التحليل البصري والآلي للصور الجوية والمرئيات الفضائية

د.لؤي عدنان حسون

وزارة التربية

المديرية العامة للتربية في بغداد/ الرصافة الأولى

الملخص :

دخلت الصور الجوية والمرئيات الفضائية اليوم العديد من المجالات والأقسام العلمية نظراً لما توفره من معلومات واسعة عن سطح الأرض وما يميز هذا الموضوع هو انه يوفر المعلومات عن منطقة ما دون الحاجة إلى الوصول اليها أو ملامستها الأمر الذي يجعله متفوقاً عن الطرق التقليدية في جمع المعلومات، لقد نفذت عملية التحليل في بداية الأمر لخدمة الأهداف العسكرية ولكن سرعان ما استخدمت في القطاعات المدنية، حيث طبقت في إعداد الخرائط الطبوغرافية والتربة وفي المجالات الجيولوجية والزراعية والهيدرولوجية.

يعرف التحليل البصري للصورة الجوية والفضائية بأنه عملية فحص الصور الجوية أو المرئية بهدف التعرف على الظواهر الطبيعية والبشرية , وفهم علاقتها المكانية وأنماطها , ويعتمد تفسير وتحليل الصور الجوية والمرئية الفضائية بالدرجة الأساس على خبرة المستخدم وقدرته في التعرف على الظواهر المكانية وتفسيرها ،ومع تطور العلم والتكنلوجيا ودخول عصر الأقمار الصناعية بدأ استخدام المرئيات الفضائية للدلالة على الصور الملتقطة من الأقمار الصناعية ومما عزز أهمية الموضوع هو أن تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية اصبح يتم الأن باستخدام برامج حاسوبية متخصصة ،لذا فقد جاء هذا البحث ليسلط الضوء على هذا الموضوع وأهميته من خلال التطرق إلى أهمية كل من الصور الجوية والمرئيات الفضائية والتميز بينهما ومن ثم التعرف على الأسس والمحددات العلمية في عملية التحليل والتفسير البصري والآلي .

مشكلة البحث:

يمكن صياغة مشكلة البحث بالأسئلة الآتية

1. هل هنالك محددات وأسس علمية لتحليل وتفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية بالطريقة البصرية والألية .
2. هل هنالك أخطاء في عملية التفسير البصري والآلي للصور الجوية والمرئيات الفضائية .

فرضية البحث:

تمثل الفرضية إجابة أولية لمشكلة البحث وعليه يمكن أن تكون فرضية البحث كالاتي (هنالك محددات وأسس علمية خاصة لتفسير وتحليل الصور الجوية والمرئيات الفضائية سواء بالطريقة البصرية أو الآلية لان هذه الصور مجرد بيانات لا يمكن الاستفادة منها حتى يتم تفسيرها وتحليلها لاستخلاص المعلومات منها.

مبررات البحث:

1. وجود العديد من الأخطاء العلمية في عملية تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية الأمر الذي يترتب عليه الكثير من المشاكل للمستفيد.
2. أصبحت الصور الجوية والمرئيات الفضائية أهمية كبيرة في الحياة اليومية ودخولها في الكثير من الدراسات وعمليات البحث والتنقيب.
3. أهمية الصور الجوية والمرئيات الفضائية من إعداد خرائط مختلفة لذلك فان أي خطأ في التفسير سوف يؤدي إلى فشل الخريطة ومن ثم فشل المشروع.
4. توضح الصور الجوية والمرئيات الفضائية معالم وخصائص جغرافية لا يمكن للعين البشرية رؤيتها خاصة عند التصوير بالأشعة تحت الحمراء.

أهداف البحث

1. للصور الجوية والمرئيات الفضائية أهمية في الحصول على معلومات مفصلة عن تضاريس الأرض وبعض أنماط شكل الأرض.
2. إمكانية الحصول على المعلومات في المناطق التي يصعب دراستها ميدانياً.
3. تستخدم الصور الجوية والمرئيات الفضائية في إنتاج خرائط مختلفة.
4. تستخدم في الكثير من الدراسات الحقلية وفي التخطيط العمراني.
5. تستخدم في حصر الأراضي وتحديد نوع التربة.
6. تستخدم في عمليات البحث والتنقيب واستعمالات الأراضي والدراسات البيئية والتلوث.
7. أهميتها في الدراسات السكانية وعمليات مسح المساكن والسكان.

نبذة تاريخية عن تطور التصوير الجوي

لقد بدأت المراحل الابتدائية لعملية التصوير الجوي بعد اختراع آلة التصوير في عام 1839 وقد جرت محاولات أولية لعملية التصوير عند طريق ربط الكاميرات على الطائرات الورقية أو الحمام الزاجل ألا إن اهم المراحل التاريخية لعملية التصوير الجوي بدأت بالفعل عندما قام الضابط الفرنسي غاسبار تورناشون المعروف بأسم نادار في عام 1859 بالتقاط أول صورة من الجو لأحدى المدن حول باريس تبعتها العديد من المحاولات لالتقاط العديد من الصور الجوية للعديد من المدن واستمرت عمليات التطور في التصوير الجوي حتى اختراع الطائرة من قبل

الأخوين رايت عام 1903 الأمر الذي ساهم بدوره في تطور عمليات التصوير إذ التقطت أولى الصور من الطائرات لمدينة في إيطاليا علم 1909 ، [1]وقد لعبت الصور الجوية دورا بارزا خلال الحرب العالمية الأولى اذا استخدمت في عمليات الاستطلاع والتنقيب والتجسس لاسيما بعد إن تطورت أجهزة الرؤيا المجسمة فظهرت في تلك الفترة العديد من مفسري الصور الجوية بعد أنشاء مدرسة خاصة بتفسير الصور الجوية تابعة لسلاح الجو الأمريكي في عام 1942، وبعد نهاية الحرب العالمية الثانية تطورت أجهزة التصوير بشكل كبير لاسيما بعد ظهور المواسح وأنظمة الرادار ليبدأ عصر الفضاء والاتصالات وجرت أولى المحاولات من قبل روسيا إذ تم اطلاق القمر الصناعي سبوتنك 1،2 sputnik1.2 تبعتها الولايات المتحدة الأمريكية بأطلاق القمر الصناعي اكسبلورر Explorerعام 1958ثم وفوستوك 1965عام [2]Vostok وفي منتصف السبعينات بدأت حقبة جديدة من عمليات التصوير تعرف بأسم الاستشعار عن بعد واطلق على الصور الملتقطة من الأقمار الصناعية اسم المرئيات الفضائية للتميز بينها وبين الصور الجوية الملتقطة من الطائرات ليبدأ في تلك الفترة عصراً جديدا من التطور المعرفي اذ سعت كل دولة إلى امتلاك سلسلة من الأقمار الصناعية لتكون هي المسيطرة على هذه التقنية ومن هذه الأقمار لاندسات وسكايلاب وايكونوس الامريكي landsat ، Skylab ، Ikonos وسيوز الروسي Soyus وسبوت الفرنسي Spot وغيرها من الأقمار الصناعية التي تجوب الفضاء اليوم للسيطرة على العالم.

ماهية الصور الجوية والمرئيات الفضائية

تعرف الصور الجوية بأنها صور ملتقطة من الجو بألة تصوير لجزء من سطح الأرض وتعتمد آلية التصوير على عدسة تقوم بجمع الضوء المنعكس نحوها وإسقاطه على فلم حساس للضوء وتعد المصدر الرئيس لمعظم المرئية لسطح الأرض سواء كانت طبيعية أم بشرية [3] ، أما المرئيات الفضائية فهي صور يمكن من خلالها الحصول على معلومات من سطح الأرض دون اللمس وتعتمد آلية التصوير على لاقط حساس للطاقة الكهرومغناطيسية يثبت بشكل سجل رقمي للطاقة المسجلة بواسطة متحسسات أو مستشعرات للأشعة الكهرومغناطيسية ،بحيث يتم وضع هذه المستشعرات (المتحسسات)على متن وسائل مختلفة (منصات أرضية ‘طائرات ،بالونات حوامات ،أقمار صناعية ومركبات فضائية)[4] وتتكون عملية التحسس أو الاستشعار من مصدر الطاقة والغلاف الجو والتعامل مع الأهداف الأرضية واستقبال وتسجيل وتحليل الطاقة الكهرومغناطيسية.

