسترجعها المستخدم.
- ٣- إنتاج الخرائط الموضوعية (Thematic mapping): يستطيع نظام المعلومات الجغرافية إنتاج خرائط موضوعية للمعالم الجغرافية ، ويعني ذلك إظهار السمات أو البيانات الوصفية في أسلوب رسومي ، ويؤدي تغيير مظهر المعالم إلى جعل المعلومات أكثر وضوحا ، لتغيير لون المعلم أو نمط الخط المرسوم بها و ترميزه برمز خاص. إذ تشكل صناعة الخرائط (cartography) في العالم نسبة ٤% من مجمل استخدامات نظم المعلومات الجغرافية.
- ٤- ربط البيانات التي تم إدخالها وخزنها عن طريق إحداثياتها الجغرافية الموقعية ، ليتسنى إجراء عملية القياس المكاني (Spatial measurement) بين أي معلمين أو معرفة مساحة ومحيط أية ظاهرة.
- ٥- معالجة وتحليل البيانات الوصفية وأجراء عمليات التصنيف المكاني.
- ٦- التركب (overlay): وهو إجراء هام في تحليل نظام المعلومات الجغرافية ويتطلب تركيب طبقتين أو أكثر لإنتاج طبقة جديدة على الخارطة ، أو مطابقة مرئيات مختلفة على الخرائط.
- ٧- إنشاء النطاقات حول الظواهر المختلفة (Buffer and corridors): ويستعمل عند معرفة المنطقة التي سيشملها حدث ما على قياس مسافة محددة انطلاقا من نقطة أو خط أو مضلع (معرفة المنطقة التي سيشملها فيضان نهر معين).
- ٨- إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد (digital terrain Models): إذ تستطيع نظم المعلومات الجغرافية تحليل نموذج التضاريس الرقمي (DTM) بعد تلقين البرنامج

- الإحداثيات (X,Y,Z) عن منطقة ما وذلك لزيادة الإدراك البصري.
- ٩- أمكانية عمل استفهام على قاعدة البيانات المرافقة لكل طبقة من طبقات البيانات وفي جانب أمكانية تفصيل وإخفاء تلك الطبقات من المعلومات وعرضها حسب الحاجة.
- ١٠- التوليد المكاني (Spatial interpolation): أسلوب خاص في نظم المعلومات الجغرافية يمكن استخدامه في خصائص التضرس أو الشروط البيئية من عدد محدود من القياسات الحقلية.
- ١١- إسقاط الخارطة (map projection): تستخدم نظم المعلومات الجغرافية أنواع متعددة من المساقط ويمكن للمستخدم اعتماد أيها منها لان لكل نوع من أنواع الإسقاط استخدام محدد.
- ١٢- تحليل الشبكة (network analysis): يستطيع نظام المعلومات الجغرافي معالجة مشاكل الشبكة المعقدة ، مثل شبكة الطرق أو شبكة إساءلة المياه أو المجاري أو شبكة الهاتف والكهرباء.

شكل (١٦) الوظائف الرئيسة لنظم المعلومات الجغرافية



مصادر البيانات والمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية:

من أهم مصادر جمع البيانات سواء كانت جغرافية أم إحصائية هي:

- ١- التحسس النائي (Remote Sensing) ويشمل:
 - المرئيات الفضائية (Satellite Images)
 - الصور الجوية (Aerial photography).
 - صور الكاميرات الفيديوية الرقمية (Digital video photos).
 - نظام تحديد الموقع العالمي GPS (Global positioning system).

٢- الخرائط الموضوعية (Thematic maps):

وهي مجموعة من الخرائط التي تخدم موضوع محدد، مثل الخرائط الطبوغرافية - خرائط الغطاء النباتي - خرائط استعمالات الأرض.....الخ.

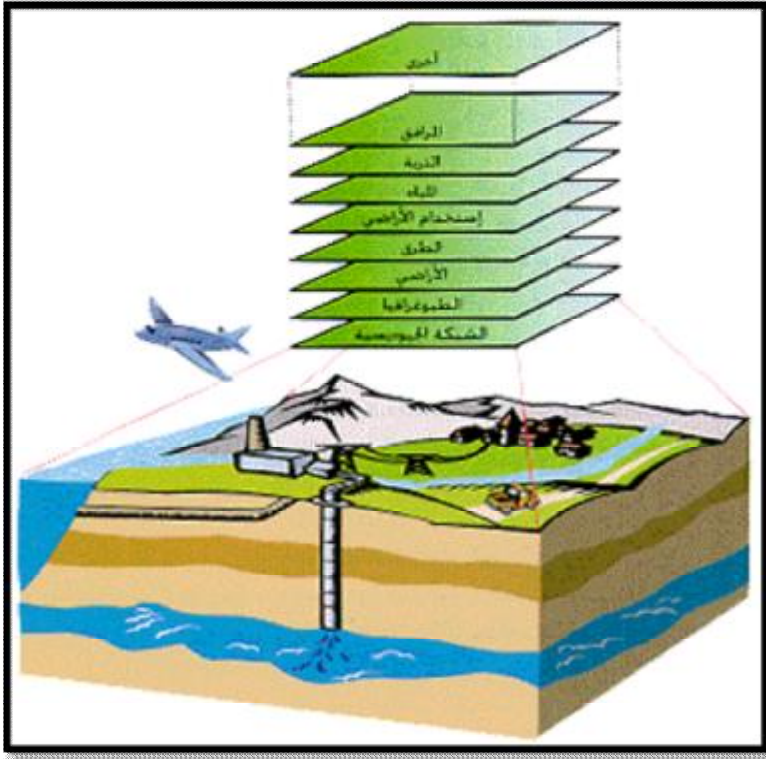
أنواع البيانات في نظم المعلومات الجغرافية:

إن قاعدة البيانات الجغرافية هي مجموعة من الملفات المرتبطة فيما بينها من خلال التوزيع الشبكي للمعلومات المخزونة في نظم المعلومات الجغرافية وتحتوي هذه القاعدة على بيانات منطقية فضلاً عن البيانات المشتقة من الخارطة وقواعد بيانات أخرى متمثلة في بيانات علاقة الحدود وقاعدة بيانات المستنبطة من المرئيات الفضائية الشكل (١٧).

وتعرف قاعدة البيانات الجغرافية (بأنها كمية ضخمة من البيانات منسقة ومنظمة تخزن في ذاكرة الحاسوب بنظام منطقي معين وبشكل رمزي له مفاتيحه الخاصة التي تسمح بالبحث عن البيانات المطلوبة واسترجاعها لاستخدامها لتطويرها ثم أعادتها لمكانها المحدد بالذاكرة). (عبد الصمد ، ١٩٨٨ ، ٩٤)

وتتوقف درجة نجاح استخدام قاعدة البيانات الجغرافية على درجة الربط بين المعلومات المكانية Spatial data والمعلومات الوصفية Descriptive Data ، ويشكل عام فان Gis تتعامل مع البيانات الرئيسة التالية:

شكل (١٧) قاعدة البيانات الجغرافية



أ- نظم المعلومات الجغرافية النقطية: (vector data)

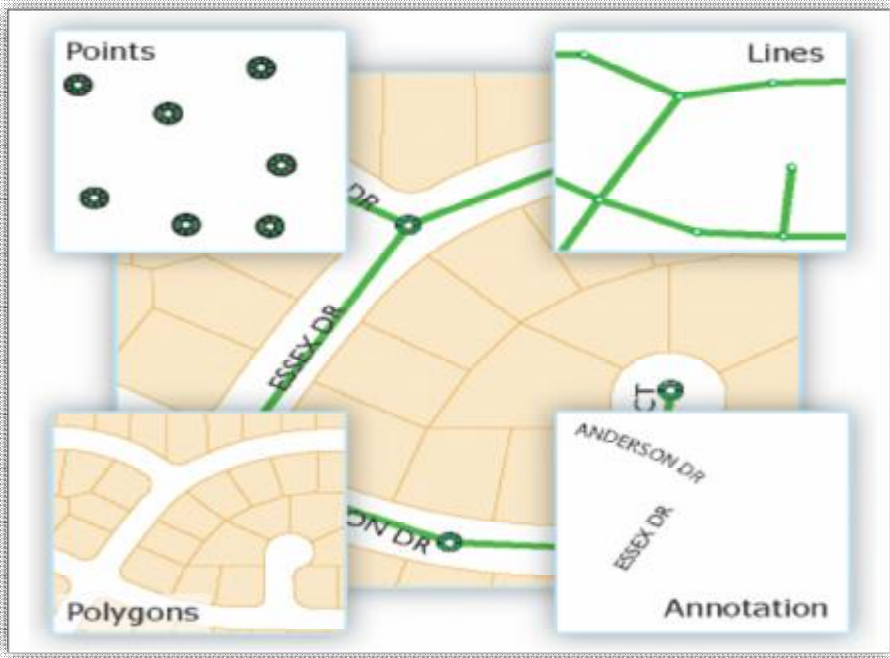
يعد النموذج الخطي من أكثر نماذج التمثيل الرقمي للبيانات الجغرافية شيوعاً ، نظراً لبساطته وكفاءة توظيفه في مختلف مجالات نظم المعلومات الجغرافية. يعتمد هذا النوع من المعلومات على أساس الهندسة التحليلية البسيطة ، إذ يستخدم فكرة شبكة الإحداثيات المتعامدة كعنصر رئيس في النموذج ، وتمثيل أية ظاهرة جغرافية طبيعية كانت أم بشرية ضمن هذا النوع بوحدة من العناصر الثلاث الآتية ينظر الشكل (١٨):

١-النقاط (points): يتم تمثيلها بزوج من الإحداثيات (X,Y) وتستخدم النقاط لتمثل سطح الأرض التي يمكن تجاهل أبعادها مثل موقع بئر أو محطة مناخية.

٢- البيانات الخطية (Line Data): يتم تمثيلها بسلسلة من أزواج الإحداثيات ، وتستخدم لتمثيل ظواهر سطح الأرض التي يمكن إهمال سمكها مقارنة بطولها ، مثل الطرق والأنهار والحدود السياسية.

٣- البيانات المساحية (Polygons Data): يتم تمثيلها بسلسلة مغلقة من أزواج الإحداثيات وتستخدم لتمثيل ظواهر سطح الأرض التي لها أبعاد محددة ، مثل تمثيل أبعاد بحيرة أو استخدام أرض أو غطاء ارضي معين. وهنالك عدة صيغ لتمثيل البيانات المتجهة (Vector data) منها (Shape file ، geodatabase ، coverage ، CAD files)

الشكل (١٨) أنواع البيانات المتجهة في نظم المعلومات الجغرافية

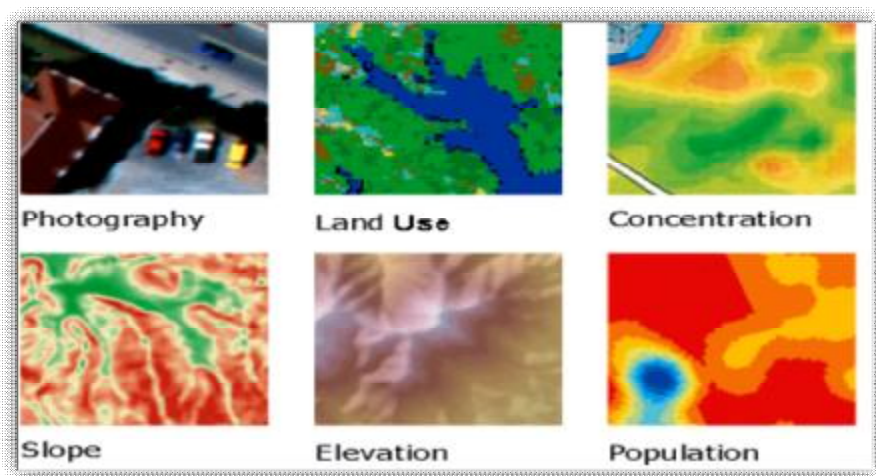


ب- نظم المعلومات الجغرافية المساحية (Raster data):

هي نظم تعتمد في تمثيل البيانات على شكل خلايا أو مناطق مساحية صغيرة مربعة الشكل تدعى (Pixel) والتي غالبا ما يتم إدخالها إلى الحاسوب عن طريق

أجهزة المساح الضوئي (Scanner) وتتمثل هذه البيانات في الخرائط والصور الجوية أو ملفات رقمية جاهزة مثل المرئيات الفضائية ، الشكل (١٩) ولها درجات من الشدة الضوئية (Gray tones) تتراوح بين (٠-٢٥٥) من مساوئها هو ثبات دقة التمييز لها ، وهذا يعني تدهور نوعية الصورة إذا تم تكبيرها لمقاييس مختلفة ، وبالأخص إذا كانت دقة التمييز غير عالية إلى جانب استحواذها على مساحة كبيرة من ذاكرة الحاسوب. ويحدد موقع الخلية عن طريق الصف (Row) والعمود (column) ، إذ أن كل خلية تحدد برقم إحداثي في الصف وتأخذ رقم في العمود كذلك ، وتبعا لهذه الطريقة يتم حفظ مجموعة النقاط التي تكون الصورة الفضائية وهي بالملايين داخل الحاسب الآلي.

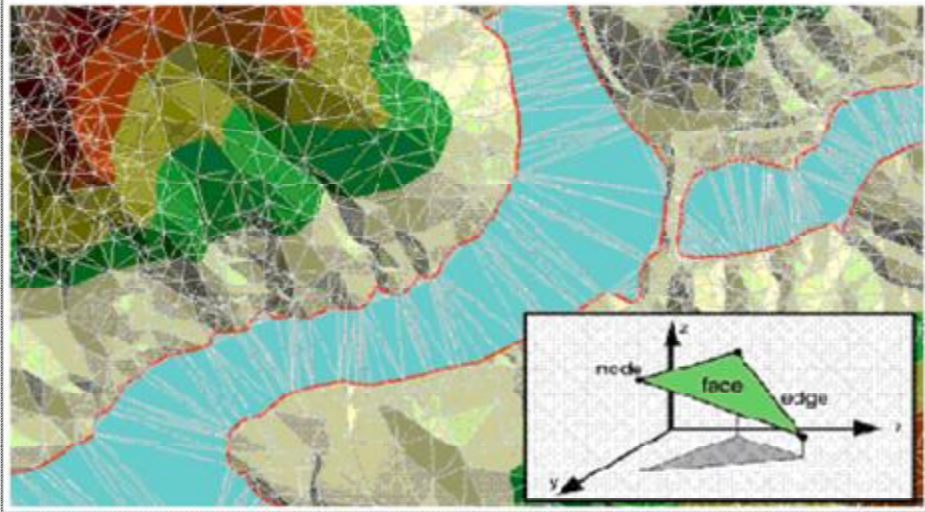
شكل (١٩) أنواع البيانات المساحية



٣- بيانات من نوع TIN:

يتم تمثيل المعالم بشبكة من المثلثات المتصلة مع بعضها بعقد وعلى مسافات غير متساوية ، وهي طريقة مهمة لتمثيل السطوح بثلاث أبعاد تنظر الشكل (٢٠).

الشكل (٢٠) بيانات TIN



٤- البيانات المجدولة Tabular data؛

تستخدم الجداول عادة للتعبير عن البيانات الوصفية (السمات) للمعالم الجغرافية ، وقد تحتوي الجداول على معلومات أخرى غير جغرافية لكنها مرتبطة بمعالم موجودة في مستند الخريطة ، مثل أسماء مالكي المنازل ، ناوين الزبائن ، الرواتب.. وغيرها ، يمكن ربط هذه البيانات مع البيانات الجغرافية وبذلك نحصل على معلومات جديدة ومفيدة في كثير من التطبيقات.

يتألف الجدول من سلسلة من الصفوف والأعمدة ، وكل صف يمثل معلم جغرافي مثل حدود قطعة الأرض ، عمود الكهرباء ، وغيرها وكل عمود أو حقل Field ، يصف سمة محددة من ذلك المعلم مثل الطول ، العمق ، الكلفة...الخ. الشكل (٢١).

الشكل (٢١) البيانات المجدولة

The image shows two overlapping database window screenshots. The top window, titled 'Attributes of Parcels', displays a table with columns: OBJECTID, SHAPE, Property ID, Parcel ID, and Zoning. The bottom window, titled 'Attributes of owners', displays a table with columns: Property ID, Owner, and Deed date.

