جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
League of Arab States
Arab Organization For Agricultural Development

# الدورة التدريبية القومية
# في مجال
# تطبيقات الإستشعار عن بُعد
# ونظم المعلومات الجغرافية
# في مراقبة التصحر وتحركات الجراد الصحراوي

الجمهورية العربية السورية
دمشق : 16-1999/10/21

الخرطوم — نوفمبر (تشرين الثاني) 1999

جمهورية السودان ـ الخرطوم ـ المقرات شارع [7] ـ الرمز البريدي 11111 ـ Khartoum ـ Al Amarat ـ St. No. [7] ـ Postal Code:11111 ـ تلكس : Telex:22554 AOAD SD ـ بريد الكتروني : E.Mail: aoad@sudanmail.net
برقياً : أوابد الخرطوم ـ Cable: AOAD Khartoum ـ فاكس : Fax : (249-11-) 471402 ـ تلفونات : 472183 ـ 472176 (249-11-) ـ Telephones: (249-11-) 472176 ـ ص.ب : P.O. Box: 474

المنظمة العربية للتنمية الزراعية
الخرطوم - نوفمبر (تشرين ثاني) 1999
الرقم الكودي AOAD/2000/RG-P/10-00915

جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
League of Arab States
Arab Organization For Agricultural Development

# الدورة التدريبية القومية
# في مجال
# تطبيقات الإستشعار عن بُعد
# ونظم المعلومات الجغرافية
# في مراقبة التصحر وتحركات الجراد الصحراوي

## الجمهورية العربية السورية
## دمشق : 16-1999/10/21

الخرطوم — نوفمبر (تشرين الثاني) 1999

جمهورية السودان ـ الخرطوم ـ العمارات شارع (7) ـ الرمز البريدي: 11111 ـ Khartoum ـ Al ـ Amarat ـ St. No. (7)
برقياً : أواد الخرطوم ـ Cable: AOAD Khartoum ـ فاكس : 471402 (249ـ11) : Fax ـ تلفونات : 472183 ـ 472176 (249ـ11) ـ Telephones: (249ـ11) ـ ص.ب : 474 P.O. Box: 474
E.Mail: aoad @ sudanmail.net ـ بريد الكتروني: Telex:22554 AOAD SD ـ تلكس

# التقديم

# تقديم

يُعتبر الجراد الصحراوي من الآفات الخطيرة التي واجهت الإنسان منذ القدم – إذ كان السبب الرئيسي منذ القدم في حدوث العديد من الكوارث والمجاعات لقدرته السريعة على الهجرة والتنقُّل من مكان إلى آخر وقدرته على التكيُّف مع مختلف أنواع البيئة. فضلاً عن تكاثره بكثافة عالية مُكوِّناً أسراباً ضخمة تُهاجم كافة المحاصيل الزراعية والأشجار والمراعي، مُخلِّفة الكثير من الدمار والخراب والخسائر التي يصعُب في كثير من الأحيان تداركُها وتعويضها. ومن ثم، فقد عمدت الكثير من دول العالم المُختلفة على مُكافحة ومُحاربة هذه الآفة تلافياً لأخطارها المُدمِّرة، من خلال عدة أساليب بهدف تحديد أماكن الإصابة أو تحرُّكات أسراب الجراد وتقدير أعداده وأطواره والظروف المُواتية لنُموه تمهيداً للوقاية منه ومكافحته – ومن بين تلك الأساليب والطرق التي إنتهجتها الدول للتعرُّف على ورصد تحرُّكات الجراد الصحراوي الإستشكاف بإستخدام الرادارات والرصد الجوي وغيرها من الطرق المختلفة.

وفي خضم المُستجدات والمُتغيِّرات الإقليمية والدولية التي طرأت في عالم اليوم وأضحت سمة مميزة لعصرنا الحالي – الثورة المعلوماتية الهائلة التي شملت كافة مناحي وأوجه الحياة سواء السياسية أو الإقتصادية أو الإجتماعية أو الثقافية، وما حملته معها من تقنيات ساهمت في تيسير وتجاوز الكثير من الصعاب والمشاكل التي كانت تواجه البشرية وتقليلها للجهد والوقت والمال – ولعل من بين أهمَّ مُتضمنات ومُعطيات الثورة المعلوماتية تقنية الإستشعار بُعد وإستخداماتها المُتعدِّدة، وبخاصة ما يتعلَّق بالإنذار المُبكِّر في كافة المجالات، والتي من ضمنها رصد سلوك وتحرُّكات الجراد الصحراوي والتنبُّؤ به وبأطوار نموه، حيث أثبتت فعالية عالية في هذا المجال، مما دفع بالعديد من الدول ومن ضمنها العربية للعمل على نقل وتوطين وتطبيق هذه التقنية وإستخدامها في كافة مناحي الحياة المختلفة.

ومن جانبها، فقد أولت المُنظَّمة العربية للتنمية الزراعية موضوع الإستشعار عن بُعد أهمِّية خاصة، لاسيما خلال إستراتيجيتها لعقد التسعينات – ولعلَّ أهم ما يُبلور ويعكس ذلك الإهتمام، قيام المُنظَّمة بإنشاء المركز العربي للمعلومات والإنذار المُبكِّر والذي من بينه وحدة خاصة ومُتكاملة للإستشعار عن بُعد، فضلاً عن قيامها بإعداد وإنجاز العديد من

الأنشطة الدراسية والبحثية المُتعلِّقة بنقل وتطوير هذه التقنية ونشرها في المنطقة العربية، إلى جانب عقد الندوات واللقاءات وورش وحلقات العمل للخبراء العرب المُتخصِّصين لتبادُل الرؤى والأفكار والخبرات حول هذا الموضوع، إضافة إلى تنفيذ سلسلة من الدورات التدريبية المُتخصِّصة وعلى كافة المُستويات القومية والإقليمية والقطرية. وإستكمالاً لجهودها المبذولة في هذا المجال، عقدت المنظمة العربية للتنمية الزراعية بالتعاون مع الهيئة العامة للإستشعار عن بعد بالجمهورية العربية السورية هذه الدورة في دمشق خلال الفترة من 16-1999/10/21.

وفي إطار ما تحقَّق للدورة من نجاح، فإن المنظمة لا يسعها إلا أن تتقدم بالشكر والتقدير لسورية العربية رئيساً وحُكُومةً وشعباً لإستضافتها فعاليات هذه الدورة، وعلى ما ظلَّت تُقدِّمه من دعمٍ مُقدَّر ومُتواصل للعمل العربي المُشترك والدفاع عن مُكتسبات الوطن العربي في كافة المحافل. وشكرنا الجزيل نتقدَّم به إلى معالي الأستاذ المهندس يوسف الأحمد وزير الدولة بالجمهورية العربية السورية على تفضُّله برعاية أعمال هذه الدورة وتوجيهاته السديدة والتسهيلات الكبيرة التي تم تقديمها، والتقدير والعرفان للهيئة العامة للإستشعار عن بُعد بسورية، على تعاونها الصادق مع المُنظَّمة في تنفيذ هذه الدورة وعرضها خبراتها المُميَّزة في هذا المجال مما كان له عظيم الأثر في النجاح الذي تحقَّق.

والشُكر موصول للسادة الخبراء العرب الذين قاموا بإعداد وتقديم محاضرات وموضوعات الدورة، ولممثلي الدول العربية المُشاركة فيها، على أمل الإستفادة بما تلقوه من تدريبات ونقله إلى إخوانهم والعمل سوياً لدفع عجلة التنمية الزراعية بأقطارهم، مما ينعكس على التنمية في وطننا العربي الكبير

*والله نسأله التوفيق ،،،*

المدير العام

الدكتور يحيى بكور

# المحتويات

# المحتويات

صفحة


| | |
|---|---|
| التقديم | أ |
| المحتويات | ج |
| 1- تقنيات الاستشعار عن بعد واستخداماتها في رصد وتقويم الموارد الزراعية - المهندس الزراعي عبدالرحيم لولو | 1 |
| 2- نظام المعلومات الجغرافية - المهندس صالح نصري | 33 |
| 3- مباديء الاستشعار عن بعد - المهندس الزراعي عبدالرحيم لولو | 42 |
| 4- المنصات الفضائية المستخدمة في الاستشعار عن بعد - الخبير مروان قضماني. | 52 |
| 5- الصور الفضائية مميزاتها - تحليلها - تفسيرها - المهندس عبدالرحيم لولو | 90 |
| 6- المعالجة الرقمية للصور الفضائية - الدكتور محمد فوزي الحبش | 114 |
| 7- الاعداد لمشروع في نظام المعلومات الجغرافي - م . لمياء العطار | 123 |
| 8- تدهور الاراضي والتصحر في الوطن العربي - المنظمة العربية للتنمية الزراعية. | 125 |
| 9- إستخدام المستشعرات الفضائية في رصد ومراقبة التصحر - المهندس ناجي أسد | 162 |
| 10-رصد تحركات الجراد الصحراوي في الوطن العربي - المنظمة العربية للتنمية الزراعية | 172 |
| 11- إستخدام المستشعرات الفضائية في رصد ومراقبة الجراد الصحراوي - م . ز . عبدالرحيم لولو | 200 |
| 12-التفسير البصري للصور الجوية وصور لاندسات من أجل المسح الجيومورفولوجي وتحليل التعرية في محدب جبل عبدالعزيز - شمال شرق سوريا - صالح نصري | 211 |
| - كلمات الافتتاح | 218 |
| - أسماء المشاركين | 229 |

# تقنيات الاستشعار عن بعد
# وإستخداماتها
# في رصد وتقويم الموارد الزراعية

# تقنيات الاستشعار عن بعد
# وإستخداماتها في رصد وتقويم الموارد الزراعية

إعداد
المهندس الزراعي عبدالرحيم لولو
مدير العلاقات العلمية
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – سورية

مقدمة :

تميز الربع الاخير من القرن العشرين بالثورة التقنية التى طبعت هذه الحقبة من الزمن بطابعها ، وتغلغلت في كافة القطاعات الخدمية الاقتصادية ولم تترك باباً إلا طرقته ولا بيتاً إلا دخلته، فمن ثورة الحواسب الالكترونية إلى ثورة المعلوماتية، ومن أجواء الارض الى غزو الفضاء، انتقل الانسان بتقنياته الحديثة ينهل ويطبق ويزداد علماً على مر الأيام وبغض النظر عن سلبيات هذه التقنيات فإن وجهها الإيجابى تجلى بخدمات عديدة وضعت في متناول الانسان وهدفت الى تحسين معاشه وظروفه الحياتية.

ومن التقنيات الحديثة التى برزت إلى الوجود في هذه الفترة تقنية الاستشعار عن بعد والتى تطورت مع تقدم العلم والثقافة، ووظفت لخدمة القطاعات الاقتصادية ودراسة الموارد الطبيعية التي تشمل تحت مظلتها موارد الزراعة والارض والمياه وأعتبرت تطبيقات الاستشعار عن بعد في الزراعة من أهم تطبيقات هذه التقنيات الحديثة خاصة وأن الغطاء النباتي متغير واستعمالات الاراضي متبدلة والثروة الزراعية متنوعة، مما يستدعي الاستمرار في مراقبتها ومتابعة تطورها لوضع برامج إدراتها واستثمارها مع المحافظة عليها، وجاءت تقنيات الاستشعار عن بعد لتحقيق كل هذا ، لما تتميز به المعطيات الاستشعارية من دقة وشمولية وتعددية طيفية وتكرارية زمنية.

ولابد من الإشارة الى أن تقنيات الاستشعار عن بعد ليست بديلة لأية تقنية أو طريقة تقليدية في دراسة الموارد الزراعية، بل هي أداة داعمة ووسيلة مكملة تطبق في قطاع الزراعة لحرق المراحل الزمنية والوصول بالسرعة الكلية الى نتائج إيجابية تساعد المخطط ومتخذ القرار على التعامل مع الكم الهائل من المعلومات والبيانات والمعطيات لوضع خطط التنمية الشاملة المستمرة. ولاشك أن هناك العديد من التطبيقات الزراعية

لتقنية الاستشعار عن بعد نتطرق لبعضها بإيجاز ونستعرض بعضها الاخر باسهاب بغية القاء الضوء على استخدام هذه التقنيات الحديثة في الزراعة.

## أولاً: تطبيقات الاستشعار عن بعد في الزراعة :

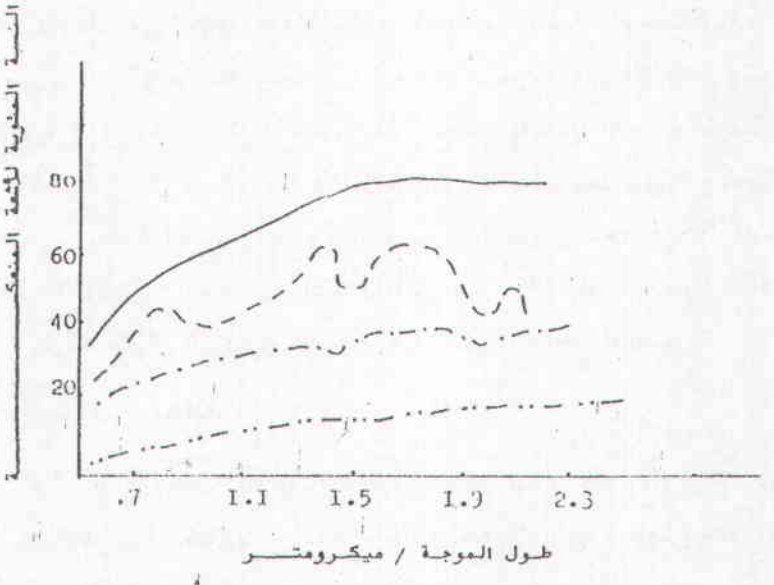
تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في مجالات متعددة لإدارة ومراقبة ودراسة الموارد الزراعية. وفيمايلى استعراض لأهم هذه المجالات :

### 1- إستعمالات الاراضي :

تعرف استعمالات الأراضي بأنها تلك العمليات التي يطبقها الانسان على الارض للحصول على فوائد حياتية، وتتبدل هذه الاستعمالات وتتغير مع الزمن نتيجة عوامل كثيرة مثل التطور الاجتماعي والرغبات الخاصة والحاجة العامة، وتدعو الحاجة الى مراقبة هذه الاستعمالات ودراستها وإعداد خرائطها والوقوف على تبدلاتها، وجاءت تقنيات الاستشعار عن بعد لتحقيق هذه الاغراض، وتستخدم في هذا المجال الصور الفضائية المأخوذة من مدارات مرتفعة ومتوسطة الارتفاعات وإعتمادا على مجموعة من العوامل التحليلية والبيانات الطيفية والمكانية والزمنية لمختلف الاستعمالات.