خصائص الصور الجوية والمرئيات الفضائية

1. يعتمد التصوير الجوي بشكل كبير على التصوير الفوتوغرافي إذ يتم تسجيل الطاقة على الأفلام ومن ثم يتم طباعة الصور الجوية بينما تعتمد المرئيات الفضائية على التسجيل الرقمي للطاقة حيث يقوم المستشعر بتسجيل كل نطاق من نطاقات الطيف الكهرومغناطيسي على هيئة رقمية منفصلة من خلال المرشحات على سبيل المثال يسجل نطاق الطيف المرئي الأزرق مثلا في جزء معين من الذاكرة الرقمية ويسجل نطاق الطيف المرئي الأحمر في جزء من الذاكرة ويسجل نطاق طيف الأشعة تحت الحمراء في جزء ثالث من الذاكرة وهكذا أي إن المرئية الفضائية تكون متعددة النطاقات وهذا الأسلوب يتيح للمحلل التعامل مع كل صورة أو كل نطاق من نطاقات الطيف الكهرومغناطيسي بصورة منفصلة
2. تختلف المرئيات الفضائية عن الصور الجوية أيضا في أن الصور الملتقطة من الطائرات يتم تصويرها من داخل الغلاف الجوي حيث أن ارتفاع الطيران غالبا ما يكون في حدود كيلومترات عدة لا تتجاوز 20×20 كم [5] بينما ترتفع الأقمار الصناعية مئات من الكيلومترات فوق سطح الأرض إذ تبلغ هذه التغطية في التوابع الفرنسية 3600كم 2 وفي لاندسات 30000كم 2 [6]
3. التحضير لعملية التصوير الجوي تتطلب عدد من الأمور اللازمة منها المعرفة المسبقة بالطقس وحالة الجو العامة والتقلبات الجوية وكذلك وضع بعض العلامات الأرضية للدلالة على بعض المواقع في حين أن التحضير للتصوير بالمرئيات الفضائية لا يتطلب سوى توجيه الأقمار الصناعية للمكان المطلوب تصويره ناهيك عن التكرارية الزمنية إذ إن للأقمار الصناعية مسارات ثابته ودائمة تحافظ عليها بشكل دقيق حيث يمكن أن تقدم صورا متكررة لمنطقة واحدة خلال فترات زمنية دورية لذا أصبحت تكلفة شراء المرئيات الفضائية ارخص اقتصاديا من عملية التصوير الجوي كما تتميز المرئيات الفضائية بأمكانية تطبيق تقنيات الحاسبات مباشرة على المعلومات المستخرجة، ما يتيح تطوير الاستفادة من هذه المعلومات، وإمكان التعامل مع كميات هائلة من البيانات، حيث إن الأقمار الصناعية توفر بيانات رقمية، إضافة إلى الصور، التي تتيح إجراء التحليلات والدراسات الكمية.
4. قدرة التمييز المكاني للمرئية الفضائية (الدقة والوضوح) Resolutionويقصد بها اصغر ظاهرة يمكن للمستشعر Sensor او الفلم Film تمييزها وتسجيلها تختلف من مستشعر إلى أخر فعلى سبيل المثال في الماسح المتعدد الأطياف MSS (80×80) م وفي الماسح العرضي TM (30×30)م [7]وغيرها من المواسح المكتشفة اليوم والتي تصل دقتها التركيزية إلى سنتمترات عدة
5. المرئيات الفضائية لا تحدد بالحدود الدولية بينما تلتزم عملية التصوير الجوي بحدود البلد الذي يقوم بعملية التصوير ولا يمكن تجاوزه .

الجدول (1) يوضح بعض الفروق العامة بين التصوير الجوي والتصوير الفضائي

الموقع	التصوير الجوي	التصوير الفضائي
موضع الكامرة	على الطائرة	في القمر الصناعي
مساحة المنطقة المصورة	عدة كيلومترات لا تتجاوز 20×20م 2	الأف الكيلومترات المربعة يمكن أن تصل إلى 30000كم2
نوع الكامرة	كأمرات دقيقة	كأمرات حساسة جدا للأشعة الكهرومغناطيسية
نوع التصوير	تصوير ضوئي مرئي	استقبال وتسجيل الأشعة الكهرومغناطيسية المرئي وغير المرئي
نوع مادة التسجيل	أفلام متخصصة	تسجيل رقمي للأشعة
الدقة التميزية	امتار	سنتمترات
الواقع السياسي للدولة	داخل حدود الدولة	خارج حدود الدولة

المصدر: جمعة محمد داوود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية ،2013 .ص7.

عيوب الصورة الجوية والمرئية الفضائية

أولا: عيوب الصور الجوية:

1. **حالة الطقس:** وتتمثل بالتقلبات الجوية كالرياح الشديدة والأعاصير والأمطار والغيوم وتكّون الغبار إذ تؤثر جميعها على جودة الصور الجوية.
2. **الوقت المناسب:** من المعروف إن هنالك وقتاً مناسبا لالتقاط الصور الجوية وعادة ما يكون عند وقت الظهيرة وزوال الظل وتجنب وقت الشروق والغروب وبالتالي لا يمكن التصوير في جميع الأوقات.
3. تحرك الطائرة نحو اليمين والشمال أثناء الالتقاط. يؤدي إلى اهتزاز الصورة والأجهزة المرتبطة بها [8].
4. عدم اختيار الارتفاع المناسب لالتقاط الصور وضياع العديد من الأهداف المرادة.

ثانياً: عيوب المرئيات الفضائية:

1. قلة وضوح الظواهر الأرضية التي تلتقطها هذه الأقمار بسبب بعد مدارها.
2. دوران الكرة الأرضية.
3. التقلبات الجوية إذ تؤدي إلى تشتت معظم الطاقة ولاسيما الغيوم والضباب إذ تمنع استشعار بعض الظواهر الأرضية لذلك فأن الكثير من مرئيات الأقمار الصناعية في المناطق التي يسود فيها الطقس الغائم لا يستفاد منها لأنها تشتت معامل الانعكاس.
4. وجود الرذاذ أو الغبار على عدسات المستشعر.
5. التشوهات الإشعاعية التي تظهر على المرئيات.

6. التشوهات الهندسية التي تظهر على المرئيات(9).

تطبيقات الصور الجوية والمرئيات الفضائية

يعد إنتاج وتحديث الخرائط اهم تطبيقات التصوير الجوي نظرا لما تتميز به الصور من خصائص الدقة والشمولية، كما يستفاد من الصور الجوية في تفسير المعالم الجغرافية واستنباط معلومات دقيقة وحديثة عنها وفيما يلي اهم تطبيقات الصور الجوية

1. الزراعة: حصر مساحات مناطق المحاصيل الزراعية ومراحل نموه
2. التربة: تصنيف أنواع الترب وعمل الخرائط التي توضح أنواعها
3. البيئة: مراقبة التلوث البيئي ومناطق الكوارث الطبيعية
4. الجيولوجيا: تصنيف أنواع التراكيب الجيولوجية لسطح الأرض
5. التخطيط العمراني: أعداد المخططات ومتابعة مراحب تنفيذ مشاريع التوسع العمراني واستخدامات الأراضي
6. النقل: تخطيط شبكات الطرق والجسور والأنفاق وسكك الحديد
7. السكان: حصر السكان والمساكن والتعدادات الزراعية والصناعية
8. التطبيقات العسكرية: الاستخبارات العسكرية خاصة على الحدود بين الدول
9. المرور: مراقبة وحل الاختناقات المرورية

تطبيقات المرئيات الفضائية

لقد توسعت وانتشرت بشكل كبير استخدامات المرئيات الفضائية إذ لم نجد مجالا واحد لم تأخذ المرئيات الفضائية دورها في متابعة تطوره لذلك فقد استخدمت في مجالات ومشاريع عدة يفوق مجال الصور الجوية لاسيما في البحث والتنقيب في باطن الأرض ومشاريع الدراسات البيئية ومن هذه المجالات.

1. الدراسات الحضرية وتحديد استعمالات الأراضي
2. إعداد الخرائط التفصيلية
3. إعداد الخرائط الكنتورية
4. إعداد خرائط رطوبة التربة
5. إعداد خرائط المواقع الأثرية
6. تحديد فروع الأنهار وقنوات المياه والمستنقعات وحدود الشواطئ
7. دراسة وتخطيط شبكات النقل والمواصلات
8. دراسة وتوزيع الخدمات العامة
9. مراقبة ومتابعة الفيضانات وتأثيراتها البيئية.

10. إعداد الخرائط الجيولوجية.
11. متابعة التغيرات الزمانية لنمو وامتداد حركة الظاهرات الجغرافية مثل حركة الكثبان الرملية والتصحر.
12. دراسة البيئة والتلوث البيئي كتلوث الهواء والماء والتربة.
13. متابعة ظاهرة ذوبان الثلوج في المناطق القطبية.
14. متابعة الظاهرات البحرية مثل التيارات البحرية ودرجات حرارة مياه البحار والمحيطات.
15. متابعة الظاهرات المناخية مثل حركة وخصائص الرياح والسحب.
16. التنقيب عن الموارد الطبيعية في باطن الأرض مثل البترول والمعادن والمياه الجوفية [10].