OBJECTID	SHAPE	Property ID	Parcel ID	Zoning
4	Polygon	1004	2361	Residential
5	Polygon	1005	2362	Residential
8	Polygon	1008	2365	Residential
9	Polygon	1009	2366	Residential
10	Polygon	1010	2367	Residential
11	Polygon	1011		
12	Polygon	1012		
13	Polygon	1013		
14	Polygon	1014		

Property ID	Owner	Deed date
1004	THOMMAON DAN	1912-06-26 00:00:00
1005	CRIDER ANJA	1917-05-09 00:00:00
1008	CHINNAMY ELIZABETH	1918-10-30 00:00:00
1009	LIEBENTHAL MATTHEW	1921-06-14 00:00:00
1010	EBERT DANIELA	1921-07-02 00:00:00
1011	VAN LIU	1921-07-09 00:00:00
1012	AFRONI DAN	1923-05-02 00:00:00
1013	WINCHELL JEFFREY	1924-04-12 00:00:00
1014	MCCARTHY BUU	1925-04-10 00:00:00

بناء نظام معلومات جغرافي:

إن الموارد الطبيعية لها صفة الديناميكية والتغير في معطياتها باستمرار ، وإن عملية تقييم الموارد لا يمكن أن تكون واقعية ومقبولة إلا إذا تمت متابعتها بشكل دوري ومستمر ، وذلك بجمع المعلومات المختلفة عنها مع إدخال ودمج البيانات الرقمية للمرئيات الفضائية ، بغية الوصول إلى وضع نظام متكامل يسمح بالتعامل مع مجال واسع من العوامل والمعطيات البيئية في وقت واحد ، وتهدف نظم المعلومات الجغرافية إلى معالجة مقادير كبيرة من المعلومات عن طريق سلسلة من الصور والمخططات للمجال الجغرافي مستخرجة من معالجة قاعدة المعلومات Base Data ، ويعود إنشاء أول قاعدة بيانات إلى الستينات ، إذ استخدمت في الأعمال التجارية ، ثم ظهرت لها عدة تسميات (إدارية ، هندسية ، بيئية. مالية ، أمنية ، الخ) ، ومن ثم قاعدة البيانات الجغرافية التي تعرف على أنها كم هائل من المعلومات والبيانات الرقمية والجغرافية متنوعة المصادر عن ظاهرات جغرافية مختلفة وكذلك العلاقة فيما بينها ،

وتحتوي قواعد البيانات على ملفات File مكونة من سجلات Records كل سجل يحتوي على مجموعة من الحقول Fields مبنية وفق خصائص معينة ، وذلك لتسهيل تخزينها وتفسيرها وتحليلها وعرضها من اجل ربط النتائج بالمعلومات التي تم تخزينها بوصفها مرحلة بناء قاعدة بيانات في مشاريع نظم المعلومات الجغرافية. (العزاوي ، ٢٠٠٨ ، ١٠٢).

يعتمد اختيار نوع النظام والأجهزة الصلبة اللازمة لبناء نظام المعلومات الجغرافي على عدة عوامل هي: (الدويكات ، ٢٠٠٠ ، ١٧٣)

- ١-تحديد حاجة المستخدم ومتطلباته من خلال حلقات النقاش واللقاءات وأعداد ورقة المتطلبات
- ٢-تحديد طبيعة الخبرة المتوفرة لدى المستخدم.
- ٣-تحديد الإمكانيات المادية المتوفرة لدى المستخدم.
- ٤-تحديد نوع المعلومات التي يحتاجها المستخدم.
- ٥-تحديد متطلبات صنع الخرائط وكتابة التقارير.
- ٦-طبيعة وإمكانات الأجهزة المتوفرة ، ومتطلبات البرمجيات والأجهزة وتكاليفها.
- ٧-تحديد الخبرات والمختصين وفريق الصيانة والإدارة.
- ٨-جمع المصادر والبيانات التي تستخدم في المشروع.

ولبناء نظام معلومات جغرافية يجب اتباع الخطوات الآتية:

- * تقييم موضوع المشروع وتكاليفه. أي دراسة الجدوى الاقتصادية لأية مشروع والتكلفة التي يحتاجها ، وما هو المردود الاقتصادي لذلك المشروع.
- * توفر المتطلبات التقنية من الأجهزة والبرمجيات والتقنيات المرتبطة مع نظم المعلومات الجغرافية كالانترنت ، تقنيات قواعد البيانات ، تقنيات الاستشعار عن بعد ، تقنيات نظم التشغيل الحاسوب ، تقنيات تحديد الموقع العالمي GPS. الخ.
- * مصادر المعطيات: تتعامل نظم المعلومات الجغرافية مع مصادر متنوعة (خطية ، أو خلوية) مثل خرائط طبوغرافية وجيولوجية ومرئيات فضائية وصور جوية

وبيانات وصفية تجمع من المسح الميداني والدوائر وغيرها ، ويتم التعامل مع هذه البيانات بعد تحويلها إلى طبقات Layer في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، الأمر الذي يسمح بعمليات التطابق Overlay بين الطبقات المختلفة.

* إدخال وترقيم المعطيات: أن الهدف التطبيقي المعاصر لأية مشروع هو إدخال تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية في انجازه والتعامل معها بشكل يضمن عملية المراقبة للمشروع بشكل مستمر وبأقل تكلفة وأسرع وقت ، ولكن عملية إدخال البيانات يتطلب مجموعة من المتطلبات كالحاسب ذات القدرة العالية في التعامل مع هذه البيانات ، وجهاز Scanner لإدخال الخرائط والصور والمرئيات الفضائية ، والطابعة الملونة لإخراج الخرائط والرسوم والأشكال البيانية ، إلى جانب برمجيات نظم المعلومات الجغرافية مثل (Arc gis ، Erdas) وغيرها ، فضلا عن المرئيات الفضائية والجدول الإحصائية.

أما ترقيم البيانات فيقصد بها تحويل الخرائط من خرائط ملموسة ورقية إلى خرائط رقمية آلية ، بما يتفق مع أوامر الإدخال ومتطلبات انجاز نظام المعلومات الجغرافية في البرمجيات ، وذلك بترقيم الظواهر والكائنات الرسومية الموجودة على الخرائط التي تمثل طبقات المعلومات الخطية والنقطية والمساحية وتخصيص ID لكل ظاهرة.

* مرحلة معالجة البيانات وتخزينها: تبدأ من عملية ضبط الإحداثيات للخرائط لتتطابق مع المعطيات المختلفة وتزداد دقتها وتقل أخطاءها ، واختيار المسقط الملائم ووحدات القياس ، ومن ثم تجري عليها عمليات المعالجة والتحسين المختلفة وحسب هدف الدراسة.

* استعادة البيانات: إن من مميزات نظم المعلومات الجغرافية هي القدرة العالية على استرجاع البيانات وعرضها بالنموذج الاتجاهي بالاعتماد على التدرج

اللونى والتضليل المساحى بالرموز المختلفة ، أما البيانات الوصفية فيمكن عرضها على نفس الخرائط والإشكال وبنفس الوقت ، والتعامل معها كالتغير والتعديل على هذه البيانات بشكل سهل جدا

* تعديل وتحويل البيانات: بالرغم من إمكانية التحويل من الخطي إلى الخلوي أو العكس ، غير انه لازال الاختيار لأحد النظم من البداية أفضل والسبب في ذلك انه من الأنسب تمثيل بعض المعلومات الجغرافية بالطريقة الخلوية للحصول على خرائط سريعة وقليلة التكاليف ، ومن اجل دمج الخرائط وبناء النماذج والتحليل السريع الذي تمتاز به مثل هذه الخرائط ، وتمثيل البعض الآخر بالطريقة الخطية كطرق النقل والسكك الحديدية والكهرباء للحصول على كفاءة عالية للخطوط ، وإظهار نماذج الارتفاعات الرقمية ، وهذا يعود إلى طبيعة التكنولوجيا المتاحة التي تسهل ذلك ، غي انه يجب النظر إلى النظامين على إنهما مكملان لبعضهما البعض

* مرحلة التحليل المكاني والوصفي للبيانات: تمكن برمجيات نظم المعلومات الجغرافية القوية المستخدم من ربط الطبقات المكانية بقاعدة البيانات الوصفية بصورة فعالة ، وتسمح للمستخدم باستخدام قاعدة البيانات أو الخرائط لإجراء التحليل ، أما النظم الضعيفة فأنها تشتمل على نظام خلوي وقاعدة بيانات ضعيفة تتطلب تغيير قيم الخلايا أو إعادة تصنيف قيمها لإجراء التحليل ، ويمكن استخدام قاعدة البيانات لأجراء التحليل إذ كانت الطبقة Layer تحتوي على ظواهر متشابهة أي (التحليل لنفس المنطقة) لان التحليل يكون أسهل وأكثر فعالية ، وبعدد من الطبقات المختلفة التي تحتوي على أفكار مختلفة يمكن استخدام الخرائط لإجراء التحليل.

أما إذا كانت الظواهر غير متشابهة ، كأن تكون طبقة للتربة وأخرى للنبات وثالثة للمتنزهات ، وتكون بأحجام مختلفة ، فانه لابد من استخدام الخرائط لإجراء التحليل ، لان قاعدة البيانات لا يمكن أن تتطابق ، وبالتالي من الصعب

- دمج الطبقات من خلال قاعدة البيانات والتحليل. (الدويكات ، ٢٠٠٠ ، ١٥٥)
- * أخراج المعلومات والنتائج في أنظمة نظم المعلومات الجغرافية: يمكن عرض نتائج التحليل في أنظمة نظم المعلومات الجغرافية بواسطة خرائط Maps (نقطية ، مساحية ، خطية) أو تقارير Reports ، أو رسومات Graphics ، ولا شك أن اعداد الخريطة يجب أن يكون بشكل جميل ومرتب ، أما الأشكال والتقارير فأنها تساعد على إيصال المعلومة إلى المستخدمين بشكل أفضل وأسهل ، وتشمل عملية أعداد الخرائط على
- تحديد عناصر الخريطة المراد أنتاجها
 - تحديد الرموز التي يجب استخدامها في الخريطة
 - تحديد الهدف من إنشاء الخريطة
 - تحديد حجم الخريطة.
 - تحديد عناصر مفتاح الخريطة.
 - طباعة الخريطة والتقارير الأشكال المصاحبة لها.

برمجيات نظم المعلومات الجغرافية

للبرمجيات التي تزود بها الحواسيب آثار مهمة ، فهي التي تمنح للتجهيزات الحاسوبية الحياة ، أي تجعلها تؤدي وظائفها المختلفة ، وهي التي تسمح عن طريق سلسلة من الأوامر بإدخال البيانات ومعالجتها وإخراجها ، ومع التطور في جميع نواحي الحياة وبرزو الثورة المعلوماتية أصبحت الحاجة ملحة لتطور البرمجيات للتعامل مع الكم الهائل من المعلومات والاستفادة منها ، ومن هنا تأتي أهمية استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية أهم تطبيقات تكنولوجيا المعلومات ، إذ تقوم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على استخدام ملحقات نشطة وبرمجيات قوية وبيانات مكانية في الرسم الآلي والتحليل الواسع للمعلومات المرتبطة بالأماكن. تستخدم في مجال أنظمة المعلومات الجغرافية برمجيات متنوعة تعمل جميعها

في مجال الرسم والمعالجة والتحليل للبيانات المكانية وغي المكانية وإخراجها على شكل خرائط وأشكال ورسوم بيانية وتقارير ، وهذا يتطلب شروط خاصة للبرمجيات التي يمكن أن تستخدم في هذا المجال لوجود فرق بين برامج نظم المعلومات الجغرافية وبرامج صنع الخرائط ، وما تمتاز به برمجيات نظم المعلومات الجغرافية هي:

- إن برامج صنع الخرائط هي برامج حاسوبية تساعد في رسم الخرائط دون ربط البيانات الوصفية بالمكان ، وهي تهدف إلى استبدال الطرق القديمة بطرق حديثة ، ومن هذه البرامج (Corel Draw ، Surfer ، Mapviewer ، Autocad).

- تمتاز برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بإمكانيتها الربط بين قواعد البيانات الجغرافية الوصفية بالبيانات المكانية ، وتستطيع إجراء عمليات المعالجة والتحليل المتكامل عن طبيعة العلاقة بين المتغيرات في الأماكن المختلفة. وهناك شروط واجب توفرها في برمجيات نظم المعلومات الجغرافي هي:

- إمكانية إدخال البيانات المختلفة المكانية والغير مكانية.
- إمكانية تخزين البيانات وإدارتها في صورة قواعد بيانات.
- إمكانية عرض وإخراج البيانات بوسائل مختلفة.
- إمكانية نقل وتبادل المعلومات من وإلى البرنامج.
- القيام بعمليات المعالجة والتحليل على البيانات المكانية والوصفية.
- إمكانية وجود روابط بين المعلومات ومواقعها الجغرافية.
- إمكانية التحديث المستمر للبيانات المكانية والوصفية. (العزاوي ، ٢٠٠٨ ، ٢٦-٣٠)

ومن خلال ما تقدم نجد أن المكونات البرمجية يجب أن تتوفر فيها شروط أو مزايا ، ولكن البرمجيات المتوفرة نجدها مكونة من برنامج رئيسي ينفذ العمليات الأساسية المطلوبة ، ومعه برامج فرعية مكملة لا غنى عنها ، وهذا ما ينطبق على برمجية أرك انفو (Arc Info) الذي يعد من أشهر برامج نظم المعلومات الجغرافية الذي أنتجته مؤسسة معهد أبحاث النظم البيئية (ESRI) وهو نظام تصميم أساس قوي في نظم المعلومات الجغرافية له إمكانية المطابقة فيما بين الخرائط للوصول إلى

خرائط جديدة والحصول على نتائج تحليلية عالية ، ويستخدم في مجال ترقيم الخرائط ومعالجتها وإنتاجها بواسطة أجهزة الحاسب الآلي ، وبعد هذا البرنامج من البرامج الحديثة والحيوية التي تستخدم في مجالات كثيرة في شؤون إنتاج الخرائط وإعداد البنية التخطيطية وإجراء الدراسات الأولية للمشاريع الكبرى ، والذي يرتبط بوحدات برمجية مساعدة مثل (Arc Cogo ، Arc Tools ، Arc Plot ، Arc Edit ، Arc Catalog ، Arc Info ، Arc Grid ، Arc Tin ، Arc Express) ، وقد أصبحت تشكل حزمة Arc View بتوسعاته المختلفة مثل (Spatial Analyst ، Network Analyst ، Analyst) وذلك يبدأ من الإصدار الثامن.

يمكن توضيح أهم الوحدات البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية والوظائف الأساسية لها:

- * Arc Catalog: وحدة برمجية أدخلت في مجموعة أرك انفو (8) ، تختص بإدارة المعلومات والبيانات المدخلة إلى نظام المعلومات وإمكانية نقلها وجمعها وفصلها كملفات ، دون الحاجة إلى فتحها إذا لم يكن ضروريا.
- * Arc Edit: وحدة برمجية تختص بإدخال ومعالجة المعلومات الجغرافية.
- * Arc Scan: وحدة برمجية تختص بتحويل ملفات شبكة المسح (Raster Data) المدخلة عن طريق الماسح الإلكتروني إلى ملفات خطية - متجهية (Vector Data) ، مما يسهل عملية ترقيم العناصر الخطية الداخلة في المشروع.
- * Arc Grid: وحدة برمجية مهمتها تحليل بيانات شبكة المسح (Raster) مثل العمليات الخاصة بتحليل علاقات التجاور والتباعد.
- * Arc Express: وحدة تختص بعرض الصور الرقمية ، وبطها بمواقعها الجغرافية ، تمهيدا لمعالجتها.
- * Arc Cogo: وحدة مهمتها ربط ودمج المعلومات التي تم الحصول عليها ميدانيا بالمعلومات الموجودة داخل النظام.
- * Arc Tin: وحدة برمجية ملحقه ببرنامج Arc Info يقابلها 3D Analyst في

Arc View ، مهمتها بناء النماذج الثلاثية الأبعاد ، وأجراء التحليلات والعمليات الخاصة بها مثل حساب الانحدار وتحديد مجال الرؤيا.

* Arc Network: وحدة برمجية ملحقه ببرنامج Arc Info يقابلها Arc View وحدة Network Analyst ، مهمتها تحليل الشبكات ، مثل حساب الأطوال وتصنيف الأنواع ، وتحديد المسار الأنسب.

* Spatial Analyst: وحدة التحليلات المكانية ، وهي من الوحدات الأساسية في نظم المعلومات الجغرافية.

* Map Objects: هي وحدة برمجية تساعد في تصميم وإنتاج الخرائط وعرضها بالشكل المناسب.

* Arc CAD: وحدة برمجية مخصصة للربط بين الملفات المكانية (الجغرافية) المنتجة في نظام اوتو ديسك ، وبين الملفات الجغرافية في نظام ارك انفو ومنتجات شركة ESRI البرمجية الأخرى.

* Arc view: وحدة برمجية مخصصة في تصميم وعرض الخرائط ، وهو بشكل عام يتصف بقدرة واسعة على الإظهار والعرض الجيد للخرائط في صورتها النهائية سواء على شاشة الحاسب الآلي أو على الورق بعد طباعتها ، ويبين الشكل (٢٢) واجهة استخدام هذه البرمجية.

103

تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية:

تعد الولايات المتحدة الأمريكية رائدة على المستوى العالمي في مجال التطبيقات المختلفة لنظم المعلومات الجغرافية ، كتطبيقات الموارد الطبيعية والبشرية ، التطبيقات الزراعية ، التطبيقات السكانية ، تطبيقات المساحة وأنظمة معلومات الأرض ، تطبيقات التخطيط الحضري والمدن. الخ ، فمنذ بداية ١٩٨٢م كان هناك ولاية في الولايات المتحدة تمتلك أنظمة معلومات جغرافية للموارد الطبيعية على نطاق الولاية نفسها. إن القدرة الفائقة لنظم المعلومات الجغرافية في عملية البحث في قواعد البيانات وإجراء الاستفسارات المختلفة ثم إظهار هذه النتائج في صورة مبسطة لمتخذ القرار قد أفادت في العديد من المجالات منها:

١- إدارة الأزمات:

تتوفر إمكانية تحليل شبكات الطرق والبنية الأساسية لتحديد اقصر المسارات بين نقطتين وكذلك انسب المسارات بين مجموعة من النقاط كما يفيد في تسهيل عملية صيانة الشبكات الجديدة مما يوفر الوقت والجهد وعادة ما تكون الأزمات إحداثا مكانية مثل (الفيضانات والزلازل والحرائق والأعاصير وانتشار الأوبئة الاضطرابات العامة والمجاعات) ومن هنا فإن امتلاك الخرائط والمعلومات يعتبر امرأ هاما لإدارة الكارثة.