### 2- تصنيف التربة :

إن تقنيات الاستشعار عن بعد وسيلة حديثة من الوسائل المساعدة على دراسة التربة ووضع خرائطها حيث تسجل المستشعرات المحمولة على متن التوابع الصنعية الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة عن سطح التربة ضمن نطاقات طيفية متعددة، وتتوقف كمية ونوعية هذه الاشعة على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، وأهم هذه الخواص اللون وخشونة السطح والمحتوى الرطوبي وحالة الصرف والمادة العضوية وتوزع الحجم الحبيبي ومعادن الطين والمادة الأم، وعادة مايعتمد على التصنيف الطيفي للمعطيات الرقمية المسجل بواسطة المواسح الالكترونية، ويتم هذا التصنيف بطريقتين هما التصنيف المراقب وذلك بتدخل من المحلل وقبل جمع المعلومات ومن ثم تكامل ذلك مع الاعمال الحقلية، وتجدر الاشارة الى الجدوي الاقتصادية لاستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في تصنيف التربة، فعند اختيار التقنية المناسبة تزداد فعالية المسح والتصنيف من 50-200٪ ويترافق ذلك بتوفر الجهد والوقت اللازمين لوضع خرائط التربة.




منحنيات الانعكاس الطيفي لبعض أنواع التربة

———— : التربة السلتية

– – – – : التربة الطينية

– . – . – : التربة الرملية

– .. – .. – : التربة العضوية

### 3- مراقبة التصحر وتدهور الأراضي :

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد في رصد وتقويم التصحر وتدهور الأراضي، ويعتمد في ذلك على الصور الفضائية المحضرة من معطيات المستشعرات عالية التمييز المكاني بحيث تتم ملاحظة وحصر عمليات التصحر وتدهور الاراضي وتحديد أماكنها نتيجة زيادة الاشعة المنعكسة ضمن كافة المجالات الطيفية أو بتمييز نوعية التدهور على الصورة الفضائية اعتمادا على عوامل الشكل والنمط والحجم وتوزع شبكة التصريف السطحي، ويرصد التدهور الناتج عن عوامل داخلية بالتفسير غير المباشر وربط ذلك بالدلائل والمؤشرات السطحية، واعتمادا على التكرارية الزمنية للمعطيات الفضائية يمكن مراقبة حركة الكثبان الرملية وزحف الصحراء وتقويم عمليات التصحر.

### 4- دراسة الغابات :

تمثل الغابة مصدرا اقتصاديا طبيعيا هاما لذلك تحتاج الى إدارة حكيمة وفعالة وهذا يستدعي مراقبتها وجمع المعلومات الدقيقة والمتجددة عنها ويمكن الحصول على الكثير من هذه المعلومات عن طريق الاستشعار عن بعد وذلك بتحليل المعطيات الرقمية المسجلة عن المناطق الغابية وتكاملها مع المعلومات الطبوغرافية وبهذه الطريقة يمكن تحسين أعداد خرائط الغابات واستخدام المعطيات متعددة التواريخ في تحديث هذه الخرائط ومراقبة التغيرات التي تطرأ على الغابة وتقييم عمليات التلف والاصابة بالحشرات والتعرض للحرائق كما أن توظيف نظام المعلومات الجغرافية كتقنية رافدة للاستشعار عن بعد يؤمن المعلومات المطلوبة لمدراء الغابات خاصة في تلك المناطق التي يصعب الوصول اليها وقد ثبت أن أفضل تقنية من تقنيات الاستشعار عن بعد لدراسة الغابات هي التحليل الطيفي غير المراقب للمعطيات المسجلة بواسطة الماسح الغرضي المحمول على متن التابع الصنعي لاندسات ودمج هذه المعطيات مع أنواع أخرى من المعلومات المكانية . وهذه الطريقة تؤمن الكثير من المعلومات المشتقة التي تستخدم كأساس لادارة الغابات واستثمارها ..

### 5- مراقبة المحاصيل الزراعية :

تمثل المعطيات الفضائية أداة فعالة وقيمة في مراقبة وتتبع نمو المحاصيل وتقدير إنتاجيتها على المستويين الاقليمي والعالمي، والشمولية التي تتميز بها هذه المعطيات

تشكل عاملا مساعدا على حصر المساحات المحصولية وذلك بالاعتماد على إمكانية التمييز بين الاجابات الطيفية لمختلف أنواع المحاصيل وقدرة التمييز المكاني لجهاز الاستشعار كما أنه يمكن تقدير الحالة العامة للمحاصيل الزراعية ومراقبة تعرضها للكوارث الطبيعية والآفات الزراعية.

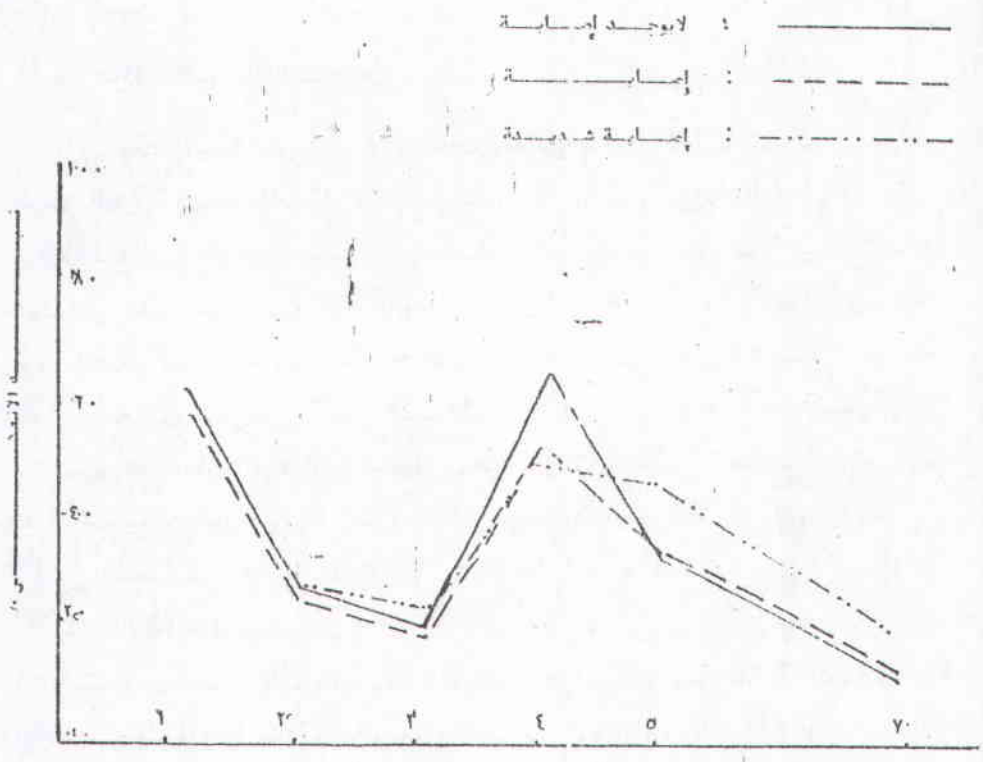
6- مراقبة المناطق المروية :

إن تقنيات الاستشعار عن بعد من أفضل التقنيات الحديثة المستخدمة في مراقبة المناطق المروية في هذا المجال تستخدم الصور الفضائية والجوية والمعطيات الرقمية المسجلة على أشرطة ممغنطة - ففي المناطق المروية تطرأ على التربة تبدلات مختلفة بسبب تغير خواصها الفيزيائية والكيميائية مثل الرشح والصرف والنفاذية والملوحة وتشكل القشرة السطحية هذه التغيرات تتم مراقبتها بإحدى تقنيات الاستشعار عن بعد وذلك اعتمادا على الخواص الطيفية للتربة ولاشك أن التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية المتوفرة وهذه بدورها تشكل المدخلات الاساسية في قاعدة المعلومات الزراعية التي تساعد على تحديد مشاكل المناطق المروية واختيار الاراضي الافضل ونظام الري الامثل.

7- إدارة المراعي :

إستخدمت الصور الفضائية بكثرة لمراقبة المراعي ودراسة حالتها العامة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وعمليا تستخدم المعطيات الفضائية لوضع خرائط التقييم البيئي وذلك للحصول على خرائط أساس تبين الوضع العام للمراعي ومن هذه الخرائط يمكن الحصول على معلومات عن أشكال الارض والعشائر النباتية والوضع الهيدرولوجي.

كما تستخدم المعطيات الفضائية لمراقبة الدورة السنوية لمناطق الرعي وتقييم التغييرات التي تطرأ عليها وكذلك تتم دراسة التربة وتحديد درجات الاراضي وبيان تأثير ذلك على نمو النباتات الرعوية كما تسخدم الطائرات الخفيفة كمنصات لتسجيل المعطيات الاستشعارية اللازمة لمراقبة المناطق الرعوية وإدارتها لانها تشكل وسيلة تنقل سريع فوق مختلف المناطق مهما كانت وعورتها وتؤمن منظرا واسعا ومراقبة آنية لتحرك قطعان الماشية واستكشاف الحالات الطارئة على المناطق الرعوية مثل انجراف التربة وانتشار الحشرات والاوبئة ونشوب الحرائق.




النطاقات الطبيعية الماسح الغلوبوضوئي

العلاقة بين سلامة الاشجار الغابية وتسبيلة الانعكاس

## ثانياً : مراقبة المحاصيل الزراعية :

تعتبر عملية مراقبة تطور وتتبع مراحل نمو المحاصيل الزراعية بالاعتماد على المعطيات الفضائية طريقة ناجحة للتنبؤ بغلة المحاصيل الزراعية، وبالتالى التخطيط لتسويقها، وكان هذا الموضوع مسألة مطروحة للنقاش منذ مطلع السبعينات فقد اجريت أبحاث كثيرة حول هذا الموضوع تركزت في معظمها على المباديء الاساسية لاستخدام القياسات الطيفية المسجلة بواسطة التوابع الصنعية، ثم نقلت هذه الابحاث الى حيز التطبيق العملي من خلال مشروع.

/LACIA/ Large Area Crop Inventory Experiment

خلال الفترة مابين 1977/1974 الذي هدف الى مراقبة عدد من المحاصيل الزراعية وتقدير غلالها في كل من الولايات المتحدة الامريكية وكندا والاتحاد السوفيتي، ثم أعقبه مشروع آخر هو

AGRISTARS / Agricultural and resources Inventory Surveys through Aerospace Remote Sensing.

الذي بدأ في الثمانين وأمتد لست سنوات تلت، وقد شكل هذان المشروعان القسم الاكبر من العمل في مجال استخدام المعطيات الفضائية لمراقبة المحاصيل الزراعية والتنبؤ بغلالها على المستويين البحثي والتطبيقي ومنذ ذلك الحين تجري المحاولات العديدة للاستفادة من المعطيات الفضائية في هذا المجال خاصة بعد اطلاق لعديد من المركبات الفضائية والتوابع الصنعية المخصصة لدراسة الموارد الطبيعية.

