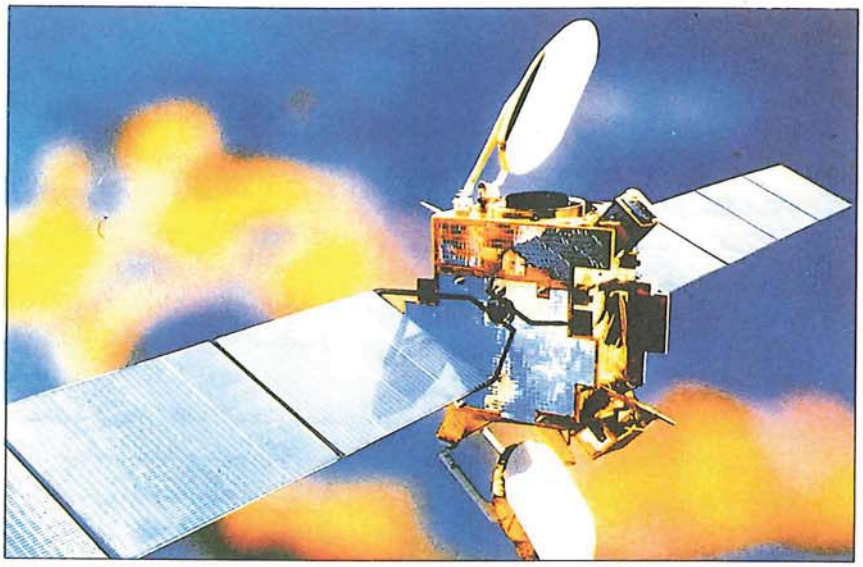
علم الإستشعار عن بعد

د . محمد طرابزوني

من نعم الله التي لا تحصى على عباده أن منحهم نعمة التدبر والتفكر بالكون من حولهم والإستفادة منه عن طريق ما وهبهم من حواس عديدة تحقق لهم ذلك ، ومن هذه الحواس النظر والشم والسمع والتذوق ، ولكل حاسة من تلك الحواس مجال استخدام يستفيد الإنسان عن طريقها بما في الكون من جمال وفوائد جمة تعينه على حياته .



تعد العين أحد أجهزة الإستشعار عن بعد إذ بوساطتها يرى الإنسان الأشياء ويكون منها صوراً يقوم عقله بمعالجتها وتحليلها وتحديد مدى الإستفادة منها ، وعليه فإن العين والعقل معا يعدان من أعقد أجهزة الإستشعار عن بعد التي وجدت حتى الآن ، ويمكن تعريف الإستشعار عن بعد بأنه مجموعة الوسائل والطرق العلمية التي يمكن بوساطتها الحصول على المعلومات عن أهداف معينة من مسافات بعيدة دون الإتصال المباشر أو التلامس مع الهدف المراد دراسته ، وذلك باستعمال أجهزة الإلتقاط أو التصوير أو السمع ، وعلى ذلك فإن نظام تقنية الإستشعار عن بعد ، شكل (١) ، يعتمد على العوامل التالية:-

١ ـ **المصدر :** هو حزمة ضوء من مجال الطاقة الكهرومغناطيسية ، وقد يكون المصدر سلبياً طبعياً (Passive) كأشعة الضوء المنعكسة أو الأشعة الحرارية المنبعثة من الجسم . أو فعالا صناعيا أي من صنع الإنسان كأشعة الرادار أو الأشعة المنبعثة من مصباح آلة التصوير أو أشعة الليزر أو الأشعة السينية .

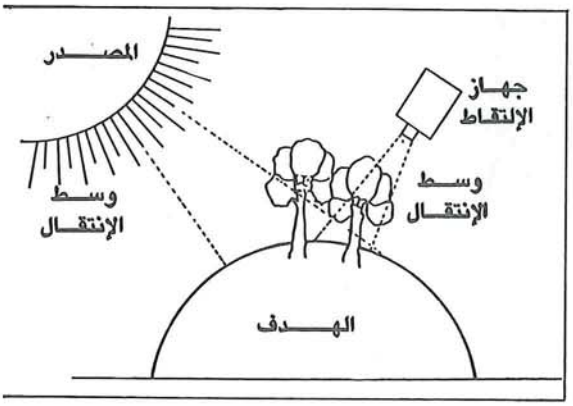
٢ ـ **وسط الإنتقال :** هو الوسط الذي ينتقل خلاله الإشعاع أو الصورة إلى الهدف . مثل مكونات الغلاف الجوي أو أي ظاهرة طبعية (العواصف الرملية) ، السحب، الأمطار ، الثلوج ، دخان المصانع أو الحرائق .

