وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ديالى

تطبيقات الاستشعار عن بعد في الجغرافية العسكرية ودورها في الحرب الحديثة

المدرس المساعد

حسين عبد المجيد حميد

كلية التربية الاساسية

الكلمة المفتاحية / الاستشعار عن بعد

٢٠١٥

ملخص البحث

لقد أضافة تقنيات الاستشعار بعداً جديداً للمعرفة الانسانية بمختلف مجالاتها ومنها المجال العسكري ، إذ لم يعدّ خافياً على احد مدى الاستفادة الكبرى التي تجنيها الدول المتقدمة وخصوصاً الولايات المتحدة الامريكية وروسيا من هذه التقنية ، ويبدو ذلك واضحاً عندما نعلم ان دقة القمر الامريكي (أكنوز) قد وصلت الى (١متر) والقمر الروسي الى (١متر) ، فضلاً عن العديد من الدول الاخرى التي وصلت الى مراحل متقدمة في هذا المجال مثل فرنسا التي وصل دقة قمرها(سبوت) الى (٥متر) والقمر الهندي وغيرها الكثير ، أما في مجال الصور الجوية والرادار فحدّث ولا حرج عن دقة الصور الجوية وامكانية رسم خرائط عسكرية عالية الدقة لأي منطقة من العالم . وقد جاء هذا البحث (**تطبيقات الاستشعار عن بعد في الجغرافية العسكرية ودورها في الحرب الحديثة**) ليطرح مشكلة مفادها هل لعبت تقنيات الاستشعار عن بعد دوراً في تغيير استراتيجيات الحروب الحديثة ؟ وقللت من اهمية دور العامل البشري في الحروب ؟ وهل قللت هذه التقنيات من دور الحدود وعبرتّها لتسجل أدق التفاصيل عن الدول المقصودة ؟ ويفترض البحث ان تقنيات الاستشعار عن بعد قد وضعت أسساً جديدة للحروب الحديثة من ناحية تحديد الاهداف ورسم الخرائط العسكرية الدقيقة وقللت من اهمية الاعداد الكبيرة من الافراد في الجيوش ، حيث اصبح بإمكان صانع القرار مسح المنطقة وتحديد قوة الهدف ودك التجمعات العسكرية بصواريخ بعيدة المدى بغض النظر عن عدد وعدّت تلك الاهداف ، وخير شاهد على ذلك ان الاستراتيجية العسكرية للولايات المتحدة الامريكية في العقد الحالي قد تبدّلت عن العقد الماضي (٢٠٠٠- ٢٠١٠) فبعد ان كانت مكرسة نحو التدخل البرّي (تدخل افراد قوات المشاة في العراق وافغانستان) ، باتت الان متوجهة نحو التدخل الجوي فقط الذي يعتمد بشكل كبير على تقنيات الاستشعار عن بعد ، وهذا ما نراه واضحاً في الوقت الحاضر .

المقدمة :

بعد الثورة الرقمية الهائلة التي حدثت في بدايات العقد التسعيني من القرن المنصرم أعيدت هيكلة الكثير من العلوم لتتلاءم مع متطلبات التقنيات الحديثة ومنها علم الجغرافية ، وعلى الرغم من ان علم الاستشعار عن بعد ليس بوليد الساعة الا ان الثورة الرقمية المشار اليها مسبقاً قد ساهمت في تطوره تطوراً كبيراً فدخل في علم الجغرافية بقوة كأداة تدعم هذا العلم .

لقد جاءت فكرة هذا البحث (تطبيقات الاستشعار عن بعد في الجغرافية العسكرية ودورها في الحرب الحديثة) كمحاولة من الباحثين لدراسة أثر علم الاستشعار عن بعد في استراتيجيات الحروب المعاصرة ، إذ يطرح البحث مشكلة مفادها (هل ساهم علم الاستشعار عن بعد في تطوير الاستراتيجيات العسكرية الحديثة في ادارة الحروب) ؟

وافترض البحث ان تقنيات الاستشعار عن بعد بكافة فروعها (التصوير الفضائي ، والتصوير الجوي ، و DEM) قد ساهم في تطوير الاستراتيجيات الحديثة في الحروب من خلال توفيره كم هائل من المعلومات التفصيلية عن المناطق المرصودة .

وقد انطوى البحث على ثلاثة مباحث ، اذ جاء المبحث الاول بعنوان **مقدمة تاريخية عن علم الاستشعار عن بعد** ، في حين حمّل المبحث الثاني عنوان **مجالات استخدام الاستشعار عن بعد في الجغرافية العسكرية** ، بينما جاء المبحث الثالث بعنوان **تطبيقات الاستشعار عن بعد في الحروب الحديثة** .

واستخدم البحث المنهج التاريخي لتقصي خلفيات ومراحل تطور علم الاستشعار عن بعد ، ومنهج البحث التحليلي لعرض مدى استفادة الجغرافية العسكرية من تطبيقات الاستشعار عن بعد .

المبحث الاول

مقدمة تاريخية عن علم الاستشعار عن بعد ومراحل تطوره

تعد الصور الجوية ابتكاراً تقنياً غاية بالأهمية في تاريخ تقدم العلوم الجغرافية والهندسية على وجه الخصوص وعلوم اخرى كثيرة . ان الصورة الجوية (الملتقطة بالة التصوير من الجو) تمثل كما هائلاً من المعلومات الدقيقة عن الواقع الجغرافي والمعالم المكانية في المنطقة التي تظهر بها ، وان هذه الصورة يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات العملية والعسكرية مثل انتاج الخرائط بطريقة اقتصادية رخيصة عند مقارنتها بطرق القياسات المساحية الميدانية الباهظة التكاليف ، ومنذ اختراع التصوير الجوي فطن علماء الخرائط والجغرافيا والمساحة لأهميته الجمة ومميزاته المتعددة واصبح الان احد اهم وادق واسرع طرق الحصول على المعلومات المكانية المستخدمة في الكثير من التخصصات والتطبيقات البيئية والهندسية والتنموية على مستوى العالم .