تصميم خطة الطيران في التصوير الجوي

تتطلب عملية تفسير الصور الجوية بعض العناصر التي يجب توفرها لغرض الحصول على معلومات دقيقة وصحيحة من الصور الجوية وتحقيق الهدف المنشود من عملية التفسير ولكل عنصر من هذه العناصر متطلبات خاصة وأسس محدد في خطة الطيران فعلى سبيل المثال الغرض إنتاج الخرائط وعمل القياسات الدقيقة من الصور الجوية يتطلب الأبصار المجسم وجود 60% تداخل طولي بين كل صورتين متتاليتين أما اذا كان الغرض من التصوير هو تفسير الصورة الجوية فالتداخل هنا لا يعد شرطا أساسيا في عملية التصوير ،وسوف نتطرق إلى بعض العلامات التي يجب إن تحدد في الصور الجوية وما تتطلبه من عناصر لتصميم خطة الطيران

1. **تحديد مقياس الرسم :** يعد مقياس الرسم احد اهم العناصر التي يجب توفرها في الصور الجوية وعادة ما يحدد المقياس الغرض من عملية التصوير نفاذا كان الهدف هو إنتاج خرائط تفصيلية فأن الصور الجوية تتطلب درجة تمييز عالية بين المعالم الجغرافية أي إن التصوير يجب أن يكون بمقياس رسم كبير (مثلا 5000/1) بينما اذا كان الهدف هو إنتاج خرائط جيولوجية أو تربة على سبيل المثال فلا تتطلب الدقة العالية وبذلك يمكن التصوير بمقياس رسم صغير (100000/1) أما في المرئيات الفضائية فعادة ما يكون مقياس الرسم مثبت عليها ويكون متغيراً حسب الغرض من إنتاج المرئية
2. **تحديد نوع الكاميرا:** يعتمد نوع الكاميرا على البعد البؤري ومجال الرؤيا المناسب لها ولذلك فأن البعد البؤري للكاميرا يدخل في حساب كلا من ارتفاع الطيران ومقياس الرسم أما في المرئيات الفضائية فيوجد مستشعر للطيف الكهرومغناطيسي
3. **تحديد ارتفاع الطيران: بمعرفة** البعد البؤري للكاميرا ومتوسط منسوب المنطقة الجغرافية المراد تصويرها يمكن حساب قيمة ارتفاع الطيران وبصورة عامة كلما كان مقياس الرسم المطلوب كبيرا كلما انخفض ارتفاع الطيران والعكس صحيح [11] أما في المرئيات الفضائية فيمكن الوصول إلى أي نقطة من سطح الأرض اعتمادا على القدرة المكانية للقمر الصناعي.

4. **تحديد اتجاه خطوط الطيران:** اذا كانت المنطقة المراد تصويرها لا يمكن تغطيتها بخط طيران واحد فعندئذ يتطلب التصوير عدد من خطوط الطيران المتوازية ويعتمد هذا الأمر على اتجاه تضاريس المنطقة ،اتجاه سرعة الرياح عند وقت التصوير [12] أما في المرئيات الفضائية فلا يحتاج إلى تحديد خطوط الطيران وإنما تعتمد على تغطية القمر الصناعي للمنطقة والتي تصل عادة إلى الأف الكيلومترات المربعة
5. **تحديد قيمة التداخل** : أن التداخل الطولي والبالغ 60% والجانبي 30% يعدان ضروريان للتصوير الجوي اذا كان الهدف هو إنتاج الخرائط أو لغرض القياسات الدقيقة ويقل هذا الأمر كما اسلفنا اذا كان الغرض هو التفسير فقط
6. **تحديد الفترة الزمنية بين كل صورتين:** يعتمد حساب الفترة الزمنية بين التقاط كل صورتين متتاليتين على مقياس الرسم وعلى أبعاد الصورة وسرعة الطيران
7. **تحديد عدد خطوط الطيران** :يعتمد عدد خطوط الطيران اللازمة لتصوير منطقة معينة على عرض المنطقة وأبعاد الصورة الجوية ومقياس الرسم ونسبة التداخل الجانبي أما في المرئيات الفضائية فأن للأقمار الصناعية مسارات ثابته ودائمة تحافظ عليها بشكل دقيق حيث يمكن أن تقدم صورا متكررة لمنطقة واحدة خلال فترات زمنية دورية
8. **تحديد عدد الصور: يمكن** حساب عدد الصور الجوية اللازمة لتصوير منطقة معينة من المعادلة الآتية

$$\text{عدد الصور} = \frac{\text{مساحة المنطقة}}{\text{مقياس الرسم} \times \text{طول الصورة} \times \text{عرض الصورة} \times (1-\text{التداخل الطولي}) \times (1-\text{التداخل الجانبي})}$$

9. **تحديد الوقت المناسب للتصوير** : يعتمد تحديد الوقت المناسب للتصوير على الظروف الجوية كالرياح والأمطار والعواصف الترابية كما يجب اختيار الوقت المناسب خلال اليوم لكي تظهر المعالم الجغرافية بصورة واضحة وغير مشوشة أو وجود ظلال يخفي بعض المعالم أما في المرئيات الفضائية فتحدد عدد الصور على أساس الدقة التميزية أي كلما كانت المساحة المراد تغطيتها اكبر كلما ازداد عدد الصور والعكس صحيح.
10. **وضع علامات أرضية قبل التصوير: لغرض** الحصول على إحداثيات دقيقة لكافة المعالم الظاهرة على الصورة الجوية يجب أن نعرف الإحداثيات الحقيقية لهذه المعالم أما في المرئيات الفضائية فالإحداثيات تكون مثبتة عليها أو على القمر الصناعي.

مصادر المعلومات في الصور الجوية والمرئيات الفضائية

أولا: التصوير الجوي

1. آلات التصوير

تعد آلات التصوير المصدر الرئيس في عمليات التصوير الجوي ولكل نوع من هذه الأنواع غرض صممت من أجله وسوف نتطرق بشكل مختصر لهذه الأنواع

✓ **تصنيف آلات التصوير من حيث الهدف**

أ. **آلة التصوير الجوية الاستطلاعية: يصمم** هذا النوع من آلات التصوير ليعطي صورا ذات وضوح عالي وتغطية كبيرة لاستخدامها الكبير في التعرف على المعالم الطبيعية والأغراض العسكرية وغالبا ما تكون الخصائص الهندسية للصور الملتقطة بهذه الآلات منخفضة مما لا يسمح بالقياس منها

ب.آلة التصوير الجوية المساحية: يتم تصميم هذه الآلات لالتقاط صور جوية ذات درجة عالية من الدقة الهندسية تسمح بالقياس الدقيق منها [13]

✓ **تصنيف آلات التصوير من حيث التصميم:** تصنف هذه الآلات إلى أربعة أنواع

أ. **آلة تصوير ذات العدسة الواحدة: تعد** أكثر استخداما في عمليات المسح الجوي وتعطي صورا ذات خصائص هندسية جيدة آلة تصوير متعددة العدسات: وتتكون من عدستان أو أكثر وبالتالي يمكن التقاط صورتين أو أكثر في أن واحد وتحتوي هذه العدسات على فلتر وتزود بأفلام تتحسس لمجالات واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي

ب.آلة التصوير البانورامية : يسمح هذا النوع من الآت التصوير بتغطية الأرض المراد تصويرها من اقصى اليمين عند خط الأفق إلى اقصى اليسار عند خط الأفق وبشكل متعامد مع خط الطيران

ت.آلة التصوير الشريطية: تلتقط هذه الآلات صورة متواصلة لشريط طولي من الأرض تحت مسار الطائرة وقد تستخدم آلة التصوير الشريطية عدستين مرتبتين بحيث تكسب الصور الناتجة صفات الصور التجسيمية ويستفاد من هذا النوع في المشاريع الطولية [14]

ثانياً: المصادر الفوتوغرافية:

وتستخدم للاستشعار في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي والجزء القريب من نطاق الأشعة دون الحمراء وقد كانت المصادر الفوتوغرافية حتى وقت قريب هي الوسيلة الوحيدة التي يمكن استخدامها للحصول على المعلومات الجوية وتقسم هذه الأفلام إلى خمسة أنواع.

1. الأفلام العادية الأبيض والأسود

وتعرف هذه الأفلام باسم الأفلام البانكروماتية (Panchromatic) وهي أفلام حساسة لجميع ألوان الطيف المرئي في نطاق الموجات بين 0.39−0.72مايكرو وهناك نوعان من هذه الأفلام هي فلم الخرائط ((Map Film وفلم التجسس (Reconnaissance) [15]

2. الأفلام دون الحمراء الأبيض والأسود

تشبه الأفلام الحساسة للأشعة دون الحمراء الأبيض والأسود البانكروماتيكية والاختلاف الرئيس هو حساسيتها الطيفية التي تمتد أكثر من الموجات المرئية بطول حوالي 1مايكرو.

3. الأفلام العادية الملونة:

تتكون من طبقات كل طبقة حساسة لموجات لون معين وتحتوي على الصبغة الملائمة وهذه الألوان هي (الأزرق والأخضر والأحمر)[16]

4. الأفلام دون الحمراء القريبة الملونة:

لها نفس تركيب الأفلام الملونة العادية وتتكون من ثلاثة طبقات كل منها حساس لموجات معينة من الأشعة الكهرومغناطيسية

5. الصور متعددة الأطياف:

ويقصد به استخدام عدة الآت تصوير موجهة لنفس الظاهرة أو المشهد وقد تحمل الآت تصوير نفس الفلم الأبيض والأسود الحساس للأشعة دون الحمراء كما انه بالإمكان الاعتماد على اكثر من نوع من الأفلام في الآت التصوير لتعطي صورا متنوعة في هذه النطاقات كالأفلام البانكروماتيكية ودون الحمراء القريبة الملونة

ثالثا. المصادر غير الفوتوغرافية

ذكرنا سابقا أن المصادر الفوتوغرافية تستطيع استشعار جزء صغير من الطيف الكهرومغناطيسي والذي ينحصر عادة في نطاق الأشعة المرئية ونطاق الأشعة تحت الحمراء ولكي نستشعر بقية أقسام الطيف المرئي نحتاج إلى أجهزة استشعار أخرى وهو ما يطلق عليه مصادر الاستشعار غير الفوتوغرافية والتي تستخدم نطاق الأشعة المرئية وغير المرئية وتختلف مصادر الاستشعار غير الفوتوغرافية تبعا لنوع وسيلة الحمل كالطائرات أو الأقمار الصناعية و تقسم الوسائل غير الفوتوغرافية حسب وسيلة الحمل إلى نوعين هما الوسائل الجوية والوسائل الفضائية .