٢- الخدمات الطبية الطارئة:

تعتبر نظم المعلومات الجغرافية إحدى الأدوات الجيدة للإسعافات الطبية الطارئة إذ توفر بيانات عن أنواع الحوادث والبيانات السكانية الخاصة بهذه الحوادث ويمكن عرضها بسرعة وسهولة وتساعد أيضا على سرعة استجابة نظام الخدمات الطبية الطارئة من خلال تحديد اقرب وحدة إسعافات إلى مكان الاتصال المبلغ عن الحادث واقصر الطرق والطرق البديلة للوصول إليه بالإضافة إلى إمكانية القيام بتحليلات مختلفة للمعلومات المختزنة في قواعد البيانات بحيث يمكن معرفة سرعة ومدى انتشار عدوى لداء أو وباء قبل انتشاره الفعلي مما يساعد على التخطيط.

٣- التخطيط العمراني؛

يفيد نظام المعلومات الجغرافي في تقييم أداء الخدمات المختلفة (تعليمية - صحية - أمنية... الخ) البيئة. طقة عمرانية لتحديد المناطق المحرومة لإعادة توزيع الخدمات فيها كما يفيد في مقارنة ما هو مخطط بما هو واقع بالفعل لمنطقة معينة لتحديد الملكيات والمسؤوليات القانونية ويساهم في بناء نماذج رياضية للمناطق العشوائية عن طريق تحديد اتجاهات النمو العمراني فيها للحد من انتشارها وكذلك تطوير المناطق القائمة.

٤- حماية البيئة؛

تقوم نظم المعلومات والاجتماعية: يف ودراسة العديد من البيئات في اتجاهات عديدة خاصة بطبيعتها الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية والمناخية ويقوم بتتبع التغيرات الحادثة في منطقة معينة وتقدير التأثيرات المختلفة على المناطق المجاورة عن طريق مقارنة مجموعة من الصور والخرائط في تواريخ مختلفة.

٥- الدراسات الاقتصادية والاجتماعية؛

تساهم نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل الخصائص الاقتصادية والاجتماعية لمنطقة معينة بناء على معايير خاصة يحددها الخبراء وذلك لاستنتاج المؤشرات التنموية التي تساهم في اتخاذ قرارات مناسبة في كافة اتجاهات التطوير.

٦- إنتاج الخرائط لاستخدامات الأراضي والموارد الطبيعية؛

باستخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية يمكن إنتاج خرائط توضح مناطق تجمع الموارد الطبيعية لمنطقة معينة (مياه - بترول - خامات معدنية - الخ) التي توضح الاستخدام الحالي للأرض واستنتاج خرائط الاستخدام المستقبلي.

٧- استنتاج شكل سطح الأرض؛

أهمية بمكان إن يعطي نظام المعلومات الجغرافي تصورا دقيقا لشكل سطح الأرض الذي سيتم العمل عليه ويتم ذلك عن طريق إدخال الخرائط الكنتورية للمنطقة

وباستخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية فيمكن من خلاله استنتاج كميات الحفر والردم في منطقة محددة أو تحديد إشكال مخرجات السيول واتجاهات الميول لأي منطقة...الخ.

٨- تحسين الإنتاجية:

اكتشفت جميع الهامناسبة:طبقت تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية إن واحدا من أهم فوائدها هو تحسين عملية إدارة الهيئة ومواردها المختلفة لان نظم المعلومات الجغرافية تمتلك القدرة على ربط مجموعات البيانات بعضها مع بعض مع المواقع الجغرافية مما سهل المشاركة في البيانات وتسهيل الاتصال بين الأقسام المختلفة فعند بناء قاعدة بيانات موحدة يمكن لأحد الأقسام الاستفادة من عمل الآخر لان جمع البيانات يتم مرة واحدة فقط يتم استخدامها عدة مرات مما حسن من الإنتاجية وبالتالي فقد زادت الكفاءة الكلية للهيئة.

٩- اتخاذ القرارات المناسبة:

تنطبق صحة القول المأثور (البيانات الأفضل تقود لقرار أفضل) تماما على نظم المعلومات الجغرافية لأنه ليس وسيلة آلية لاتخاذ القرار ولكنها أداة للاستفسار والتحليل مما يساهم في وضع المعلومات واضحة وكاملة ودقيقة إمام متخذ القرار كما تساهم نظم المعلومات الجغرافية في اختيار انسب الأماكن بناء على معايير يختارها المستخدم مثل (البعد عن الطريق الرئيسي بمسافة محددة وسعر المتر ليزيد عن سعر معين وتحديد حالة المرافق والبعد عن مناطق التلوث) فيقوم نظام المعلومات الجغرافية بأجراء هذا الاستفسار على قواعد البيانات ويقوم باختيار مجموعة من المساحات التي تحقق هذه الاشتراطات ويترك لمتخذ القرار حرية الاختيار النهائي.

١٠- بناء الخرائط:

إن الخرائط لها مكانة خاصة في نظم المعلومات الجغرافية لأن عملية بناء الخرائط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية تعد أكثر مرونة من أي طريقة يدوية أو كارتوجرافية إذ تبدأ هذه العملية ببناء قواعد البيانات ثم التحويل الرقمي للخرائط الورقية المتوفرة ثم يتم تحديثها باستخدام صور الأقمار الصناعية في حالة وجودها ثم تبدأ عملية ربط البيانات بمواقعها الجغرافية وعندئذ يكون المنتج النهائي من الخرائط جاهزا للظهور وهنا يتم إيضاح المعلومات المختارة برموز محددة على الخريطة لتوضيح خصائص محددة مثل (إظهار مناطق الآثار أو مزرعة على الخريطة وذلك باستخدام رمز مفهوم وحدد وموزع على الخريطة).

الفصل الرابع
**نظام تحديد المواقع
العالمي**
Global Positioning System

نظام تحديد المواقع العالمي

Global Positioning System

المقدمة

منذ أن بدأ الإنسان البدائي في التجوال والترحال محاولاً اكتشاف أرجاء الكرة الأرضية ، وهو يبحث عن وسيلة تساعد في إمكانية تحديد موقعه من جهة ، وتحديد اتجاهه ، وإلى أين أخذه التجوال من جهة أخرى ، فكان يعتمد على تعيين مساره بواسطة علامات من أكوام صغيرة من الحجارة ، ألا أن الوسيلة يمكن أن تنجح في نطاق صغير ، إضافة إلى أنها يمكن أن تزال بفعل عوامل عدة.

وحاول الإنسان في العصر الحديث بكل إمكانياته التقنية والتكنولوجية الاعتماد على نظم متقدمة ، إذ شهدت جميع نواحي الحياة تطورات مذهلة من التكنولوجيا الحديثة الواعدة ، أهمها تكنولوجيا الأقمار الصناعية التي نتج عنها ثورة الاتصالات. وما الـ GPS: نظام تحديد المواقع العالمي بواسطة الأقمار الصناعية إلا نتاج هذه الثورة والتقدم المذهل للنشاط الإنساني عبر العالم. ففي عالمنا اليوم ومع تطور التكنولوجيا والعلوم التي جعلت من العالم قرية صغيرة ، أصبح الاختفاء عن الأنظار أمراً صعباً جداً ، وغدا الضياع في الأماكن التي لا وجود فيها لنقاط علام بارزة مثل البحار والصحارى لا مكان له بوجود أجهزة تحديد المواقع والتتبع ضمن منظومة الأقمار الصناعية. لقد مكنتنا هذا النظام من رؤية الكرة الأرضية بحجمها الهائل كما لو أنها الكرة الأرضية التي نضعها أمامنا على

المكتب نستطيع تدويرها كما نشاء لرؤية أي بلد بتفاصيله وأبعاده ومكوناته من مدن وطرق ومطارات وموانئ ومحطات قطارات... إنه نظام يمكّننا من رؤية وتتبع حركة سفينة فقدت توازنها وأصبحت خارج التغطية الملاحية البحرية. فما أجمل أن نراقب حركة السير بحيث نستطيع أن نسلّك الطريق الأسهل والأقصر للمكان الذي نريد الوصول إليه قبل أو أثناء قيادتنا للمركبة. واستخدامات كثيرة وفوائد جمة لهذا النظام العصري والمتطور جداً إنه نظام الـ (G.P.S Global positioning system) نظام تحديد المواقع العالمية.

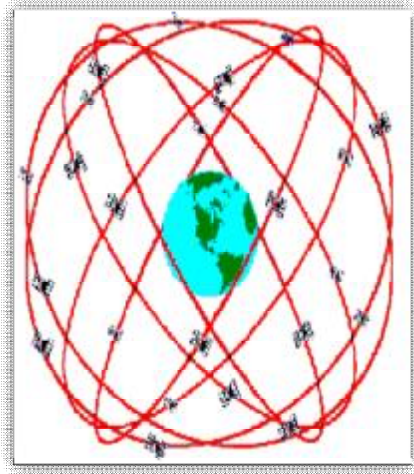
نظراً لأهمية هذا النظام والفوائد التي يُحقّقها سواءً أكان للاستخدام العسكري أو للمراقبة الدائمة والدقيقة في تحديد المواقع ، أم للاستخدام السلمي في تسخير خدمته المجتمع وما ينعكس ذلك على التطور والسرعة والدقة في تحديد المواقع وكل ما يرتبط بذلك كالسرعة في توجيه سيارة الإسعاف والإطفاء إلى موقع محدد عبر أقصر الطرق وأسرعها وبدقة عالية.

مفهوم نظام تحديد المواقع العالمي GPS

إن كلمة GPS هي اختصار لـ Global Positioning System أي نظام تحديد المواقع العالمي. طوّرت هذه المنظومة من قبل وزارة الدفاع الأمريكية عام ١٩٧٣م ، وبكلفة مقدارها (١٢) مليار دولار أمريكي ، لاستبدال نظام الملاحة بالأقمار الصناعية المعروف باسم Sat – Nav أو Transit System ، وذلك لتفادي عيوبه المتمثلة في تغطيته غير الكافية للأقمار الصناعية ، وعملياته الملاحية غير الدقيقة لذا استحدث النظام الجديد ليوفر تغطية كاملة وبدقة عالية تغطي الاحتياجات العسكرية ، ولكن في عام ١٩٨٠م سمحت الحكومة الأمريكية بأن يكون هذا النظام متاحاً للاستخدامات المدنية ، إذ يعمل هذا النظام في كافة الظروف الجوية وفي كل مكان في العالم وعلى مدار ٢٤ ساعة في اليوم ، ولا يُشترط الاشتراك من أجل الحصول على هذه الخدمة لأنها مجانية.

وقد تم إطلاق أول قمر صناعي من هذا النوع عام 1978 ، ويعتمد هذا النظام على شبكة مكونة من ٢٤ قمرا صناعيا تدور في مدارات على ارتفاع شاهق حول الكرة الأرضية ، وتبدو كأنها نجوم صناعية Man-Made Stars تحاول ان تحل محل النجوم الطبيعية التي كان يعتمد عليها في الملاحظة كما هو في الصورة التالية (٢٣):

شكل (٢٣)



وتتوزع هذه الأقمار في مداراتها المخصصة لها بزوايا ومسارات وزمن محدد لكل منها ، بحيث يمكن الاتصال مع أربعة أقمار صناعية على الأقل في أي مكان من العالم.

إن الارتفاع الشاهق لهذا النظام جعلها تتفادى المشاكل والمصاعب التي كانت تواجه محطات التوجيه الأرضي ، فضلا عن أنها تعطي نتائج عالية الدقة في تحديد المواقع على سطح الأرض على مدار ٢٤ ساعة يوميا ، فضلا عن رخص أسعارها وصغر حجمها وسهولة الحصول عليها.

إن مهمة مستقبل الـ GPS هي تحديد موقع هذه الأقمار وحساب المسافة بينها وبين الأرض والاستفادة من هذه المعطيات لاستنتاج موقع المستقبل ومن ثم تحديد الإحداثيات على سطح الأرض.

إن مبدأ عمل مستقبلات الـ GPS ليس بالأمر المعقد وتكفي ٣ أقمار لتحديد

اية موقع ، وإنما الزيادة في عدد الأقمار هو لزيادة الدقة ، بمعرفة بعدك عن أحد الأقمار فإنك ستكون على سطح كرة يبلغ قطرها مقدار هذه المسافة ، وبمعرفة بعدك عن القمر الثاني سيتشكل لديك كرتان يتقاطعان في دائرة ، وموقعك سيكون إحدى نقاط محيط هذه الدائرة ، وبمعرفة بعدك عن القمر الثالث وإجراء التقاطع ستحصل على نقطتين إحداهما في الفضاء (هذه النقطة بالطبع لا تدل على موقعك) ، والنقطة الأخرى تشير إلى موقعك على سطح الأرض أي كأننا استفدنا من الكرة الأرضية ككرة رابعة لتحديد الموقع.

يعتمد مستقبل الـ GPS على الأمواج الراديوية - والتي هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء - لحساب المسافة التي تفصله عن الأقمار الاصطناعية وذلك بحساب المدة التي استغرقتها هذه الأمواج لتقطع المسافة.

أن عملية قياس المسافة عملية معقدة لأنها بحاجة لإتقان شديد وهي تتم على أساس المبدأ السابق - قياس زمن مسير الإشارة من القمر الاصطناعي وحتى مستقبل الـ GPS - ولكن كيف يتم ذلك؟ في وقت محدد يبدأ القمر الاصطناعي بإرسال سلسلة رقمية طويلة ذات ترميز شبه عشوائي (PN) وسيبدأ مستقبل الـ GPS بتوليد سلسلة مطابقة تماماً وفي نفس الوقت تماماً ، وعندما تصل إشارة القمر الصناعي إلى مستقبل الـ GPS ستكون السلسلة المستقبلية متأخرة عن السلسلة المولدة بمقدار زمن مسير الإشارة. عندها يقوم المستقبل بضرب الزمن بسرعة الضوء لتحديد المسافة على افتراض انتشار الإشارة بشكل مستقيم وناتج الضرب هو بعد القمر الاصطناعي عن مستقبل الـ GPS ، وللقيام بعملية قياس بهذه الدقة فإن كلاً من المستقبل والقمر الاصطناعي بحاجة لمؤقتات (clocks) يمكن مزامنتها من رتبة الـ Nanosecond ، ويتم تحديد الموقع بدقة كما ذكرت وتجاوز مشكلة التأخير أو عدم المزامنة الدقيقة بنسبة ١٠٠ % ، باستخدام أربع أقمار لتحديد الموقع بدقة بالغة فمن المستحيل أن تتقاطع في نقطة واحدة إن لم يكن القياس دقيقاً واعتماداً على ذلك يقوم المستقبل بإعادة ضبط مؤقتة باستمرار للحصول على أعلى دقة. الممتع في الـ GPS أنه لا يحدد لك فقط موقعك وإنما يمكنه أن يحدد لك أفضل طريقة يمكنك بها بلوغ وجهتك وذلك باستخدام خرائط رقمية

مخزنة في ذاكرة المستقبل ، فما عليك سوى أن تحدد له إحداثيات خط الطول والعرض للنقطة التي تريد الذهاب إليه وسيرشدك إلى وجهتك بأقصر طريق ممكن مع إعطاءك قيمة ارتفاعك في كل لحظة بالإضافة إلى ذلك يمكنه تحديد سرعتك الآنية والمتوسطة والوقت المتوقع للوصول لوجهتك إذا ما حافظت على نفس السرعة.

[/www.qariya.com/vb/showthread.php?t=8916#ixzz21XMAun2V](http://www.qariya.com/vb/showthread.php?t=8916#ixzz21XMAun2V)

أجزاء نظام تحديد المواقع GPS

يتكون نظام الرصد العالمي GPS من عدة مكونات مشغلة للنظام ويؤدي كل مكون دوره الأساسي في تحديد المواقع بدقة عالية ، ويعتمد كل مكون على أرصاد وإشارات مستقبلية من باقي المكونات وهذا يقودنا إلى ان هذه المكونات مرتبطة ببعضها و يكون كل مكون على اتصال لحظي ودوري بباقي المكونات عن طريق الإشارات المستقبلية والمرسلة وهو ما يؤدي إلى إرسال أي خطأ في احد المكونات فوراً ولحظياً لمستخدمي النظام ، ويتم العلاج بنفس الوقت مما يؤدي في النهاية إلى دقة عالية لتحديد المواقع والإحداثيات ، ويتكون نظام GPS من ثلاثة أقسام رئيسية:

أ- الجزء الفضائي (Space Segment)؛

هو عبارة عن مجموعة من الأقمار الاصطناعية (عدها ٢٤ قمراً) موزعة في (ستة) مدارات وكل مدار يحتوي (أربعة) أقمار صناعية ، ورتبت المدارات بحيث يمكن مشاهدة الأقمار الصناعية الأربعة في السماء بأن واحد في أي وقت ومن أي نقطة على سطح الأرض. وقد وجد بالتجربة إنه في أي مكان ليس فيه عوائق على سطح الأرض يمكن للمستخدم مشاهدة عدد من الأقمار يتراوح عددها ما بين ستة إلى عشرة أقمار طوال اليوم. وتُرسل الأقمار إشارات على ترددتين من النطاق الترددي (L) ، حددهما الاتحاد الدولي للاتصالات Union International Telecommunications وهما: التردد الأول L1: 1575.42 ميغا هرتز، والتردد الثاني L2: 1227.6 ميغا هرتز.

تعمل الأقمار الصناعية في نظام GPS على استقبال وتخزين البيانات المرسلة من

محطة التحكم ، والحصول على التوقيت الدقيق عن طريق ساعات الروبيديوم ، وإرسال المعلومات للمستخدم عن طريق إشارات مختلفة ، وأخيرا المناورة لتعديل المدار عن طريق التحكم الأرضي.