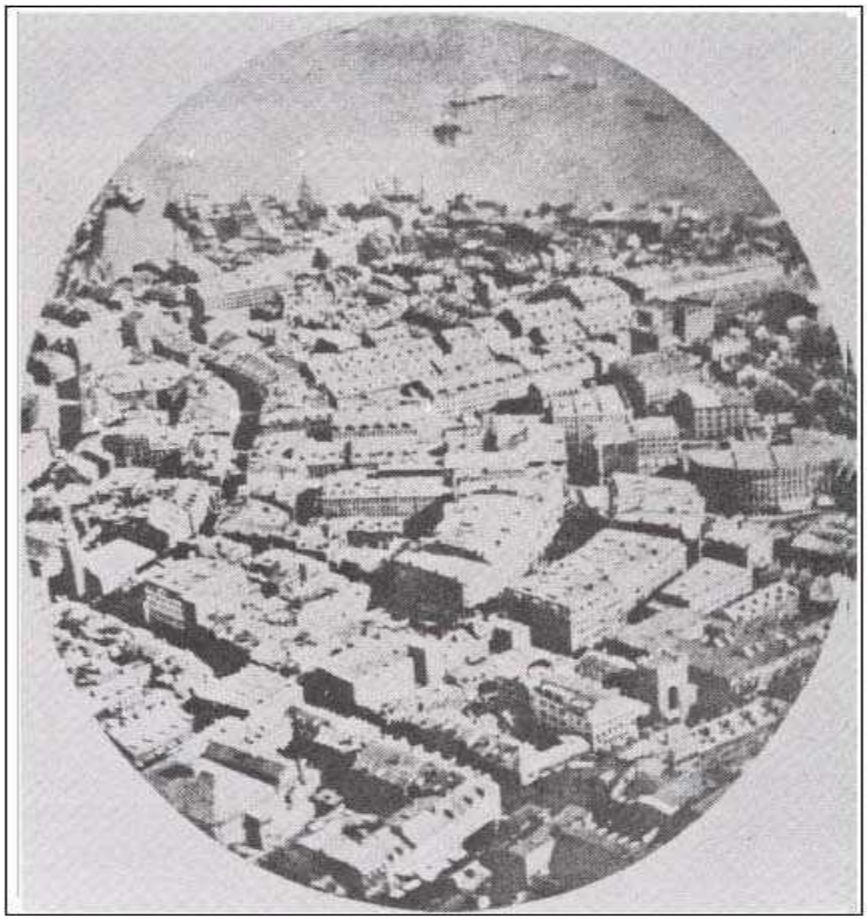
إذ بدأ الانسان يفكر في ماهية الضوء منذ زمن بعيد جداً ، وكان العالم الاغريقي أرسطو في القرن الثاني قبل الميلاد اول من بدأ البحث عن طبيعة الضوء واول من اشار الى ان الضوء قد يمر من بعض الاجسام دون الاخرى . وفي القرن العاشر الميلادي (القرن الرابع الهجري) كان العالم الكبير الحسن بن الهيثم اول من اشار الى ان الضوء يأتي من الاجسام الى العين وليس العكس كما كان شائعا في نظريات ارسطو ومن سبقه ، وايضا كان اول من تعرض لتفسير واجراء تجربة عملية لطريقة عمل الة - تشبه فكرة الة التصوير – عن طريق مرور الضوء من ثقب صغير الى حجرة مظلمة حيث تتكون صورة كل ما هو موجود على الجانب الاخر . وفي عام ١٦٦٦ كان نيوتن اول من اشار الى الضوء الابيض – كما نراه – يمكن تحليله (من خلال المرور في منشور زجاجي) الى سبعة مكونات فرعية او الوان.

بدأ التصوير الضوئي في عام ١٨٣٩ عندما قام كلا من نيس تالبوت و لويس داجور بأول عملية تصوير ضوئي او تصوير فوتوغرافي حيث تم اسقاط الضوء على صفائح معدنية مغطاة بمادة ايوديد كمادة حساسة للضوء .

ومن المراحل التاريخية لتطور التصوير الجوي فقد بدأها الضابط الفرنسي ايمي لوسيه عندما بدأ في تثبيت الة تصوير (الكاميرا) في بالون طائرة ورقية ترتفع عن سطح الارض لتكون الصور الملتقطة لاول مرة من الجو وليس من على سطح الارض . وفي عام ١٨٥٩ قام لوسيه بالتقاط عدد من الصور الجوية بكاميرا

موضوعة في بالون ومن هذه الصور تمكن من عمل خريطة لمدينة باريس العاصمة الفرنسية ، ولذلك يطلق على هذا العالم اسم رائد علم التصوير الجوي والمساحة التصويرية .

شكل (١) صورة جوية لمدينة بوسطن الامريكية في عام ١٨٦٠م



وفي عام ١٩٠٢م تم اختراع الطائرة على يد الاخوين اورفيل ويلبر رايت مما دفع بعلم التصوير الجوي خطوات تقنية واسعة جدا باستبدال البالون والمنطاد بالطائرة لتوضع الكاميرا داخلها ويتم التقاط الصور الجوية من خلالها .

لقد التقطت اول صورة جوية من الطائرة عام ١٩٠٩م لمنطقة في ايطاليا ، ومع قيام الحرب العالمية الاولى (١٩١٤-١٩١٨) تم الاعتماد على التصوير الجوي كأحد وسائل الاستطلاع والاستخبارات العسكرية خلف خطوط العدو ، مما زاد من اهمية هذا العلم في التطبيقات العسكرية بصورة كبيرة .

ودفعت اعمال الحرب العالمية الثانية (١٩٤٠- ١٩٤٥) الى زيادة الاعتماد على علوم على علوم التصوير الجوي والمساحة الجوية بهدف انتاج الخرائط ، مما ساعد على تطور هذه العلوم واجهزتها ومعداتها من كاميرات وافلام بصورة متسارعة.

شكل (٢) نموذج لأول طائرة في التاريخ

شكل (٣) التصوير الجوي

وبعد اختراع الحاسبات الالية في الخمسينات من القرن العشرين تقدم التصوير الجوي تقدما كبيرا ، حيث تطورت بسرعة كبيرة اجهزة ومعدات التصوير وتخزين وحفظ الصور الجوية الكترونيا وكذلك طرق انتاج الخرائط والمعتمدة على الصور الجوية .

ومن المحطات المهمة التي مرّ بها علم الاستشعار عن بعد خلال مراحل تطوره هي:

١- ارتبط علم الاستشعار عن بعد بالتصوير الفوتغرافي عام ١٨٢٧.
٢- عام ١٨٤٩ انشات جمعية المهندسين الفرنسيين برنامج شامل لاستعمال التصوير الفوتوغرافي لإنتاج الخرائط الطوبوغرافية .
٣- عام ١٨٥٨ استخدمت المناطيد لتصوير المناطق الواسعة تلاها استعمال الطائرات الورقية عام ١٨٨٠.
٤- اختراع الطائرة ساهم في تطوير الاستشعار عن بعد وقد تم اعتبار الصور الجوية التي التقطت بواسطة طائرة تصوير في عام ١٩٠٩ في ايطاليا اول صورة جوية مسجلة يتم استخدامها لأغراض مدنية .
٥- في الثلاثينات من القرن العشرين توفرت امكانية الحصول على صور فوتغرافية ملونة وكان العمل جاريا في تطوير الافلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء .
٦- اثناء الحرب العالمية الثانية اجريت ابحاث على خصائص الانعكاس الطيفي للتضاريس الطبيعية وفرض امكانية التخزين في التصوير الجوي. وكان الحافز الرئيسي لذلك هو تطوير تقنيات لكشف التمويه اثناء العمليات الحربية .