1. الوسائل الجوية : ويقصد بها وسائل الاستشعار التي تحملها الطائرات العادية حيث تقوم بتسجيل مناظر سطح الأرض باستخدام الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة من السطح واهم هذه الوسائل اللاقط متعدد الأطياف وهو يستشعر موجات اقصر من 14 مايكرومتر والرادار ويسجل موجات أطول من 5 ملم والراديومتر والذي يستشعر الموجات الطويلة [17].

2. الوسائل الفضائية: برز استخدام الوسائل الفضائية خلال العشرة سنوات الماضية ويتركز استخدام الوسائل الفضائية في دراسة موارد سطح الأرض ومراقبة الطقس والمناخ وفي الاستخدامات العسكرية وتقسم الوسائل الفضائية إلى نوعين هي الوسائل المأهولة وغير المأهولة وسوف نتطرق اليها بشي من الإيجاز

أ- **الوسائل الفضائية المأهولة:** وتشمل السفن الفضائية التي يقودها رجال الفضاء وأجهزة فوتوغرافية وتقوم بالتقاط صور ومناظر لسطح الأرض وتتميز بكونها ذات مهام محددة وقصيرة جدا ويتم تفسير صور ومناظر هذه الوسائل باستخدام وسائل التفسير الفوتوغرافي

ب- **الوسائل الفضائية غير المأهولة :** وتحمل هذه الوسائل أربعة مجموعات من أجهزة الاستشعار ، المجموعة الأولى والثانية تتكون من أجهزة استشعار تسجل الموجات المرئية والقريبة منها و المجموعة الثالثة تتكون من أجهزة استشعار تسجل الموجات الحرارية في الأشعة دون الحمراء والمجموعة الرابعة تتكون من أجهزة تسجل أشعة المايكروويف [18].

أسس قراءة الصورة الجوية

يقوم مفسر الصور الجوية بالاستعانة بالخرائط والخبرة والزيارات الميدانية اذا تطلب الأمر ذلك وبالإضافة إلى تخصصه ، حيث أن تفسير الصور الجوية يأخذ عدة مستويات من التعقيد بداية من التعرف البسيط على الأشياء الموجودة على سطح الأرض وصولاً إلى المعلومات التفصيلية بين ظاهرات سطح الأرض، بالإضافة أن جودة الصورة تؤثر في عملية التفسير.

مراحل تحليل وتفسير المرئيات الفضائية

1- **مرحلة التعرف الأولي أو العام:** تعتمد هذه المرحلة على التحديد المباشر للأشياء المرئية في الصور عن طريق الاستقبال البصري للأهداف الظاهرة والمميزة على الصورة الفضائية أو الجوية.

2- **مرحلة تمييز المحتوى:** يطلق على هذه المرحلة اسم (قراءة الصور) ويتم فيها التعرف على الظواهر وتمييزها بصورة مباشرة، حيث يتم تصنيف الأجسام والظواهر المرئية مباشرة ووضعها ضمن فئة معينة بناء على قراءاتها من الصور ويشترط أن يكون الصنف أو الفئة التي تتضمن الظواهر المميزة ذات مغزى علمي واضح ومعروف.

3- **مرحلة التحليل:** وهي عملية تحديد مجموعات من الأجسام أو الظواهر التي تنفرد بخصائص معينة وتظهر واضحة من خلال تحليل الصور، وفي هذه المرحلة ترسم الحدود التي تفصل بين تلك المجموعات، ويمكن تمييز ثلاثة أنواع من خطوط الحدود بين المجموعات هي: حدود موثوق بها، حدود متوسطة الثقة، حدود غير موثوقة.

4- **مرحلة التفسير:** تعد هذه المرحلة من المراحل الصعبة والمعقدة وهي عملية ربط دلائل التحليل والمخططات التي تم رسمها في نهاية عملية التحليل بالمحتوى الطبيعي المنتشر في منطقة الدراسة أو بالهدف أو الظاهرة المدروسة. يقوم المفسر بجمع البيانات والخرائط المتوفرة عن منطقة الدراسة بهدف ربط الدلائل بالتربة والنباتات والمورفولوجيا والتضاريس والظواهر الأخرى المدروسة وآياً كان الأمر فإن براعة وخبرة محلل الصور لا تغني عن الدراسة الميدانية والتي تكون في بعض الأحوال ضرورية وقد تسبق عملية تفسير الصور.

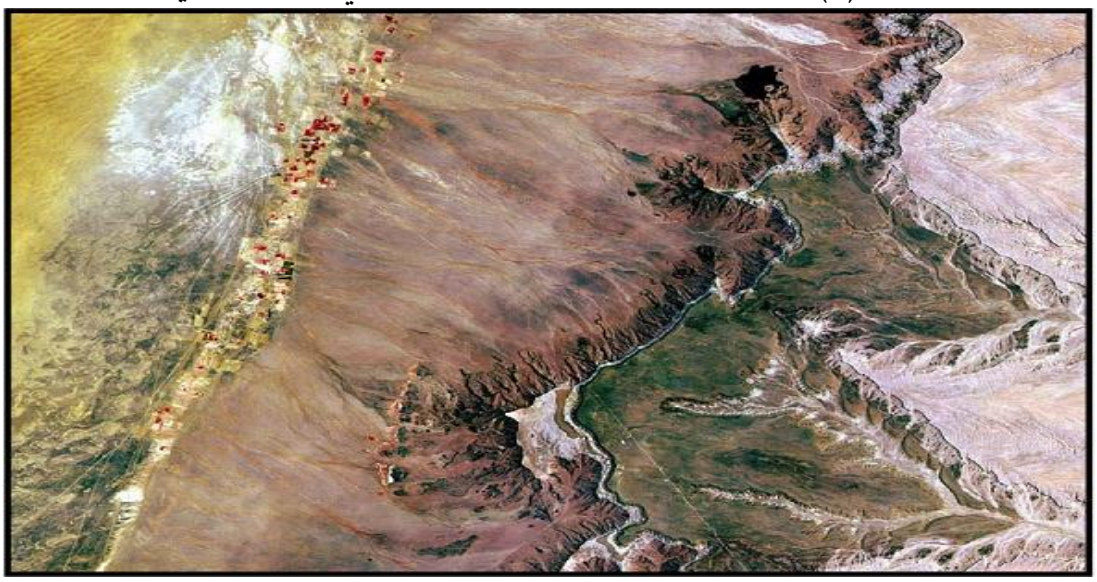
5- مرحلة التصنيف: تتضمن مرحلة التصنيف وصف الظواهر التي تم الحصول عليها أثناء عمليتي التحليل والتفسير والتعرف إلى انتظامها وترتيبها بهدف التحضير للدراسة الميدانية. ويتم في هذه المرحلة أيضاً مقارنة هذه المجاميع ولهذا يعد البعض مرحلة التصنيف بأنها المرحلة النهائية في تحليل الصور ويتم عندها التوصل إلى معظم النتائج والفرضيات .

وتتأثر عملية التفسير البصري للمرئية بعدة عوامل منها الهدف من تفسير المرئية ومقياس المرئية، ودقة التمييز المكاني(Resolution)، ونوعية المرئية وخبرة المفسر...[19].

عناصر التفسير البصري للصور الجوية و المرئيات الفضائية

1. **الشكل (Shape)** : هو الهيئة التي تظهر بها الظاهرة (حدودها الخارجية) على المرئية لذا يعد من الأسس الهامة التي تساعد على تمييز الظواهر ومعرفتها فبعض الظواهر لا يمكن التعرف على وظائفها ألا من شكلها فالظواهر التي تأخذ أشكالا منتظمة هي من صنع الأنسان في الغالب وبالعكس للظواهر الطبيعية. فالمجاري والطرق مثلاً تظهر على شكل خطوط وبعض الكثبان الرملية تأخذ إشكالا هلالية والمباني تظهر بشكل مربع أو مستطيل والملاعب بالشكل البيضوي والمطارات ودور العبادة ويوفر شكل المرئية حوالي 20% من عملية التفسير[20].
2. **الحجم (Size)** يقصد به أبعاد الظواهر في المرئية التي تحدد مساحتها وحجمها فقياس أبعاد الظواهر تساعد على تمييزها ومعرفتها، كما يمكن من خلال التعرف على مقياس الصورة الجوية قياس إبعاد الظواهر ومن ثم تفسيرها فعلى سبيل المثال يمكن التميز بين البيت والمؤسسات الكبيرة إذ يختلف حجم الأجسام باختلاف مقياس الصور
3. **النمط (Pattern)** هو الترتيب والتنظيم المكاني للظواهر في المرئية، فتكرار بعض الإشكال وعلاقاتها ببعض سواء كانت طبيعية أم بشرية يمنحها نمط يساعد المفسر بالتعرف عليها[21]. فالعلاقة المكانية بين بعض الظواهر تعطي أنماطا معينة. فالعلاقات المكانية بين المجاري المائية في أحواض التصريف والعلاقات بين الشوارع في المدن تعطي أنماطا مميزة يسهل تعريفها إضافة إلى المجمعات السكنية والغابات ومواقف السيارات .