### 1- تقدير المساحة المحصولية :

تستخدم المعطيات الفضائية في تقدير وحساب المساحة المزروعة بمحصول معين من خلال تتبع مراحل نمو النباتات، بحيث يمكن الحصول على معلومات دقيقة وواقعية، خاصة بعد مرحلة الازهار وتشكل السنابل او ماقبل الحصاد وذلك اعتمادا على مجموعة من الميزات التي تتصف بها المعطيات الفضائية وأهم هذه الميزات مايلي :

### أ- الشمولية :

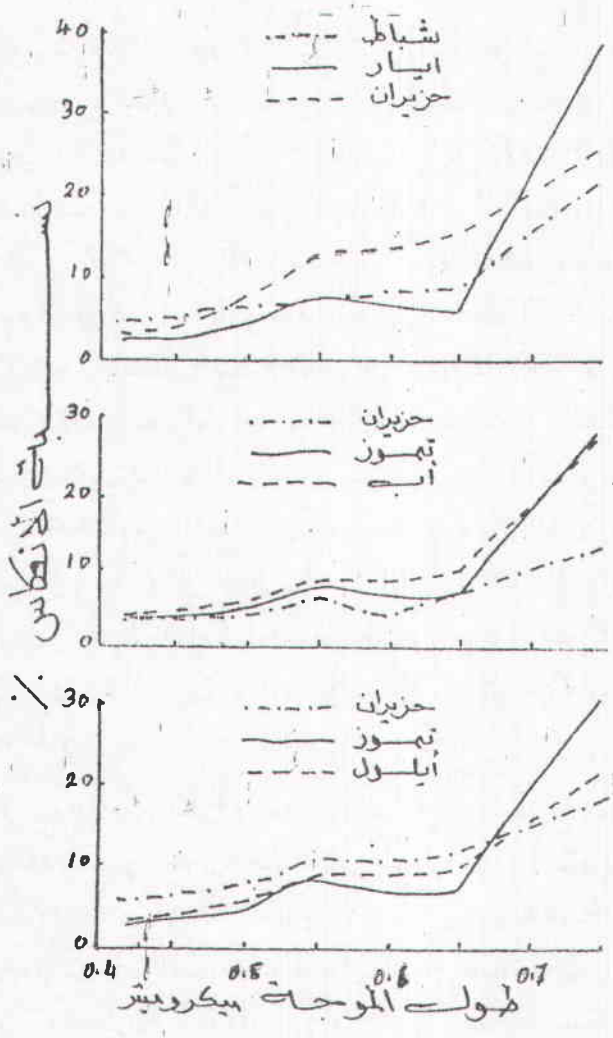
يمكن للشمولية التي تتميز بها المعطيات الفضائية المسجلة بواسطة مستشعرات مختلفة أن تكون عاملا مساعدا في تقدير وحساب المساحة المحصولية ، لانها تغطي مساحات واسعة لايتسني لعين الانسان أو أية تقنية أخرى الاحاطة بها، ومقسمة الى رقع مصورة تختلف من تابع الى آخر، فالصور الفضائية الناتجة عن معطيات التابع الصنعي سبوت تغطي 3600 كم2 والصور الفضائية الناتجة عن معطيات التابع الصنعي لاندسات تغطي 34000 كم2 والصور الفضائية الناتجة من معطيات التابع الصنعي لاندات ايرس تغطي 21000 كم2 ، أما الصور الفضائية الملتقطة بواسطة آلات التصوير المحمولة على متن المحطة الفضائية ساليوت أومير فتتراوح بين (5000-9000 كم2) حسب نوع الآلة ، واعتمادا على هذه الشمولية يمكن الاحاطة بمساحات واسعة من المناطق المزروعة بالمحاصيل الزراعية المختلفة بغية فصلها واعداد خرائط توزعها.

### ب- قدرة التميز الطيفي :

تسجل المعطيات الفضائية ضمن مجالات متعددة أهمها مجالي الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة، بحيث يتم تسجيل الاشعاعات المنعكسة من سطوح النباتات ضمن هذين المجالين بشكل شدات لونية من مستوى الرمادي تتراوح بين 0- 255 درجة ممايجعل تمييز المحاصيل الحقلية ممكنا نتيجة لاختلاف الاجابات الطيفية لهذه المحاصيل، حيث يعكس كل نوع كمية ونوعية من الاشعة الساقطة. يؤدى هذا الانعكاس الى ظهوره بمظهر يختلف عن مظاهر المحاصيل الاخري وبالتالي يمكن حصر مناطق زراعته وحساب مساحته.

### ج- قدرة التمييز الزمني :

تتميز المعطيات الفضائية بامكانية الحصول عليها في فترات زمنية دورية ومتكررة على مدار السنة تختلف هذه التكرارية من تابع صنعي الى آخر فهي بالنسبة للتابع الصنعي لاندسات 16 يوم وللتابع الصنعي سبوت 26 يوم وللتابع الصنعي ايرس 22 يوم . ويمكن اعتمادا على هذه الميزة التفريق بين هذه المحاصيل المختلفة استنادا الى مواعيد زراعتها ومراحل نموها وعادة مايتم اللجوء الى هذه الميزة عندما يصعب تفريق المحاصيل بناء على إجاباتها الطيفية فمثلا في شهر حزيران تكون نباتات الذرة ذات لون أخضر وهذا مايساعد على التفريق بين القمح والذرة أما بالنسبة للتفريق بين القمح والشعير فقد لوحظ ان شهر آيار هو الوقت الامثل لتفريق حقول القمح عن حقول الشعير بسبب اختلاف مواعيد النضج للمحصولين المذكورين.




. قمح .

. ذرة بيضاء .

. فول صويا .

انعكاس الطيفي لبعض المحاصيل
حسب مراحل النمو

د- قدرة التمييز المكاني :

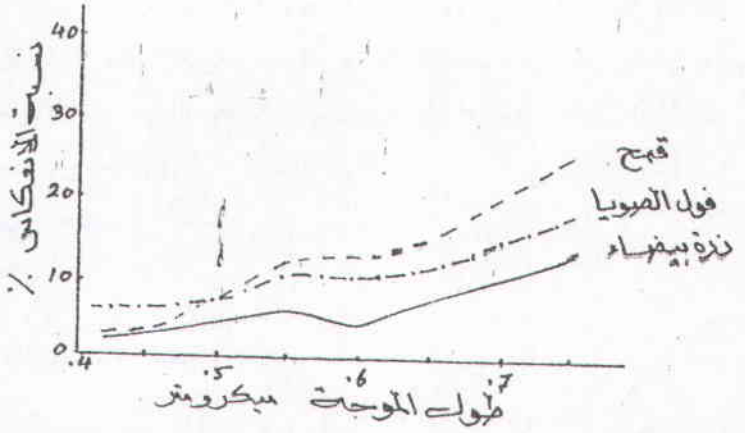
يقصد بقدرة التمييز المكاني أصغر بعد يمكن للمستشعر تمييزه وبالتالي أصغر مساحة يمكن اكتشافها على سطح الكرة الارضية وتختلف هذه الميزة من مستشعر الى آخر فهي بالنسبة للماسح متعدد الاطياف 80 × 80 متر / للماسح الغرضي 30×30 متر/للمستشعر (HRV) متعدد الاطياف 20×20 متر وللمستشعر (LISS-I) ، (73×73م) أما بالنسبة لالات التصوير السوفيتية فهي مختلفة وتتراوح بين (2-20م) ولكي يتم تقدير المساحة المحصولية يجب ان تتناسب المساحة المزروعة مع قدرة التمييز المكاني للمستشعر ، فمثلا يجب ان لا تقل عن 400/م2 للمستشعر HRV و (900م2) للمستشعر T.M و (6400)م2 للمستشعر (MSS) وهذه المساحة تشكل خلية من ملايين الخلايا التي تتكون منها الصورة الفضائية وكلما كانت المساحة أكبر زادت إمكانية تفريق المحاصيل وتمييزها ولابد من الاشارة هنا الى أنه أثناء تسجيل المعطيات يجب ان يكون الجو خاليا من الغيوم اذا كان التسجيل ضمن المجال الطيفي المرئي أو تحت الحمراء أما عند استخدام مستشعرات رادارية تعمل ضمن المجال الطيفي للموجات القصيرة فيمكن التغلب على ذلك لان الموجات القصيرة تستطيع اختراق طبقات الغيوم.

وإعتمادا على الميزات المذكورة سابقا للمعطيات الفضائية يمكن تقدير المساحة المزروعة بمحصول معين اعتمادا على المعايير والقياسات الطيفية التي يتم الحصول عليها من انعكاس الاشعة الكهرومغنطيسية ضمن المجالات الطيفية المرئية وتحت الحمراء والموجات القصيرة المسجلة بواسطة مستشعرات التوابع الصنعية والمركبات الفضائية والطائرات عالية الارتفاع ومن تقدير المساحة المحصولية ومعرفة كمية الانتاج في وحدة المساحة يمكن التنبؤ بالغلة المتوقعة من محصول معين، وهناك أمثلة عديدة على هذه العملية التي بدأت بمشروع (LACIA) الذي ركز على حساب المساحة المزروعة في الولايات المتحدة الامريكية وكندا والاتحاد السوفيتي. ووضعت مختبرات تطبيقات الاستشعار عن بعد في جامعة أكسفورد LARS برنامجا لتقدير مساحة الذرة والقمح وفول الصويا تم تطبيقه في ولايات الينوي وكنساس وأيوا، وطبقت هذه التقنية لحساب مساحة القمح في أوستراليا اعتمادا على اختلاف الاجابة الطيفية لنباتات القمح عما

يحيط بها من مزروعات وأمكن التمييز في ولاية منيسوتا بين عباد الشمس والقمح والشعير والفصة والبطاطا بالاعتماد على التحليل الرقمي المراقب للمعطيات الفضائية، وفي مؤتمر معهد البحوث البيئية في متشغن الذي عقد في باريس خلال شهر تشرين الاول 1984 تبين أنه يمكن تصنيف المحاصيل في بعض الدول اعتمادا على معطيات المستشعر MSS مثل القمح في ايطاليا ونيبال والمحاصيل الشتوية في الجزائر وعباد الشمس وفول الصويا في الارجنتين ، كما قام المعهد المذكور عام 1985 بتقدير مساحة وانتاج محصولي القطن والذرة البيضاء في السودان بناءً على طلب وكالة التنمية الدولية بغية استدراك النقص في الغذاء.

## 2- تقدير حالة المحاصيل :

يمكن الاستفادة من المعطيات الفضائية في تقدير حالة المحاصيل العامة ومراقبة تعرضها للكوارث كالفيضانات والاعاصير وتقدير النقص في المياه والرطوبة وتحديد المساحات المعرضة لذلك، كما يمكن تقدير ومراقبة الاصابة بالآفات والامراض وذلك من خلال العلاقة بين الاشعة المنعكسة من سطوح النباتات وحالتها العامة خاصة ضمن النطاق الطيفي تحت الحمراء القريبة فمن المعروف أن العلاقة بين النباتات والاشعة تحت الحمراء القريبة ذات أسس فسيولوجية فكمية الاشعة المنعكسة من هذا النطاق الطيفي تتعلق بعدد السطوح البينية (بين الخلايا) والفراغات الواقعة بين خلايا أوراق النبات وطبقة الخلايا الاسفنجية الطرية الموجودة في الاوراق ، حيث أن الشكل غير المنتظم لتلك الخلايا يحدث العديد من السطوح البينية والفراغات الخلوية التي ينتج عنها مايسمي بالزاوية الحرجة وثبات هذه الزاوية هو الذي يؤدى الى انعكاس الاشعة تحت الحمراء القريبة بكمية معلومة وعندما تتغير هذه الزاوية بسبب نقص الرطوبة أو الاصابة بالامراض فان كمية الاشعة المنعكسة تقل، ويتبدل مظهر النبات على الصور الفضائية، واعتمادا على هذه الظاهرة يمكن اكتشاف الاصابة بالامراض والحشرات الزراعية وغالبا مايكون ذلك قبل اكتشاف تلك الاصابة بالوسائل التقليدية لان هذه الاصابة تؤثر على التركيب الفيزيائي أو العمليات الاستقلابية للنبات وأي تغيير في عمليات الاستقلاب ضمن خلايا النبات سوف يؤدى الى تغير التركيب النوعي لتلك الخلايا وبالتالي إلى ضمن تغير



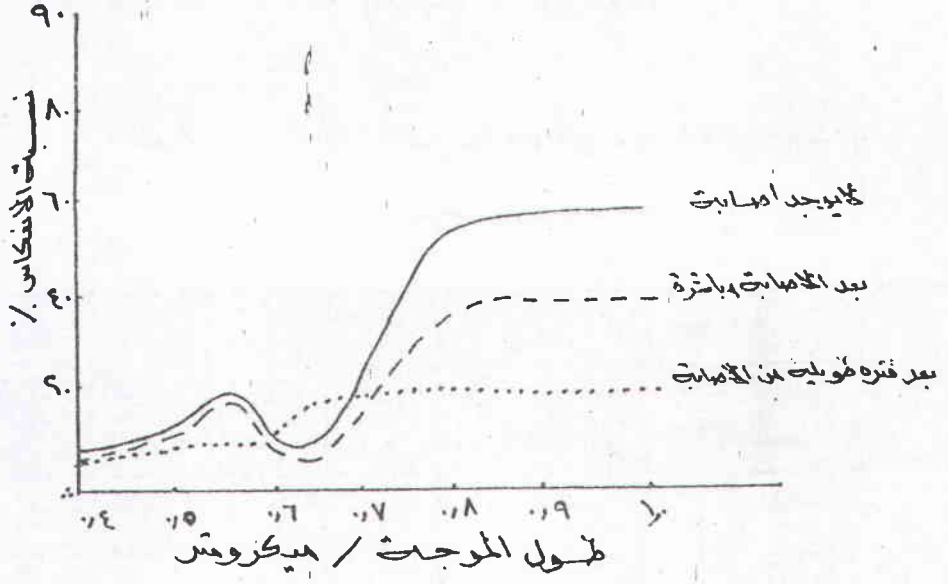

اختلاف الانعكاس الطيفي باختلاف المحصول

إجابتها الطيفية، وعندما يتعرض النبات للاصابة بالامراض او الحشرات فإن كمية الاشعة المنعكسة تتناقص طردا مع شدة الاصابة.