صورة (١٥) القمر الصناعي

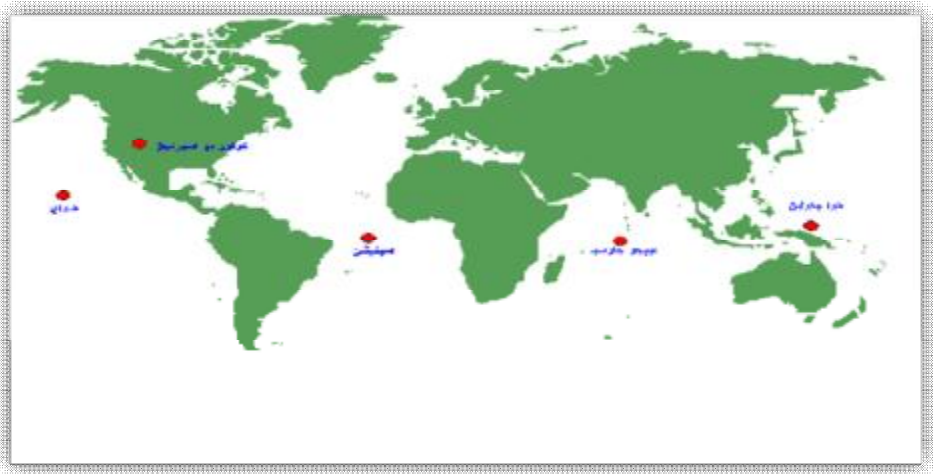


ب- جزء التحكم والسيطرة (Control Segment):

يتكون هذا الجزء من كل الوسائل المطلوبة للوقوف على مدى صلاحية إشارة الأقمار الصناعية والاتصال بها عن بعد وتتبع مساراتها وحساب مواقعها وتصحيح الساعات المحملة عليها والتحكم فيها.

فكرة عمل جزء التحكم الأرضي: تقوم نقاط التتبع الأرضي بتتبع إشارات كل الأقمار الصناعية المتاحة في مجال رؤيتها كل ١.٥ ثانية وباستخدام بيانات طبقة الأيونوسفير الجوية المتأينة وبيانات الأرصاد الجوية التي تجمع كل خمس عشرة دقيقة ، ونقلها إلى محطة التحكم الأرضية الرئيسة عبر وصلات اتصال أرضية. شكل (٢٤).

الشكل (٢٤) محطات التحكم الأرضية الرئيسية



وتقوم محطة التحكم الأرضية الرئيسية بالكثير من المهام المهمة منها:

- * تجميع البيانات التي ترسل إليها من محطات التتبع ، الأرضية.
- * رصد حركة الأقمار ، وتحديد مدار كل قمر (أي حساب إحداثيات موضعه) ، وحساب بيانات مداره ثم إرسالها إلى كل قمر على حدة.
- * الوقوف على حالة ساعات كل ، الأقمار الصناعية وتوقع أداؤها ومعرفة مقدار انحرافها عن الوقت الصحيح.
- * تصحيح الخطأ والانحراف في ساعات الأقمار الصناعية.
- * تقوم محطات الاتصال الأرضية بإرسال واستقبال البيانات من وإلى الأقمار الصناعية باستخدام ترددات (S-band) فتقوم الأقمار الصناعية بتحديث مواضعها في مدارها وضبط ساعاتها ، ثم ترسل هذه البيانات في إشارات إلى المستخدم من خلال ترددات (L-band).

ج - جزء المستخدمين للنظام (User Segment) :

يتكون جزء المستخدمين من جهاز مُستقبل يسمى وحدة الاستقبال لنظام الـ (GPS) ، ومهمته استقبال الإشارة من مجموعة الأقمار الصناعية وعرضها جاهزة للاستخدام المطلوب.

www.jeddah.gov.sa/Business/Masaha/Workshops/.../workshop5_1.pd

صورة (١٦) يوضح جهاز GPS



كيفية عمل منظومة GPS

تدور الأقمار حول الكرة الأرضية في مدارات محددة ودقيقة جداً مرتين في اليوم الواحد (٢٤ ساعة) وخلال دورانها تبث إشارات تحمل معلومات إلى الأرض. فيقوم جهاز الاستقبال (جهاز GPS) باستقبال هذه المعلومات ويجري بعض العمليات

الحسابية ليحدد بالضبط موقع المستخدم. كما تستقبل المحطات الأرضية هذه المعلومات أيضاً من القمر الصناعي ، وعلى أساسها تقوم هذه المحطات بتزويد القمر بالمعلومات اللازمة من أجل أن يعمل على الوجه الأفضل ، مثل التوقيت والمدار والموقع.. وهذا يعني أن الاتصال مزدوج بين المحطات الأرضية والأقمار الصناعية.

ملاحظة هامة:

الاتصال بين الأقمار الصناعية والمحطات الأرضية ثنائي الاتجاه بينما الاتصال بين الأقمار ومستقبل GPS أحادي الاتجاه.

ج- الموجتان الحاملتان Carrier Wave Signals :

وهما أساس إشارة جهاز مستقبل ال GPS وترددهما داخل حزمة L-Band من الطيف الكهرومغناطيسي. تبث كل أقمار نظام ال GPS الموجتين الحاملتين بنفس التردد. إن هاتين الإشارتين موجتان بشكل عال ، وقادرتان على الانتقال عبر طبقات الغلاف الجوي لمسافات كبيرة ، ومعرضتان للانعكاس والحجب بواسطة الأجسام الصلبة.

ح- أساسيات تحديد الإحداثيات على الأرض:

الفكرة الأساسية تكمن في استخدام الأقمار الصناعية في الفضاء كنقطة معلومة الإحداثيات لتحديد الإحداثيات على الأرض.

ينبغي على جهاز الاستقبال (جهاز GPS) أن يعرف شيئين أساسيين ومهمين:

١- أين تقع هذه الأقمار الصناعية ؟ الموقع.

٢- كم تبعد هذه الأقمار عن الجهاز؟ المسافة.

*الموقع:

يستطيع الجهاز المستقبل تحديد الموقع من خلال المعلومات الملتقطة من القمر الصناعي والموجودة ضمن الرسالة الملاحية ، وهذه المعلومات يُرسلها القمر باستمرار ويخزنها الجهاز المُستقبل في ذاكرته كما تُحدَّث بشكل مستمر من المحطات الأرضية.

*المسافة:

بعد أن قام المستقبل بتحديد مواقع الأقمار في الفضاء بدقة ، يستطيع الآن تحديد بُعد هذه الأقمار عنه ، وذلك عن طريق إيجاد حاصل الضرب بين الفترة الزمنية التي تستغرقها إشارة GPS للانتقال من القمر الصناعي إلى موقع المستقبل وبين سرعة الضوء:

بعد القمر عن موقع المستقبل (كم) = زمن انتقال الإشارة من القمر للمستقبل (ثا) × سرعة الضوء (كم/ثا)

معرفة المسافة لقمر واحد مازالت غير كافية لحساب موقع المستقبل ثلاثي الأبعاد ، لذلك يحتاج المستقبل إلى أربعة رصدات لأربعة أقمار مختلفة كي يستطيع تحديد موقعه بدقة.

ملاحظة:

تكفي ثلاثة أقمار لتحديد الموقع (خط الطول ، دائرة العرض والارتفاع) ، وإنما الزيادة في عدد الأقمار هو لزيادة الدقة.

قياس المسافة من القمر الصناعي

يتوقف نظام تحديد المواقع على معرفة المسافة الفاصلة بين الراصد والأقمار الصناعية ، ومما يثير الدهشة أن الفكرة الأساسية وراء قياس المسافة إلى القمر الصناعي هي المعادلة نفسها القديمة وهي:

المسافة = السرعة * الزمن

ويعني هذا أن النظام يعتمد على حساب الزمن الذي تستغرقه إشارة راديوية فردية Radio Singal من القمر إلى المرصد ، ومن ثم المسافة من خلال الزمن ، خاصة وان الموجات الراديوية تسير بسرعة الضوء نفسها (١٨٦ ألف ميل / ثانية) ، فإذا أمكن معرفة بداية بث القمر الصناعي لهذه الموجات ومعرفة وقت استقبالها بدقة ، يكون من السهل معرفة المسافة التي قطعتها ، وذلك بضرب هذا الزمن بالثواني في ١٨٦ ألف ميل.

المسافة بين موقع والقمر الصناعي = المدة التي تستغرقها الإشارة من القمر الصناعي إلى الموقع $186,000 \times$

وبما سبق يتضح أن معرفة الزمن هو الأساس في معرفة المسافة ، وبالتالي ستكون ساعة اليد وسيلة تقديرية لا تتفق والسرعة الفائقة للضوء ، خاصة إذا كان القمر الصناعي في وضع مسامت للموقع تحديده ، فان موجاته التي يبثها سوف تستغرق زمنا لا يزيد عن ستة أجزاء من مائة من الثانية كي تصل إلى الراصد ، ومن ثم يتيح نظام تحديد المواقع للراصد إمكانية التعامل مع الوقت بصورة متقدمة.

www.uwed.ucsb.edu/lnicol.comp.get-dem.htm

٢- الحصول على تزامن مثالي

تبلغ سرعة الضوء حوالي ١٨٦ ألف ميل في الثانية . وإذا كان هناك فرق في التزامن بين قمر صناعي وجهاز استقبال جزء من مائة في الثانية (٠.٠١ من الثانية) فإن ذلك يعني خطأ في القياس بنحو ١٨٦٠ ميل ، بمعنى أن المشكلة تكمن في كيفية التأكد من تزامن كل من القمر الصناعي وجهاز الاستقبال في إطلاق الشفرات في الوقت نفسه تماماً ، ويمكن تفسير ذلك بأن الأقمار الصناعية تحمل على متنها ساعات ذرية Atomic Clocks تعرف بساعات الروبيديوم والسينيزيوم ، وتتسم بدقتها العالية ،

وارتفاع ثمنها بشكل خيالي ، ويحمل كل قمر صناعي أربع ساعات من هذا النوع بهدف ضمان أن واحدة منها تعمل على الأقل.

وإذا تم وضع مثل هذه الساعات في أجهزة الاستقبال ستؤدي إلى رفع أسعارها ، إضافة إلى أن هناك وسيلة أخرى لإنجاز هذا التزامن باستخدام ساعات ذات قيمة معقولة موجودة في أجهزة الاستقبال ، ويتم ذلك بإجراء قياس المسافة إلى قمر صناعي إضافي حتى يتم تعويض الخطأ في التزامن من قبل الراصد ، بمعنى أنه يلزم إجراء ثلاثة قياسات إلى ثلاثة أقمار.

ولتفسير ذلك نفترض أن ساعة جهاز الاستقبال ليست دقيقة مثل ساعة القمر الصناعي ، فضلاً عن أنها غير مطابقة تماماً للتوقيت العالمي ، على سبيل المثال - إذ كانت الساعة تشير إلى الثانية عشر ظهراً ، وهي في الواقع الحادية عشر وتسع وخمسون دقيقة وتسع وخمسون ثانية (٥٩ث ٥٩ق ١١س) قبل الزوال ، أي أنها تسبق التوقيت العالمي بثانية واحدة. وسوف تُستخدم المسافة الزمنية - كي يتم التعرف على أخطاء التوقيت - بدلاً من المسافة الطويلة بالميل أو كم.

وقد تم برمجة الحواسيب الآلية المثبتة في أجهزة الاستقبال ، بحيث أنه عندما تستقبل قياسات خاطئة لا تتقاطع في نقطة واحدة ، ومن ثم ستقوم بحذف أو إضافة وقت للقراءات الثلاث حتى تتجمع وتتلاقى في نقطة واحدة ، أي أنها ستعمل تلقائياً بحذف ثانية واحدة - بالنسبة للحالة السابقة - من القياسات الثلاثة حتى تُمكن الدوائر من التقاطع في نقطة الموقع المراد تحديده.

وقد أثرت الرغبة في الحصول على قياس دقيق ومستمر على تصميم أجهزة استقبال نظام تحديد المواقع ، فيتكون بعضها من أربعة قنوات ، بحيث تُخصص قناة لكل قمر صناعي وتعمل متزامنة ، لكن بعض التطبيقات لا تتطلب مثل هذه الدقة اللحظية ، لذا فإن استخدام جهاز استقبال اقتصادي ذات قناة واحدة يفي بالغرض ، ويقوم هذا الجهاز - ذات القناة الواحدة - باستقبال أربع قراءات متفرقة ، ثم يقوم بعمل التزامن لها قبل إعطاء النتائج ، ويستغرق هذا ما بين ثانيتين إلى ثلاثين ثانية ، ويعد هذا الوقت سريعاً في بعض التطبيقات.

لكن مثل هذه الأجهزة لا تتمكن من أداء وظيفتها بصورة دقيقة خاصة عند تحديد السرعة ، والتي تعد من المميزات الفريدة التي يتسم بها نظام تحديد المواقع حيث يقوم بقياس السرعة بصورة دقيقة ، لذا فإن أي حركة لجهاز الاستقبال أثناء استقباله للقياسات الأربعة ينتج عنها خطأ في دقة هذه القياسات. ويظهر عيب آخر لهذا النوع من أجهزة الاستقبال ، عندما تقوم الأقمار الصناعية بإرسال بيانات خاصة بأنظمتها والتي تحتاج إلى ثلاثين ثانية حتى يتمكن الجهاز من قراءتها ، مما يؤدي إلى اعتراض عملية القياس في كل مرة يتم فيها قراءة بيانات قمر صناعي آخر.

ويمثل جهاز الاستقبال ثلاثي القنوات الحل الأكثر شيوعاً ، حيث تقوم إحدى القنوات بقياس وحساب الزمن ، في حين تقوم إحدى القناتين الباقيتين بتحديد القمر التالي بإشارات الراديو تمهيداً لقياسه ، وعند إتمام عملية القياس تنتقل تلقائياً إلى القمر التالي دون إضاعة أي وقت في قراءة البيانات الخاصة به. وفي الوقت نفسه تقوم القناة الثالثة - تُعرف في الغالب باسم مدبر المنزل Housekeeping - بالبحث عن القمر التالي وتحضير العمل تمهيداً لقياسه ، وبالتالي يتضح أن جهاز الاستقبال ثلاثي القنوات يقوم بإتمام عملية التزامن بصورة دقيقة للغاية ، ومن مميزاته أيضاً أنه يمكن برمجته لمتابعة ثمانية أقمار صناعية ، إذ تقوم قناة من الثلاثة بالتعامل مع إحدى الأقمار الصناعية ، وفي الوقت نفسه تقوم القناتين الأخيرتين بالتحضير للتعامل مع القمر الصناعي التالي دون أية إعاقة لعملية القياس.

٣. تحديد موقع القمر الصناعي في الفضاء

يفترض منذ البداية المعرفة الدقيقة بموقع الأقمار الصناعية في الفضاء ، وذلك لسهولة إجراء العمليات الحسابية من جهة ، وتحديد المواقع بالنسبة لها من جهة أخرى. لكن كيف يتم التعرف على القمر الصناعي وهو على ارتفاع يبلغ نحو ١١ ألف ميل عن سطح الأرض. وهذا الارتفاع يفيد الأقمار الصناعية في أن تتخلص من جو الأرض وملوثاته ، وبالتالي يتم التنبؤ بمداراتها بصورة دقيقة حيث أنها نادراً ما تغيرها ،

وهي في ذلك تحاول أن تشبه القمر تابع للكرة الأرضية الذي يدور حولها منذ ملايين السنين دون تغير يذكر في مداره.

وتقوم القوات الجوية بالإطلاق كل قمر صناعي في مدار دقيق يتوافق مع الخطة الرئيسية لنظام تحديد المواقع ، وهذه المواقع محسوبة ومعلومة مقدماً ، وتحتوي بعض أجهزة الاستقبال على سجل مبرمج في حواسيبها الآلية تقوم بتحديد مدار أي قمر صناعي في الفضاء في أية لحظة.

وتقوم وزارة الدفاع الأمريكية بالمراقبة المستمرة لأقمار نظام تحديد المواقع الصناعية ، حتى لا تنحرف عن مداراتها من جهة ، وقياس ارتفاعها من جهة أخرى ، وبعد هذا أحد الأسباب التي جعلت مداراتها شاهقة الارتفاع وبعيدة عن المدارات الجغرافية المتزامنة Synchronous - Geo التي تمثل مدارات الأقمار الصناعية الخاصة بالتليفزيون.

وتدور أقمار نظام تحديد المواقع الصناعية حول الكرة الأرضية مرة كل ١٢ ساعة ، ومن ثم تمر فوق محطات الرصد الخاصة بوزارة الدفاع الأمريكية مرتين يومياً ، مما يعطي الفرصة لقياس ارتفاعاتها ، ومتابعة مواقعها وسرعتها بصورة دقيقة ، ومراقبة الأخطاء التي قد تنجم عن جاذبية كل من القمر والشمس وتأثير الإشعاع الشمسي عليها ، وهي أخطاء طفيفة للغاية وتعرف باسم أخطاء الزيج أو أخطاء التوقيت الفلكي Ephemeris Errors.

وعندما تنتهي وزارة الدفاع الأمريكية من قياسات موقع القمر الصناعي ، تقوم بإرسال هذه المعلومات إلى القمر نفسه ، الذي يقوم بدوره بإرسال هذه التصحيحات ضمن بياناته إلى الراصد عن طريق جهاز الاستقبال. ويعني هذا أن الأقمار الصناعية لا تقوم بإرسال الشفرات فقط ، لكنها تضيف عليها رسالة تحتوي على معلومات دقيقة عن مداراتها والحالة العامة لأنظمتها. وتستخدم كل أجهزة استقبال نظام تحديد المواقع هذه البيانات إلى جانب قوائم المعلومات الموجودة بداخلها عن الأقمار الصناعية لتحديد مواقعها بدقة.