صورة (1) المطارات من أكثر الإشكال وضوحاً في الصور الجوية



صورة رقم (2) الظواهر الطبيعية اقل انتظاما من الظواهر البشرية

4. **الظل (Shadow)** يتمثل تأثير الضلال في تفسير الصور الجوية بناحيتين الأولى أن ظل المرئية (ظل الظاهرة) يعطي صورة جانبية لها مما يسهل عملية التعرف عليها مثل الظواهر الخطية ثل أعمدة الكهرباء وأبراج المياه, أما الثانية فتتمثل بأن الضلال تحجب رؤية الأجسام الواقعة في منطقة الظل لذلك من الضروري الأخذ بنظر الاعتبار الوقت الذي تؤخذ فيه المرئية
5. **النسجة (Texture)** هو تكرار تغير درجة اللون في المرئية التي تحتوي على ظواهر لا يمكن تمييزها على انفراد مما يعطي انطباعاً عن درجة خشونة أو نعومة الظواهر على المرئية[22]. لذلك تظهر الأجسام الناعمة السطوح بلون فاتح لقدرته على عكس كمية كبيرة من الإشعاع , أما السطح الخشن فيظهر بلون داكن لأنه يبعثر الأشعة مما يقلل كمية الإشعاع الواصل إلى

جهاز المستشعر ويؤثر مقياس الرسم والوضوح المكاني على حجم الأجسام التي تحدد نسيج الصورة , إذ كلما صغر المقياس زادت النعومة للنسيج على الصورة بشكل عام .

صورة رقم (3) الأثر السلبي لظل الأجسام في الصور الجوية

6. **درجة اللون (Color)** وهي عنصر مهم في تفسير الظواهر خصوصا التي تمتلك نفس الشكل والحجم وهي تمثل مقدار الأشعة المنعكسة من سطح الأرض وهو اللمعان أو اللون النسبي للظواهر الموجودة في المرئية[23]. وتعتمد على كمية الطاقة المنعكسة أو المنبعثة منها , فالأجسام التي تعكس أو تبعث كمية كبيرة من الإشعاع الكهرومغناطيسي تظهر على الصورة (الأسود والأبيض) باللون الفاتح , وبالعكس للأجسام التي تعكس أو تبعث طاقة قليلة وفي الصور الملونة , سواء كانت الألوان الحقيقية او الألوان الكاذبة , يعد اللون عنصراً مهما في عملية تعريف الظواهر , وذلك لان أعيننا قادرة على إدراك الألوان المختلفة وتمييزها أكثر من تدرج اللون الرمادي .

صورة رقم (4) النباتات المحصودة تظهر بنسيج انعم من النباتات الغير محصودة

صورة رقم (5) تدرج الألوان في الأراضي القاحلة والرطبة والمجاري المائية

7. **الموقع (Site)** ويشير إلى موقع الظاهرة الجغرافي أو الطبوغرافي، والذي يساعد في تحديد وتشخيص الظواهر التي يصعب التعرف عليها. كذلك يساعد تلازم بعض المعالم بعضها مع البعض والتي يكون التعرف عليها اسهل عندما تظهر بشكل مجاميع أو متجاورة, كذلك فان للنوعية المرئية ووقت التسجيل والحالة الجوية وخبرة المفسر والأجهزة , فضلاً عن الهدف من التفسير ...الخ

8. **التشارك (Association)** وهو تلازم بعض الظواهر مع بعضها البعض مما يسهل التعرف عليها عندما تكون متقاربة أو متجاورة.
9. **الوقت /اليوم /السنة :** يلعب الوقت السنه والشهر واليوم وحتى النهار دوراً في القدرة على تحديد بعض الظاهرات فعلى سبيل المثال يختلف الشكل الذي تظهر به المناطق الزراعية في بداية زراعتها عن فترة النمو أو الحصاد من جهة أخرى قد يكون لظل المرئية دليلا على الوقت الذي التقطت فيه فالصور التي تؤخذ في الصباح تختلف عن تلك التي أخذت عند انتصاف النهار أو بعد الظهر [24]

صورة رقم (6) بمعرفة تاريخ التصوير يمكن التعرف على الأراضي المحصودة

التفسير التفصيلي للمرئية الفضائية (Detailed Interpretation):

بالاعتماد على المعلومات الحقلية حول منطقة الدراسة، والمصادر المساعدة الأخرى كالخرائط الطوبوغرافية والموضوعية (المناخ، التربة، الطرق..) التي تخص منطقة الدراسة، وما قدمته الدراسات السابقة في حقل استعمالات الأرض والغطاء الأرضي، يمكن تصنيف استعمالات الأرض بصورة عامة واستعمالات الأرض الزراعية بصورة خاصة كما يأتي:

1- **الأراضي الحضرية (Urban Land):** تدخل ضمن الأراضي غير الزراعية، تكون فعاليات الأنسان فيها كثيفة الاستخدام. تشتمل على المدن، والقرى، وطرق النقل، وسكك الحديد.. وأمكن تمييز ما يأتي:

أ- المدن: تشتمل الأبنية والمنشآت المختلفة، والأراضي المخصصة لدوائر الدولة، ومراكز التسويق.. . تظهر بلون رمادي مزرق فاتح، شكلها مضلع منتظم، وضوحها ومساحتها متوسطة، وغير متجانسة،(نسجتها خشنة).

ب- القرى: وتظهر بلون رمادي مزرق غامق، شكلها مضلع منتظم، وضوحها ضعيف ومساحتها صغيرة، غير متجانسة، نسجتها خشنة، يظهر قسم منها بشكل نقطي.

ج- طرق النقل وسكك الحديد: تشتمل طرق النقل، وسكك الحديد، والمنشآت المكملة لها. وتظهر بلون رمادي فاتح، وبشكل خطي تربط المدن بعضها ببعض ومع القرى المجاورة لها.

صورة رقم (7) طرق المواصلات تظهر بشكل منتظم

2- **الأراضي الزراعية (Agriculture Land)**: وهي الأراضي المستثمرة بالإنتاج الزراعي، التي تشتمل أراضي المحاصيل الحقلية الشتوية والصيفية، والمتعددة، والأراضي المبورة، جميعها تقع ضمن الأراضي الصالحة للزراعة. قسم منها مروي، والقسم الأخر غير مروي (مطري). امكن تمييز ما يأتي:

أ- أراضي المحاصيل الحقلية الشتوية (Winter Crop): وتقع ضمن الأراضي المزروعة فعلا، والمخصصة لزراعة الحنطة، والشعير. وتظهر بلون احمر فاتح، شكلها مضلع منتظم، توزيعها منتشر، وضوحها متوسط، مساحتها كبيرة، ومتجانسة، نسجتها متوسطة.

ب- أراضي المحاصيل الحقلية الصيفية (Summer Crop): وتقع ضمن الأراضي المزروعة فعلا، والمخصصة لزراعة زهرة الشمس، الذرة الصفراء، القطن، فضلا عن محاصيل الخضروات الصيفية (الطماطة، البطاطا، الرقي، الخيار، البصل..). تظهر بلون احمر غامق، شكلها مضلع منتظم، توزيعها منتشر، وضوحها عال، ومساحتها متوسطة، ومتجانسة، نسجتها متوسطة.

ج- أراضي المحاصيل الشتوية والصيفية (Multiply crop): وتقع ضمن الأراضي المزروعة فعلا، والمخصصة لزراعة المحاصيل الحقلية الشتوية، والصيفية التي سبق ذكرها. فضلا عن بعض المشاجر الاصطناعية، والبساتين، وهي بصورة عامة ذات مساحات صغيرة، المنتشرة حول

بعض الآبار. تظهر بلون احمر متوسط إلى غامق، شكلها مضلع منتظم، والقسم الأخر نقطي الشكل، توزيعها منتشر، وضوحها متوسط، مساحتها صغيرة ومتجانسة، نسجتها متوسطة وناعمة.

د- الأراضي المبورة (Fallow Land): وتقع ضمن الأراضي الزراعية، والصالحة للزراعة، ولكنها غير مزروعة لعدم توفر المياه، أو الدورة الزراعية.. .الخ تظهر بلون اخضر مزرق فاتح، شكلها مضلع منتظم، والقسم الأخر غير منتظم، توزيعها منتشر وضوحها متوسط، مساحتها كبيرة، ونسجتها متوسطة.