ويتبدل مظهر النبات على الصور الفضائية فالنباتات السليمة تظهر على الصور الفضائية المحضرة بالالوان التركيبة (FCC) باللون الاحمر اللامع بسبب عكسها لنسبة عالية من الاشعة تحت الحمراء القريبة بينما تظهر النباتات المصابة باللون الاحمر القاتم أو النهدي أو الاخضر عند استفحال الاصابة، كما يبين الجدول :

## العلاقة بين إصابة النباتات ولونها على صور التوابع الصنعية المحضرة بالالوان المركبة

| درجة الاصابة | اللون على الصورة | |
|---|---|---|
| | فيلم عادي | فيلم أشعة تحت الحمراء |
| لايوجد إصابة | أخضر | أحمر لامع |
| إصابة خفيفة | أخضر | نهدي |
| إصابة متوسطة | أخضر متوسط | بني محمر |
| إصابة شديدة | أخضر متوسط | أخضر |




العلاقة بين اجهاد النبات ونسبة
الأشعة المنعكسة

ويمكن الاستفادة من المعطيات الفضائية في تحديد حقول المحاصيل المعرضة للعطش والاجهاد بسبب نقص المياه خلال مرحلة من مراحل نموها، حيث تتأثر الكتلة الحيوية للنبات بهذه العلمية التي تؤدى الى نقص الغلة بدرجات متفاوتة حسب درجات الاجهاد الذي تعرضت له النباتات، فعن طريق قياس الاشعة الطيفية المنعكسة والناجمة عن التفاعل بين النباتات والاشعاع الطيفي الساقط عليها يمكن دراسة الكتلة الحيوية للنبات.

### 3- تقدير غلة المحاصيل :

تقدير الغلة هو الهدف النهائي لاي عمل يتعلق بمراقبة تطور وتتبع مراحل نمو النباتات وتقدر الغلة اعتمادا على معيارين أساسيين هما المساحة المحصولية وإنتاج وحدة المساحة وللوصول الى ذلك تتبع طرق عديد منها :

1- إعتمادا على التقدير العملي للمساحة المزروعة والاستعلام عن إنتاج وحدة المساحة خلال كامل موسم النمو عن طريق أخصائيين حقليين أو لجنة خبراء وسؤال العديد من المزارعين.

2- إعتمادا على تخمين الانتاج قبل الحصاد مباشرة وذلك لعدد من حقول الاختبار بناء على قواعد إحصائية معينة ومن ثم تعميم النتائج.

3- اعتمادا على المعلومات المناخية الزراعية وذلك بتحليل عوامل الرصد الجوي الزراعي مثل درجة الحرارة وفترة السطوع والهطول المطري وسرعة الرياح ورطوبة الهواء النسبية عن طريق قياس هذه العوامل خلال موسم النمو ومقارنتها مع المعلومات المناخية لسنوات سابقة وربط ذلك بالانتاج الزراعي . ويمكن الاستفادة من المعطيات الفضائية في ذلك ، ففي مشروع (ACIA) قدرت المساحة بالاعتماد على معطيات المستشعر (MSS) المحمول على متن التابع الصنعي لاندسات بينما قدرت الغلة بناء على موديلات (نماذج) مناخية زراعية تعتمد على حسابات تراجعية لسنين خلت ومن ثم وظفت جهود كبيرة للاستفادة من هذه المعطيات في مشروع (AGRISTARS) اعتمادا على تحديد الاجابات الطيفية للنباتات والدلائل النباتية التي تقاس بنسبة الاشعة المنعكسة عن سطوح تلك النباتات ضمن المجالين الطيفيين المرئي وتحت

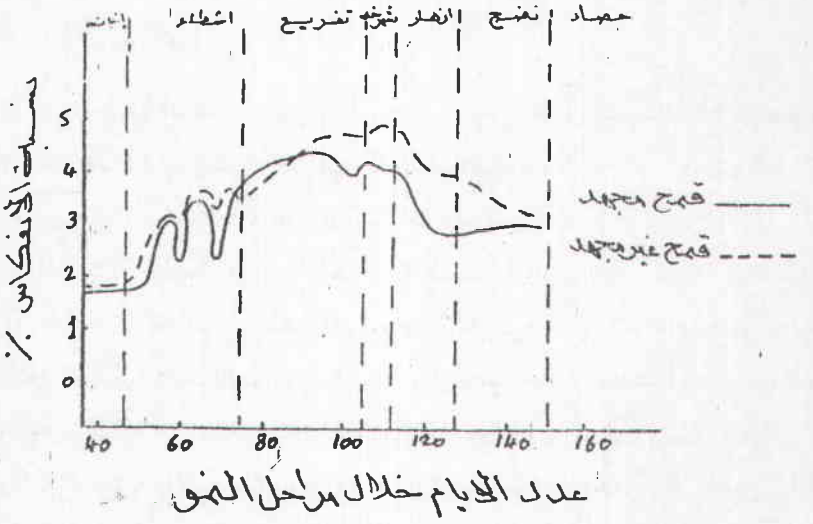
الحمراء القريبة واجريت دراسات عديدة لتحديد هذه الاجابات في المختبر او الحقل باستخدام الراديو متر أو تحليل المعطيات الفضائية وأثبتت هذه الدراسات أن الاجابة الطيفية تختلف من نبات الى آخر ، واعتمادا على دراسة هذه الاجابات الطيفية وإنشاء علاقة بين مختلف النطاقات يمكن الحصول على معايير طيفية تساعد في تقدير غلة المحاصيل الزراعية.

إن المعايير الطيفية التي يتم الحصول عليها عن طريق الاستشعار عن بعد لا تتأثر فقط بكمية النباتات التي تغطي سطح الكرة الارضية ولكن بنوعية الكتلة النباتية، لذلك وبالاضافة الى العلاقة بين المعايير الطيفية والكتلة الحيوية للنبات هناك علاقة بين الغلة والكتلة الحيوية يجب أخذها بعين الاعتبار، حيث تلعب المظلة النباتية دورا أساسيا في كمية ونوعية الغلة، فمن المعروف أن التمثيل اليخضوري يتحكم مباشرة بالغلة الحبية (الحبوب) حيث أن الناتج يتجمع في الحبوب كحصيلة لعمليات التمثيل اليخضوري (التمثيل الضوئي ) التي تحدث بعد مرحلة الازهار ولكن بنفس الوقت فان التمثيل الضوئي لايتوقف فقط على الكتلة الحيوية ولكن على تركيب المظلة النباتية كذلك وهذا التركيب يجب ان يكون مثاليا لتحقيق الانتاج الافضل مما يحقق توزعا متماثلا للطاقة الاشعاعية داخل المظلة النباتية لذلك تكون العلاقة بين المعايير الطيفية والغلة الحبية علاقة غير مباشرة من خلال عاملي الكتلة الحيوية والمظلة النباتية.

ولكن هذه العلاقة يمكن أن تتغير من صنف الى آخر، لذلك يفضل ايجاد العلاقة النسبية بين المعايير الطيفية وغلة صنف مافى مرحلة من مراحل النمو أو في عدة مراحل متتالية وبناء عليه فان أي تقدير للغلة بالاعتماد على العلاقة غير المباشرة بين المعايير الطيفية والغلة يجب أن يأخذ بعين الاعتبار مرحلة نمو النبات وهذه المعايير خاصة ضمن المجالين الطيفيين المرئي وتحت الاحمر القريب، ومن اجل ذلك جرت محاولات عديدة لصياغة الدلائل الطيفية للنبات من خلال وضع نسبة بين الاجابات الطيفية ضمن مختلف النطاقات، أهم هذه الدلائل هي النسبة بين الانعكاس الطيفي المقاس ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء.

### 4- العلاقة بين تسويق المحاصيل الزراعية وتقدير غلالها :

غلة المحاصيل الزراعية هي المردود المتوقع من زراعة وتربية تلك المحاصيل،




العلاقات بين الانعكاس الطيفي ودرجات
إجهاد القمح الناتج عن نقص الرطوبة

وماتقدمه كافة الخدمات والعمليات الزراعية من حراثة الارض ونثر البذار الى الحصاد مرورا بكافة العمليات الاخري إلا بغية الحصول على غلة أفضل وبالتالي الوصول الى مردود أعلي.

ولتحقيق هذا المردود لابد من وضع سياسة تسويقية مثلي يمكن من خلالها الحصول على السعر الاعلي.

ومن هنا جاءت أهمية التسويق الزراعي الذي يشتمل على عمليات تخطيط ونقل وتسويق الحاصلات الزراعية وطرحها للاستهلاك، وكلما توفرت المعلومات النوعية والمبكرة عن هذه الحاصلات كلما كانت خطط تسويقها أنجح، ويمكن الوصول الى ذلك عن طريق التقنيات الحديثة ومنها المعطيات الفضائية المسجلة بواسطة المستشعرات المحمولة على متن التوابع الصنعية المخصصة لمراقبة الكرة الارضية التي تعتبر أداة فعالة وقيمة لتأمين دراسة الموارد الطبيعية والزراعية منها، خاصة فيما يتعلق بمراقبة مراحل نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية وتقدير غلالها قبل مواسم الحصاد على المستويات المحلية والاقليمية بغية معرفة الغلة المتوقعة للعمل على تسويق الفائض واستدراك النقص لتحقيق التوازن الاقتصادي والامن الغذائي، هذا التقدير المبكر للغلال يشكل أهمية خاصة من خلال ثلاث نقاط اقتصادية وهي :

1- اختيار الوقت المناسب لتسويق او شراء الغلال الزراعية بناء على قانون العرض والطلب.

2- التخطيط الافضل لتسويق ونقل الحاصلات الزراعية من منطقة الى أخري في الدولة نفسها او في الدولة المجاورة.

3- وضع سياسة إنتاجية أفضل في الدول والاقاليم التي تشكو من نقص الغذاء ويمكن للمعلومات التي يتم الحصول عليها من تحليل المعطيات الفضائية لتقدير الغلة والمردود أن توظف اقتصاديا عن طريق ربطها بتسويق المحاصيل الزراعية أو نقلها او تخزينها وذلك بدراسة وتحليل المعطيات الفضائية التي تغطي المنطقة الاقليمية او المنافسة التي تنتج المحاصيل المماثلة ومن خلال النقاط التالية :

أ- دراسة مراحل نمو وتطور المحاصيل الزراعية بغية تقدير مواعيد نضجها وبالتالي تحديد مواعيد حصادها وقد أصبح ذلك ممكنا عن طريق تحليل المعطيات الفضائية الدورية الملتقطة بواسطة المواسح والكاميرات المحمولة على متن التوابع الصنعية والمركبات الفضائية.

ب- من خلال تقدير غلة المحاصيل موضوع الدراسة يمكن تحديد كمية الانتاج المتوقع في المنطقة أو في الدول المنافسة التي تنتج نفس المحاصيل.

ج- اعتمادا على ماورد في (أ / ب) يمكن تحديد المواعيد التي سوف تطرح فيها المحاصيل في الاسواق المحلية أو العالمية وتقدير كمية الانتاج المطروح وبناء عليه يمكن وضع سياسة تسويقية أفضل للمحاصيل المعنية خاصة الاقتصادية منها مثل القمح والقطن الذرة والبطاطا، بغية الحصول على المردود الاقتصادي الامثل الذي يحقق الربح الاعلي .

**النتائج :**

لقد أصبح من الممكن اعتمادا على تحليل المعطيات الفضائية المسجلة ضمن نطاقات طيفية مختلفة وبأزمنة متكررة ومتعددة للحصول على معلومات استراتيجية عن المحاصيل الزراعية خاصة الرئيسية منها مثل القمح والذرة والقطن والبطاطا والشوندر السكري وبدرجات مختلفة، فتعريف المحاصيل وتقدير مساحاتها وتحديد مناطق الزراعات المروية أصبح ممكنا بشكل دقيق تحت ظروف التقنية الحاضرة، أما مراقبة الحالة العامة للنباتات والكتلة الحيوية فهو ممكن الان وسوف يتحسن بتقدم تقنيات الاستشعار عن بعد.

أما تقدير الغلة المباشر من المعطيات الفضائية فهو بحاجة الى دراسات أكثر تفصيلا لايجاد علاقة ثابتة محلية بين الميزات الطيفية للنبات وغلته المتوقعة.

إن المعطيات الفضائية والمعلومات التي يمكن الحصول عليها من هذه المعطيات تساعد في عمليات ووضع خطط تسويق المحاصيل الزراعية بغية الوصول الى الربح الاعلى والمردود الاقتصادي الامثل الذي يساعد على دعم خطط التنمية والاقتصاد الوطني وتحقيق التكامل الاقتصادي بين الدول العربية بالاضافة الى توفير الجهد والوقت

ورأس المال الموظف لاجراء المسح المحصولي بالطرق التقليدية، فمشهد واحد من المشاهد الفضائية للتابع الصنعي لاندسات يغطي مساحة تقدر بـ 34000 كم2 ويمكن الحصول على الشريط الممغنط الحامل لمعطيات هذا المشهد الفضائي بسعر لايتجاوز 3000 دولار أمريكي ولنطاقات طيفية متعددة ويمكن تجاوز عقبة الزمن للحصول على هذه المعطيات بالوقت المناسب عن طريق الاشتراك السنوي والتنسيق مع الجهات التي تؤمن المعطيات ومحطات الاستقبال الارضي وشركات التوزيع والوكلاء المحليون بحيث يمكن معالجته بسرعة وسهولة عند توفر وحدات المعالجة والبرامج الجاهزة واذا ماقورنت التكلفة اللازمة للحصول على هذه المعطيات بتكلفة واجور العاملين على تقدير الغلة بالطرق التقليدية لكانت تكلفة قليلة تحقق الجدوي الاقتصادية من اعتماد هذه المعطيات بالاضافة الى إمكانية الاستفادة منها بدراسات زراعية اخري مثل استعمالات الاراضي والغطاء النباتي وتصنيف التربة وغيرها.

ولابد من التنويه الى انه لتحقيق الفائدة المرجوة لابد من اختيار تقنية الاستشعار عن بعد المناسبة لحساب المساحة وتقدير الغلة، وقد أثبتت التجارب أن أفضل المعطيات الفضائية لذلك هي معطيات التابعين الصنعيين لاندسات وسبوت لانه يمكن الحصول على المعطيات المسجلة بواسطة المواسح المحمولة على متنها بشكل رقمي ويمكن اجراء التحسين والتعزيز عليها ومن ثم معالجتها رقميا للوصول الى أدق التفاصيل.