. www.arabic-military.com

مصادر الأخطاء وعناصر الدقة لجهاز GPS

يستخدم نظام الرصد العالمي لتحديد المواقع GPS في المساحة الجيوديسية كنظام لإيجاد إحداثيات النقاط الجيوديسية بدقة عالية ، ولكن يواجه النظام عدة أخطاء منها:

١- أخطاء في تحديد موقع القمر الصناعي؛

ينتج هذا النوع من الخطأ نتيجة خروج القمر عن مساره المحدد له في الفضاء نتيجة لتأثير جاذبية القمر مع جاذبية الكرة الأرضية وجاذبية الأجسام في الفضاء الخارجي التي قد تؤثر على جاذبية الأرض والأجسام التابعة لها. يتم اكتشاف مثل الأخطاء عن طريق نقاط المراجعة الأرضية المتابعة لحركة المر الصناعي ، إذ ترسل رسالة تتضمن معلومات عن المدار وموقع القمر الصناعي و إحداثياته وزمن الإشارة ورقم تشفير القمر وكود القمر وبعض المعلومات عن خواص الغلاف الجوي اللحظي ، ثم إرسال رسالة قصيرة إلى القمر لتصحيح مساره. فضلا عن وجود أخطاء ناتجة عن الزمن الناتجة عن ساعة القمر والتي يمكن التحكم بها عن طريق وحدات التحكم والمتابعة الأرضية ، ومن ثم إرسالها إلى القمر الصناعي ، أما أخطاء توزيع الأقمار الصناعية في الفضاء توزيعا جيدا من إذ العدد والتوزيع الهندسي فانه يؤثر على دقة القياسات بشكل كبير.

٢- أخطاء في الإشارة المرسلة من القمر الصناعي إلى المستقبل؛

وتتنوع مابين أخطاء الغلاف الجوي التي تتمثل بتأخير الانتشار في طبقة الأيونوسفير و التروبوسفير ، إذ عندما تمر أشارات الرصد بهذه الطبقات فأنها تأخذ مسارا منحنيا في الموجه المشفرة وأبطئ في الموجه الحاملة ، وأخطاء تعدد المسار أي وصول أكثر من إشارة منعكسة إلى الهوائي الخاص بالأجهزة الأرضية(المستقبلات) ، ويعتمد تأثير هذه الانعكاسات على قوة الإشارة المنعكسة وقيمة التأخير من الإشارة الأصلية والمستقبل وطريقة القياس بواسطة المستقبل. إن خطأ تعدد المسار لا يؤثر فقط على تحديد الموقع ، ولكن يؤثر على الفترة

الزمنية اللازمة لحل قيمة الغموض في أرصاد الموجة الحاملة ، لذا من الضروري التقليل من الخطأ في تعدد المسار.

٣- أخطاء في المستقبلات الأرضية:

وتتمثل بخطأ ساعة المستقبل نتيجة الفرق في الدقة بين الساعة الذرية في القمر الصناعي والساعة العادية في المستقبلات (الأجهزة الأرضية) وهذا ناتج عن عدم التوافق بين الساعتين وهو الأمر المؤثر بشكل كبير على دقة تحديد المدى الزمني الذي استرقتة الموجة الحاملة والإشارة المرسلة للوصول من القمر الصناعي إلى الأجهزة الأرضية (المستقبلات) ، وهناك خطأ توليد الترددات ناتج عن توليد الترددات المماثلة للموجة الحاملة والشفرة الكودية المتوافقة مع الإشارة الصادرة من القمر الصناعي ، ويحدث مثل هذا الخطأ نتيجة ضعف في إمكانيات المستقبلات المستعمل.

٤- أخطاء فادحة:

فضلاً عن الأخطاء السابقة فهناك أخطاء كبيرة يصل مقدار الخطأ فيها مئات الكيلومترات ومنها أخطاء شخصية من مشغلي النظام ومشغلي أجهزة الحاسب المتحكممة في الإشارات المنبعثة للأقمار الصناعية ، ويمكن لهذا الخطأ أن يسبب خطأ في تحديد الموقع يتراوح بين المتر والمئات الكيلومتر ، وأخطاء من مستخدمي الجهاز الأرضي (المستقبلات) من خلال اختياره العدادات غير المناسبة مثل اختيار طريقة الرصد المستعملة ، توزيع الأقمار الجيد ، الفترة الزمنية بين الرصدات المتتالية ، والتوافق المبدئي في أول العمل لضبط الجهاز للعمل.

٥- أخطاء في اختيار المرجع الجيوديسية:

وأخطاء الأجهزة الأرضية (المستقبلات) سواء كان في البرامج أو المكونات نتيجة الاختيار السيئ للجهاز ذي المواصفات المناسبة لحجم الدقة المطلوبة.

مقارنة بين تقنية GPS للتتبع وتقنية GPS للملاحة

إنَّ كلاً من التقنيتين تستفيد من الإشارات المرسلة من أقمار منظومة GPS التي تدور حول الأرض. وكلاً منهما لها استخداماتها وأهدافها ، فبينما يكثر استخدام تقنية GPS للملاحة من قبل سائقي المركبات بهدف معرفة موقعهم الحالي فضلاً عن إرشادهم إلى الوجهة الصحيحة وغير ذلك من المعلومات المفيدة ، فإنه يكثر استخدام تقنية GPS للتتبع بشكل خاص من قبل شركات النقل والشحن بهدف متابعة ومراقبة المركبات التابعة لأسطولها أو قد تُستخدم هذه التقنية في حالات التتبع الشخصي.

يمكن القول إن تقنية GPS للملاحة تجيب على السؤال التالي: "أين أنا؟" Where I am? ، بينما تجيب تقنية GPS للتتبع على السؤال التالي: "أين أنت؟" "Where are you?" .

١ - تقنية الملاحة GPS Navigation :

إنَّ جهاز GPS للملاحة (جهاز GPS الذي يؤدي وظيفة الملاحة Navigation) هو عبارة عن مستقبل الـ GPS الذي يقوم باستقبال الإشارات المرسلة من أقمار نظام الـ GPS الصناعية ومن ثم إجراء الحسابات اللازمة لتحديد إحداثيات الموقع على الأرض. ومن هناك تستخدم البرمجيات اللازمة ليُقوم بإظهار الإحداثيات كنقاط على شاشة الجهاز. ولا تقتصر المعلومات التي يستطيع جهاز الـ GPS للملاحة تحصيلها على إحداثيات الموقع فحسب ، وإنما يمكنه أيضاً تحصيل معلومات أخرى مثل الطريق ، الاتجاه والسرعة.

ب- تقنية التتبع GPS Tracking :

يتألف أي جهاز GPS للتتبع (جهاز GPS الذي يؤدي وظيفة التتبع Tracking) من قسمين هما:

١-جهاز GPS للملاحة أي مستقبل GPS.

٣-مودم هاتف خلوي (يستخدم شبكة الهواتف الخلوية) أو مودم لاسلكي فضائي (يستخدم شبكة أقمار صناعية) يسمح بإرسال المعلومات المحصّلة بواسطة جهاز GPS إلى الجهة التي تريد الحصول على هذه المعلومات.

ومن مجالات تطبيق تقنية GPS للتتبع هو:

- * تقنية GPS لتتبع المركبات GPS Vehicle Tracking: وتطبق هذه التقنية في قطاع النقل من أجل تتبع جميع أنواع المركبات من: سيارات ، شاحنات ، مقطورات ، عربات سكك حديدية ، حاويات ، وقوارب.
- * تقنية GPS للتتبع الشخصي GPS Personal Tracking: وتطبق من أجل تتبع الأشخاص أما بهدف حمايتهم وأمنهم مثل: الأطفال ، كبار السن ، فاقد الذاكرة أو ذوي الاحتياجات الخاصة ، وكذلك من أجل الموظفين، أو بهدف متابعة تحركات أشخاص معينين ومراقبتهم.

أما أهم فوائد استخدام تقنية GPS لتتبع المركبات

؛ Tracking Vehicle GPS

يمكن الوصول إلى الفوائد التالية عند تطبيق تقنية الـ GPS لتتبع المركبات:

١. تخفيض تكاليف الوقود.
٢. تحسين الإنتاجية وتقديم خدمة أفضل للعملاء.
٣. رصد سرعة المركبة وبالتالي زيادة السلامة الشخصية والمرورية.
٤. الرقابة ومساءلة السائقين.
٥. الحد من السرقة.
٦. أرشفة سلسلة نشاطات الأسطول ، وذلك من خلال حفظ نتائج التتبع في قاعدة بيانات خاصة بالشركة المالكة للأسطول بهدف العودة إليها لاحقاً عند الحاجة.

تطبيقات نظام تحديد المواقع العالمي GPS.

١- في مجال الطيران والملاحة الجوية؛

تستخدم الطائرات نظام الـ GPS لتحديد الطرق الجوية ، ومناطق الاقتراب من المطار ، وعملية الهبوط الآلي على الممرات. ويُستخدم كذلك في المطارات ذات الأجواء الضبابية ، وانعدام الرؤية ، وتم اعتماده بشكل كلي في المطارات الأمريكية للدقة العالية ، وتغادياً للأخطاء البشرية. كما أفاد هذا النظام شركات الطيران إذ وفر لها كثيراً من نفقات التشغيل لرحلاتها الجوية ، إذ إنه يعطي أقصر الطرق الجوية لمطارات الوصول.

٢. في مجال الملاحة البحرية؛

لقد غيّر نظام GPS من الطريقة التي كان يسير بها العالم. وهذا ينطبق بوجه خاص على العمليات البحرية التي تشمل عمليات البحث والإنقاذ. كما يوفر أسرع وأدق وسيلة للملاحة البحرية في ما يتعلق بقياس السرعة وتحديد موقع السفينة. وهو الأمر الذي يوفر مستويات أعلى من السلامة والكفاءة للبحارة في جميع أرجاء العالم. يهتم قبطان السفينة خلال الملاحة البحرية بأن يكون على علم بموقع سفينته عندما تكون في عرض البحر ، وأيضاً في الموانئ المزدحمة والمعابر المائية. ويحتاج القبطان عندما يكون في عرض البحر إلى تحديد دقيق لموقع سفينته وسرعتها ووجهتها ، لضمان أن تصل السفينة إلى وجهتها بأعلى درجات السلامة ، وبأقل التكاليف ، وفي الوقت المحدد حسبما تسمح الظروف. وتكتسب الحاجة إلى معلومات دقيقة حول الموقع الذي تكون السفينة فيه أهمية أكبر عند مغادرة السفينة للميناء وعند العودة إليه.

يستخدم البحارة بصورة متزايدة البيانات التي يوفرها نظام الـ GPS في مسح الأعماق وتثبيت العوامات وتحديد مواقع الخطورة الملاحية ورسم الخرائط. وتستخدمه أساطيل الصيد التجاري في الإبحار إلى أفضل مناطق الصيد ، وفي تتبع هجرات الأسماك ، وفي ضمان الالتزام بالقوانين المعمول بها في هذا الشأن.

وكذلك يُستخدم هذا النظام للاستدلال على أماكن السفن المفقودة في البحار ،
وتقوم شركات النقل البحري بمتابعة حركة سفنها ، ومساراتها في البحار ، كما
يُستخدم في قوارب النزاهات أيضاً.

٣. في مجال النقل البري؛

توفر الإتاحة والدقة اللتان تنجمان عن استخدام نظام الـ GPS فعاليات
متزايدة وسلامة مرتفعة لوسائل النقل ومستخدميه وهي التي تستخدم الطرق السريعة
وأنظمة النقل العام. وقد انخفضت المشاكل المرتبطة بتحديد المسارات ومتابعة وسائل
النقل التجارية بصورة ملحوظة بمساعدة هذا النظام. إنه ينطبق أيضاً على إدارة أنظمة
النقل العام وأطقم صيانة الطرق ومعدات الطوارئ.

هذا ويساعد نظام الـ GPS المسؤولين في مهمة رسم استراتيجيات فعالة تستطيع
أن تحافظ على مواعيد وصول وانطلاق عربات النقل العام وفقاً للجداول المعروفة ،
وأن تُخبر المسافرين بمواعيد الوصول الدقيقة. كما تستخدم أنظمة النقل العام هذه
الإمكانية في تتبع خطوط الباصات ، وسائر الخدمات لتحسين الأداء ، كما يساهم في
رفع مستوى السلامة المرورية من خلال تتبع حركة المركبات وتوجيهها.
إنَّ استخدام تكنولوجيا نظام الـ GPS في التتبع والتنبؤ بحركة شحنات البضائع ساهم
في تطبيق ما يسمى بالتسليم في وقت محدد سلفاً. وفي إطار هذا التطبيق تستخدم
شركات الشحن نظام GPS في تتبع المسارات حتى تضمن التسليم في الموعد المحدد
سواء على بعد مسافة قصيرة أو عبر مناطق شاسعة.

تستخدم بلدان كثيرة حول العالم هذا النظام للمساعدة في مسح شبكات
الشوارع والطرق السريعة في أراضيها. وهذه الشبكات تشمل محطات الخدمة والصيانة
والطوارئ والتموين ومحطات الدخول والخروج والعطب الذي يصيب الشبكة الخ..
وتضاف هذه البيانات إلى المعلومات التي يجمعها "نظام المعلومات الجغرافية" (GIS)
وتساعد هذه القاعدة المعلوماتية وكالات النقل في تخفيض تكاليف الصيانة والخدمة ،

وتعزز سلامة السائقين الذين يستخدمون هذه الطرق. يُعد نظام الـ GPS أيضاً عنصراً أساسياً في مستقبل "نظم النقل الذكية" Transportation System Intelligent واختصاراً (ITS). وتضم نظم النقل الذكية نطاقاً واسعاً من المعلومات التي تستند إلى المواصلات والتكنولوجيا الإلكترونية. ويجري حالياً بحث في مجال النظم المتقدمة لمساعدة السائقين ، والتي تشمل نظم الانحراف عن الطريق وتجنب الاصطدام عند تغيير السائق للحارة التي يقود فيها سيارته أو شاحنته. وتحتاج هذه النظم إلى تقدير موقع السيارة أو الشاحنة بالنسبة للحارة وحافة الطريق بدرجة من الدقة لا تترك هامشاً للخطأ أكثر من عشرة سنتيمترات.

يُستخدم أيضاً نظام GPS لتوجيه سائقي السيارات وخصوصاً عند قيادتهم في أماكن يجهلون بها. إذ أُدخل هذا النظام في الكثير من السيارات المصنعة حديثاً والتي توفر للسائقين خرائط تفصيلية للأماكن والشوارع المتواجدين فيها ، وأفضل الطرق وأقصرها والتي ينبغي سلوكها أثناء تنقلاتهم.

٤. في مجال السكك الحديدية:

يمكن لشبكات السكك الحديدية أن تستخدم نظام GPS بالتضافر مع أجهزة استشعار وأجهزة كمبيوتر ، ونظم اتصال من أجل تحسين مستوى السلامة والأمان وكفاءة التشغيل. كما تساعد هذه التقنيات في تخفيض عدد الحوادث والتأخيرات وتكاليف التشغيل ، وكذلك تساهم في زيادة قدرة الخطوط الحديدية وتوفير الراحة للمسافرين وتخفيض ما ينفق من أموال. ثم إنها توفر جملة من المعلومات الدقيقة والفورية حول مواقع القاطرات وعربات السكك الحديدية ومعدات الصيانة المستخدمة على القضبان والمعدات المتمركزة بجانب الخطوط الحديدية يتكامل مع التشغيل الكفء لشبكات السكك الحديدية.

يُعد ضمان مستويات عالية من السلامة ، وتحسين كفاءة تشغيل السكك

الحديدية ، وتوسيع قدراتها أهدافاً أساسية لصناعة مسارات السكك الحديدية اليوم. إن معظم شبكات السكك الحديدية تتكون من امتدادات طويلة من مجموعة منفردة المسار ، ولذلك فالقطارات التي تسير إلى وجهات تُعد بالآلاف ، يتعين عليها أن تتشارك في وقت متزامن في استخدام هذه المسارات المنفردة الخط. تنطوي المعرفة الدقيقة للموقع المحدد للقطار على أهمية قصوى لمنع وقوع الاصطدامات ، والحفاظ على التدفق السلس لحركة السير ، وتقليل حالات التأخير إلى أدنى حد ممكن. لذلك من المهم ، ولأسباب تتعلق بالسلامة والكفاءة ، أن نعرف موقع هذه القطارات وأدائها بصورة فردية وكذلك على مستوى الشبكة ككل. إنَّ التحسين الذي دخل على الإشارة الرئيسية لـ "نظام المواقع العالمي" ، وهو التحسين المعروف باسم "نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي" Differential Global Positioning System ، واختصاراً (DGPS) يعزز درجة الدقة والسلامة داخل نطاق المناطق التي يغطيها النظام. ثم أن المعلومات التي تتوفر عن الموقع تمكن مسؤول الإشارة من تحديد على أي من المسارين المتوازيين يقع أي قطار. وعندما نضيف "نظام المواقع العالمي التفاضلي" إلى الوسائل الأخرى للملاحة ، وتحديد الموقع في حساب الوقت داخل الأنفاق ، وخلف التلال ، ومختلف العوائق الأخرى فإن هذا النظام (DGPS) يستطيع توفير قدرة دقيقة يعتمد عليها في تحديد الموقع عند إدارة حركة سير قطارات السكك الحديدية. يعد "نظام المواقع العالمي التفاضلي" (DGPS) عنصراً أساسياً في مفهوم "التحكم الإيجابي في مسار القطارات" Positive Train Control واختصاراً (PTC) ، وهو المفهوم الذي يجري حالياً تبنيه في كثير من مناطق العالم. ويشتمل المفهوم على تقديم معلومات دقيقة عن موقع كل قطار على امتداد خط السكك الحديدية إلى نظم تحكم وقيادة عالية الكفاءة في سبيل وضع أو إنتاج أفضل خطة تشغيل ممكنة. سرعات متنوعة للقطارات ، حركة تسيير مرنة لا ترتبك لتغيير المسارات ، وأطقم صيانة تنتقل من هنا إلى هناك بأمان سواء على خطوط السكك الحديدية أو خارجها. يستطيع نظام "التحكم الإيجابي في القطارات" (PTC) تتبع موقع قطار ما وسرعته بصورة أدق مما كان عليه الحال في الماضي ، كما يستطيع توفير معلومات عن حركة القطار لمسؤولي

إدارة السكك الحديدية الذين يستطيعون عندئذ أن يعززوا السرعات وحدود الأوزان حسب الضرورة. وعن طريق توفير تتبع أفضل لموقع القطارات وسرعتها ، فإن نظام (PTC) يزيد من كفاءة التشغيل ، ويتيح مقدرة أعلى لخط السكة الحديدية ويعزز قدرات أطقم القيادة ويوفر الراحة للمسافرين والسلامة للشحنات ، كما ينتج عنه توفير بيئة طبيعية أكثر أماناً للأشخاص العاملين في الخط.