٣ ـ **الهدف :** هو الجسم أو الظاهرة المراد دراسته مثل سطح الأرض أو أي جسم عليها أو أي ظاهرة طبعية أو اصطناعية .

٤ ـ **أجهزة الإلتقاط :** هي أجهزة جمع المعلومات عن الهدف مثل العين أو الأذن أو آلة التصوير أو اللاقط متعدد الأطياف أو أجهزة قياس الأشعة والترددات الصوتية أوالمغناطيسية .

ولكي تتوفر هذه العوامل فلابد أن تكون هناك علاقة بينها بحيث تتمثل هذه العلاقة في معرفة الهدف أو أي معلومات عنه ، ويتم ذلك باختيار مصدر الإشعاع وأجهزة جمع المعلومات وتحديد المساحة المراد تغطيتها ونوعية الصور والخرائط ومقاييس الرسم المختلفة التي تُظْهر الهدف أو معالمه حسب تفاعلاته مع الأحوال المحيطة به .

ترتبط مكونات الإستشعار عن بعد بالطاقة الكهرومغناطيسية وهي الطاقة التي تسير بسرعة الضوء (٣٠٠٠٠٠ كم / ساعة) والتي تتكرر بانتظام ولها مجال (كهربائي ومغناطيسي) يتعامد أحدهما على الآخر ، والطاقة المستنبطة وهي التي تستخدم جزءا من المجال الكهرومغناطيسي مثل الموجات الصوتية وأشعة الميكروويف والأشعة السينية وأشعاعات جاما ، والتي يتم فيها إرسال الترددات الصوتية أو الإشعاعية من جهاز الإرسال باتجاه الجسم ومن ثم استقبال المرتد منها على جهاز الإستقبال ، ومن ذلك يتم الحصول على معلومات عن الهدف ، ومن الأجهزة التي يتم بها هذا النوع من استخدام تقنية الإستشعار عن بعد الرادار ، آلة التصوير



● شكل (١) مكونات نظام الإستشعار عن بعد .

بالمصباح ، السبر بالصدى ، الماسح المغناطيسي ، أجهزة الأشعة السينية ، أجهزة الليزر ، مرسمة الزلازل وغيرها .

أجهزة الإستشعار عن بعد

ولكي يتم تطبيق مبدأ الإستشعار عن بعد لابد من توفر العديد من الأجهزة منها ما يلي :-

١ - آلات التصوير العادية وهي ذات الأفلام (الأبيض والأسود، الألوان الطبيعية، أفلام الأشعة تحت الحمراء) ، ويختلف التصوير هنا باختلاف آلة التصوير والفيلم المستخدم حيث أن كل نوع من الأفلام له حساسية لنوع الأشعة .

٢ - آلات التصوير متعددة الأطياف (الأبيض والأسود ، الطيف الأخضر ، الطيف الأحمر ، الطيف تحت الأحمر) ويتم التصوير فيها بوضع مرشحات (Filters) وأفلام ذات حساسية خاصة ومختلفة لكل طيف يراد التصوير به .

٣ - اللاقط متعدد الأطياف ذو الأربعة أو السبعة أو الأحد عشر أو الأربعة والعشرين طيفا ، ويتم فيه التقاط الصور أو المعلومات باستقبال الأشعة المنعكسة والمنبعثة من الأجسام بوساطة أجهزته الرئيسة التي تتمثل في :-

* أجهزة الجمع (Collectors)
* أجهزة الكشف (Detectors)
* أجهزة التسجيل (Recorders)

وتكون الصور في مثل هذا النوع من الأجهزة رقمية (Digital) وليست فوتوغرافية .

٤ - اللاقط الطيفي للأشعة تحت الحمراء الحرارية ، ويتم التقاط الصور فيه بتسجيل الإختلافات الحرارية بين عناصر الهدف ويمكن استخدامه ليلا ونهارا .