٧- في عام ١٩٥٦ساهمت بعض التجارب المبكرة في استعمال التصوير الجوي في تصنيف وتمييز انواع النباتات الصحيحة والتالفة .
٨- في الربع الاول من القرن العشرين استعملت انظمة المايكروويف الفعالة في تتبع السفن والطائرات ودراسة طبقة الاينوسفير وقد تطورت بشكل اوسع بعد الحرب العالمية الثانية ثم تطورت لتعقب الاجسام المتحركة مثل السفن والطائرات ثم تطورت اكثر للحصول على صور ثنائية الابعاد مشابهة للتصوير الفوتغرافي .
٩- في الوقت الحاضر تنوعت تطبيقات الرادار بشكل واسع حيث يستعمل لدراسة سطح المحيطات وظواهر الغلاف الجوي وتطبيقات سطح الارض والغطاء الارضي بحيث اصبحت مرئيات الرادار تزودنا بالقياسات الطوبغرافية المتعددة وتعتبر البيانات ثلاثية الابعاد 3Dلسطح الارض من اهم البيانات التي يتم انتاجها من مرئيات الرادار .
١٠- في منتصف الخميسينات حدث تطور شامل في تطوير رادارات التصوير ذات البؤرة الحقيقية المحمولة جوا وفي نفس الوقت تقريبا كان العمل مستمرا في تطوير رادارات التصوير ذات الفتحة الصناعية SAR

التي تعتمد على الذبذبات التي ينشئها الرادار للحصول على مرئيات ذات درجة عالية الوضوح في الطائرات التي تطير على ارتفاعات عالية والتي استخدمت بشكل فعال منذ منتصف الستينات وقد كان اول قمر صناعي يحمل رادار SAR هو (SEATSAT) في عام ١٩٧٨وكذلك الرادارات المحمولة على المكوك الفضائي في عام ١٩٨١م .

١١- يعتبر اطلاق القمر الصناعي الروسي (SPUTINK) الى الفضاء في اكتوبر عام ١٩٥٧ م البداية الحقيقة لأرسال الاقمار الصناعية واستكشاف الفضاء بواسطة الانسان .

١٢- في بداية الستينات حدث تطور نوعي في الاستشعار عن بعد حيث اجريت الكثير من الدراسات التطبيقية في التصوير باستخدام الاشعة تحت الحمراء والمجسات المتعددة الاطياف من قبل وكالة ناسا .

١٣- بدأت الولايات المتحدة في اوائل الستينات من القرن العشرين بوضع مجسات الاستشعار عن بعد في الفضاء لرصد مظاهر سطح الارض ويعتبر القمر الصناعي TIROS اول قمر صناعي يستخدم الارصاد الجوية وتم تغيير اسمه عام ١٩٧٠ الى NAAA وهو يعمل حتى اليوم ويقدم صور AVHARR.

اما عن اهمية علم الاستشعار عن بعد في المجالات المدنية والعسكرية فأنها تكمن بالنقاط التالية :

١- الحصول على مرئيات فضائية تغطي مناطق واسعة وتقوم بكشف وتسجيل البيانات التي لا يمكن للعين المجردة ان تراها وبأطياف متعددة بدءا بالأشعة فوق البنفسجية وحتى صور الرادار مما يوفر الوقت والجهد معا ويساهم في المقارنات الزمانية والمكانية بين مجموعة من الصور التي يتم التقاطها في اوقات مختلفة لنفس المكان وكذلك مقارنة النتائج بين قمر واخر بهدف وضع الخرائط الدقيقة للتجمعات السكانية ومناطق التحضر وطرق النقل سواء في المناطق السهلية والجبلية .

٢- امكانية الحصول على المرئيات الخاصة بمختلف التفاعلات التي تحدث في الغلاف الجوي بهدف تتبع رصد الظواهر المختلفة مثل الاعاصير والعواصف وبالتالي تفادي حدوث الكوارث الناجمة عن تلك التفاعلات وتقليل الخسائر في الارواح والممتلكات وكذلك دراسة الطقس وتشكل السحب كما تساهم في الحد من خسائر بعض الكوارث الطبيعية من البراكين والفيضانات وحرائق الغابات .

٣- تعزيز القدرات الدفاعية عن طريق تحديد مواقع وحركة وحجم الجيوش المعادية والاماكن والاهداف الاستراتيجية ووضع الخرائط الخاصة بالمراقبة الجوية والاستطلاع في التصويب على الاهداف وتوجيه نيران الاسلحة مما يسهل عملية الانتشار والمباغتة وحسم المعارك اضافة الى مراقبة اي نشاطات تقوم بها عصابات التهريب والجماعات الارهابية التي تهدف الى زعزعة الامن والاستقرار على نطاق محلي واقليمي او عالمي .

٤- توفير الامكانيات لإعداد الخرائط الخاصة بتصنيف الغطاء النباتي وانواع التربة والغابات وانواع المحاصيل الزراعية ورصد الآفات الزراعية وامراض ومراقبة التصحر مما يسهل عملية ادارة واستخدام الاراضي الزراعية بشكل عملي وفعال .

٥- مراقبة التلوث الذي يحصل في مناطق مختلفة من العالم سواء على سطح الارض او في البحار والمحيطات مثل تسرب النفط من الناقلات او مخلفات المصانع.

٦- المساهمة في دراسة التكوينات الصخرية والكشف عن المعادن ومواقع البراكين والصدوع ودراسة الشبكات المائية وحركة الانهار واعداد الخرائط كاملة ودقيقة لمختلف الظواهر الجيولوجية والجيمورفولجية والجغرافية .

المبحث الاول

مقدمة تاريخية عن علم الاستشعار عن بعد ومراحل تطوره

كانت ظلمة الليل منذ فجر التاريخ تشكل في أثناء الحروب معاناة للجنود ، إذ كان الظلام يحرمهم من القدرة على رصد العدو وتحديد أهدافه وقد حذر الأقدمون من العمليات الليلية وفضل الكثيرون تجنب الظلام كلما أمكن وعبر الفلاسفة والبارزون من القادة عن تحذيرهم من تنفيذ عمليات ليلية إلا عند الضرورة القصوى ، فقد سمح التكتيك والتقنية في الماضي لقدامى القادة بأن يمتنعوا عن العمليات الليلية طالما أن ذلك في مقدورهم ، حيث كان الليل هو وقت راحة الجنود المنهكين ووقت القادة كي يخططوا لأعمال اليوم التالي واثقين من أنه لا يوجد خصم سوف يقلق راحتهم ويفسد نومهم بمعركة ليلية .