**ثالثاً : مراقبة التصحر :**

يعرف التصحر بأنه تدهور الاراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة الناتج عن عوامل مختلفة تتضمن التغيرات المناخية والانشطة الانسانية، ومن الملفت للنظر أن عمليات التصحر تنتشر بسرعة كبيرة، فقد أشارت مصادر الامم المتحدة الى أن المساحات المتأثرة بظاهرة التصحر تبلغ حوالى 35 مليون كم مربع في مختلف أنحاء العالم، وأن الخسارة في الانتاج الزراعي العالمي نتيجة التصحر تقدر بـ 26 بليون دولار أمريكي.

ويعاني الوطن العربي بمساحته الكبيرة والممتدة في المنطقتين شبه الجافة والجافة من ظاهرة التصحر باشكاله المختلفة ودرجاته المتفاوتة ويلاحظ أن مناطق عديدة منه تعرضت منذ أمد بعيد الى الاستنزاف الجائر للموارد الطبيعية. مما أدى الى تدهور وبروز

مشاكل التصحر فيها وقد بينت احصائيات الامم المتحدة الى أن التصحر ينتشر في كافة أرجاء الوطن العربي على هيئة تدني او فقدان القدرات الانتاجية للنظم الزراعية وتتنوع أشكال ومظاهر التصحر في الوطن العربي وتتجلي بالانجراف المائي والريحي وفقد العناصر الغذائية وتلوث التربة والمياه والتملح، وتعود أسبابه الى :

* الرعي الجائر وزيادة الحملة الرعوية.
* استزراع مساحات واسعة من المناطق الهامشية.
* قطع وازالة الغابات وتعرضها للحرائق.
* الاعمال الزراعية غير الملائمة أو المرشدة.
* إساءة استخدام موارد الاراضي والقيام بأعمال التجريف والتبوير.

وتتم الاستفادة من المعطيات الاستشعارية والصور الفضائية في مراقبة مختلف عمليات تدهور الاراضي واماكن انتشاره ومدى شدته اعتمادا على تفاعل الطاقة مع الاهداف المصورة في المناطق المتصحرة وفقا لمايلي :

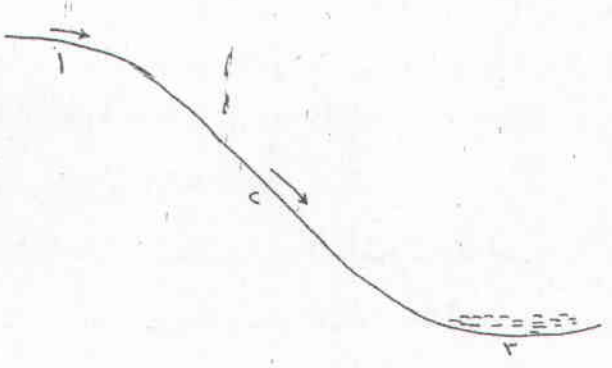
### 1- الانجراف :

تتم مراقبة عمليات إنجراف التربة بواسطة الاستشعار عن بعد من خلال التغيرات التي تطرأ على كمية ونوعية الاشعة المنعكسة من سطح التربة بسبب فقدان المكونات الرئيسية والطبقات السطحية منها كما يعتمد في مراقبة عمليات الانجراف على دراسة أنماط شبكة الصرف السطحي ووجود الاخاديد والاخوار التي تظهر على الصور الفضائية وتعطي مؤشرا على مدى تعرض التربة للانجراف.

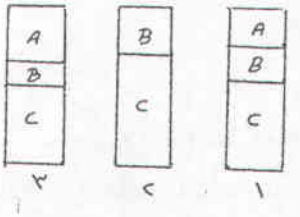
وبشكل عام فان الانجراف الشديد يزيد من نسبة الاشعة المنعكسة في المناطق المتصحرة وذلك بسبب ضياع التربة السطحية المحتوية على المادة العضوية.

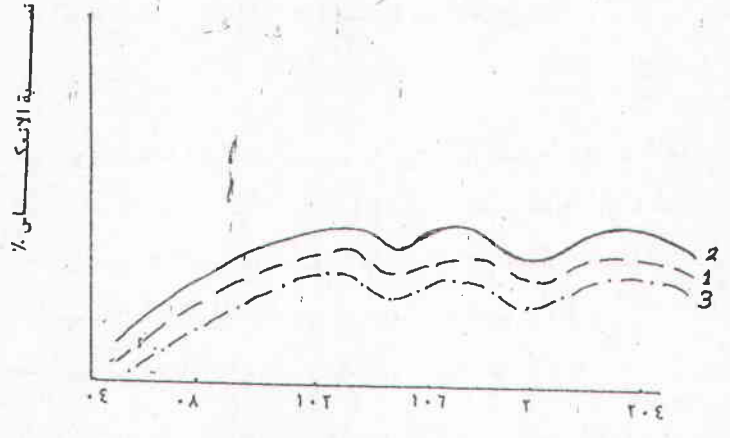
### 2- زحف الرمال :

تظهر الكثبان الرملية على الصور الفضائية المحضرة بالالوان التركيبية باللون الاصفر ومشتقاته ويستدل عليها من اشكالها المميزة على الصور الفضائية، واعتمادا على هذه الظاهرة يمكن تحديد المساحات التي تغطيها او تنتشر فيها الكثبان الرملية.




١ــ انجراف متوسط
٢ــ انجراف شديد
٣ــ منطقة الترسيب




طـــول الموجـة / ميكـرومتـر

العـــلاقة بيـن نسـبة الاشـعة المنعكســـة و درجـة انجـراف التربـــة

كما تتم مراقبة حركة وزحف هذه الرمال بدراسة التغيرات الطيفية التي تحصل للمناطق المراقبة وذلك بالاستفادة من التكرارية الزمنية والتعددية الطيفية للمعطيات الاستشعارية أي بدراسة صور فضائية ملتقطة في فترات زمنية مختلفة وضمن مجالات طيفية متعددة أفضلها ماكان ضمن مجال الاشعة المرئية الخضراء والحمراء والاشعة تحت الحمراء القريبة.

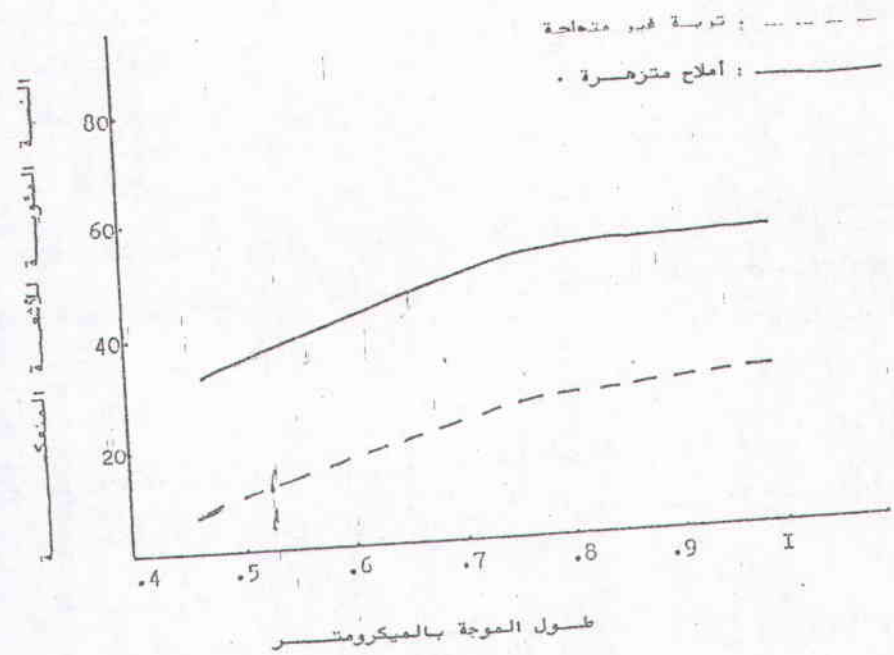
### 3- التملح :

عند زيادة نسبة الاملاح في التربة تزداد شدة السطوع لهذه التربة وهذا يساعد على تميزها عند تحليل الصور الفضائية والمعطيات الرقمية خاصة تلك المحضرة بالابيض والاسود لانها تظهر بلون أبيض نتيجة لعكسها معظم الاشعة الساقطة عليها بمختلف أطوال موجاتها.

مع ملاحظة أن نسبة الانعكاس تزداد مع طول الموجة الكهرومغنطيسية، لذلك تظهر الترب المتملحة باللون الابيض الذي يزداد سطوعا مع ازدياد نسبة الاملاح في التربة.

### 4- التدهور الداخلي للتربة :

يتجلي التدهور الداخلي للتربة بفقدان العناصر الغذائية أو التلوث الناتج عن استخدام الاسمدة الكيميائية او المبيدات الحشرية والعشبية ولكشف ومراقبة هذا التدهور يتم الاعتماد على تغير الاجابة الطيفية للتربة والنبات من دراسة المميزات الطيفية للتربة. حيث يمكن بيان مدى تعرضها للتدهور، كما أن التغيرات في البصمة الطيفية للنبات يعتبر مؤشرا على التدهور الداخلي للتربة وعادة ماتستخدم في هذا المجال المعطيات الاستشعارية المسجلة ضمن مجال الاشعة الحمراء المرئية وتحت الحمراء القريبة.




العلاقة بين نسبة الإنعكاس ووجود الأملاح في التربة

## رابعاً: مراقبة استعمالات الاراضي :

### حالة دراسية في جنوب سوريا :

### أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الى مايلي :

أ- دراسة وتصنيف استعمالات الاراضي الراهنة في المنطقة .

ب- دراسة ومراقبة التغيرات الطارئة على استعمالات الاراضي والتعرف عليها وذلك اعتمادا على تحليل وتفسير المعطيات الفضائية المسجلة بواسطة التابعين الصنعيين لاندسات 1- ولاندسات -5- بين عامي 1973-1989 .

تعرف قطعة من الارض جغرافيا بأنها ذلك الجزء من سطح الكرة الارضية الذي يتميز بالثبات والمقدرة الانتاجية الشاقولية فوق وتحت السطح متضمنا التربة والجيولوجيا والهيدروجيولوجيا والنبات ونشاطات الانسان المختلفة وتفاعلاتها التي تؤثر على الاستعمالات الحالية والمستقبلية أما استعمالات الاراضي فهي تلك العمليات التي يطقبها الانسان على الاراضي والنظام البيئي للحصول على فوائد حياتية بغض النظر عما تسببه هذه العمليات من تغيير او اخلال في توازن هذا النظام وتدعو الحاجة للحصول على بيانات ومعلومات استعمالات الاراضي لتحليل ودراسة العمليات الزراعية والعمرانية والمشاكل البيئية. بغية تحسين الظروف المعيشية للانسان لذلك فان معلومات استعمالات الاراضي ضرورية للمخططين والمشرعين ومتخذي القرار لوضع سياسات استعمال افضل وخطط استثمارية تخدم الاقتصاد والتنمية.

تتبدل استعمالات الاراضي وتتغير مع مرور الوقت نتيجة عوامل كثيرة مثل انتقال الملكية والتطور الاجتماعي والرغبات الخاصة والحاجة العامة والضغط السكاني وغيرها لذلك لابد من تحديث دراسات وخرائط استعمالات الاراضي بين الفينة والاخرى ومقارنة ومراقبة وتحديد مختلف التبدلات والتغيرات التي تطرأ على استعمالات الاراضي واختيار الحلول المثلى لوضع خرائط ودراسات استعمالات الاراضي المقترحة.

وقد جاءت تكنولوجيا الاستشعار عن بعد لتخدم هذه الاغراض بحيث يمكن استخدام المعطيات الاستشعارية بمختلف أنواعها (صور جوية صور فضائية - معطيات

رقمية – بيانات .. الخ) في تحضير خرائط استعمالات الاراضي ودراساتها لما تتميز به تلك المعطيات من دقة وشمولية وتعددية طيفية وتكرار زمني.

**منطقة الدراسة :**

تقع منطقة الدراسة في جنوب القطر العربي السوري وتشمل اجزاء من محافظات دمشق ودرعا والسويداء وقسم من الاراضي المحتلة في فلسطين يغطيها المشهد رقم 174-37 من مشاهد التابع الصنعي لاندسات 5- .

المعطيات الاستشعارية المستخدمة :

استخدمت في هذه الدراسة المعطيات الاستشعارية التالية :

أ- الصور الفضائية المحضرة من المعطيات الفضائية للتابع الصنعي لاندسات 1 والمسجلة بواسطة الماسح الالكتروني المتعدد الاطياف (MSS) في شهر حزيران 1973 والناتجة من دمج ثلاثة نطاقات طيفية هي النطاقات (4-5-7) وإظهارها بالالوان التركيبة.

ب- الصور الفضائية المحضرة من المعطيات الفضائية للتابع الصنعي لاندسات 5 والمسجلة بواسطة الماسح الغرضي (TM) في شهر تموز 1989 والناتجة من دمج ثلاثة نطاقات طيفية هي النطاقات (2-3-4) وإظهارها بالالوان المركبة كما استخدمت بعض المعطيات والمعلومات المساعدة مثل الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والخرائط الغرضية المحضرة سابقا عن المنطقة.