صورة رقم (8) حقول محصودة وأخرى لم تحصد

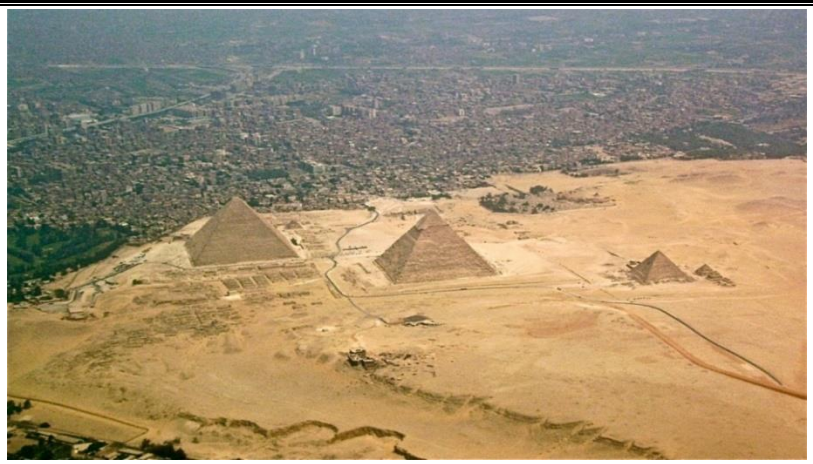
3- **المياه (Water):** وتشتمل على جداول الري، وقنوات الصرف (البزل)، التي على أساسها حددت المناطق المروية، بالمناطق التي تغطيها شبكة جداول الري، وبالعكس للمناطق غير المروية (المطرية). امكن تمييز ما يأتي:

أ- جداول الري: تظهر بلون رمادي مزرق فاتح، وبشكل خطي منتظم.

ب- قنوات الصرف: تظهر بلون اسود، وبشكل خطي غير منتظم، والقسم الأخر منتظم.

4- **الصخور والتربة (Rocks & Soil)** : يمكن ملاحظتها وتفسيرها من خلال الاختلافات الناتجة في البنية والتكوين ودرجة اللون والرطوبة وعادة مات ظهر بلون افتح مما نتوقعه من مظهرها الطبيعي ألا أن التربة الرطبة تظهر بلون رمادي إلى رمادي داكن بينما تظهر بلون فاتح عند جفافها وتظهر الأرض المحروثة بلون فاتح [25]

5- **المواقع الأثرية (Archeology)** : يمكن تمييزها بسهولة على الصور الجوية والمرئيات الفضائية وذلك لظهورها بأشكال مميزة وغريبة عما يحيط بها لاحظ الصورة (9).



صورة جوية(9) اهرامات الجيزة في مصر

الأجهزة المستخدمة في تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية

الرؤيا المجسمة (الإبصار المجسم)

هي قدرة الإنسان على رؤية الأشياء بإبعادها الثلاثة ,البعد الأفقي ,العمق المتعامد مع البعد الأفقي , الارتفاع , وتؤدي هذه الخاصية إلى تقدير الأشياء عن الناضر وعن بعضها البعض

شروط الحصول على الرؤية المجسمة من الصور الجوية

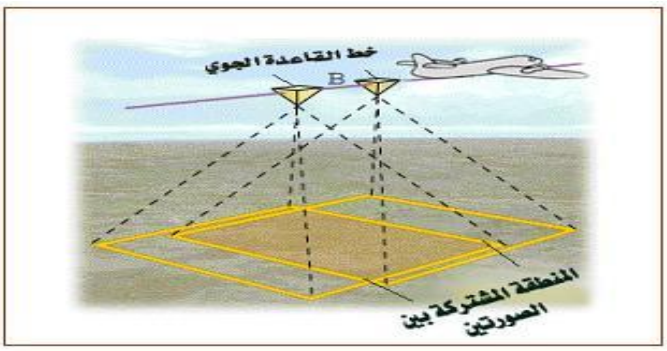
لكي نستطيع أن نرى منطقة مشتركة بين صورتين جويتين بشكل مجسم واضح ومريح للعين يجب أن نطبق على الصورتين الشروط الآتية

1- أن يكون للصورتين نفس المستوى الرأسي تقريبا

2- أن يكون للصورتين نفس المقياس

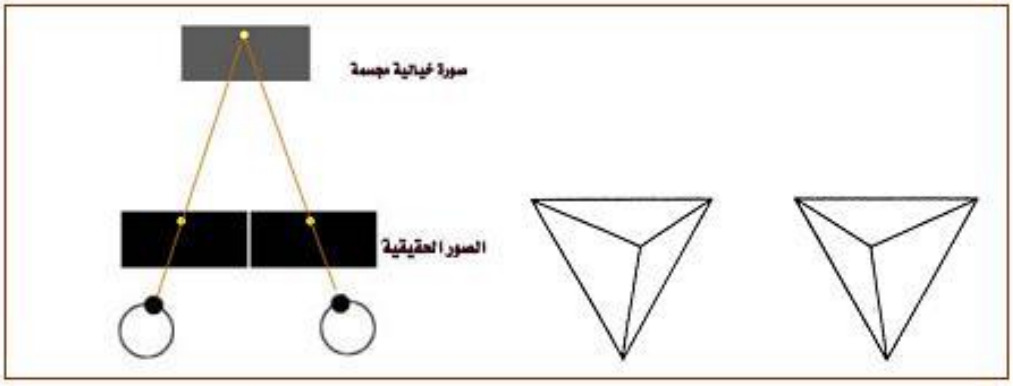
3- أن تكون النسبة بين خط القاعدة الجوي (المسافة بين محطتي الالتقاط) إلى ارتفاع الطيران ضمن المجال (0.02-2)

4- أجل أن تتم هذه الرؤية المجسمة وهنا لابد أيضا أن يكون نسبة تداخل في الصور الجوية Over Lap بين كل صورتين متتابعتين لا تقل عن 50% داخل خط الطيران الواحد ، فالتداخل في الصور الجوية من شروط الواجب توفرها حتى تتحقق الرؤية المجسمة لآية ظاهره. ومن هذه الطرق.



شكل (1) طرق الرؤيا المجسمة

أولا: العين المجردة: ويتم فيها وضع محور العين بشكل متوازي قدر الإمكان وجعل المطابقة تتم على بعد مناسب ورؤية كل صورة بالعين المقابلة لها وهذه العملية تحتاج إلى تمرين طويل[26].



شكل رقم (2) الصورة الحقيقية والمجسمة

ثانياً: أجهزة الستريوسكوب: إن فكرة عمل الاستريوسكوب تعتمد على نقل كل صورة إلى العين الخاصة بها عن طريق استخدام عدسات محدبة توضع الصورة في بؤرتها وبذلك تكون الأشعة الصادرة من الصورة متوازية فترى كل عين الصورة الخاصة ثم تتم عملية التصوير من الطائرات تبعا لنظام يسمح بوجود تداخل طولي بين كل صورتين بنسبة 60% مما يسمح بوجود ثلاث نقط متتالية على الصورة الواحدة، ويسمح هذا التداخل بالرؤية المجسمة من خلال الاستريوسكوب ، أما اذا كان من التداخل فقط في حالة الموزاييك فيكفي أن يكون التداخل 20 – 30 %. واذا كان للرؤية المجسمة يجب أن يكون التداخل بين 50 –70%.

وهنالك أنواع عدة من أجهزة الستريو سكوب ،ومنها :

1. المنظار المجسم الجيبي pocket stereoscope

2. المنظار المجسم ذو المرايا: Mirror Stereoscope

3. المناظير المجسمة الماسحة ذات المرايا (scanning mirror stereoscope)

4. منظار التفسير والرسم (stereo interpretation drawing) [27]

العوامل المؤثرة على الإبصار المجسم

1–**عدم** ثبات الطيران أثناء عملية التصوير حيث يؤدي اختلاف الارتفاع لاختلاف المساحة التي تم تصويرها مع اختلاف مقياس الرسم لاختلاف الارتفاع بين الصورتين مما يؤدي لعدم اندماج الصور المأخوذة وبالتالي صعوبة الرؤية المجسمة لعدم تساوي الظاهرات.

2–ميل الطائرة يؤدي لحدوث ميل لصورة فلو حدث الميل فسف يؤدي إلى عدم انطباق النقط بعضها على بعض عن الوضع الحقيقي فيما لو كانت رأسية.

3 . انحراف خط الطيران إثناء التصوير.

4. الخطأ في توجيه الصور لصعوبة الرؤية المجسمة لاختلاف توجيه الصورة.

5. الفروق في ارتفاعات المنطقة التي يتم تصويرها حيث يؤدي لإجهاد العينين بسب اختلاف زاويتي الرؤية.

6. عدم الدقة في ضبط الخط الواصل بين عيني الجهاز وخط الطيران وبالتالي يجب تصحيحه حتى تتلاشى وتظهر الصورة المجسمة.

7. وجود عيوب في بصر المفسر يؤدي لعدم رؤية الظاهرات بشكل مجسم [28].