وقد استمر هذا الحال إلى أن شاع استخدام الأضواء الكاشفة ولكن كانت لها سلبياتها ، ذلك أن الشعلات تضيء مناطق المعركة بكاملها للصديق والعدو وبذلت محاولات منذ الحرب العالمية الأولى لاستغلال الأجزاء غير المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي لتعزيز الرؤية ولم تفلح هذه الجهود (إلا في الحرب العالمية الثانية) لاستخدام مصادر الأشعة تحت الحمراء لإضاءة الأهداف وكان من النتائج التي تم التوصل إليها "مكثف الصور" Image Intensifier، الذي يحول الضوء إلى شحنات كهربائية للتضخيم الإلكتروني وإعادة تحويلها إلى ضوء مرئي للعرض على شاشة فلورسنتية Fluorescent Screen .

ولكن العدو الذي كان يحوز معدات مشابهة كان يستطيع هو كذلك رؤية مصادر الإضاءة بالأشعة تحت الحمراء التي أصبحت فعلياً لا تختلف عن مصادر الإضاءة المرئية ، ولذلك اقتضت الحاجة استخدام أجهزة سلبية لا تصدر أي نوع من الإشعاع فاتجهت الأنظار إلى طيف الضوء المرئي، وإلى حزم الأشعة تحت الحمراء القريبة، ولهذا استغلت مصادر الإضاءة الطبيعية مثل القمر والنجوم والأشعة تحت الحمراء المتولدة من كل الأجسام التي تشع حرارة مولدة منها نفسها أو منعكسة عنها .

فإذا كانت هناك مجموعة من الطائرات تربض على أرض ممر في أحد المطارات فإن ظلال هذه الطائرات على الممر تؤدي إلى اختلاف في درجة حرارة مكان الظلال عن المنطقة المحيطة فإذا أقلعت الطائرات فإن حرارة مكان الطائرة تكون مختلفة عن باقي أرض الممر، فإذا تم التصوير الحراري بعد فترة فإنه يمكن تمييز مكان الطائرات وعددها ووضع تلك الطائرات قبل الإقلاع ، وبالرجوع إلى جهاز الكمبيوتر ومتغيرات خاصة بالطقس والأرض فإنه يمكن تحديد أزمنة إقلاع الطائرات وتتابع الإقلاع بكل دقة .

وهكذا فإن الكواشف الحرارية الحساسة وأجهزة الكمبيوتر يمكن أن تضيف فائدة عظيمة لتصوير حدث بعد وقوعه ، وقد أمكن فعلاً توفير كواشف حرارية في الأقمار الصناعية يمكنها التمييز في درجات الحرارة بدقة بلغت جزءاً من عشرة من درجة الحرارة المئوية الواحدة واستخدمت فعلاً في تتبع الغواصات النووية في مساراتها بالقرب من قاع المحيطات ويمكن أن تستخدم هذه الظاهرة في الوصول إلى شكل المجرمين وعددهم في مسارح الجريمة مما يؤدي إلى كشف الغموض في عالم الإجرام ، وعلى الرغم من اكتشاف الأشعة تحت الحمراء سنة ١٨٠٠م فإنها لم تستخدم على نطاق واسع إلا مع بدء الحرب العالمية الثانية عندما فاجأ الألمان الحلفاء بمعارك ليلية بالدبابات بدون استخدام بواعث الإضاءة الكاشفة ولكن باستخدام بواعث كاشفة لأرض المعركة بالأشعة تحت الحمراء مثبتة على دبابات بينما تم تركيب المستقبلات على الدبابات المقاتلة وقد تمكن الألمان من تدمير عدد كبير من الدبابات المعادية إلا أن البريطانيين تمكنوا من اكتشاف فكرة هذه الأجهزة فكانت البواعث تكتشف بواسطة نظارات حساسة للأشعة تحت الحمراء حيث يتم تحديد مواقعها وتدميرها.

وتأتي الولايات المتحدة الأمريكية في مقدمة الدول التي زاد اهتمامها أخيراً بأهمية العمليات الليلية وكانت حربا كوريا وفيتنام حقلي التجارب لأجهزة الرؤية الليلية ، وبدأ في أواخر الخمسينيات وبداية الستينيات ظهور أجهزة الرؤية الليلية السلبية التي تعمل بتكثيف ضوء النجوم من أجل استخدامات المشاة وبدأ استخدامها وعرفت المناظير المستخدمة ذلك الوقت باسم "مناظير ضوء النجوم" Starlight Scopes وأفضل هذه المناظير كانت تسمح للجندي برؤية أهدافه على مسافة تصل حتى نصف ميل وأصغرها ما كان يركّب على البندقية طراز M16K ، واستخدم الأمريكيون السلاح القناص المجهز بجهاز للرؤية الليلة والذي سمي Sniper Scope لأول مرة عندما نزلوا في سواحل المحيط الهادي وقد أحدث رعباً بين الجنود اليابانيين .

وفي منتصف الستينيات بدأ تصميم أجهزة الرؤية الحرارية ومع بداية السبعينيات بدأ تطوير هذه الأجهزة والبحث في جعلها أصغر حجماً وأقل وزناً وتكلفة ثم بدأ استخدام أجهزة الرؤية والتصوير الحراري على نطاق واسع خلال السنوات الماضية وبذا أصبحت أجهزة الرؤية الليلية بأنواعها بديلاً لإضاءة أرض المعركة بالطرق التقليدية القديمة ، ورغم النوعيات القوية من المكثفات وأجهزة التصوير الحراري تبقى هذه الاجهزة معدات رقيقة نسبياً وينبغي أن تستخدم بحذر وبخاصة الكاميرات البصرية وتصنع عدسات التصوير بشكل خاص من مادة رقيقة يسهل خدشها برمال الصحراء وإلى درجة تغدو معها غير صالحة للاستخدام ، كما ينبغي تنظيفها بحذر وبخاصة في حالة عدسات أجهزة التصوير على المركبات .