يستطيع "نظام المواقع العالمي التفاضلي" (DGPS) أيضاً أن يساعد في مسح ورسم الخرائط لهيكل خطوط السكك الحديدية لأغراض الصيانة والتخطيط المستقبلي للنظام. وعن طريق استخدام "نظام المواقع العالمي التفاضلي" (DGPS) يستطيع المرء أن يحدد بدقة موقع الأعمدة التي ستحمل أرقام الأميال (أو الكيلومترات) ، وصواري الإشارات ونقط الإبراق والجسور ، ونقط التقاطع مع الشوارع ، ومعدات الإشارة الخ... كما يستطيع "نظام المواقع العالمي" أن يرتفع إلى المستوى العالي من الدقة الذي يحتاج إليه التشغيل في مناطق المحطات النهائية ، وفي أفنية السكك الحديدية (مخازن القطارات) إذ نجد أنه من الممكن أن تسير عشرات الخطوط بشكل متوازٍ.

www.tkne.net/vb/t834.html

الفصل الخامس

نموذج الارتفاع الرقمي

Digital Elevation Model

نموذج الارتفاع الرقمي

Digital Elevation Model

المقدمة

يعد نموذج الارتفاع الرقمي أحد الوسائل المهمة والتطبيقات الحديثة ضمن تقنية نظم المعلومات الجغرافية والذي يتيح رؤية ثلاثية الأبعاد للتضاريس مما يوفر ذلك من إمكانات تطبيقية هائلة وفي كثير من العلوم والمجالات ، أذ أن نموذج الارتفاع الرقمي والمعتمد على الصور الجوية والفضائية ونظام التوقيع العالمي والخرائط الرقمية وحتى الخرائط الطبوغرافية المصححة تهى قياسات وتحليل ونتائج دقيقة عند استخلاص نموذج الارتفاع الرقمي منها ، إذ يمكن معرفة الانحدارات وتحديد أماكن الانزلاقات الأرضية المحتملة والتوجيه أي معرفة أثر الرياح والأمطار والإشعاع الشمسي ، ومن ثم تحديد مدى تطور عملية التعرية للتربة أو توزيع النبات الطبيعي والشبكة المائية وأحواض التغذية وغيرها

أن نموذج التضرس الرقمي DTM بشكل عام في السابق كان يرف على انه تمثيل إحصائي للسطح المتصل (غير متقطع) للأرض وذلك من خلال عدد كبير من النقاط المختارة والتي لها إحداثيات ثلاثية X ، Y ، Z بالنسبة لمجال إحداثيات اختياري.

مع هذا التعريف القديم لمصطلح DTM في عام ١٩٥٨م ألا أن مرادفات أخرى قد ظهرت وبدأ استخدامها. وهذه المرادفات تشمل: نموذج الارتفاعات الرقمية DEM

ونموذج الارتفاعات الرقمية DHM والنموذج الرقمي الأرضي DGM ونموذج تضرس الارتفاعات الرقمية DTEM. ظهرت هذه المرادفات وشاع استخدامها في دول متعددة ، فشاع مصطلح DEM في أمريكا بينما جاء مصطلح DHM من ألمانيا وأستخدم مصطلح DGM في المملكة المتحدة بينما جاء مصطلح DTEM من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية وهيئة المساحة العسكرية الأمريكية. في الممارسة العملية فأن كل هذه المصطلحات أو المرادفات يفترض أنها تعني نفس الشيء إلا أنه أحيانا توجد بعض الاختلافات في مرجع هذه المنتجات. أذن DTM هو تمثيل رقمي للتوزيع المكاني لواحد أو أكثر من المعلومات عن سطح الأرض ويمثل بعدد من المواقع - أو النقاط - ثنائية الأبعاد بالإضافة لتمثيل رياضي للمعلومة المطلوبة. ومن هنا نقول أنه نموذج له بعدين و نصف (ليس ثنائي الأبعاد في حقيقته) يتم تمثيله في مجال ثلاثي الأبعاد. نحن نستخدم مصطلح DEM ليدل علي نماذج الأرض التي بها قيم الارتفاعات فقط بينما مصطلح DTM يعبر عن مفهوم أوسع لتمثيل الأرض إذ يضم عناصر أخرى للأرض مثل الميول و المعالم الأرضية مثل الأودية وعناصر جغرافية و بيئية أخرى.

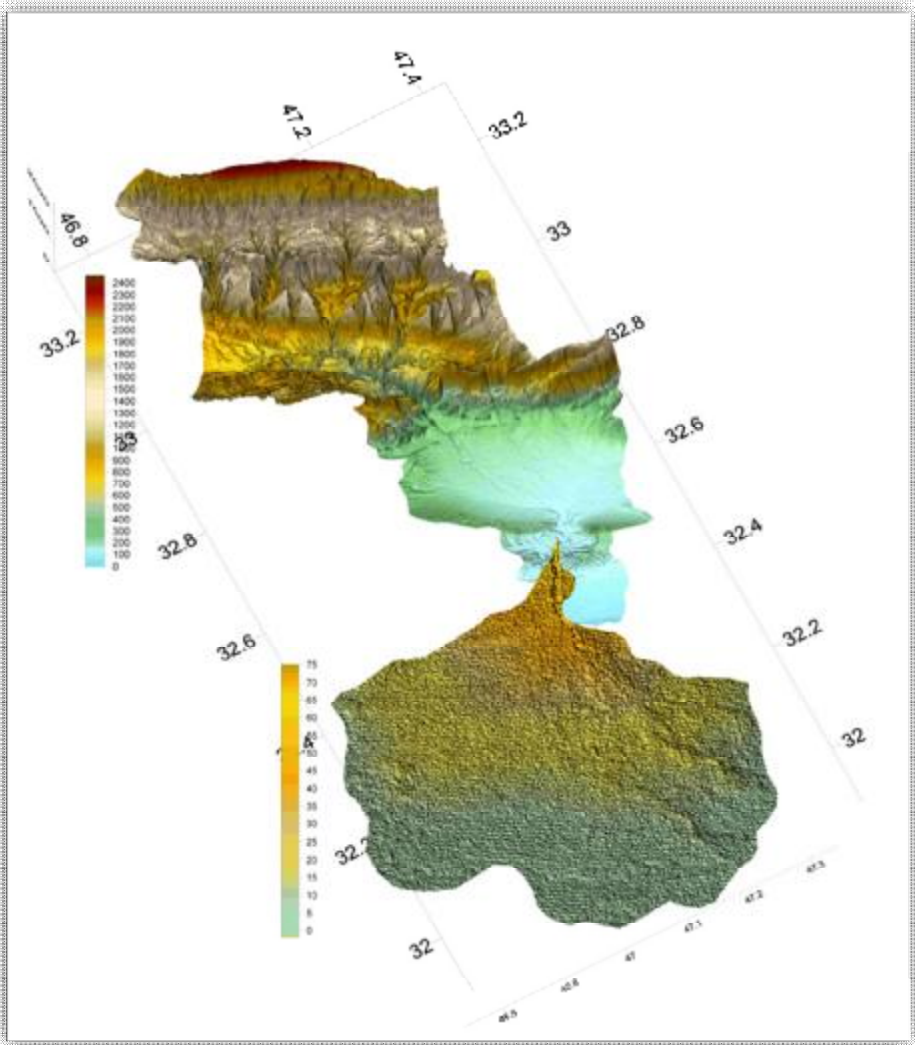
مفهوم نموذج الارتفاع الرقمي DEM

يختلف تعريف كلمة "التضرس أو التضاريس أو terrain " من مجال أو تخصص لآخر ، ومن ثم فأن مصطلح DTM سيختلف تعريفه أيضا من تخصص لآخر ، أذ أن مهندسي المساحة يدرسون DTM من وجهة النظر أن التضرس يعني تضاريس (الارتفاعات والانخفاضات) سطح الأرض وما به من مظاهر. أي أن DTM المثالي - من وجهة نظرهم - هو الجيل الجديد من الخرائط الطبوغرافية ولكن في صورة رقمية. لكن متخصصون آخرون في مجال العلوم الأرضية قد يجمعوا معلومات غير طبوغرافية مع المعلومات الطبوغرافية عند إنشاء DTM خاصة باحتياجاتهم ومجال تخصصهم فيعرفونه على انه (تمثيل ومحاكاة رقمية لتضاريس سطح الأرض

بالاعتماد على صيغة Raster ، فكل بكسل فيها يحتوي على قيمة رقمية تمثل متوسط ارتفاع سطح الأرض في مساحة هذا البكسل ، وتفيد في استخلاص العديد من المعلومات المهمة بشكل آلي سواء المعلومات الطبوغرافية مثل حدود الحوض ، مجاري الشبكة المائية ، الأودية ، والخصائص المورفومترية ، وغيره (،الشكل (٢٥).

www.gisclub.org/library/GISDEM.pdf

الشكل (٢٥) نموذج الارتفاع الرقمي لمروحة فيضية وحوضها في محافظة ميسان



أهمية نموذج الارتفاع الرقمي DEM:

- * توضيح مظاهر سطح الأرض بشكل ثلاثي الأبعاد.
 - * معرفة وتحليل الأشكال الأرضية ومراقبة تطورها ، وتصنيف الأشكال إلى الوحدات الجيومورفية ، مما يوفر إمكانية في رسم الخرائط.
 - * يوفر روبا بيئية واضحة من خلال تعدد زوايا الرؤيا للظاهرة.
 - * يوضح النموذج السطح والبنية الداخلية مما يتيح تفسير وتحليل المظاهر السطحية.
 - * يستخدم لتمثيل مساحات واسعة ومعقدة يصعب الوصول إليها.
 - * إجراء حسابات تتعلق بدرجات الانحدار Slope ، واتجاهه ومقاطع الانحدار.
 - * دراسة وتقدير مناطق الطرق وتصميمها ، والأعمال الهندسية.
 - * تقدير الكثافات السكانية حسب نوع السطح.
- يمكن الحصول على نماذج الارتفاعات الرقمية عن طريق بيانات الأقمار الصناعية التي تكون الأكثر دقة مكانية (الأفقية والراسية) من بقية النماذج العالمية والنماذج الأرضية ، ويمكن توضيح أهم المصادر الرقمية بالاتي (هالة محمد سعيد ، 2010 ، 179):

مصادر المعلومات في نماذج الارتفاعات الرقمية DEM

- * الصور الجوية والمرئيات الفضائية: تشمل بيانات الصور الجوية الثلاثية الأبعاد والمعمولة بأجهزة الستيريوسكوب يدويا أو راسمات خاصة بذلك وتكون بصيغة رقمية أما بالنسبة للصور الفضائية فهناك العديد من الأقمار الصناعية متخصصة لإنتاج صور نقطية تمثل نماذج ارتفاع رقمية مثل القمر (سبوت) بدقة مساحية (٢٠٥ - ٤) م ، أما الصور الأكثر شيوعا هي (Strp) إلى تغطي دول العالم بين ٦٠ شمالا وجنوبا ، بدقة ٩٠ م فأكثر ، أما النماذج المجانية الرقمية العالية الجودة فهي التي تستعمل تطبيق (SAR) الراداري المتداخل التي تعطي

بعد (Z) أي الارتفاع بدقة اقل أو أكثر من ١٠ م ، ويمكن أن تكشف التغيرات البسيطة في الارتفاع.

* بيانات ارتفاع لصور نقطية تنتجها هيئات متخصصة مثل بيانات (GTOPO) التي تنتجها المساحة الجيولوجية الأمريكية ذات الدقة التمييزية العالية.

* مصادر مختلفة تشمل ترقيم الخرائط الطبوغرافية وخطوط الكنتور التي فيها ، وعمليات المسح الأرضي ، وبيانات الارتفاع المفيدة والواسعة الانتشار المحصلة من أجهزة GPS.

* طرق الاستكمال Interpolation: هي خوارزميات رياضية تتطلب عينة من النقاط المعلومة الارتفاع في منطقة ما ، اذ تقوم بعملية تنبؤ حسابي لجميع ارتفاعات المنطقة وتخزن الناتج في صورة نقطية. (منتى نظم المعلومات الجغرافية www.mesa7a.com)

أساليب بناء نموذج الارتفاع الرقمي DEM :

توفر أنظمة المعلومات الجغرافية إمكانيات كبيرة في عمليات بناء نماذج الارتفاعات الرقمية باستخدام برمجيات رسم عديدة مثل (Surfer ، Arc GIS ، Arc view ، Global Mapper ، Arc Info ، Auto Cad ، R2V) وغيرها من البرامج ألا أن أكثر البرامج شهرة في عمليات إنتاج (DEM) هما برامج (Arc GIS) وبرنامج (Arc view) من خلال الملاحق (Spatial analysis ، 3D analysis) في إنتاج (Triangulated irregular network) والمختصر بـ (TIN) وهذا النموذج يتم بنائه من خلال البيانات الخطية سواء كانت على شكل (نقطة أو خط أو مساحة) ويتكون النموذج الهندسي له من مثلثات متجاورة ، وغير متقاطعة ، ولكل مثلث ثلاثة رؤوس ولكل رأس نقطة معروفة الإحداثيات (X,Y) إضافة إلى قيمة (Z) التي تمثل عنصر الارتفاع. وان مجموعة المثلثات تكون نموذج (21)(TIN). وهناك عدة طرق لإنشاء بنية للمعطيات في نموذج الارتفاع الرقمي ، أهمها طريقتان:

١- البنية الشبكية المنتظمة:

تشكل البنية الشبكية المنتظمة (البنية المترسية) من شبكة مربعات إذ العلاقات التوبولوجية للنقاط تكون ضمنية وان طول ضلع المربعات ثابتة (٥م-١٠م) ويكون طريقة تخزين ارتفاعات نقاط الشبكة على شكل مصفوفة ، تسمى مصفوفة الارتفاعات (Elevation Matrix) ، إذ أن أرقام أعمدتها وصفوفها معرفة بالمواقع المستوية لرؤوس المربعات وحيث يبعد كل رأس عن الآخر مسافة ثابتة. ولأجل تلبس النموذج بسطح التضاريس يتطلب الأمر زيادة كثافة نقاط الشبكة للوصول إلى الدقة المطلوبة ، وان طبيعة تضاريس المنطقة هي التي تحدد طول أضلاع المربعات حسب درجة تعقد التضاريس فعندما تزداد وعورة المنطقة وتشتد التضاريس يتطلب الأمر طول أضلاع صغيرة بغية الوصول إلى بنية مقبولة ، أما المناطق التي تتميز ببساطة السطح تكون أضلاع المربعات كبيرة نوعا ما ، وبشكل عام تتميز هذه البنية بإمكانية القيام بعمليات التوسط الداخلي بين كل نقطتين متتاليتين من الشبكة لتحديد مواقع منحنيات التسوية ، ثم يقوم بعمليات الوصل الآلية بين كل النقاط التي تقع على ارتفاع ثابت ، ومن ثم فان معطيات نموذج الارتفاع الرقمي ذي البنية الشبكية ذات معطيات غير دقيقة ، وسيؤدي ذلك إلى تمثيل غير دقيق للتضاريس الأرضية.