أعتمد في تحليل الصور الفضائية على مجموعة من العوامل المساعدة على تحديد استعمالات الاراضي مثل اللون والشدة اللونية والنمط والشكل والتركيب والقوام والمظاهر الخطية، فالنمط والقوام كانا عاملين مساعدين في دراسة التغيرات الناجمة في المناطق المروية وتعداد محاصيل الدورة الزراعية، فاللون والشدة اللونية هما الاستجابة الطيفية للنباتات المصورة، هذه الاستجابة تعكس نوعية وكمية الاشعة المنعكسة من سطوح تلك النباتات فمن المعروف ان كل نوع من أنواع النباتات يعكس كمية ونوعية من الاشعة الكهرومغنطيسية بمختلف مجالاتها خاصة المرئية وتحت الحمراء وهذه الاستجابة تعتمد غالبا على عدة عوامل مثل تركيب الورقة ونسبة الرطوبة في الاوراق ووجود الصبغات والمظلة النباتية ومرحلة نمو النبات، ففي الصور المدروسة لوحظ مايلي :

- ظهرت التربة باللون الاسود نتيجة لعوامل تشكلها ونشوئها .

- ظهرت النباتات حديثة النمو باللون الاحمر العاتم نتيجة مشاركة التربة السوداء في تسجيل الاجابة الطيفية حيث أن المظلة النباتية غير كافية لتغطية كامل سطح التربة.

- ظهرت النباتات متوسطة النمو باللون الاحمر العادي.

- ظهرت النباتات الكثيفة جيدة النمو باللون الاحمر اللامع.

- ظهرت بقايا المحاصيل باللون الاصفر الفاتح نتيجة انعكاس كمية متقاربة من أشعة المجالات الطيفية المسجلة.

**الاستعمالات الراهنة للاراضي :**

صنفت استعمالات الاراضي الراهنة حسب المستوي التصنيفي الثاني وتم تحديد وتمييز الفئات التالية :

**1- مناطق الزراعة الكثيفة :**

تشمل الاراضي التي تزرع لاكثر من موسم واحد في السنة بسب توفر مياه الري (زراعة مروية).

- محاصيل صيفية غذائية وعلفية وخضار صيفية.

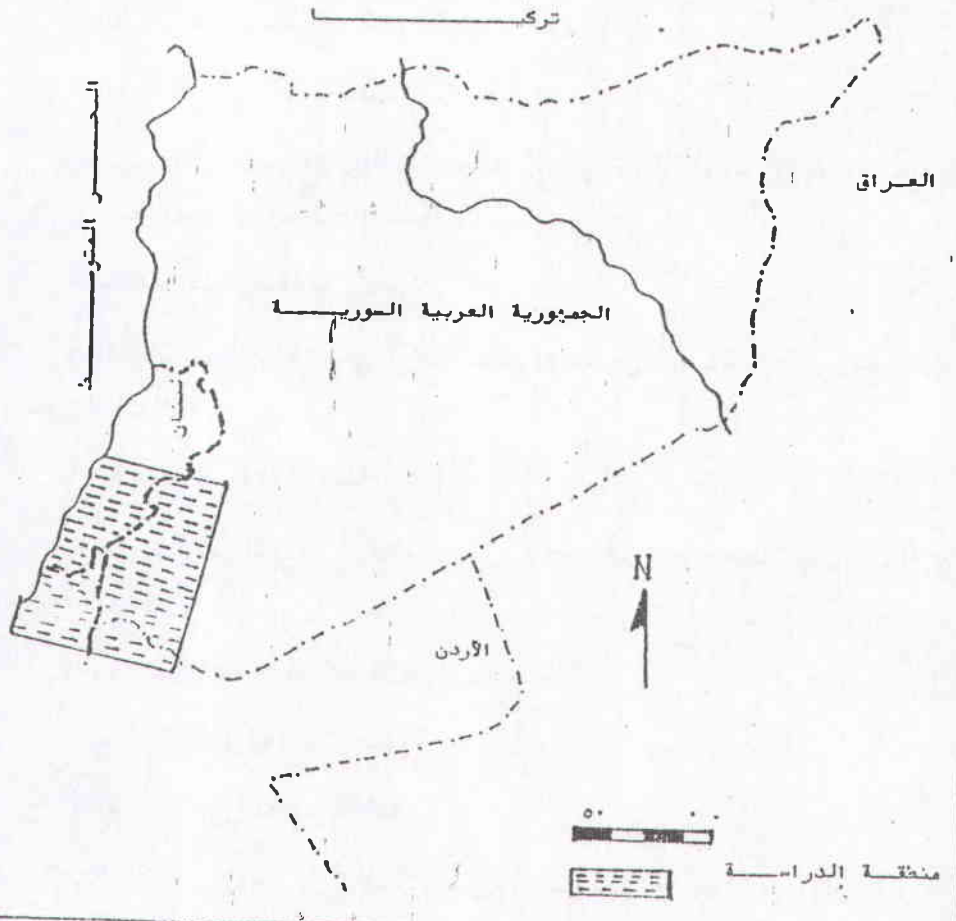
- محاصيل شتوية وخضار شتوية.

**2- مناطق الزراعة غير الكثيفة :**

تشمل الاراضي التي تزرع لموسم سنوي واحد بسبب عدم توفر مياه الري (زراعة بعلية) اهمها القمح والشعير والحمص والعدس.

**3- مناطق البساتين :**

تشمل الاراضي التي تشغلها بساتين الاشجار المثمرة بمختلف انواعها مثل الدراق والكرز والخوخ والتفاح والجوز وغيرها .


تركيا
العراق
الجمهورية العربية السورية
لبنان
الأردن
N
٥٠
منطقة الدراسة

خارطة موقع

## 4- مناطق الغابات والحراج :

تشمل الاراضي التي يشغلها الغطاء النباتي الحرجي وهي :

- الغابات الكثيفة : حيث المظلة النباتية تغطي كامل السطح تحت النباتات .

- الماكي : حيث المظلة النباتية لاتغطي كامل السطح وتشترك التربة في تحديد البصمة الطيفية لعناصر الصورة.

## 5- مناطق المراعي :

تشمل الاراضي غير المزروعة من قبل الانسان، وغطاؤها النباتي عبارة عن اعشاب حولية او معمرة وقد تنتشر فيها الاشجار الحراجية والشجيرات المتفرقة اذا توفرت الظروف المناخية والبيدولوجية المناسبة وتشمل :

- مناطق رعوية جبلية.
- مناطق رعوية سهلية.

## 6- مناطق العمران :

تشمل المناطق المشادة والمقامة من قبل الانسان ذات الطابع المدني والعمراني وتشمل :

- المدن والقرى الرئيسية .
- طرق المواصلات الرئيسية.
- المطارات.

## 7- الاجسام المائية :

تشمل المناطق التي تغطيها المياه بشكل دائم على مدار السنة وهي بحيرات طبيعية او اصطناعية متشكلة خلف السدود.

## 8- الاراضي الجرداء :

تشمل الاراضي الخالية من الغطاء النباتي أو أن الغطاء النباتي قليل جدا ولا يشغل اكثر من ثلث المنطقة بحيث لايمكن استخدامه حتي للرعي وتشمل :

- التكشفات الصخرية.

- اراضي اللوس.

## التغيرات الطارئة على استعمالات الاراضي :

قورنت المعطيات الاستشعارية الحديثة والمسجلة في عام 1989 مع المعطيات الاستشعارية المسجلة في عام 1973 والخرائط الفرضية المشتقة منها. نتيجة هذه المقارنة وجد مايلي :

1- يلاحظ في سهول حوران ازدياد المساحة المروية مما يدل على الاهتمام بالتكثيف الزراعي وتوسيع الرقعة الزراعية المروية من خضار ومحاصيل حقلية، مصدر الري غالبا من المياه الجوفية المستخرجة من الابار او من مياه مشروع ري اليرموك الاعلي الذي يؤمن مياه الري التكميلي للمحاصيل والخضار الشتوية ويلاحظ ان الحيازات الزراعية المروية تشكل حقول صغيرة تتداخل مع الاراضي المزروعة بالمحاصيل البعلية وذلك بما يتناسب مع كمية مياه الري المتوفرة والحيازة الزراعية، كما أن التوسع في زراعة الزيتون كشجرة اقتصادية تعم المنطقة ومازالت مستمرة حيث لوحظ ان هناك الكثير من بساتين الزيتون في المنطقة بأعمار مختلفة تتراوح بين ثلاث سنوات الى عشرة سنوات ، هذه البساتين شاركت في تحديد الطابع الطيفي لمناطق الزراعة الكثيفة عندما كانت المظلة النباتية كثيفة بحيث غطت سطح التربة، وأعطت بصمة طيفية مشابهة لتلك التي تظهر بها المحاصيل والخضار المروية.

2- في المنطقة الواقعة شمال شرق دمشق، يلاحظ كذلك التوسع الزراعي المروي ومصدر الري هو المياه الجوفية وتشكل الاراضي المروية حقولا صغيرة متفرقة وموزعة في المنطقة بما يتناسب مع مدي توفر مياه الري ، وفي حال عدم كفاية المياه تهجر هذه الحقول وتترك للجفاف والبياس ويلاحظ زيادة استغلال المياه الجوفية بشكل عشوائي يتجلي ذلك بري مساحة صغيرة وترك أخري بدون ري مما يؤدى الى هدر المياه وعدم استغلالها الاستغلال الامثل لذلك لابد من تنظيم الزراعة المروية في تلك المنطقة وترشيد استخدام المياه الجوفية.

3- في مرتفعات الجولان يلاحظ استصلاح وفلاحة مساحات واسعة من الاراضي التي كانت تغطيها النباتات الطبيعية، هذه المناطق تظهر بلون أسود قاتم على الصورة الفضائية بسبب تميزها بتربة سوداء خصبة من رتبة الترب الطرية (Mollisols) التى تتميز بمحتواها العالي من المادة العضوية، هذه الترب تزرع بعد استصلاحها بالاشجار المثمرة او المحاصيل والخضار المروية عند توفر مياه الري، ومنها ماهو قيد الاستصلاح لوضعها تحت الاستثمار الزراعي.

4- في سهل الحولة يلاحظ سيادة الزراعة المروية واتباع دورة زراعية تدخل فيها المحاصيل الصيفية والشتوية والعلفية مع ترك بعض الاراضي دون زراعة (بور) وأمكن تمييز هذا التركيب المحصولي استنادا الى تحليل البصمة الطيفية للغطاء النباتي حيث ظهرت المحاصيل الصيفية والعلفية باللون الاحمر وظهرت بقايا حصاد المحاصيل الشتوية باللون الاصفر وظهرت الاراضي البور والمحضرة للزراعة باللون الاسود نتيجة سيادة البصمة الطيفية المترية بسبب عدم وجود الغطاء النباتي.

5- يلاحظ في غوطة دمشق تقهقر الغطاء النباتي والتوسع العمراني على حساب المساحات الخضراء مما أدى الى ظهورها على الصورة الفضائية بمظهر الثوب المثقوب ، وذلك نتيجة استغلال الاراضي الزراعية في التوسع السكني والعمراني وإقامة المنشآت المدنية وشق طرق المواصلات في قري وبلدان الغوطة.

6- من المظاهر العمرانية الحديثة والتغيرات التي طرأت على استعمالات الاراضي كذلك الطريق الرئيسي الذي يربط دمشق بدرعا هذا المعلم العمراني الحديث ظهر على الصورة الفضائية بشكل مميز على الرغم من أن قدرة التمييز المكاني للمستشعر لاتسمح بظهور المعالم التي تقل عن (30×30م) إلا أن المعالم التي تحيط بالطريق شاركت في تحديد البصمة الطيفية له، كذلك أمكن تمييزه اعتمادا على الشكل الذي يعتبر من العوامل التحليلية التي تساعد على تحليل وتفسير الصور الفضائية.

## النتائج :

يستنتج مما سبق أن الاستشعار عن بعد هو أداة فعالة ودقيقة لدراسة استعمالات الاراضي وتحديد التغيرات الطارئة عليها وذلك لما للمعطيات الفضائية من ميزات لاتتوفر في غيرها، يمكن إيجازها بنطقتين اساسيتين هما : الشمولية والتكرارية الزمنية.

ولابد من الاشارة الى الاهمية الاقتصادية لاستخدام المعطيات الفضائية في مثل هذه الدراسات لما تحققه من فوائد اقتصادية تتجلي بالنقاط التالية :

أ- دقة النتائج : يتجلي ذلك في مراقبة التغيرات وتصنيفها ووضع حدودها بدقة تصل الى 98٪ خاصة عند اختيار المعطيات المناسبة وعرضها بالشكل المناسب.

ب- سرعة التنفيذ : يتجلي ذلك في توفير الوقت اللازم لانجاز مثل هذه الدراسات بالطرق التقليدية، وإعطاء النتائج بالسرعة الضرورية لاستخدامها في التخطيط لاستعمالات الاراضي المقترحة.

ج- إمكانية استخدام المعطيات الفضائية نفسها في دراسات اخري مثل تصنيف التربة ودراسات الجيولوجيا والهيدروجيولوجيا والبيئة وحصر الطاقات المتجددة، خاصة إذا كانت هذه المعطيات مسجلة على أوساط كومبيوترية بشكل رقمي.

# نظام المعلومات الجغرافية

# نظام المعلومات الجغرافية

إعداد
المهندس صالح نصري

## 1-تعريف مفهوم نظام المعلومات الجغرافية :

نظام المعلومات الجغرافية هو نظام معلوماتي يعتمد على استخدام الحاسبات في تخزين وتحليل وعرض المعلومات وفي إنتاج المخططات والخرائط ذات البيانات المكانية، أو الجغرافية بالشكل والمقياس المناسبين.

في نظام المعلومات الجغرافية يرتبط المعلم المكاني او الجغرافي (الهدف المدروس) بالمعلومة الوصفية التي تمتاز بها.