ومن المحطات المهمة التي مرّ بها علم الاستشعار عن بعد خلال مراحل تطوره هي :

١- ارتبط علم الاستشعار عن بعد بالتصوير الفوتغرافي عام ١٨٢٧.
٢- عام ١٨٤٩ انشات جمعية المهندسين الفرنسيين برنامج شامل لاستعمال التصوير الفوتوغرافي لإنتاج الخرائط الطوبغرافية .
٣- عام ١٨٥٨ استخدمت المناطيد لتصوير المناطق الواسعة تلاها استعمال الطائرات الورقية عام ١٨٨٠.
٤- اختراع الطائرة ساهم في تطوير الاستشعار عن بعد وقد تم اعتبار الصور الجوية التي التقطت بواسطة طائرة تصوير في عام ١٩٠٩ في ايطاليا اول صورة جوية مسجلة يتم استخدامها لأغراض مدنية .
٥- في الثلاثينات من القرن العشرين توفرت امكانية الحصول على صور فوتغرافية ملونة وكان العمل جاريا في تطوير الافلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء .
٦- اثناء الحرب العالمية الثانية اجريت ابحاث على خصائص الانعكاس الطيفي للتضاريس الطبيعية وفرض امكانية التخزين في التصوير الجوي. وكان الحافز الرئيسي لذلك هو تطوير تقنيات لكشف التمويه اثناء العمليات الحربية .
٧- في عام ١٩٥٦ساهمت بعض التجارب المبكرة في استعمال التصوير الجوي في تصنيف وتمييز انواع النباتات الصحيحة والتالفة .
٨- في الربع الاول من القرن العشرين استعملت انظمة المايكروويف الفعالة في تتبع السفن والطائرات ودراسة طبقة الاينوسفير وقد تطورت بشكل اوسع بعد الحرب العالمية الثانية ثم تطورت لتعقب الاجسام المتحركة مثل السفن والطائرات ثم تطورت اكثر للحصول على صور ثنائية الابعاد مشابهة للتصوير الفوتغرافي .
٩- في الوقت الحاضر تنوعت تطبيقات الرادار بشكل واسع حيث يستعمل لدراسة سطح المحيطات وظواهر الغلاف الجوي وتطبيقات سطح الارض والغطاء الارضي بحيث اصبحت مرئيات الرادار تزودنا بالقياسات الطوبغرافية المتعددة وتعتبر البيانات ثلاثية الابعاد 3Dلسطح الارض من اهم البيانات التي يتم انتاجها من مرئيات الرادار .
١٠- في منتصف الخمسينات حدث تطور شامل في تطوير رادارات التصوير ذات البؤرة الحقيقية المحمولة جوا وفي نفس الوقت تقريبا كان

العمل مستمرا في تطوير رادارات التصوير ذات الفتحة الصناعية SAR التي تعتمد على الذبذبات التي ينشئها الرادار للحصول على مرئيات ذات درجة عالية الوضوح في الطائرات التي تطير على ارتفاعات عالية والتي استخدمت بشكل فعال منذ منتصف الستينات وقد كان اول قمر صناعي يحمل رادار SAR هو (SEATSAT) في عام ١٩٧٨وكذلك الرادارات المحمولة على المكوك الفضائي في عام ١٩٨١م .

١١- يعتبر اطلاق القمر الصناعي الروسي (SPUTINK) الى الفضاء في اكتوبر عام ١٩٥٧ م البداية الحقيقة لأرسال الاقمار الصناعية واستكشاف الفضاء بواسطة الانسان .

١٢- في بداية الستينات حدث تطور نوعي في الاستشعار عن بعد حيث اجريت الكثير من الدراسات التطبيقية في التصوير باستخدام الاشعة تحت الحمراء والمجسات المتعددة الاطياف من قبل وكالة ناسا .

١٣- بدأت الولايات المتحدة في اوائل الستينات من القرن العشرين بوضع مجسات الاستشعار عن بعد في الفضاء لرصد مظاهر سطح الارض ويعتبر القمر الصناعي TIROS اول قمر صناعي يستخدم الارصاد الجوية وتم تغيير اسمه عام ١٩٧٠ الى NAAA وهو يعمل حتى اليوم ويقدم صور AVHARR.

اما عن اهمية علم الاستشعار عن بعد في المجالات العسكري والمدني فأنها تكمن بالنقاط التالية :

١- الحصول على مرئيات فضائية تغطي مناطق واسعة وتقوم بكشف وتسجيل البيانات التي لا يمكن للعين المجردة ان تراها وبأطياف متعددة بدءا بالأشعة فوق البنفسجية وحتى صور الرادار مما يوفر الوقت والجهد معا ويساهم في المقارنات الزمانية والمكانية بين مجموعة من الصور التي يتم التقاطها في اوقات مختلفة لنفس المكان وكذلك مقارنة النتائج بين قمر واخر بهدف وضع الخرائط الدقيقة للتجمعات السكانية ومناطق التحضر وطرق النقل سواء في المناطق السهلية والجبلية .

٢- امكانية الحصول على المرئيات الخاصة بمختلف التفاعلات التي تحدث في الغلاف الجوي بهدف تتبع رصد الظواهر المختلفة مثل الاعاصير والعواصف وبالتالي تفادي حدوث الكوارث الناجمة عن تلك التفاعلات وتقليل الخسائر في الارواح والممتلكات وكذلك دراسة الطقس وتشكل السحب كما تساهم في الحد من خسائر بعض الكوارث الطبيعية من البراكين والفيضانات وحرائق الغابات .

٣- تعزيز القدرات الدفاعية عن طريق تحديد مواقع وحركة وحجم الجيوش المعادية والاماكن والاهداف الاستراتيجية ووضع الخرائط الخاصة بالمراقبة الجوية والاستطلاع في التصويب على الاهداف وتوجيه نيران الاسلحة مما يسهل عملية الانتشار والمباغتة وحسم المعارك اضافة الى مراقبة اي نشاطات تقوم بها عصابات التهريب والجماعات الارهابية التي تهدف الى زعزعة الامن والاستقرار على نطاق محلي واقليمي او عالمي

٤- توفير الامكانيات لإعداد الخرائط الخاصة بتصنيف الغطاء النباتي وانواع التربة والغابات وانواع المحاصيل الزراعية ورصد الآفات الزراعية وامراض ومراقبة التصحر مما يسهل عملية ادارة واستخدام الاراضي الزراعية بشكل عملي وفعال .

٥- مراقبة التلوث الذي يحصل في مناطق مختلفة من العالم سواء على سطح الارض او في البحار والمحيطات مثل تسرب النفط من الناقلات او مخلفات المصانع.

٦- المساهمة في دراسة التكوينات الصخرية والكشف عن المعادن ومواقع البراكين والصدوع ودراسة الشبكات المائية وحركة الانهار واعداد الخرائط كاملة ودقيقة لمختلف الظواهر الجيولوجية والجيمورفولجية والجغرافية .