٥ - الرادار وهو الجهاز الذي يصدر طاقة في الترددات L, K, X ويرسلها إلى الجسم ثم يستقبل المرتد منها إما بوساطة إرسال أفقي واستقبال أفقي (HH) أو إرسال عمودي واستقبال عمودي (VV) أو إرسال أفقي واستقبال عمودي (HV) أو إرسال عمودي واستقبال أفقي(VH) ويمكن استخدامه في جميع الأحوال الجوية والمناخية ليلا ونهاراً .

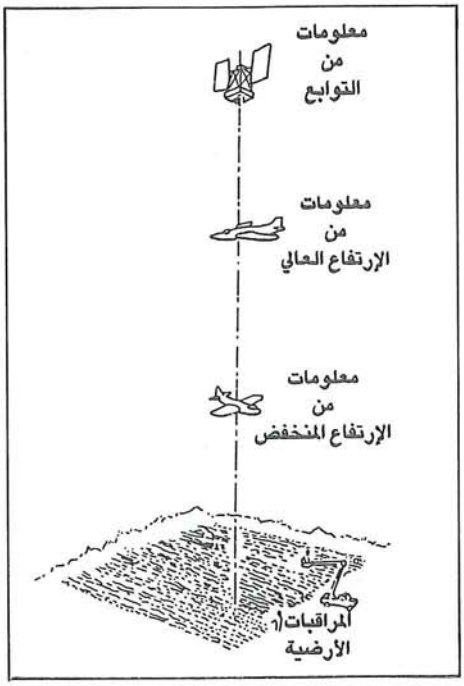
٦ - آلات التصوير التلفزيونية وأجهزة الأشعة السينية وأشعة جاما وأشعة الليزر والميكروويف والتي تلتقط صوراً تستخدم في تسجيل الأحداث ، كما تستخدم للأغراض الطبية وفي دراسة غياهب الكون ومكونات الأجرام السماوية والذرة .

يمكن بوساطة جميع الأجهزة المذكورة أعلاه تكوين صورا إما فوتوغرافية أو رقمية ، وتستخدم هذه الأجهزة لدراسة الهدف وذلك لإظهار المعالم الخاصة به من حيث الحجم والمساحة والدقة ومقياس الرسم ، وهناك عوامل تؤثر على دقة تحديد الحجم والمساحة ومقياس الرسم وهي :-

* الأحوال المناخية أثناء جمع المعلومات
* الفترات الزمنية التي يرغب جمع المعلومات فيها .
* نوعية الفيلم المستخدم والبعد البؤري (Focal Length) لآلات التصوير أي بعد العدسات عن مخزون الفيلم .
* نوعية اللاقط أو آلة التصوير .
* ارتفاع المنصة (Platform) حاملة الأجهزة وهي المكان الذي يتم أخذ الصورة منه ، لذا فإن هذه الأجهزة توضع على منصات مختلفة مثل الأماكن المرتفعة أو البالونات والمناطيد والطائرات ذات الإرتفاع المنخفض أو المرتفع ومن التوابع كما هو موضح في الشكل (٢) .

تطور علم الإستشعار عن بعد

أصبح علم الإستشعار عن بعد وسيلة مهمة لجمع المعلومات ، وذلك بعد التطور الذي طرأ على صنع آلات التصوير والأفلام ووسائل الطيران ، ولكن مع بداية عصر ارتياد الفضاء عام ١٩٥٧م والتقاط أول صورة فضائية لسطح الأرض بوساطة المركبة « الكاشف ـ ٦ » (Explorer-6) عام ١٩٥٩م . بدأ اهتمام الإنسان ينصب على استخدام الفضاء كمنصة والتوابع



● شكل (٢) منصات الإستشعار عن بعد .