يتم تطبيق منهجية نظام المعلومات الجغرافية من خلال تقاطع مجموعة من الشرائح او الخرائط بمساعدة الحاسب الذي يستفيد من قاعدة البيانات ذات الصيغة الرقمية والمخزنة في ذاكرة الحاسب المستعمل لهذه الغاية.

إن استعمال الحاسبات في تطبيق هذا النظام يسمح بمعالجة عدد كبير من الشرائح بسرعة ملموسة كما يؤمن الحوار والاستعلام المباشر المتعلق بالمعلم المكاني والمعلومة الوصفية الخاصة به.

## يستند نظام المعلومات الجغرافية على تطبيق الخطوات التالية :

1- تأسيس القاعدة المعلوماتية من خلال الحصول على المعلومات والخرائط المكانية او الجغرافية ذات الاغراض المتعددة ومن ثم ادخالها او تخزينها في الحاسب باستعمال طريقة الترقيم الالكتروني.

2- تحليل ومعالجة المعطيات .

3- عرض النتائج واخراجها بالشكل والوسط المطلوب.

من المهم في نظام المعلومات الجغرافية أن تعلم ان المعلومات المخرجة تكون جيدة ودقيقة بقدر جودة ودقة المعلومات المدخلة، إذ أن المدخلات غير الدقيقة وغير الكافية تعطي مخرجات غير صحيحة واجابات غير تامة.

## 2- عناصر نظام المعلومات الجغرافية :

يحتوي نظام المعلومات الجغرافية على أربعة عناصر أساسية :

* المعدات والتجهيزات الحاسوبية (حاسب شخصي، مرقمة الكترونية، ماسح الكتروني، راسمة).
* مجموعة البرمجيات المتخصصة (تستطيع القيام بعمليات الترقيم والمراجعة والتحليل والحوار الاني مع المستخدم وكذلك الاظهار سواء على شاشة الحاسب او بالطباعة).
* الكادر البشري (المستخدمة او المستفيدون) الذي يقوم بتشغيل واستعمال النظام.
* مجموعة البيانات والمعطيات (الخرائط والوثائق المتنوعة اللازمة).

## 3- المعالم أو السمات المكانية :

يمكن تصنيف المعالم او السمات المكانية حسب الاصناف الثلاثة التالية :

معالم نقطية، معالم خطية، معالم مضلعة (مساحات او سطوح).

* المعلومة الوصفية لمعلم مكاني، تبين موقع وابعاد وطبيعية هذا المعلم وعلاقته مع المعالم المكانية المجاورة.
* المعالم المكانية النقطية ليس لها أبعاد، أما المعالم المكانية الخطية فلها بعد واحد، في حين أن المعالم المكانية المضلعة فلها بعدان يحددان مساحة المعلم.
* تحدد المعالم النقطية من خلال معرفة موقعها (أحداثياتها) (الابار والمراكز السكانية تعتبر عادة من المعالم المكانية النقطية).
* المعالم المكانية الخطية قد تكون ذات اشكال وأصناف مختلفة (خط مستقيم، خط متقطع أو متكسر، خط منحني).

* أبعاد المعالم المكانية الخطية تعبر عن عرض وطول المعلم (الانهار والطرقات هي أمثلة من المعالم المكانية الخطية).
* المعالم المكانية المضلعة (مساحات او سطوح) يتم تعريفها بحدودها وتوصف إما بنقطة واحدة تقع في مركز المضلع او بمجموعة نقاط تمثل محيط المعلم.

إن موقع أي معلم مايتحدد بقياس المسافة الشاقولية (أو العمودية) والمسافة الافقية على المحورين Y و X في النظام المستخدم.

يعبر عن علاقات الجوار بين معلم معين وبقية المعالم المجاورة بمدى قرب هذا المعلم اوبعده عن بقية المعالم المكانية.

### 4- المعلومات المكانية :

المعلومات المكانية هي مجموعة قيم عددية او رقمية تصف احداثيات موقع المعلم او ارتفاعه او الهطول المطري عنده او عدد السكان فيه او هي مجموعة احرف هجائية تصف طبيعة ونوع المعلم كصنف تربته ونوع غطائه النباتي واستعمالاته ودرجة انتاجيته سواء كانت منخفضة او متوسطة او عالية.

### 5- النظام (النمط) الشعاعي (المتجهي) :

إن العنصر الرئيسي في النظام الاحداثي هو الزوج الاحداثي X وY المستخدم في تحديد موقع المعلم، وكما ذكر سابقا فان المعالم المكانية النقطية يتم تحديد موقعها بشكل تام بزوج احداثي وحيد اي قيمة واحدة من X وY في حين يتطلب التحديد الدقيق لموقع المعالم المكانية الخطية او المضلعة عدد لامتناهي من الازواج الاحداثية أي قيم XوY.

ولغايات تطبيقية أو عملية فان المعالم المكانية الخطية تعتبر عدة خطوط منكسرة او منقطعة وتوصف بمجموعة متتالية من الازواج الاحداثية. أما المعالم المكانية المضلعة فيمكن اعتبارها كخط متقطع مغلق ويمكن استخدام اسلوب توصيف المعالم المكانية الخطية عند توصيف المعالم المضلعة وفي هذه الحالة يعاد ذكر قيمة الزوج الاحداثي الاول في نهاية مجموعة قيم الازواج الاحداثية للنقاط المأخوذة على حدود المضلع، الامر الذي يجعل إغلاق الخط الذي يمثل محيط وحدود المضلع إغلاقا دقيقا وتاما، وبذلك يجري وصف المضلعات من خلال قائمة لقيم الازواج الاحداثية المتتالية .

## 6- النظام (النمط) الشبكي :

في النظام الشبكي يتم تقسيم المساحة المدروسة الى نمط منتظم مؤلف من وحدات او خلايا مكانية لها نفس الشكل (عادة مربعة او مضلعة) والابعاد. يتم تحديد أبعاد هذه الخلايا بقياس الطول والعرض، في حين يتم تحديد موقع خلية بمعرفة قيمة الخط والعمود الذي تقع عنده هذه الخلية، لكل خلية معلومة وصفية قد تكون مشابهة او مختلفة عن المعلومة الوصفية الخاصة بالخلايا المجاورة والملاصقة لها.

وعادة مايتم تحديد أبعاد خلايا الشبكة ينسجم مع المساحة المدروسة ويراعي استطاعة النظام الحاسوبي المستخدم.

إن المقارنة بين النظامين الاحداثيين الجغرافيين المذكورين تبين أن لكلا النظامين فوائده ومحدودياته او معوقاته. فالنظام الشعاعي يستخدم في حالات التحديد المكاني الدقيق، كما هو الحال في المخططات العقارية او النظم الشبكية (مواصلات، مسيلات مائية ...).

أما النظام الشبكي فيسمح باعطاء معلومات وصفية أكثر تفصيلا وتأتي قوة النظام الشعاعي من جراء كفاءة التخزين ، في حين ان النظام الشبكي يكون قادرا وفعالا في دراسة وتحليل العلاقات المكانية المعقدة، كما أن الصيغة والشكل اللذين يمتاز بهما هذا النظام يجعل استخدام الحاسب أمرا يسيرا وسهلا.

وأخيرا فان بناء النظام الشبكي يشبه بناء الصور الفضائية الامر الذي يصبح التكامل بين نظام المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد أسلوبا ناجحا وممكنا.

إن برمجيات نظام المعلومات الجغرافية هي إما من النمط الشعاعي (ARC/INFO) أو من النمط الشبكي ) (ERDAS).

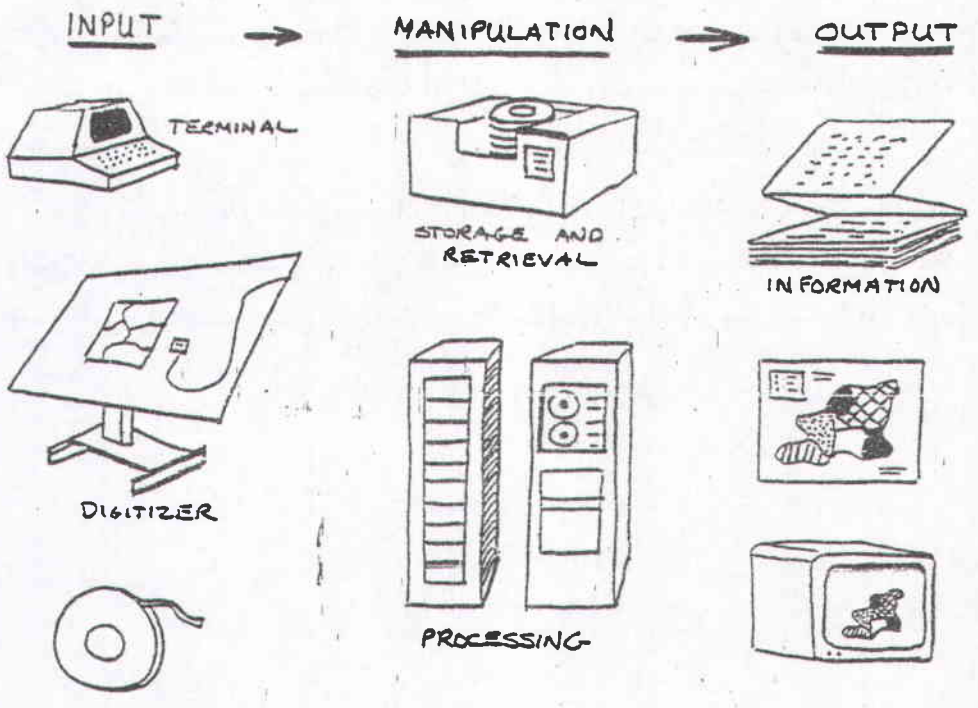
## 7- تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية :

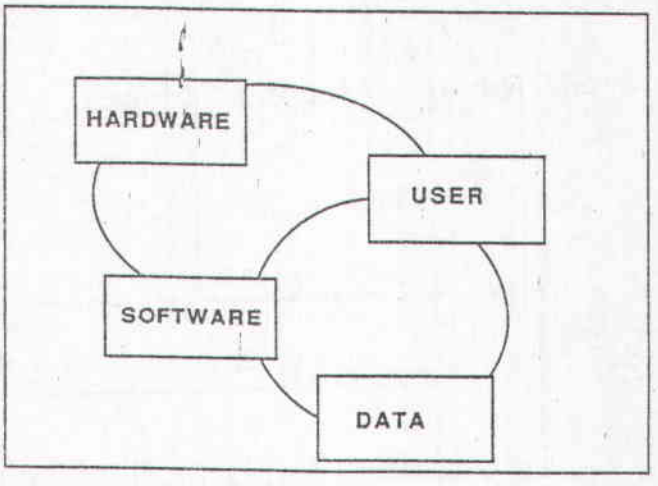
يمتاز نظام المعلومات الجغرافية بإجابته على الاستفهامات والتساؤلات والاستعلامات التي تحمل في مضمونها طبيعة الاستفسار عن ماذا يوجد ؟ أين توجد ؟ ماذا لو ؟ ولما كانت هذه الميزة وطبيعة هذا الاسئلة تهم الاختصاصات المتنوعة، لذلك فان تطبيقات هذا النظام متعددة ومختلفة.

من بين المميزات الهامة الاخري التي يمتاز بها هذا النظام هي امكانيته وقوته في عمليات النمذجة التى تعتبر من الغايات والاهداف الاساسية من استخدام النظام.

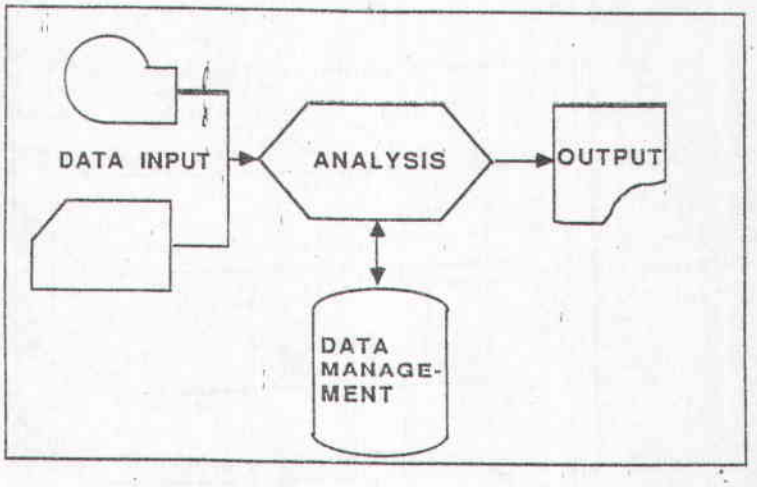
يستعمل نظام المعلومات الجغرافية لانتاج واشتقاق مجموعة معطيات اضافية، وهذه العملية تعتبر من الاستعمالات الهامة لهذا النظام، فمثلا نستخدم خرائط درجات الاراضي والتضاريس وأنواع الترب وكذلك خرائط المناخ (تساقط مطري، رطوبة، حرارة ...) في إنتاج واشتقاق خريطة ملائمة الاراضي لانواع متعددة من الاستعمالات او زراعة محاصيل معينة.

لقد أصبح نظام المعلومات الجغرافية احد الادوات والتقنيات التحليلية القوية والفعالة في أيدي المخططين ومتخذي القرار، كما أصبح يستخدم بشكل واسع في ادارة وتنمية الموارد الطبيعية وفي التخطيط البيئي المتكامل والدراسات حول هذه الامور كثيرة ومتنوعة.