المبحث الثاني

مجالات استخدام الاستشعار عن بعد في الجغرافية العسكرية

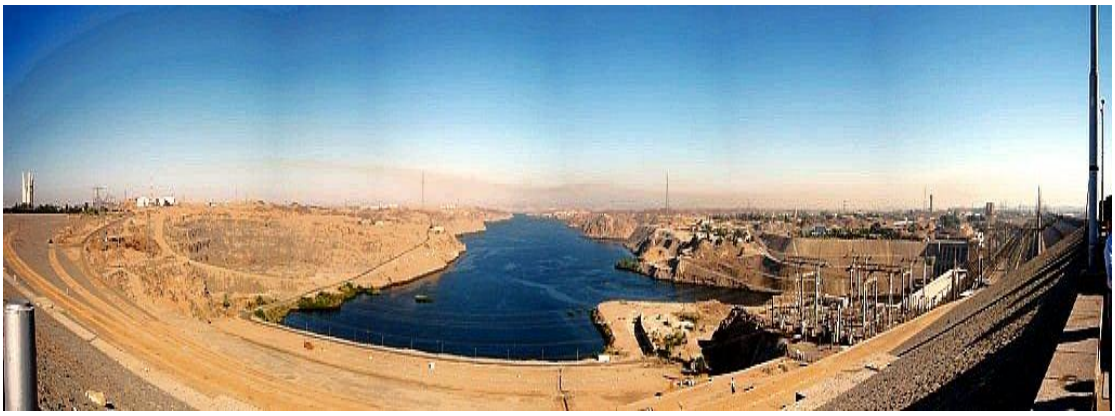
يمكن الاستفادة من الاستشعار عن بعد في المجال العسكري من عدة نواحي ومنها :

١- دراسة شكل الأرض وطبيعتها وتحديد موقع الهدف

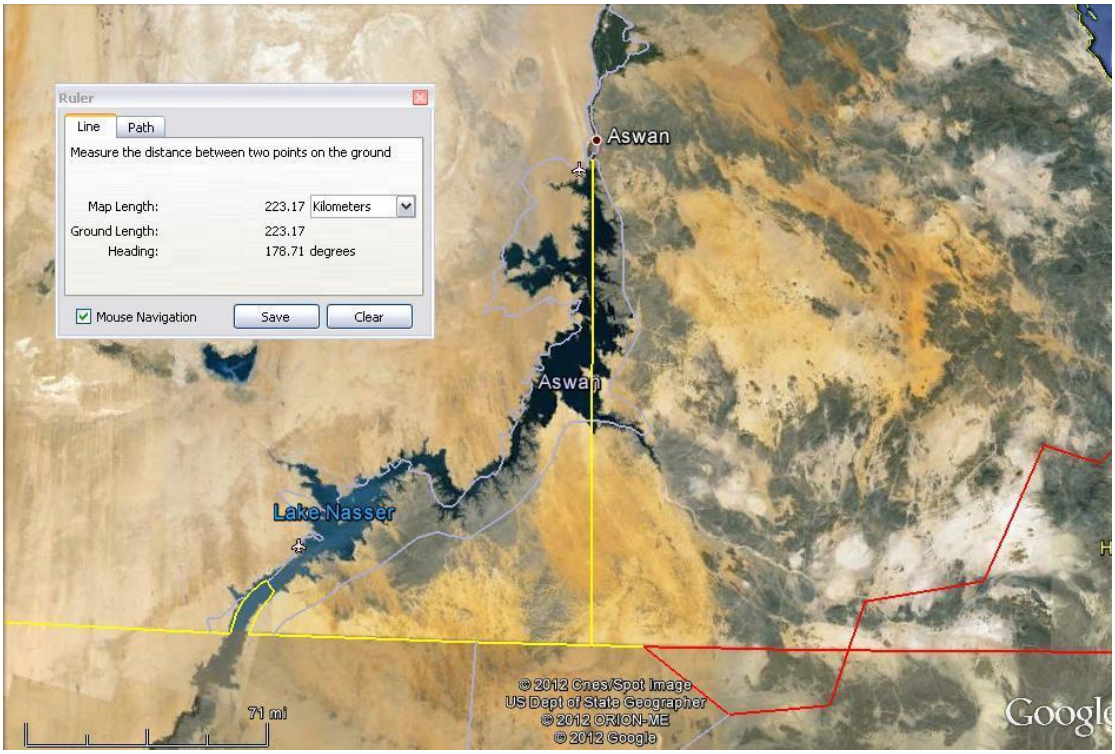
إن تصنيف الأرض يعني التعرف على ملامحها، مثل قدرة المركبات المختلفة على المرور عليها، والتي تعتمد على تكوين التربة والميل وارتفاع المزروعات وكثافتها، وتأثير المزروعات على حركة المشاة وحركة المركبات، وكذلك الإخفاء والتمويه. وتحليل الأرض للعمليات العسكرية الذي يشتمل على التخطيط لأنظمة الأسلحة وحقول النيران، وتحديد مواقع الإنزال ، والموانع الأرضية لاقتحام الطائرات العمودية، وتخطيط طرق التحرك، ونقاط التجميع الآمنه والبعيدة عن ملاحظة العدو ونيرانه.

وتتغير المعلومات عن الأرض واحتياجات القائد العسكري من المعلومات، بتغيير الوضع العسكري، وتعد الصور التي تلتقط بالأقمار الاصطناعية في الوقت المناسب، وبالصورة المثالية، والتي يتم تحليلها جيداً من أفضل مصادر المعلومات، وتستخدم الخرائط والرسومات لتؤكد الاعتماد عليها لهذه الأراضي، ولكن نادرا ما تحتوي الخرائط التقليدية على معلومات محدثة ومدققة، والتي يحتاجها القائد العسكري في العمليات العسكرية والأغراض الأمنية ومن ملاحظة صورة (١) التي تمثل صورة جوية مائلة للسد العالي يمكن الاستدلال على الارض المحيطة بالسد اراضي سهلة خالية من النبات الطبيعي تقريبا .