كوسيلة لحمل آلات التصوير وأجهزة الإلتقاط المختلفة لمراقبة الكرة الأرضية وجمع المعلومات عنها ، وبعد قيام رواد رحلات جيمني ، وأبولو وساليوت بالتقاط صور بوساطة آلات التصوير المختلفة والتقاط الصورة الخاصة بالأرض والمجموعة الشمسية وغيرها من الكواكب والمجرات بوساطة أجهزة الإلتقاط المختلفة المحمولة على متن التوابع والمركبات غير المأهولة مثل فويجر ومرينز وكوزموس ، تمكن العلماء والمختصون من دراسة واستخراج المعلومات للإستفادة منها في تنفيذ الدراسات المختلفة، وهنا أبدى العلماء رغبتهم في الحصول على المعلومات باستمرار وذلك بحث الجهات المختصة ذات العلاقة مثل وكالة الفضاء الوطنية الأمريكية ناسا (NASA) والمنظمة الوطنية للأجواء والمحيطات نووا (NOAA) ووكالة الفضاء الفرنسية كنيس (CNES) بإطلاق توابع مدارية الحركة حول الكرة الأرضية وذات مدار قطبي يدور يوميا من الشمال إلى الجنوب مرورا بخط الإستواء لجمع المعلومات الخاصة بسطح الكرة الأرضية في أيام معدودة . وتختلف التوابع حسب الجهة المصنعة (الدولة) والجيل ، ومن هذه التوابع :-

النطاق الطيفي	الحقل الطيفي (ميكرون)	التباين (القدرة على تمييز مساحة الأجسام "م")
٤	٠,٥ ـ ٠,٦	٨٠
٥	٠,٦ ـ ٠,٧	٨٠
٦	٠,٧ ـ ٠,٨	٨٠
٧	٠,٨ ـ ١,١	٨٠
٨*	١٠,٤ ـ ١٢,٨	٢٣٧
آلة التصوير التلفزيونية فيدكون (RBV)**	٠,٤٨ ـ ٠,٥٨	٨٠
	٠,٥٨ ـ ٠,٦٨	٨٠
آلة التصوير التلفزيونية فيدكون (RBV)**	٠,٥٠ ـ ٠,٧٥	٤٠

● جدول (١) خواص أجهزة الالتقاط في لاندسات ـ١ ، ـ٢ ، ـ٣ .

* فقط لاندسات ـ٣

** فقط لاندسات ـ١ ـ ٢ .

النطاق الطيفي	الحقل الطيفي (ميكرون)	التباين (القدرة على تمييز مساحة الأجسام "م")	
١	٠,٤٥ ـ ٠,٥٢	٣٠	
٢	٠,٥٢ ـ ٠,٦٠	٣٠	
٣	٠,٦٣ ـ ٠,٦٩	٣٠	
٤	٠,٧٦ ـ ٠,٩٠	٣٠	اللاقط
٥	١,٥٥ ـ ١,٧٥	٣٠	(TM)
٧	٢,٠٨ ـ ٢,٣٥	٣٠	
٦	١٠,٤ ـ ١٢,٤	١٢٠	
٤	٠,٥٠ ـ ٠,٦٠	٨٠	
٥	٠,٦٠ ـ ٠,٧٠	٨٠	اللاقط
٦	٠,٧٠ ـ ٠,٨٠	٨٠	(MSS)
٧	٠,٨٠ ـ ١,١	٨٠	

● جدول (٢) خواص أجهزة الالتقاط في التابع لاندسات ـ٤ ، ـ٥ .

النطاق الطيفي	الحقل الطيفي (ميكرون)	التباين (القدرة على تمييز مساحة الأجسام "م")
١	٠,٥٠ ـ ٠,٥٩	٢٠
٢	٠,٦١ ـ ٠,٦٨	٢٠
٣	٠,٧٩ ـ ٠,٨٩	٢٠
البانكروميتي	٠,٥١ ـ ٠,٧٣	١٠

● جدول (٣) خواص أجهزة الالتقاط في سبوت ـ١ ، ـ٢ .

لاندسات (Landsat) ١ ، ٢ ، ٣ ولاندسات ٤ ، ٥ الأمريكية وكذلك سبوت (Spot) ١ ، ٢ الفرنسية (أنظر مقال توابع الإستشعار عن بعد) . وتختلف أجهزة الإلتقاط للتوابع المذكورة حسب نوعها ، جدول (١) ، (٢) و(٣) .

إستخدامات الصور الفضائية

استخدمت الصور الملتقطة من التوابع في دراسات وبحوث عديدة وأعطت نتائج مهمة في البحث عن مصادر الثروات الطبعية والزراعية والمعدنية وعمل الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية والبحث عن المياه الجوفية ودراسة الشواطيء وتلوث البيئة وغيرها ، وحيث أن هذه التوابع كلها مدارية (تدور حول الأرض) وتمر بأي منطقة بعد كل ستة عشر أو ستة وعشرين يوما، فإن الصور فيها تتكرر دائما مما ساعد على القيام بدراسات متتالية مثل نمو المحاصيل الزراعية وحصرها ، وأثر الأضرار الناتجة عن السيول والحرائق في الغابات والزلازل والبراكين واتساع المدن وكذلك إظهار التغييرات الموسمية للمياه والغطاء النباتي وزحف الرمال .