٢- شبكة المثلثات غير المنتظمة

(TIN) Triangulated Irrigulated Network

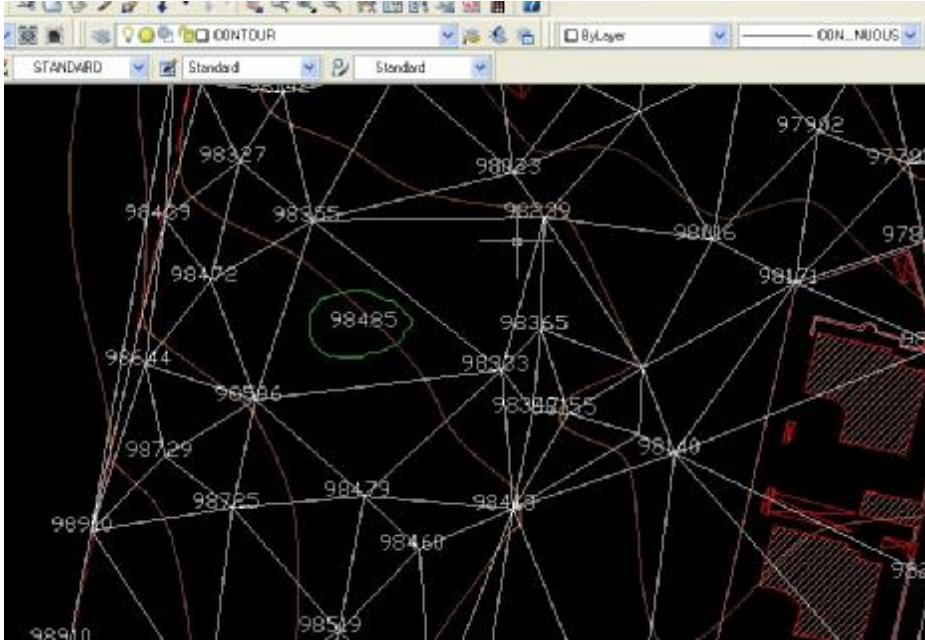
هو شكل من أشكال البيانات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية يستخدم في تمثيل السطوح الأرضية خاصة ، وفي واقع الأمر فان اعتبار الشبكات المثلثية غير المنتظمة نوع مستقل من البيانات قد يبدو أمرا مبالغ فيه ، إذ انه في واقع الأمر يستخدم نموذج اتجاهي (Vector) معقد يتكون نقط وخطوط ومضلعات في أن واحد لتمثيل القمم وخطوط التسوية والسطوح الأرضية. تتألف شبكة المثلثات غير المنتظمة من عناصر موشورية متلاصقة إذ إن قواعد هذه

المواشير مثلثات مستوية وأطرافها (ارتفاعات المواشير) تمثل الارتفاعات ، يتم إخراج أو استنتاج شبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN) بالاعتماد أساساً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، إذ يعد القاعدة الأساسية التي يعتمد عليها في استخراج الارتفاعات (Elevation) الخاصة بشبكة المثلثات غير المنتظمة وفي نفس الوقت يمكن إنتاج نماذج لشبكة المثلثات غير المنتظمة من دون الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM). تتم عملية تحويل (Convert) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) إلى نموذج المثلثات غير المنتظمة (TIN) عن طريق العديد من البرامج الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية مثل برنامج Arc GIS أو برنامج Arc View ، يمكن أن تنتج عن طريق شبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN) خرائط متعددة مثل خرائط ظل التلال (Hill shade) وخرائط حساب الميل (Slope Calculation) وخرائط اتجاه الميل (Aspect) وغيرها من الخرائط. إن نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) يمكنه أن يعطي أنواع الخرائط المذكورة آنفاً إذ أن الفرق بينه وبين نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة هو أن الأول يعطي أشكالاً أوضح للمتلقى من نموذج الـ (TIN) ، إذ تكون الخرائط المنتجة بالاعتماد على الـ (DEM) أكثر دقة وأقل تعقيد من تلك التي ينتجها نموذج الـ (TIN)

http://www.uweb.ucsb.edu/~nico/comp/get_dem.htm

هذا وتعد الطريقة الثانية الأكثر انتشاراً واستخداماً ، وفيها يتم إنشاء شبكة مثلثات تغطي المنطقة ، وتربط أضلاع هذه المثلثات بين نقاط الارتفاع الموضحة على الخريطة وعليه فإن أطوال أضلاع المثلث تختلف باختلاف توزيع وكثافة هذه النقاط ولذلك تظهر شبكة المثلثات غير متساوية الأبعاد وتزداد كثافة المثلثات مع زيادة عدد النقاط. ويتم إيجاد قيمة (Z) لنقط ربط المثلثات أو رؤوس المثلثات من خلال قيمة ارتفاعها وفي حالة الحاجة إلى نقطة أخرى فيمكن حسابها تبعاً لارتفاعات النقاط المجاورة. ثم تجري على الشكل عمليات المراجعة والترشيح (Filtration) وإضافة الضلال أو الألوان كما يمكن عمل القياسات المطلوبة الشكل (٢٦)

شكل (٢٦) شبكة المثلثات الغير منتظمة



تطبيقات نموذج الارتفاع الرقمي DEM

تستخدم نماذج الارتفاع الرقمي كنماذج مساعدة في التحليل والتفسير للظواهر لبعض من التطبيقات منها

١- الجيولوجيا: يمكن لنموذج الارتفاع الرقمي أن تمثل الظواهر الجيولوجية بأشكال ثلاثية الأبعاد ، وذلك عن طريق خطوط الكنتور أو بالاستعانة بجهاز GPS ، إذ يمكن عن طريق النموذج اشتقاق خطوط الكنتور وذلك بعد إجراء عملية التصحيح وضبط الإحداثيات لتناسب بين هذه والنموذج ومن ثم إجراء عملية مطابقة لكل من المرئية الفضائية والخريطة الجيولوجية والنموذج الرقمي.

٢- الهيدرولوجيا: يمكن من خلال النموذج معرفة الانحدارات واتجاهاتها وأعلى المنحدرات ومناطق التقعر والتحدب التي تسهل الدراسات الهيدرولوجية ، فضلا عن اشتقاق الشبكات المائية ومجاري الأنهار والأودية وخطوط تقسيم المياه والمناطق

المعرضة لخطر الفيضان وغيرها ينظر الشكل (٢٧).

٣- الجيومورفولوجيا: النموذج يساعد على معرفة تضاريس الأرض بهيئة ثلاثية الأبعاد ، ومراقبة تلك التضاريس ، وتحديد العمليات الجيومورفولوجية.

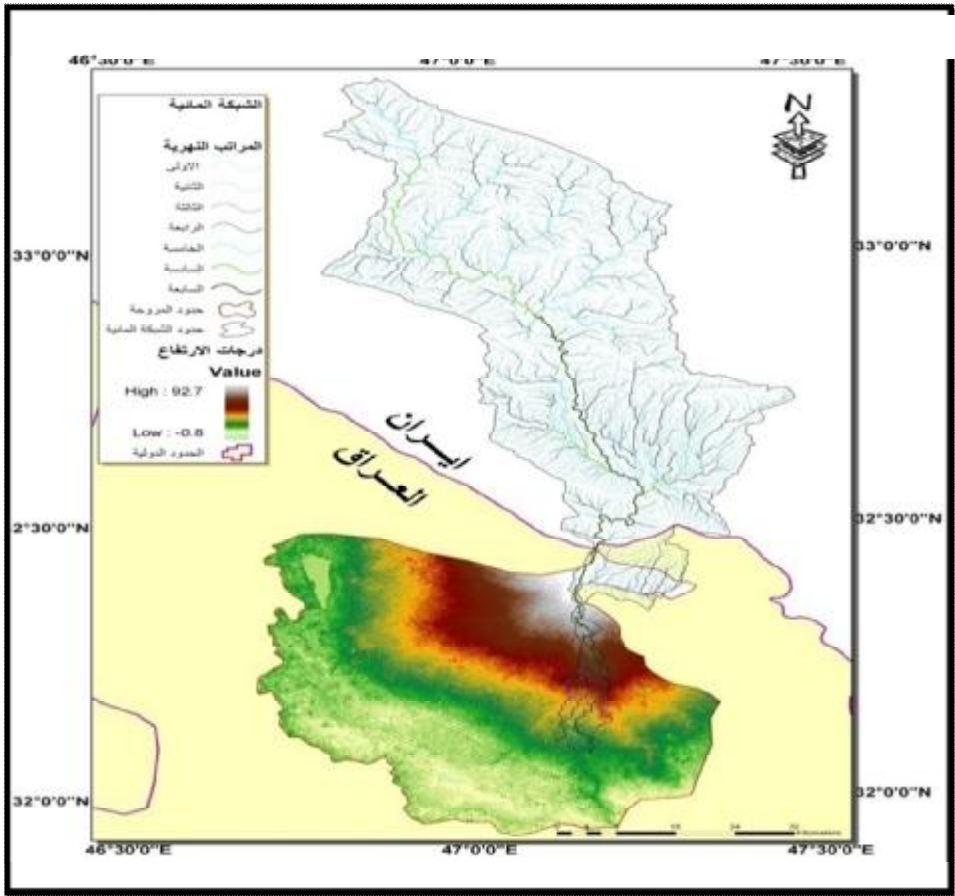
٤- أمكانية إجراء عمليات التحليل الجيومورفي والبيئي وأجراء العلاقات والارتباط بين العديد من الظواهر.

٥- بناء موديلات رقمية ثلاثية الأبعاد للمدن.

٦- حساب الطاقة التخزينية للخزانات.

٧- تطبيقات علم الغابات.

٨- معرفة الصخور التي تقلع من المناجم أو التي تملأ المنخفضات.



الفصل السادس

محطة المسح المتكاملة

Total Station

محطة المسح المتكاملة

Total Station

المقدمة

بدأت الأجهزة المساحية أساساً بأجهزة القياس الطولية البسيطة مثل السلسلة والشريط ، ثم أجهزة قياس الزوايا التي تطورت حتى ظهر الثيودوليت ، وعلى ذلك فإنه حتى الستينات من القرن الحالي كانت معظم الأجهزة المساحية المستخدمة تتركز على أجهزة قياس المسافات أو أجهزة قياس الزوايا والاتجاهات وأهم هذه الأجهزة هو الثيودوليت ، وكان استخدام الثيودوليت لقياس كلا من المسافة والزوايا يعتبر من مظاهر الحضارة التكنولوجية ، ومع التطور التكنولوجي لعلوم البصريات والالكترونيات ظهرت الأجهزة الحديثة التي تعتمد على قراءة الزوايا والمسافات الكترونياً كما أنها مزودة بميكروكمبيوتر.

مفهوم المحطة المتكاملة Total station :

هو عبارة عن جهاز مساحي يستخدم في المساحة والآثار ، ويقوم بقياس الزوايا والمسافات بين نقطة المركز والنقاط الأخرى المراد رصدها ، ويجمع بين وحدة الكترونية لقياس المسافات ووحدة الكترونية لقياس الزوايا.

يستطيع الجهاز أن يقيس الزوايا الأفقية والراسية والمسافات المائلة من مرصد واحد لعدد من النقاط ، ومن خلال المعالجة الداخلية لهذه القياسات يقوم الجهاز

باشتقاق كثير من القياسات والحسابات الأخرى مثل المسافة الأفقية والراسية وإحداثيات النقاط.

مميزات المحطة المتكاملة:

www.scribd.com/doc/83689122/totalstation

- ١- القدرة على حساب إحداثيات أي نقطة باستخدام نقطه مرجعيه وحساب المسافة والزوايا المقروءة
- ٢- سهولة العمل عليه في قراءة الزوايا والمسافات والمساحات والارتفاعات. الخ.
- ٣- دقة القياسات التي يتم رفعها من الواقع.
- ٤- سرعة انجاز العمل وجمع بيانات في وقت وجهد قليلين.
- ٥- سهولة تعامله مع الحاسوب أو التخزين على بطاقة (كارت)
- ٦- المسح التفصيلي.

فكرة عمل أجهزة المحطة المتكاملة:

تعتمد فكرة عمل الأجهزة الالكترونية لقياس المسافات DEM على معرفة زمن رحلة الموجات الصادرة منها وهي أما موجات كهرومغناطيسية أو موجات ميكروويف ، ومن خلال معرفة سرعة الموجه في الهواء ، يتم حساب المسافة التي قطعها الموجه من خلال المعادلة التالية:

$$\text{المسافة} = 0.5 \times \text{زمن الرحلة} \times \text{سرعة الموجه.}$$

يتكون الجهاز من ثلاث أجزاء تجتمع لتقوم بعمل الجهاز وهي:

- ١- ثيودوليت الكتروني (Electronic theodolite): ويستخدم لقياس الزوايا الراسية والأفقية قياس دقيق يصل إلى ١ ثانية.
- ٢- وحدة قياس المسافات الالكترونية (Electronic distance meters EPMS):

أن النظرية العامة لقياس المسافات الالكترونية مبنية على أن يقوم الجهاز بإرسال موجة إشعاعية بطول موجي معين ، ثم انعكاس هذه الموجه على عاكس إذ تترد مرة أخرى لتستقبل بنفس الجهاز ، ويقوم الجهاز بحساب الزمن لرحلة الإشعاع الموجي ، وبمعلومية سرعة الموجه وطولها فإنه يمكن حساب المسافة المقاسة عن طريق قياس زمن الرحلة ، وتوجد ذاكرة داخلية أو كارت بيانات لحفظ الأرصاد ونقلها بعد ذلك للحاسب الآلي.

٣- ميكروكمبيوتر: هو أحدث ما وصلت إليه ثورة المساحة الأرضية في السنوات الأخيرة ، وهو مزود بالقوانين الهندسية لمعالجة العمليات الحسابية داخل الجهاز وإظهار النتائج على شاشة الجهاز أثناء الرصد العملي مثل (حساب المسافة الأفقية ، وحساب فرق الارتفاع ، وإحداثيات النقطة المرصودة وبمعلومية إحداثيات النقطة المعلومة ، وغيرها).

www.curbey1.org.eg/forun/showehread.php?t=1922

المواصفات الفنية لمحطة الرصد المتكاملة :

- * توجد ذاكرة داخلية لتخزين النقاط وتكفي لتخزين ٢٤٠٠٠ نقطة.
- * للدائرة الأفقية والراسية GTS-235N دقة قياس الزوايا خمسة ثواني.
- * القراءة المباشرة للزوايا في الدائرة الأفقية والراسية واحد ثانية.
- * الجهاز مزود بمصحح أوتوماتيكي في الاتجاهين لتصحيح أي ميل في المستوى Dual axis الأفقي والراسي ، ويستغرق التصحيح ثلاث دقائق.
- * يمكن توصيل الجهاز بالكمبيوتر مباشرة مما يسهل نقل البيانات من الجهاز إلى الكمبيوتر مباشرة أو بالعكس وذلك عن طريق قابل التوصيل.
- * الجهاز له إمكانية الإطلاع ومراجعته البيانات التي تم تسجيلها في الحقل بطريقة سهلة وبسيطة ، وكذلك إمكانية إنشاء ملفات داخلية ومسح ملفات ومراجعة البيانات بالموقع.

* يمكن تسجيل أي ملحوظة أثناء العمل ومسبقا على الجهاز وكذلك استدعائها أثناء الرصد.

* الجهاز يعمل في الظروف الجوية القاسية ودرجات الحرارة من ٢٠م إلى ٥٠ م ، ومحمي ضد المياه والأتربة والرطوبة.

* اقل قراءة للمسافات على الجهاز (١ - ٠.٢ ملم).

* الجهاز يعمل مع البرامج المساحية مثل Civil cad.

* الجهاز مزود ببطارية داخلية سعة ٢.٧ أمبير / ساعة ، وهي خفيفة الوزن ، وتعمل بشكل متواصل لمدة ١٠ ساعات في حالة قياس المسافات و٤ ساعة لرصد الزوايا فقط. شكل (٢٨) (جمعية المساحة المصرية).

www.curbey1.org.eg/forum/showthreadphp?=2543

شكل (٢٨) يوضح محطة الرصد المتكاملة Total station



استخدامات جهاز المخطط المتكاملة:

* استخدام جهاز المخطط المتكاملة للمسح الطبوغرافي: ويعني تكامل أعمال المساحة المستوية مع المساحة الجيوديسية يلزم لإنتاج خريطة طبوغرافية تضافر جهود كبيرة بين نوعين من المساحة:
أ- المساحة الأرضية: وهي ذات مجالات عديدة منها (مستوية - جيوديسية - طبوغرافية).

ب- المساحة التصويرية: وتتمثل بالمساحة الأرضية والتي تتطلب دقة في العمل في الرفع والنقل والخبرة الكبيرة في تشغيل العديد من الأجهزة المساحية، وتتطلب جهود كبيرة ودعمها ماديا وهي تهدف في النهاية تحديد مواقع الظواهر المختلفة وقياس الاتجاهات.

ولتحديد مواقع ظاهرة معينة:

يجب ان يبدأ العمل بنقطة معلومة من الإحداثيات لاستخدامها كنقطة أساس تنسب اليها باقي النقاط المجهولة ، ويمكن تحديد هذه النقطة من خلال ما يسمى (شبكة المثلثات) التي غالبا ما تغطي مساحة المنطقة المراد دراستها بنقط معلومة الإحداثيات ، ويلزم لتحديد الموقع قياس المسافات أي قياس المسافة بين النقطة المعلومة والنقطة المراد تحديد موقعها ، التي كانت في السابق تستخدم الشريط والجنزير لقياس مسافة ما ، وعلى الرغم من سهولة القياس بهذه الأجهزة البسيطة إلا أنها تواجه بعض المشاكل منها:

- تحتاج إلى وقت وجهد.
- قد تتعرض إلى أخطاء شخصية وأخطاء مرتبطة بالأداة المستخدمة.
- أخطاء ناتجة من البيئة والمكان الذي يتم العمل فيه مثل الأراضي المضروسة والغابات.

لذا فان استخدام المخطط المتكاملة كانت البديل الأمثل لقياس المسافات في

الطبيعة من خلال سرعة الضوء والصوت الذي يمكن الوقت الذي تستغرقه انتقال الموجه الضوئية أو الصوتية إلى مسافة أرضية. وتنقسم المساحة الأرضية إلى:

١- المساحة المستوية: تهتم برفع مناطق صغيرة المساحة (اقل من ٢٠٠ كم^٢) ، ومع هذه المساحة المحددة يهمل عنصر تقوس الأرض.

لقد اعتمد على المساحة المستوية في إنشاء العديد من الخرائط الطبوغرافية ، وعلى الرغم من دقة العمليات الحسابية إلا أن هذا يتطلب الجهد والوقت الكبير مما جعل بعض المفكرين ينادي ويطالب بفكرة تطبيق واستعمال الصور الجوية الذي سرعان ما تبلور بعد الحرب العالمية الثانية.