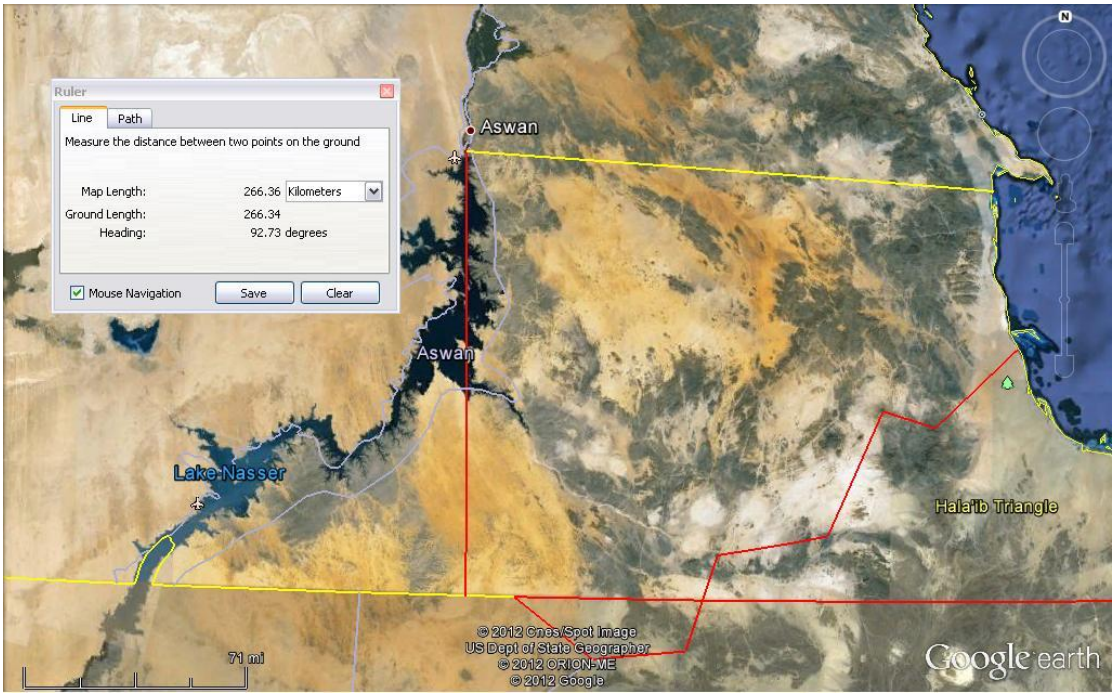
صورة (١) السد العالي في مصر



صورة (٢) تحديد موقع سد اسوان



صورة (٣)



٢- تجميع المعلومات عن الهدف وتشمل

١-المراقبة والإنذار

يعد تجميع معلومات عن المؤشرات والتحذيرات ضرورياً لمراقبة ومتابعة المواقف والتعرف على ما يشكل ضغطاً وتهديداً فعلياً أو حقيقياً. إن رصد ومراقبة ومتابعة المنشاة العسكرية يمكن أن يوفر معلومات عن حالة العمليات لكل من المنشأة والوحدات المتمركزة بها، والمعلومات التي يتم تجميعها عند رصد المؤشرات والتحذيرات تمكن صانعي القرار والقادة العسكريين من فهم أفضل لميدان القتال.

٢. مسح ارضي ميدان القتال

عندما يتوافر لقائد تمثيل مرئي وبصري لميدان القتال، من خلال صور ذات جودة عالية، سيتمكن بسرعة من استخلاص المعلومات لاتخاذ القرارات التكتيكية و الإستراتيجية ، لمواجهة أو منع أى أعمال عدائية، ويمكن دمجها مع بيانات أخرى متنوعة، مثل نماذج الارتفاعات الرقمية، وصور الرادار والرسومات الخطية الرقمية. ويمكن أن يكون مسح ارضى ميدان القتال، وتخطيط وكشف الموانع، وتحديد أماكن الموانع في ميدان القتال، عاملاً في إحداث أي اشتباك أرضي على إظهار مناطق التغطية الكبرى، ويتم رصد الموانع. وفى الدفاع يمكن استخدام الصور في التعرف على الموانع الطبيعية والنقاط الحاكمة، وذلك يتيح للمخططين أكبر استفادة من الأرض في حالة الدفاع. وفى الهجوم يمكن استخدام الصور في

المساعدة على التعرف على نقاط الضعف في دفاعات العدو، وتحديد أحسن الطرق لاختراق موانع العدو.

٣. تخطيط المهام والتدريب عليها

يعد تخطيط المهام والتدريب عليها استعداداً للعمليات العسكرية المستقبلية، للرد على أى تهديدات فعلية ضد أمن البلاد ، ومن الأهمية بمكان أن يكون القادة مدركين ومتفهمين لميدان القتال المستقبلي مسبقاً ، حتى تمكنوا من تقليل عدم التأكد في المهام المكلفين بها، ويتمكنوا من اتخاذ قرارات مؤثرة في التخطيط الجيد للمهام. ويجب التعرف على تلك الأهداف التي تعد حرجة في المواقف المختلف، ويتم تقييم كل هدف والتعرف على التهديدات الناتجة عنه، والأغراض والأهداف من تنفيذ المهام.

صورة رقم (٤)

صورة رقم (٥)

٣- تحديد الأهداف المعادية وتقدير خسائر المعركة

يتطلب تحديد الأهداف المعادية القدرة على تحديد مكان إحداث الضربة بدقة، وذلك لتحقيق نجاح المهمة المطلوبة. وبعد الضرب تقدر خسائر المعركة لتحديد مدى نجاح المهمة، وهل هناك ضرورة لتحديد أهداف إضافية وقد يُستفاد من تصوير وتحديد الأهداف وتقدير خسائر المعركة في اتخاذ قرارات دقيقة، وفى الوقت المناسب بخصوص المهمة، وتعد المعلومات المرتبطة بالقوات المعادية التي يمكن الحصول عليها من الصور المستخرجة مهمة، في اختيار القنابل والقاذفات أو أى نظام أسلحة آخر.

ثانياً: الاستخدام العملياتي لأقمار الاتصالات

يدخل شق الاتصالات كعنصر مهم في مجال المعلومات، من حيث تأثيره على توفير المعلومات وتداولها،وتمثل أقمار الاتصالات أحدث وسائل نقل المعلومات في الوقت الراهن ، لاتساع مجال تغطيتها، ويتبلور دور أقمار الاتصالات في مجال الاستطلاع وجمع المعلومات في الآتي:

١. زيادة عمق ومجال التغطية لأقمار الاستطلاع.

٢. تعد مصدراً لجمع المعلومات من خلال أعمال التصنت عليها.

فمن حيث تعميق مجال التغطية الفورية لأقمار الاستطلاع، يتم من خلال عملها كوسيلة، إعادة إذاعة لمعلومات هذه الأقمار،بحيث يمكن استقبال صور أقمار الاستطلاع أثناء مساراتها خارج نطاق مجال التغطية لمحطات الاستقبال الأرضية (Foot print).

ويتيح هذا الاستخدام إمكانية الحصول على صور لمناطق تقع خارج نطاق استقبال المحطة الأرضية لمعلومات قمر الاستطلاع، من خلال بث القمر رسالة من الصور إلى قمر الاتصالات، الذي يعيد بدوره إرسالها لمحطة الاستقبال الأرضية، نتيجة لاتساع مجال تغطية وارتفاع المدار، وقدرة أجهزة الإرسال به،ويتم ذلك بالربط المباشر بين قمر الاستطلاع وقمر الاتصالات، أو من خلال استخدام أقمار صغيرة كمحطات إعادة إذاعة للربط بين الوسيلتين.