التفسير الآلي للمرئيات الفضائية

تعد صور الأقمار الصناعية من اهم وسائل الاستشعار عن بعد في الوقت الحالي ألا إن هذه الصور مجرد بيانات لذلك يجب تحليلها وتفسيرها لاستخلاص المعلومات منها ومن ثم تتحول هذه المعلومات إلى معرفة يستخدمها أصحاب القرار أو المستفيد النهائي منها ، وتعتمد طريقة التحليل الآلي على تحويل المرئية إلى مصفوفة مكونة من أعمدة (Columns) وصفوف (Rows) ويتم التعامل معها على اصغر وحدة صورية (Pixel) تحدد بمحاور X,Y, وتكون نقطة الأصل في الزاويا اليسرى العليا ونقطة Z التي تحدد شدة الإضاءة لقيمة البكسل [29] وتمر عملية تفسير المرئيات الفضائية الآلية بمجموعة من المعالجات لزيادة فاعليتها وفيما يلي اهم هذه الوسائل

معالجة الصور Image Preprocessing

تمر المرئيات الفضائية بمراحل مهمة قبل عملية التفسير والتحليل وذلك لزيادة القدرة التفسيرية لها ومن هذه المراحل:

1. **المعالجة الأولية للصور**: وتهدف هذه الإجراءات إلى تصحيح الصور المشوهة والمتردية لإيجاد تمثيل اصدق للمشهد الأصلي وتعتمد طبيعة هذه المعالجة اعتمادا كليا على خصائص المستشعر المستعمل في الحصول على هذه الصور وتتضمن عملية المعالجة هذه تصحيح التشوهات الهندسية وإزالة التشوهات الإشعاعية

أ. **التصحيح الهندسي Geometric correction** : تحتوي المرئيات الفضائية الخام على تشوهات هندسية لا يمكننا أن نستفيد منها في عمل الخرائط أو نأخذ منها قياسات مباشرة وتتمثل هذه المصادر بين تغير ارتفاع منصة المستشعر وسرعة القمر الصناعي وانكسار الأشعة في الغلاف الجوي والإزاحة بفعل التضاريس ويكمن الغرض في التصحيح الهندسي هو تصحيح التشوهات التي تسببها هذه العوامل بحيث تجعل الصور المصححة موحدة هندسيا مع الخرائط ويتم إنجاز عملية التصحيح على مرحلتين الأولى تؤخذ التشوهات المنتظمة الناتجة عن انحراف المسح وسرعة القمر ودوران الأرض وفي المرحلة الثانية تعالج التشوهات الغير منتظمة بتطبيق صيغ رياضية يتم الحصول عليها بتحليل مصادر التشوهات رياضيا أما التشوهات غير المنتظمة فيتم تصحيحها عن طريق ربط الصور الفضائية بنقاط تحكم أرضية موزعة توزيعا جيدا

ب. **إزالة التشوهات الإشعاعية (الراديومترية) Radiometric Correction** وينتج هذا النوع من الأخطاء نتيجة أخطاء في استجابة احد أجهزة الاستشعار أو تأثيرات الغلاف الجوي أو وضع الرؤيا وخصائص المستشعر ولابد في هذه الحالة من تصحيح زاوية ارتفاع الشمس لتقدير موقع الشمس في الفصول المختلفة بالنسبة للأرض في حساب شدة انعكاس الأشعة من الأجسام[30]

ت. إزالة الضجيج :Noise Removal ويقصد به أي اضطراب غير مرغوب في معطيات الصور الفضائية ينجم عنه قصور في الاستشعار حيث يتوقف جهاز الاستشعار عن العمل أثناء عملية المسح مما ينتج عنه ظاهرة سقوط الخطوط أو ظاهرة التخطيط ويتم إزالة هذا النوع من الضجيج بواسطة استخدام البرامج الرياضية كالمتوسط الحسابي بين السطور لإعادة المعلومات المفقودة من دون المساس بالسطور الأخرى [31]

2. تحسين الصورة :Image Enhancement يهدف تحسين الصور إلى تحسين قابلية التحليل البصري وذلك بزيادة التمييز بين المعالم عم طريق التضخيم البصري للاختلافات الضئيلة بين المعالم في التدرج الرمادي لتسيل إمكانية ملاحظتها ومن هذه العمليات تحسين التباين Contrast Enhancementوكذلك عملية تحسين الحافة Edge Enhancementوالهدف منها هو استخلاص معلومات من اطراف معالم معينة على الصور وبذلك يمكن تبيان وأشكال ودقائق المعالم مما يجعل تفسيرها اسهل

3. **دمج الصور :Image Merging and Image Mosaic** وتستخدم هذه العملية عن طريق دمج صورة مع صورة مجاورة لها جغرافيا لتصبح صورة واحدة تغطي المنطقة المدروسة وبعد عملية التحسين يمكن استعمال عملية التحليل الآلي والتي تنقسم إلى قسمين رئيسين هما :

1. التصنيف المراقب (الموجه):Supervised Classification وذلك بان يحدد من خلال برامج حاسوبية تحدد الخصائص الطيفية لكل نمط من أنماط الظاهرات الجغرافية ولذلك تستخدم مواقع عينات ممثلة لنمط معروف تسمى بمناطق التدريب [32]ويتمر عملية التصنيف المراقب بثلاثة مراحل:

أ- **مرحلة التدريب Tanning stage**ويتم فيها تحديد الفئات المتشابه أو المتقاربة في النمط ويكون المستخدم هو الموجه لعملية التصنيف بعد جمع البيانات عن أنماط استعمالات الأرض والغطاء الأرضي من خلال الزيارات الميدانية والمعطيات المرجعية كالخرائط الطبوغرافية والموضوعية وبعد تحديد مناطق التدريب لكل صنف وإدخالها إلى الحاسوب لكي تحسب بمجموعة من المقاييس الإحصائية لكل صنف لكي تستخدم لتمييز الأصناف على أساس قيم الانعكاسية ولكل نوع من الاستعمالات [33].

ب- مرحلة التصنيف Classification stage: وتتم فيها مقارنة كل بكسل من الصور المراد تصنيفها مع الفئات أو المجموعات التي تنتمي اليها عدديا ثم تتم تسميتها بأسم الفئة .

ج- مرحلة المخرجات Out put Stage: وتتم فيها استخراج منتج نهائي لعملية التصنيف وتتوقف هذه العملية على إنتاج مخرجات نهائية تنقل المعلومة المفسرة إلى المستفيد بشكل ملائم ويمكن أن تنتج من هذه العملية مخرجات حسب إمكانية أجهزة الحاسوب كجداول إحصائية أو رسومات بيانية صور ملونه [34].

2. التصنيف غير المراقب(الموجه) Unsupervised Classification: يعتمد التصنيف غير الموجه على إيجاد مجاميع ذات قيم انعكاسية متشابه للأعداد الرقمية DN تدعى أصناف طيفية وتمثل هذه معالم أرضية مختلفة في كل صنف وهو بذلك لا يعتمد على اختيار مناطق التدريب وتتم عملية التصنيف غير الموجه بتحديد مراكز التجمعات Clusters بصورة أوتوماتيكية باستخدام الحاسب الآلي واستخدام خوارزمية معينه للتعرف على الأنماط الأرضية وبعد تحديد الأصناف وعدد القنوات الطيفية المستخدمة بعملية التصنيف من خلال دراسة منحنى الانعكاسية الطيفية **لكل** قناة وتحديد الأصناف التي تحمل قيم انعكاسية طيفية مختلفة حيث تم مسح عناصر المرئية بصورة متتابعة وتنسب كل وحدة صورية إلى التجمع الذي يكون اقرب اليها على أساس قيم الانعكاسية ومن ثم تتم مقارنتها وفقا للمقاييس الإحصائية [35].

الاستنتاجات والتوصيات

1. الصور الجوية هي صور ملتقطة من الجو بألة تصوير لجزء من سطح الأرض وتعتمد آلية التصوير على عدسة تقوم بجمع الضوء المنعكس نحوها وإسقاطه على فلم حساس للضوء أما المرئيات الفضائية فهي صور يمكن من خلالها الحصول على معلومات من سطح الأرض دون اللمس وتعتمد آلية التصوير على لاقط حساس للطاقة الكهرومغناطيسية يثبت بشكل سجل رقمي للطاقة المسجلة بواسطة متحسسات أو مستشعرات للأشعة الكهرومغناطيسية
2. تختلف المرئيات الفضائية عن الصور الجوية أيضا في أن الصور الملتقطة من الطائرات يتم تصويرها من داخل الغلاف الجوي في حين ترتفع الأقمار الصناعية إلى مئات الكيلومترات
3. التحضير لعملية التصوير الجوي تتطلب عدد من الأمور اللازمة في حين أن التحضير للتصوير بالمرئيات الفضائية لا يتطلب سوى توجيه الأقمار الصناعية للمكان المطلوب تصويره
4. المرئيات الفضائية لا تحدد بالحدود الدولية بينما تلتزم عملية التصوير الجوي بحدود البلد الذي يقوم بعملية التصوير ولا يمكن تجاوزه.