٢- المساحة الجيوديسية: يبحث في رسم الخرائط وتمثيل سطح الأرض على انه سطح كروي كحقيقة ، إذ تكون المناطق المطلوب رسم الخرائط لها كبيرة ومساحات شاسعة ، مما يؤدي ظهور تأثير كروية الأرض عند إسقاط الخرائط على المستويات الأفقية ومن ثم تكوين الأبعاد التي تقاس بين المواقع وبعضها ليست خطوطا مستقيمة بل هي أقواس من دوائر عظمى. شركة النظم الهندسية المتكاملة.

www.alnozon/egypt.com/sereit.php

قائمة الصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع

- ١- إبراهيم ، محمد فوزي المعادلات الرياضية التي تطبق في عمليات معالجة الصور
الرقمية، مجلة علمية تصدرها الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في القطر العربي السوري،
العدد ٨ دمشق تشرين الثاني ١٩٩٦
- ٢- الجابر، عدنان دراسة تصنيف الأرض الساحلية لشاطئ العقير باستخدام صور الاستشعار
عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، حالة دراسية، نادي نظم المعلومات الجغرافية، ٢٠٠٧
- ٣- الجعافرة ، بهجت ، دور علم الفلك في علم الشبكات الجيوديزية، مجلة المقياس،
العدد ٨، المركز الملكي الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٨.
- ٤- الخزامي، محمد عزيز نظم المعلومات الجغرافية: أساسيات وتطبيقات للجغرافيين،
منشأة المعارف للنشر، الإسكندرية - مصر - ٢٠٠٠
- ٥- الداغستاني، حكمت صبحي، مبادئ التحسس النائي وتفسير المرئيات، دارأبن الأثير
للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ٢٠٠٤
- ٦- سالم ، بشرى بكر محمود استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وبنوك
المعلومات في إدارة مواقع التراث الطبيعي، الدورة التدريبية الثالثة في مجال إدارة وصيانة
المحميات الطبيعية، في الوطن العربي (اليونسكو) جامعة الإسكندرية، ١٩٩٥.
- ٧- سعيد ، هالة محمد خلود علي هادي، أهمية دراسة نموذج الارتفاع الرقمي DEM
وتطبيقاته المختلفة، مجلة ديالى، العدد الثالث والأربعون، ٢٠١٠.

- ٨- صالح ، محمد عبد الله مرثية الاستشعار عن بعد ، جمع بياناتها وتحليلها ، ط١ ، مركز البحوث ، جامعة الملك سعود ، ١٩٩٢
- ٩- صيام ، يوسف تقنيات الاستشعار عن بعد ، مجلة المهندسين الأردنيين ، العدد ٥٦ ، شباط ، ١٩٩٥ .
- ١٠- عبد الصمد ، لمياء قواعد البيانات ، مبادئها ، وتصميمها ، وإدارتها ، وتطبيقاتها ، مديرية دار الكتب ، جامعة الموصل ، ١٩٨٨ .
- ١١- عبد لطيف ، مكّي غازي استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التصنيف والتحليل المكاني لاستعمالات الأرض في قضاء الأعظمية (دراسة كارتوكرافية تحليلية) ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية (ابن رشد) جامعة بغداد ، ٢٠٠٦م
- ١٢- عبد الهادي ، عبد رب النبي محمد مرجع الاستشعار عن بعد (علم وتطبيق). بستان المعرفة للنشر ، جامعة الإسكندرية ، مصر ، ٢٠٠٠
- ١٣- العزاوي نائر مظهر فهمي ، مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية وبياناتها مع تطبيقات Arcview GIS ، عمان دار الحامد ، الطبعة الأولى ٢٠٠٨ .
- ١٤- عيد ، صفية جابر بهجت محمد محمد ، الاستشعار عن بعد ، جامعة دمشق ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، الجزء الأول ، ٢٠١٠ .
- ١٥- عيد ، صفية جابر ، بهجت محمد محمد ، نظم المعلومات الجغرافية ، جامعة دمشق ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، الجزء الثاني ، ٢٠١٠ .
- ١٦- الفرحان ، يحيى عيسى ، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٧ .
- ١٧- قاسم الدويكات ، أنظمة المعلومات الجغرافية ، جامعة مؤتة ، الأردن ، الطبعة الاولى ، ٢٠٠٠ .
- ١٨- ليليساند توماس و رالف وكيفر ، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات ترجمة ، حسن حلي فاروق ، وفؤاد العجل ، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر ، دمشق ، سوريا ١٩٩٤ ط٢٢ .
- ١٩- محمد ، سراج محمد الاستشعار عن بعد ، ط١ ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٩٤

- ٢٠- المبرجي، ناصر حسين، دراسة الانعكاسية الطيفية لأراضي القطر لأغراض الترمويه والاستشعار عن بعد، أطروحة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة المستنصرية، كلية العلوم، ١٩٨٨.
- ٢١- الهبي، يعرب محمد حميد محمود، النمذجة المكانية للعمليات الجيومورفولوجية لحوض نهر نارين باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، أطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية التربية، ابن رشد، ٢٠٠٨.
- ٢٢- الهبي، ظلال يوسف مهدي، استخدام تقنيات التحسس النائي وطرق المعالجة الرقمية في تصنيف الوحدات الجيومورفولوجية لمنطقة الجزيرة، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٩٩٨.
- ٢٣- الوائلي، اوراس محي طه، وسائل الرصد الفضائي غير المأهولة، كلية الزراعة، قسم الزراعة، ٢٠١١.

المصادر الانكليزية

1. John R. Jensen ،Remote Sensing of the Environment an Earth Resource Perspective, New Jersey, USA, 2000.
2. Lillesland. M. Thomas & Ralph W. Kiefer Remote Sensing & Image Interpretation 4th ed John Wiley & Sons. USA. 2000.
3. R. Jensen. Introductory Digital Image Processing USA 1986.
4. Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan W. Chipman, Op-cit, 2004.
5. Wisam. E. Mohammed, (2007), Image classification, sustainable development Research center, WWW. gis club. net.

مواقع شبكة الانترنت

- 1- <http://www Landsat.gsfc.nasa.gov/main/pdf/7-lol1-usgs.pdf>
- 2- <http://www.cris.ca./landsat-7.html>.21may2004
- 3- <http://birge.ecn.pudue.edu/bethel/pb-py.pdf>.2003
- 4- <http://www.coordinates.com>
- 5- <http://www.IKonos.gor>
- 6- <http://www.cris.ca./landsat-7.html>.21may2004.
- 7- www.uweb.ucsb.edu/~nico/comp/get_dem.htm
- 8- http://www.uweb.ucsb.edu/~nico/comp/get_dem.htm
- 9- www.arabgis.net
- 10- www.gisqatar.org.qa
- 11- www.gisnetwork.com
- 12- www.gis.com
- 13- www.agi.org/par.es/casea-stu
- ١٤- (شركة النظم الهندسية المتكاملة على الرابط:
www.alnozom-egypt.com/ser_dit.php
- ١٥- جمعية المساحة المصرية
www.survey1.org.eg/forum/showthread.php?p=2543
- 16- www.gisclub.org/library/GISDEM.pdf
- ١٧- (منتدى نظم المعلومات الجغرافية
www.mesa7a.com
- 18- www.engineermahmoud.blogspot.com/2010/12/gps.html
- 19- www.arabic-military.com
- 20- www.tkne.net/vb/t834.html

قاموس المصطلحات

Vector	• البيانات الخطية
Raster	• البيانات الشبكية
Total station	• محطة المسح المتكاملة
Energy Sources	• مصدر الطاقة
Electromagnetic Radiation	• الإشعاع الكهرومغناطيسي
Gama Rays	• أشعة غاما
Ultraviolet Rays	• الأشعة فوق البنفسجية
Visible Rays	• الأشعة المرئية
Infrared Rays	• الأشعة تحت الحمراء
Microwave Rays	• الأشعة الميكروية
Radio Wave	• الأشعة الراديوية
Sensor	• المشعر
Bright variation	• شدة السطوع
Active System	• مشعرات ذات أنظمة فعالة
Passive System	• مشعرات ذات أنظمة غير فعالة
Radiation path	• الممر الإشعاعي
Absorption	• الامتصاص
atmospheric windows	• النوافذ الجوية
Scattering	• التبعثر
Reflectance	• الانعكاس

(Spectral Reflectance Curve)	• منحنى الانعكاسية الطيفية
Reconnaissance	• فلم التجسس
Mapping Film	• فلم الخرائط
Panchromatic	• الأفلام البانكروماتية
Spectral Resolution	• قدرة التمييز الطيفي
Spectral Response	• الاستجابة الطيفية
Multispectral Scanner	• المساح المتعدد الأطياف
TM)(Thematic Mapper	• المساح الموضوعي
)Spectral Reflectance(	• الانعكاسية الطيفية
Digital processing for satellite image	• المعالجة الرقمية للمرنبيات الفضائية
(incident radiation)	• الأشعة الواردة
)(absorbed radiation	• الأشعة الممتصة
(emitted radiation)	• الأشعة المنبعثة
• (transmitted radiation)	• الأشعة النافذة
(reflected radiation)	• الأشعة المنعكسة
(scattered radiation)	• الأشعة المبعثرة
.Geometric distortion	• التشوه الهندسي
Radiometric distortion	• التشوه الراديومتري أو الإشعاعي
Systematic and Noise distortion	• تشوه الضجيج المنتظم والعشوائي
GCP)(Ground control points	• نقاط الضبط الأرضي

Spatial Enhancement	• التحسين المكاني
Convolution	• الضي
Adaptive Filter	• الترشيح المهيء
Histogram Equalization	• بسط التباين
Brightness Inversion	• قلب المعان
Supervised Classification	• التصنيف الموجه
Unsupervised Classification	• التصنيف غير الموجه
Spectral classes	• اصناف طيفية
radiometric	• التحسين الراديومتري
spatial enhancement	• التحسين المكاني
enhancement: Spectral	• التحسين الطيفي
Models data	• نماذج البيانات
Overlay	• التركب
Spatial interpolation	• التوليد المكاني
network analysis	• تحليل الشبكة
Descriptive Data	• المعلومات الوصفية
.Spatial data	• المعلومات المكانية
Tabular data	• البيانات المجدولة
lectronic theodolite	• ثيودوليت الكتروني
DEM (Digital Elevation Model)	• نموذج الارتفاع الرقمي

المحتويات

الصفحة	المحتويات
٥	مقدمة الكتاب
	الفصل الأول : الاستشعار عن بعد وتطبيقاته
١١	المقدمة
١٣	مفهوم الاستشعار عن بعد
١٥	أسس الاستشعار عن بعد
٢٢	تفاعل الطاقة مع معالم سطح الأرض
٢٧	طرق الاستشعار عن بعد
٣٢	مصادر الاستشعار عن بعد
٥٥	الانعكاسية الطيفية
٥٨	استخدامات الاستشعار عن بعد
٦٤	مبادئ تحليل المراثيات الفضائية وتفسيرها
	الفصل الثاني : المعالجة الرقمية للمراثيات الفضائية
٧٣	مقدمة
٧٤	مفهوم المعالجة الرقمية
٩٢	أ - تصحيح المراثية الفضائية
٩٣	ب - تحسين المراثية الفضائية
٩٨	ج - تصنيف المراثية الفضائية
١٠٦	البرامج المستخدمة للمعالجة الرقمية
	الفصل الثالث : تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS

المحتويات	الصفحة
مقدمة	١١٣
تطور نظم المعلومات الجغرافية	١١٤
مفهوم نظم المعلومات الجغرافية	١١٩
أهمية نظم المعلومات الجغرافية	١٢١
مزايا نظم المعلومات الجغرافية	١٢٣
علاقة نظم المعلومات الجغرافية بالمجالات العلمية والفنية	١٢٤
فوائد نظم المعلومات الجغرافية	١٣٠
مكونات نظم المعلومات الجغرافية	١٣٦
وظائف نظم المعلومات الجغرافية	١٣٨
مصادر البيانات والمعلومات في نظم المعلومات الجغرافية	١٤١
أنواع البيانات في نظم المعلومات الجغرافية	١٤١
بناء نظام معلومات جغرافي	١٤٦
برمجيات نظم المعلومات الجغرافية	١٥٠
تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية	١٥٥
الفصل الرابع : نظام تحديد المواقع العالمي GPS	
مقدمة	١٦١
مفهوم نظام تحديد المواقع العالمي GPS	١٦٢
أجزاء نظام تحديد المواقع العالمي GPS	١٦٥
كيفية عمل منظومة نظام تحديد المواقع العالمي GPS	١٦٨
مصادر الأخطاء وعناصر الدقة لجهاز تحديد المواقع العالمي GPS	١٧٥
مقارنة بين تقنية GPS للتتبع وتقنية GPS للملاحة	١٧٧
تطبيقات نظام تحديد المواقع العالمي GPS	١٧٩
الفصل الخامس : نموذج الارتفاع الرقمي DEM	
مقدمة	١٨٧
مفهوم نموذج الارتفاع الرقمي DEM	١٨٨
أهمية نموذج الارتفاع الرقمي DEM	١٩٠
مصادر المعلومات في نماذج الارتفاعات الرقمية DEM	١٩٠
أساليب بناء نموذج الارتفاع الرقمي DEM	١٩١

المحتويات	الصفحة
تطبيقات نموذج الارتفاع الرقمي DEM	١٩٤
الفصل السادس : محطة المسح المتكاملة Total station	
مقدمة	١٩٩
مفهوم المحطة المتكاملة	١٩٩
مميزات المحطة المتكاملة	٢٠٠
فكرة عمل أجهزة المحطة المتكاملة	٢٠٠
المواصفات الفنية لمحطة الرصد المتكاملة	٢٠١
استخدامات جهاز المحطة المتكاملة	٢٠٣
المصادر	٢٠٧
قاموس المصطلحات	٢١٣

فهرست الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
١.	التفاعل بين عناصر الاستشعار عن بعد	١٥
٢.	مسار الموجة الكهرومغناطيسية الأساسية للاستشعار عن بعد	١٧
٣.	طيف الموجات الكهرومغناطيسية	١٨
٤.	تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع معالم سطح الأرض	٢٢
٥.	النواقد الجوية المستخدمة في الاستشعار عن بعد	٢٣
٦.	منحنيات الانعكاس الطيفي لمعالم أرضية مختلفة	٢٧
٧.	صورة القمر الصناعي Land sat-7	٤٢
٨.	المخطط العام لهيكل القمر الاصطناعي IKonos	٥٤
٩.	أنظمة الإحداثيات	٧٦
١٠.	المصفوفات الرقمية للمعالم في المراثيات الفضائية الرقمية	٧٩
١١.	مصفوفة التصحيح الهندسي المترابطة فوق مصفوفات المصدر الرئيس	٨٣
١٢.	القمر لاندسات المتحسس ETM بعد إجراء عملية الدمج الحيزي	٩٥
١٣.	مفهوم التصنيف في بيانات الاستشعار عن بعد	١٠١
١٤.	العلاقة بين نظم المعلومات الجغرافية والمجالات العلمية الأخرى	١٢٥
١٥.	مكونات نظم المعلومات الجغرافية	١٣٦
١٦.	الوظائف الرئيسة لنظم المعلومات الجغرافية	١٤٠
١٧.	قاعدة البيانات الجغرافية	١٤٢
١٨.	أنواع البيانات المتجهة في نظم المعلومات الجغرافية	١٤٣
١٩.	أنواع البيانات المساحية	١٤٤
٢٠.	بيانات TIN	١٤٥
٢١.	البيانات المجدولة	١٤٦
٢٢.	واجهة استخدام برنامج ARC View 3.3	١٥٤

١٦٧	محطات التحكم الأرضية الرئيسة	٢٣.
١٨٩	نموذج الارتفاع الرقمي لمروحة فيضية وحوضها في محافظة ميسان	٢٤.
١٩٤	شبكة المثلثات غير المنتظمة	٢٥.
١٩٥	أمكانية اشتقاق الشبكة المائية من خلال عملية المطابقة بين النموذج والمرئيات	٢٦.
٢٠٢	محطة الرصد المتكاملة Total station	٢٧.

فهرست الجداول		
الصفحة	العنوان	رقم الجدول
٢٩	مقارن بين ماسحات التصوير الفوتوغرافي والمتعدد الأطياف	١
٤٣	خصائص وتطبيقات قنوات المتحسس (MSS)	٢
٤٤	خصائص وتطبيقات قنوات المتحسس (TM)	٣
٤٨	القنوات الطيفية للمتحسس الراسم الموضوعي المحسن ETM	٤
٥٠	مواصفات حزم المتحسسات ETM التابعة للقمر الصناعي Land sat	٥
٥٢	الخصائص الفنية للقمر سبوت SPOT	٦
٥٣	مواصفات المتحسسات المحمولة على متن القمر الأمريكي الاصطناعي Quick bird 2	٧

فهرست المراثيات والصور الجوية

الصفحة	العنوان	رقم الصورة
٣٥	الكثبان الرملية المحاذية للمياه العميقة	١
٤٧	القمر لاندسات 4 بالماسح TM بالألوان الطبيعية	٢
٤٩	مرئية Landsat ETM	٣
٥٩	محللة بهدف بيان القسمات الخطية	٤
٥٩	شبكة التصريف الصحي	٥
٦٠	صورة فضائية وخريطة تصنيف الترب المشتقة منها	٦
٦١	فضائية تبين التلوث في بحيرة قطينة - محافظة حمص - سوريا	٧
٦٣	حركة المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية	٨
٦٦	تبين مؤشر اللون والشدة اللونية	٩
٦٧	مؤشر النمط	١٠
٦٧	مؤشر الشكل	١١
٦٨	مؤشر الحجم	١٢
٦٩	مؤشر الظل	١٣
٩٤	واجهة برنامج الايرداس في تحسين المراثيات	١٤
١٦٦	القمر الصناعي	١٥
١٦٨	جهاز GPS	١٦

فهرست المرئيات والصور الجوية	
الصفحة	العنوان
٧٧	العراق ضمن ثلاث مناطق حسب مسقط ميركتر المستعرض UTM