ويحقق الاستخدام السابق الاستغناء عن أجهزة التسجيل، التي تزود بها أقمار الاستطلاع، لتسجيل نتائج تصويرها لمناطق خارج نطاق تغطية محطات الاستقبال الأرضية، ثم البدء في إذاعتها عند دخولها لنطاق التغطية، أو إنشاء أكثر من مركز استقبال من أقمار الاستطلاع، وهو الأسلوب المستخدم في الأنظمة المدنية التجارية، لتحقيق أكبر قدر من التغطية، هذا إضافة إلى ما يحققه هذا الاستخدام من الحصول على صور في الوقت الحقيقي. وتعد أقمار الاتصالات أحد مصادر جمع المعلومات، من خلال أعمال التنصت المعادي عليها بأسلوب غير مباشر، في حالة استخدام قنوات اتصال غير مشفرة في تحقيق الاتصالات، أو بأسلوب غير مباشر في حالة

استخدام قنوات مؤمنة ومشفرة بتطبيق أساليب ووسائل فك الشفرة الحديثة، فيمثل هذا الاتجاه أحد سلبيات استخدام الاتصالات بالأقمار الاصطناعية، في تداول معلومات ذات درجات سرية عالية.

ثالثاً: الاستخدام العملياتي لأقمار الإنذار عن تهديدات الصواريخ البالسيتية

يمثل الإنذار عن لحظة إطلاق الصواريخ البالسيتية أهم مراحل منظومة الدفاع ضدها، نظرا لمديات الإطلاق البعيدة والسرعة العالية التي يتميز بها هذه النوع من الصواريخ، وكذا محدودية إمكانيات وسائل الإنذار المبكر عن الأهداف الجوية في التعامل مع هذه الصواريخ لارتفاع مسار طيرانها ، ومن ثم أصبحت الأقمار تمثل مصدرا مهماً للمعلومات الموقوتة عن إطلاق الصواريخ.

ومن خلال البرنامج الأمريكي للدفاع ضد الصواريخ البالسيتية (Defense Support Program (DSP، أُنتجت مجموعة الأقمار المعروفة بالاسم نفسه (DSP)، التي تقوم بالإنذار عن إطلاق صواريخ بالسيتية، من خلال الاستشعار

الحراري لموقع إطلاق هذه الصواريخ، ويتيح ذلك توفير زمن كاف لاستعداد عناصر الدفاع ضدها، واتخاذ إجراءات الاعتراض اعتماداً على توفير المعلومات الآتية من خلال الأنظمة الرادرية المخصصة مع وحدات الصواريخ المضادة للصواريخ البالسيتية.

وبنجاح التجارب على هذه النوع الجديد من أقمار الإنذار، ستضاف إمكانية كشف وتتبع الصواريخ في مرحلة الطيران (Mid Course Phase) وذلك لتوفير زمن إنذار كاف لعملية الاعتراض. وتسعى الولايات المتحدة الأمريكية من خلال إنتاجها لمحطات متنقلة لاستقبال بيانات أقمار الإنذار، إلى توفير وسيلة استقبال معلومات شبكة الإنذار للقوات الأمريكية في مناطق عملها.

رابعا: خصائص الأقمار المؤثرة على أعمال جمع المعلومات

تتكامل عدة خصائص فنية في الأقمار الاصطناعية المستخدمة في مجال الاستطلاع بالتصوير، لتحدد شكل المنتج (الصور) ومدى كفاءته وجودته. ومن هذه الخصائص ما يتعلق بوسيلة الاستشعار المستخدمة (كاميرا التصوير ـ نظام الرادار)، وأخرى ترتبط بمدار العمل وأنظمة التحكم بالقمر، والتي يتوقف عليها سرعة الدوران ومعدل التغطية، ومن ثَم فإن العمر الافتراضي للقمر أصبح يمثل خاصية مهمة في هذا المجال. وتتمثل العوامل المرتبطة بوسيلة الاستشعار في الآتي:

· نوع المستشعر (ماسح ضوئى ـ كاميرا فوتوغرافية ـ رادارى).

· القدرة التحليلية.

· حيز الطيف للمستشعر الكهروبصري، أو التردد للمستشعر الراداري.

ويمثل نوع المستشعر أهمية من حيث ارتباط إمكانية الاستطلاع في الأوقات المختلفة من اليوم بنوع وسيلة الاستشعار المستخدمة، ففي حين يقتصر عمل المستشعرات الكهروبصرية (ماسح ضوئي ـ كاميرا التصوير) على العمل خلال فترات النهار ، ونجد أن المستشعرات الرادرية تصلح للعمل ليلاً/ نهارا ، وذلك لاعتماد أنظمة التصوير الكهروبصرية على أشعة الشمس المنعكسة من الأرض، ومن ثم تأثر هذا النوع من المستشعرات بالأحوال الجوية (السحب ـ الدخان الكثيف... الخ) ، بينما لا تتأثر المستشعرات الرادرية (وهى مستشعرات ايجابية) بهذه العوامل.

كما تمثل القدرة التحليلية أحد أهم العوامل المؤثرة على دقة المعلومات المتحصل عليها من الصور الفضائية وحجمها وتعني القدرة التحليلية مدى ما تمثله عناصر تكوين الصورة (النقطة المضيئة على الحاسب الالى) من مساحة على الطبيعة، ومن

ثم إمكانية التفريق بين الأهداف داخل الصورة (أقل مسافة بين هدفين، ليمكن تحديد كل منهما كهدف مستقل).

ويؤثر هذا العنصر (القدرة التحليلية) على مدى ما يمكن استنتاجه من معلومات من الصور الفضائية، حيث الاستفادة، بصورة عامة، من الصور ذات القدرات التحليلية، ١٠ م على سبيل المثال، في التعرف على موقع معين (قاعدة جوية) وتمييزها، دون التعرف على ماهية أو طبيعة المنشات بها، أي للوصف العام؛ بينما يتطلب

التعرف على توزيع المنشات (دشم طائرات / أماكن إيواء/ مخازن) استخدام مستشعرات ذات قدرات تحليلية أعلى من ٥ م. وللتعرف على حجم وطبيعة التمركز، فإن القدرة التحليلية في هذه الحالة، يجب أن تزيد عن مترين. وهناك أهداف عسكرية لا يمكن التعرف عليها إلا بقدرات تحليلية أفضل من متر،فإنه يمكن اكتشاف تجمعات القوات بصور ذات قدرة تحليلية ٦ – ٥ م، بينما يتطلب التمييز الدقيق لها قدرة

تحليلية أفضل من مترين، في حين يتطلب الوصف التفصيلى لنوع التسليح أقل من نصف متر، وكذا في التعرف على الأهداف البحرية فإنه لا يمكن التمييز بين سفينة السطح والغواصة الطافية من صور بقدرة تحليلية أقل من متر.

مصادر: وجود أعمال وبناء قد تشمل أنفاقا ومخازن تحت الأرض وشوهد عدد من آليات الحفر والرفع
الطريق إلى تعز
المدخل الرئيسي للعند
الطريق إلى عدن
جانب من قاعدة العند كما تظهر في «جوجل إرث»
يمتد «العند» على مساحة كبيرة وهو قاعدة عسكرية بناه الاتحاد السوفيتي قبل الوحدة

المبحث الثالث

تطبيقات الاستشعار عن بعد في الحروب الحديثة