ويتم إرسال المعلومات من هذه التوابع إلى محطات استقبال موجودة في جهات مختلفة من أقطار العالم بعد أن تدفع الدولة المالكة لمحطة الإستقبال رسوم سنوية إلى كل من نووا الأمريكية وسبوت ايماج الفرنسية ، أو عبر توابع الإتصالات الخاصة الثابتة المدار والتي ترسل بدورها المعلومات الى محطة استقبال رئيسية في الولايات المتحدة الأمريكية ، أو عن طريق أجهزة التسجيل الموجودة ضمن مكونات التابع .

تقوم توابع لاندسات (١ ، ٢ ، ٣) مع أجهزة الإلتقاط الخاصة بها بحمل أجهزة تسجيل خاصة تقوم بتسجيل المعلومات ثم ترسلها الى الأرض عند مرورها بمحطات الإستقبال في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والسويد ، ونظرا

لأن تلك المحطات تقع على مقربة من القطب الشمالي فإن التابع لاندسات يمر بها عدة مرات خلال اليوم الواحد (أي ٢٤ ساعة). أما المحطات الأخرى فإنها تستقبل المعلومات التي في محيط دائرتها ـ مركزها هوائي الإستقبال ونصف قطرها المدى الذي يمكن منه استقبال ترددات إرسال المعلومات من التابع (خط الأفق للهوائي) ـ بوساطة الإرسال والإستقبال المباشر من التابع الى المحطة ، أما التابعان الآخران لاندسات (٤ ، ٥) فإنهما يرسلان معلوماتهما عن طريق الإرسال والإستقبال المباشر بين التابع والمحطة في جميع أنحاء العالم أو عبر تابع الإتصالات الثابت تدرس (TDRS) الذي يقوم بإرسال المعلومات إلى محطة رئيسة في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك لعدم توفر أجهزة تسجيل به . ويرسل التابع سبوت المعلومات التي تجمع بوساطة أجهزة التسجيل إلى محطتي تولوس في فرنسا وكيرونا في السويد عن طريق الإرسال والإستقبال المباشر بين التابع والمحطات الأرضية الأخرى .

منتجات لاندسات وسبوت

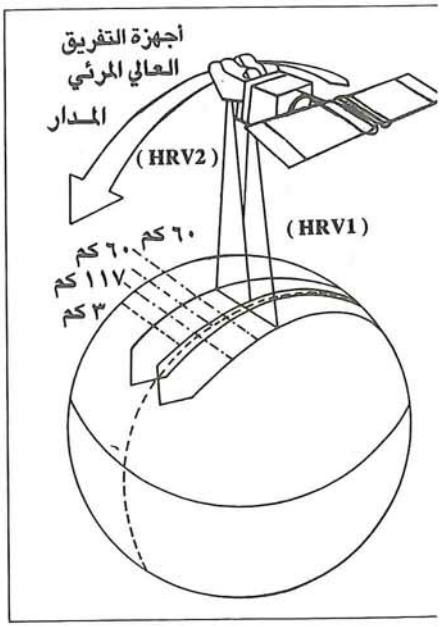
يمكن الحصول على المعلومات الناتجة من لاندسات وسبوت بالأشكال التالية :ـ

١ ـ أشرطة ممغنطة موافقة للحاسب الآلي (CCT) يتم معالجتها هندسيا وراديومتريا في محطات الإستقبال ، وتشمل جميع المعلومات الملتقطة عن المنطقة ، وهي صور رقمية (Digital) ، ولكي تستخدم من قبل المستفيدين في الدراسات المختلفة التي يقومون بها ، تحتاج الى أجهزة خاصة لمعالجتها وتحليلها لكي يتم تحويلها إلى صور فضائية .