5. تعد صور الأقمار الصناعية من اهم وسائل الاستشعار عن بعد في الوقت الحالي ألا أن هذه الصور مجرد بيانات لذلك يجب تحليلها وتفسيرها لاستخلاص المعلومات منها ومن ثم تتحول هذه المعلومات إلى معرفة يستخدمها أصحاب القرار أو المستفيد النهائي منها.
6. تمر المرئيات الفضائية بمراحل مهمة قبل عملية التفسير والتحليل وذلك لزيادة القدرة التفسيرية لها ومن هذه المراحل التصحيح الهندسي والإشعاعي وإزالة الضجيج .
7. هنالك عدد من العناصر الخاصة بتفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية ومنها الشكل والحجم والنسجة والظل والوقت وغيرها من العناصر تعتمد عملية التفسير فيها على خبرة المفسر .

التوصيات

1. استخدام الصور الجوية والمرئيات الفضائية في حل العديد من المشاكل اليومية لاسيما تلك المتعلقة بالاختناقات المرورية
2. استخدام الصور الجوية والمرئيات الفضائية في عمليات الكشف والتنقيب عن المعادن والمياه الجوفية بدلا من عمليات الحفر المكلفة في الوقت والمال وكذلك الكشف عن التلوث البيئي والأمراض التي تصيب النبات وزحف الكثبان الرملية والدراسات المناخية
3. فتح عدد من الأقسام العلمية في الجامعات والمعاهد تتبنى تخريج متخصصين في تحليل وتفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية من خلال تدريبهم على برامج متخصصة نظرا لأهميتها في المجالات التي تتعلق بعملية حصر الموارد الطبيعية والسكان
4. توفر المرئيات الفضائية والصور الجوية جهدا كبيرا في التعقب والقبض على مناطق المجرمين ومناطق العمليات الإرهابية
5. تعد الصور الجوية احدى الوسائل الهامه في تنفيذ عمليات الحصر المختلفة وإنتاج الخرائط، وهي من اسرع الطرق في حصر الموارد الطبيعية ، واصبح التصوير الجوي يتغلب على العقبات التي تواجه المساحة الأرضية مثل المناطق الوعرة والمستنقعات والكثبان الرملية.

الهوامش

(1) جمعة محمد داوود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية ،2013 .ص 2،4.

(2) صفية جابر عبد، بهجت محمد محمد ،الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ،الجزء الأول والثاني ،جامعة دمشق ،سوريا ،2011. ص 26،28.

(3) سميح احمد محمود عودة ،الخرائط (مدخل إلى طرق استعمال الخرائط وأساليب أنشائها الفنية ،ط2المركزالعربي للخدمات الطلابية ،عمان ،1996،ص310.

(4) صفية جابر عبد،بهجت محمد محمد ،المصدر نفسه ،ص 40

(5) ميشال يمين ،الاستشعار عن بعد في الأبحاث الجغرافية ،دار النهضة العربية ،لبنان ،2008 ، ص 81.

(6) جمعة محمد داوود، المصدر السابق ص 93.

(7) صفية جابرعبد،بهجت محمد محمد ،المصدر السابق ،ص 17.

(8) Campbell, B ,James., Introduction to remote sensing. 4th edition. The Guilford Press, New York, USA, 2008,NY 10012 .

(9) محاضرات للدكتور محمد مهنا السهلي في تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية, جامعه الكويت، كليه العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا,2010.شبكة المعلومات الدولية الأنترنيت .

(10) جمعة محمد داود ،مصدر سابق ص 90،6.

(11) المصدر نفسه ص 66.

(12) صفية جابر عبد ،بهجت محمد محمد ،مصدر سابق

(13) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المساحة التصويرية، المملكة العربية السعودية ،2004،ص 19.

(14) صفية جابر عبد ،بهجت محمد محمد ،مصدر سابق ص 70-75.

(15) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المساحة(الاستشعار عن بعد) المملكة العربية السعودية ،الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج ،2004، ص 19.

(16) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المساحة(الاستشعار عن بعد) ،مصدر سابق ص 22.

(17) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ،المساحة(الاستشعار عن بعد)مصدر سابق ص . 28.29

(18) المصدر نفسه ،ص . 30

(19) يحيى عيسى فرحان، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، ج1، الصور الجوية، الجامعة الأردنية، عمان، 1987، ص76.

(21) G. M. Lechi, Survey of Photo Interpretation Techniques in Agricultural Inventories, Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology, Edited by Georges Fraysse, Luxembourg, 1980, p20-21.

(22) James B. Compll, Op-city, p126.

(23) L. Daels & M. Antrop, The Extraction of Soil Information for Remote Sensing document, Pedologie, XXVII, Gent, 1977, pp. 123-190.

(24) حسين إبراهيم، الاستشعار عن بعد، البعد الخامس في دراسة موارد الأرض ومحيطها الحيوي، مجلة الاستشعار عن بعد، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، العدد الخامس، دمشق،1989

(25) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ،المساحة (الاستشعار عن بعد)مصدر سابق ص59

(26) صفية جابر عيد , بهجت محمد محمد , مصدر سابق ،ص. 121 -126

(27) محمود علي البناء، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال استخدام الأراضي، الكويت، 1983

(28) جمعة محمد داود مصدر سابق، ص 60 .

(29)Keeneand Nathews ,Remote Sensing in civil Engineering, first purplish ,1985.p31.

(30) محمد جمعة داود مصدر سابق ,ص102.

(31) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ،المساحة (الاستشعار عن بعد)مصدر سابق ص45

(32) جمعة محمد داود ,مصدر سابق ص 104.

(33) Tomas.M. Lillesand,Ralphw.Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition, john wally and sons, .OPCit ,2004,p499

(34) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ،المساحة (الاستشعار عن بعد)مصدر سابق ص67.

(35)Aurther .H.Robnson ,Elements of Cartography, six edition, john willy and sons. Inc, USA, 1995, p217.

المصادر

1. جمعة محمد داوود ،**مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية** ،مكة المكرمة ،المملكة العربية السعودية ،2013 .

2. صفية جابر عبد ،بهجت محمد محمد ،**الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية** ،الجزء الاول والثاني ،جامعة دمشق ،سوريا ،2011.

3. سميح احمد محمود عودة ،الخرائط (**مدخل الى طرق استعمال الخرائط واساليب انشائها** الفنية ،ط2المركزالعربي للخدمات الطلابية ،عمان ،1996.

4. ميشال يمين ،الاستشعار عن بعد في الابحات الجغرافية ،دار النهضة العربية ،لبنان ،2008 .

5. محاضرات للدكتور محمد مهنا السهلي في تفسير الصور الجوية والمرئيات الفضائية, جامعه الكويت، كليه العلوم الاجتماعيه، قسم الجغرافيا,2010.شبكة المعلومات الدولية الانترنيت .

6. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ،**المساحة التصويرية** ،المملكة العربية السعودية ،2004.

7. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ،**المساحة(الاستشعار عن بعد)** المملكة العربية السعودية ،الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج ،2004.

8. يحيى عيسى فرحان، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، ج1، **الصور الجوية**، الجامعة الاردنية، عمان، 1987.

9. حسين إبراهيم، **الإستشعار عن بعد، البعد الخامس في دراسة موارد الأرض ومحيطها الحيوي**، مجلة الإستشعار عن بعد، الهيئة العامة للإستشعار عن بعد، العدد الخامس، دمشق،1989

10. محمود علي البناء، **الإستشعار عن بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال إستخدام الأراضي**، الكويت، 1983

11. Campbell, B ,James., **Introduction to remote sensing**. 4th edition. The Guilford Press, New York, USA, 2008,NY 10012 .

12. Aurther .H.Robnson ,**Elements of Cartography**, six edition, john willy and sons.Inc,USA,1995.

13. Tomas.M. Lillesand,Ralphw.Kiefer, **Remote Sensing and Image Interpretation**, 7th Edition,john wally and sons, .OPCit ,2004.

14. G. M. Lechi, **Survey of Photo Interpretation Techniques in Agricultural Inventories, Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology**, Edited by Georges Fraysse, Luxembourg, 1980.

15. L. Daels & M. Antrop, **The Extraction of Soil Information for Remote Sensing document**, Pedologie, XXVII, Gent, 1977.

16. Keeneand Nathews ,**Remote Sensing in civil Engineering**, first purplish ,1985..

Abstract

Air photos and satellite today have entered many fields and scientific sections because of the wide information available on the surface of the earth. What distinguishes this topic is that it provides information about an area without having to reach or touch it, which makes it superior to the traditional ways of collecting information. The analysis was initially carried out to serve military objectives but was soon used in the civilian sectors, where it was applied in the preparation of topographic maps, soil, geological, agricultural and hydrological fields

The interpretation and analysis of aerial and satellite images depends mainly on the user's experience and ability to identify spatial phenomena and their interpretation, and with the development of science and technology and the entry The era of satellites began to use satellite images to indicate the images taken from the satellites, which reinforced the importance of the subject is that the interpretation of aerial images and satellite images are now using specialized software, so This research came to highlight this issue and its importance by addressing the importance of both aerial and satellite images and distinction between them and then identify the foundations and scientific determinants in the process of analysis and interpretation of visual and classification