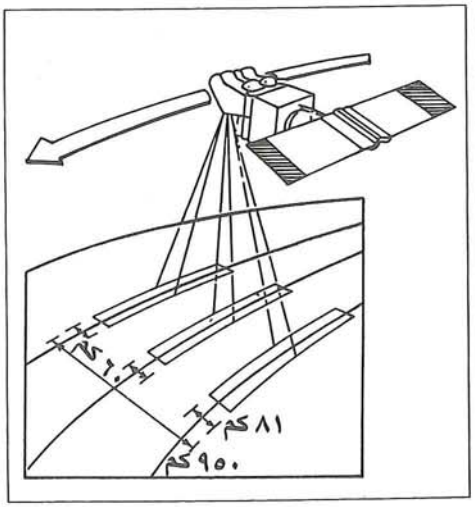
٢ ـ صور فوتغرافية (صور فضائية) تكون على هيئة أفلام أو ورق بمقاييس رسم مختلفة من (١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ إلى ١ : ٥٠,٠٠٠ وقد تكون هذه الصور الفضائية أبيض وأسود لكل نطاق طيفي على حدة أو بنكرماتي ، أو صور ملونة استخدمت عدة أطياف متجمعة سويا لإنتاجها ، وتسمى هذه الصور الملونة بصور الألوان غير الحقيقية (False Colour) وذلك لاستخدام النطاقات الأخضر والأحمر وتحت الأحمر لإنتاجها حيث أن التوابع على ارتفاع أعلى من الغلاف الجوي فإنه لايُمكِّن أجهزتها أن تلتقط النطاق الأزرق الذي يصل إلى الأرض لأنه يتشتت عند اصطدامه بالغلاف الجوي ، و يتم الحصول على هذه الأشرطة والصور عن طريق شرائها من قبل المحطات الرئيسة في كل منطقة حسب مساحة الدائرة التي تغطيها أو من قبل شركة ايوسات (Eosat) في أمريكا أو شركة سبوت ايماج (Spot Image) في فرنسا أو من يمثلهما في جميع أنحاء العالم .

الصور الفضائية في المملكة

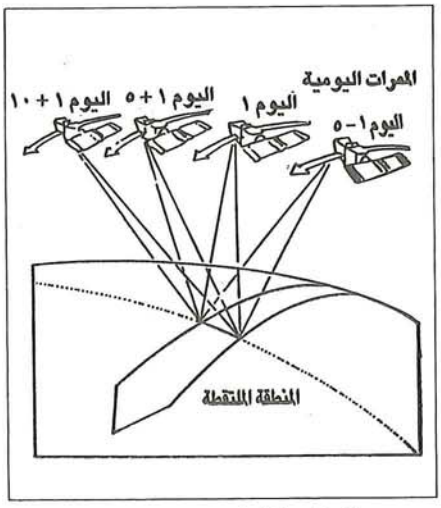
استخدمت عدة جهات حكومية في المملكة العربية السعودية (وزارة البترول والثروة المعدنية ، الزراعة والمياه ، المواصلات ، الأشغال العامة والإسكان ، الشؤون البلدية والقروية ، والجامعات ومعاهد البحوث) الصور الملتقطة من التوابع في عمل خرائط جيولوجية والقيام بدراسات بحثية وعلمية على امتداد الساحل الغربي وآثار التلوث في الخليج العربي من بقع الزيت المتسرب من حقل النيروز الإيراني ، وفي تخطيط المدن الرئيسية مثل مكة المكرمة ، المدينة المنورة ، الرياض ، جدة ، الدمام ، وأبها ، وفي دراسات المراعي ، مكامن المياه الجوفية ، مصادر الثروات المعدنية ، وبعض الأبحاث الأكاديمية ، وحيث أن تنفيذ هذه الدراسات كان من خلال عقود مع شركات محلية وعالمية لذا اهتمت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بإنشاء مركزا سعوديا للإستشعار عن بعد لاستقبال ومعالجة وتحليل وطبع معلومات التوابع لاندسات وسبوت ونووا وغيرها وذلك لتوفير المعلومات لجميع المستفيدين خصوصا بعد أن أصبحت عملية الحصول على المعلومات مكلفة وتتطلب وقتا طويلاً .



● المساحة التي يغطيها جهاز التمييز العالي المرئي .



● الزيارات المتعددة لنفس المنطقة من التابع سبوت .



● الممرات والشرائح التي يمكن إلتقاطها من التصوير العمودي بوساطة سبوت .