INPUT
MANIPULATION
OUTPUT
TERMINAL
STORAGE AND RETRIEVAL
INFORMATION
DIGITIZER
PROCESSING

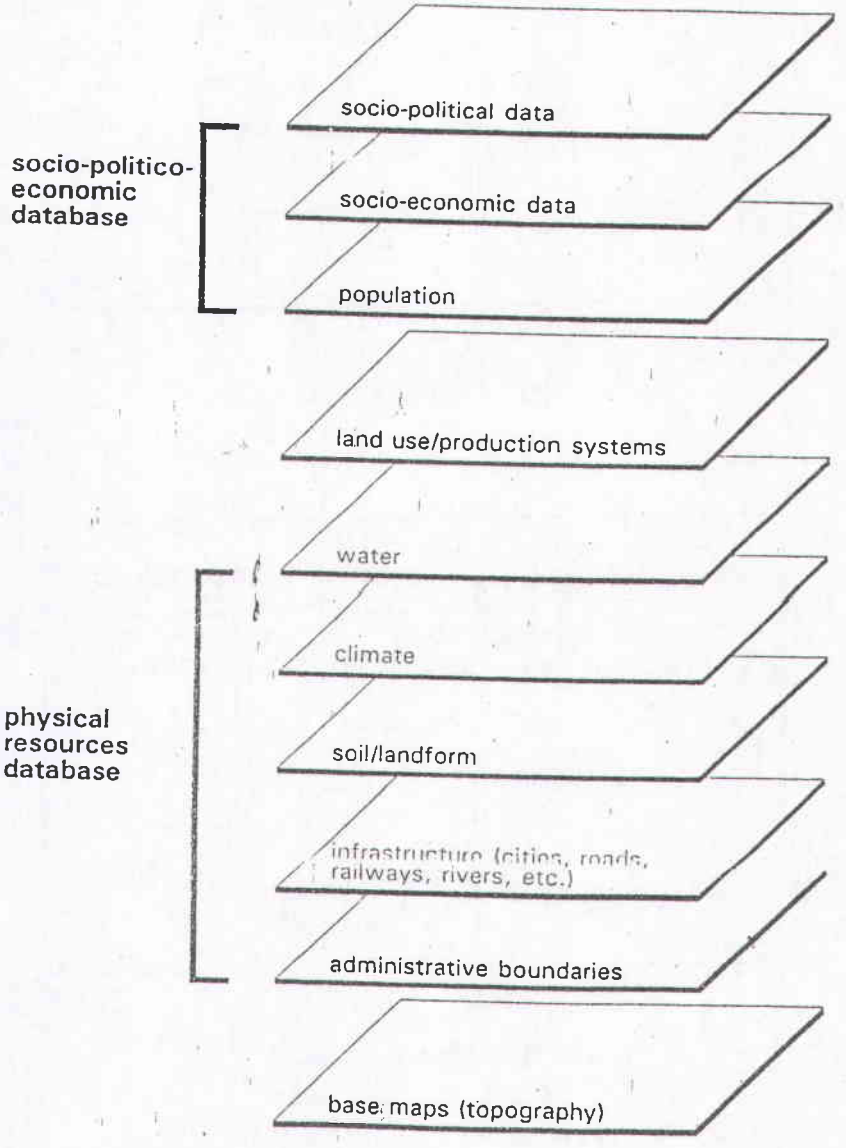


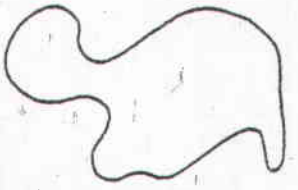

IMPLEMENTATION



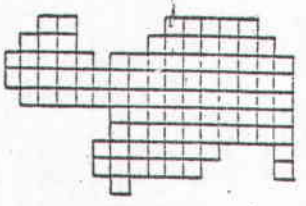

FUNCTIONAL DESIGN

# MAKE-UP of GIS Natural Resources Database

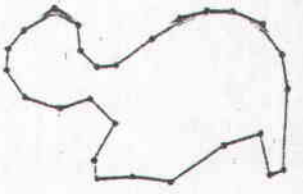




ACTUAL CONFIGURATION



GRID CELL
REPRESENTATION



LINE SEGMENT
REPRESENTATION

ADVANTAGES

* Encoding can be done manually
* Less computer time and space to perform analyses
* Allows more sophisticated data analyses
* Less complicated software
* Intuitive data structure

DISADVANTAGES

* Loss of spatial accuracy
* Difficulty in representing points and lines
* Commitment to one cell size
* Inability to represent dense data without extremely small grid size

ADVANTAGES

* Accuracy of original data
* Can be converted to any grid cell size for analyses

DISADVANTAGES

* Sophisticated encoding and display equipment required
* Complex software

# مباديء الاستشعار عن بعد

# مبادىء الاستشعار عن بعد

إعداد
المهندس الزراعي عبدالرحيم لولو

## 1- مفهوم الاستشعار عن بعد :

لم يعد مصطلح الاستشعار عن بعد غريبا على مسامع فئة كبيرة من الناس فقد استخدم هذا المصطلح الحديث منذ عام 1960 للدلالة على ظاهرة قديمة هي جمع المعلومات عن الاشياء والظواهر وفحصها عن بعد دون التماس المباشر معها، ومن الجدير بالذكر أن هناك من يفضل إطلاق هذه التسمية على العمليات والتقنيات التي تهدف وتستخدم في جمع المعطيات، وهناك من يطلق عليها تسمية علم وفن والوسيلة او الوسائل التي تستخدم في جمع المعطيات عن بعد، ولكن مهما اختلفت التسميات والمفاهيم الدقيقة لهذا المصطلح ، فانها لاتغير في المفهوم العام والاهداف شيئا، فالنتيجة هي الحصول على المعلومات الخاصة عن المادة المدروسة.

وبناء عليه يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بأنه دراسة الاشياء والظواهر دون التماس الفيزيائي المباشر معها، بهدف جمع المعطيات عن المادة المدروسة ومن ثم تحليل هذه المعطيات للوصول الى النتائج المطلوبة.

## 2- لمحة تاريخية حول الاستشعار عن بعد :

إن الاستشعار عن بعد قديم قدم الانسان، فالعين البشرية هي أول جهاز من اجهزة الاستشعار عن بعد، ولكنها لاستطيع الالمام بزاوية ومدى رؤية واسعين، ولاتستطيع تسجيل المعلومات إلا ماعلق منها بالمخ ولفترة قصيرة، بالاضافة الى أنها لاتستطيع ادراك سوى جزء صغير من أشعة الطيف الكهرومغنطيسي، هي الاشعة المرئية.

لذلك فكر الانسان بوسائل ناجعة تساعده على جمع المعطيات وبذلك تطورت تقنيات الاستشعار عن بعد تطورا تاريخيا وفق مايلي :

1840-1860 : استخدمت المناطيد كمنصات للتصوير

1900-1903 : استخدمت الطائرات الشراعية غير المأهولة كمنصات للتصوير.

1909-1915 : استخدمت الطائرات المأهولة في التصوير الجوي، وبدأت الاستفادة من الصور الجوية في أعمال المسح ووضع الخرائط.

1920-1925 : استخدمت الازواج الستيريوسكوبية للفحص المجسم وتأمين الرؤية ثلاثية الابعاد.

1939-1945 : تطور تحليل وتفسير الصور الجوية واستخدمت في الاستطلاع العسكري.

- استخدمت أفلام الاشعة تحت الحمراء في التصوير الليلي وكشف أعمال التمويه.

- استخدمت الصور الجوية في الابحاث العلمية.

1945-1950 : استخدم التصوير متعدد الاطياف وتحضير الصور الملونه.

1950-1960 : تطور استخدام المستشعرات الالكترونية واجهزة الرادار.

1960-1970 : اطلاق الصواريخ وغزو الفضاء.

1972 : اطلاق التوابع الصنعية والمركبات الفضائية المخصصة لدراسة الموارد الطبيعية .

## 3- العناصر الفيزيائية للاستشعار عن بعد :

لكي تتم عملية الاستشعار عن بعد لابد أن تتوفر العناصر الفيزيائية التالية :

### أ- الطاقة الكهرومغنطيسية :

تعرف الطاقة الكهرومغنطيسية بأنها تفاعل بين الحقل الكهربائي والحقل المغناطيسي والمنتشرة خلال الفضاء او الاوساط الاخري، ولابد من الاشارة الى أن كافة

الاجسام التي تكون حرارتها -273،15 م أعلى من درجة الصفر المطلق (-273،15 م) تعكس وتبعث طاقة كهرومغنطيسية، وحسب قانون (وين) فانه عندما تزداد حرارة الجسم تزداد كمية الاشعة المنبعثة منه وتكون الموجات كهرومغنطيسية اقصر، فالاشعة العظمي للشمس هو 6000 K ويكون عند الاشعة الخضراء التي تبلغ موجاتها 0،48 ميكرومتر، والاشعة العظمي للارض هو 300 K ويكون عند الاشعة الحمراء الحرارية التي طول موجاتها 10 ميكرومتر.

في الاستشعار عن بعد عادة ماتستخدم الاشعة التالية :

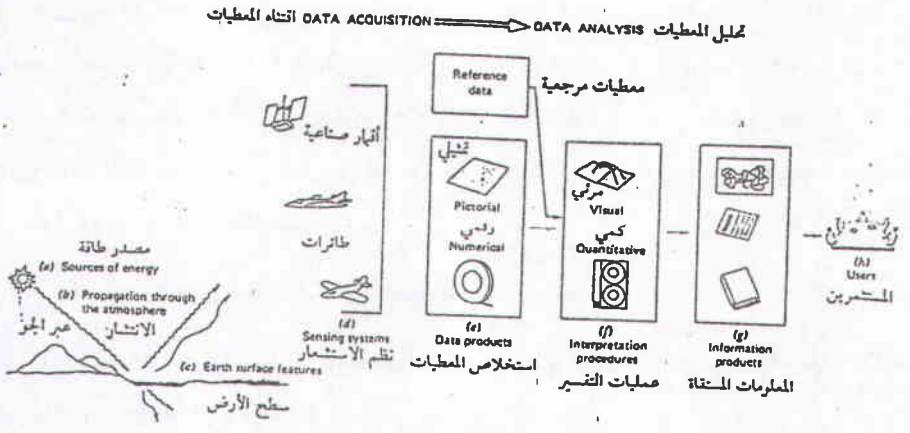
1- الاشعة المرئية : التي تنحصر اطوال موجاتها بين 0.4-0.7 ميكرومتر وتظهر للعين بالوان مختلفة موزعة بشكل أساسي كمايلي :

- البنفسجي 0.400 - 0.430 ميكرومتر.
- الازرق 0.43 - 0.475 ،،
- التركواز 0.475 - 0.510 ،،
- الاخضر 0.510 - 0.650 ،،
- الاصفر 0.560 - 0.590 ،،
- البرتقالي 0.590 - 0.620 ،،
- الاحمر 0.620 - 0.700 ،،

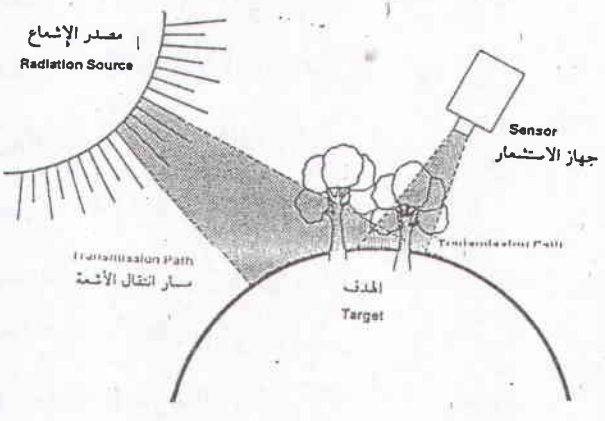
2- الاشعة تحت الحمراء : وهي التي تنحصر أطول موجاتها بين 0.7-20 ميكرومتر، موزعة على الشكل التالي :

- الاشعة تحت الحمراء القريبة : 0.7 - 1.5 ميكرومتر
- الاشعة تحت الحمراء المتوسطة 1.5 - 3 ميكرومتر
- الاشعة تحت الحمراء البعيدة : 3 - 20 ميكرومتر

وتسمي الاشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة بالاشعة تحت الحمراء المنعكسة، أما الاشعة تحت الحمراء البعيدة فتسمي بالاشعة تحت الحمراء الحرارية او المنبعثة.




الشكل رقم ١ خطط لنظام الاستشعار عن بعد لمصادر الأرض




الشكل رقم ٢ نموذج للعناصر الأساسية للاستشعار عن بعد .

3- الميكروويف : وهي التي تنحصر اطوال موجاتها بين 1مم - 1 متر وتقسم الى عدة نطاقات طيفية عند استخدامها في الرادار ، أهم هذه النطاقات :

النطاق X : 3سم

النطاق C : 5سم

النطاق L : 23سم

ولاشك أن الشمس هي المصدر الاساسي للاشعة الساقطة، أما تسجيل الاشعة بواسطة المستشعرات فيكون تسجيلا للاشعة المنعكسة عن الاهداف بالنسبة للاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة والمتوسطة، وتسجيلا للاشعة المنبعثة من الاجسام بالنسبة للاشعة تحت الحمراء الحرارية، ولابد من الاشارة الى أن كمية الاشعة الساقطة من الشمس الى الارض تعتمد علي الزاوية بين الشمس والارض التي تتأثر بالفصل والارتفاع والوقت والتضاريس ، وهذا يفسر ضرورة اختيار التواريخ والاوقات عند الحصول على المعطيات الاستشعارية.

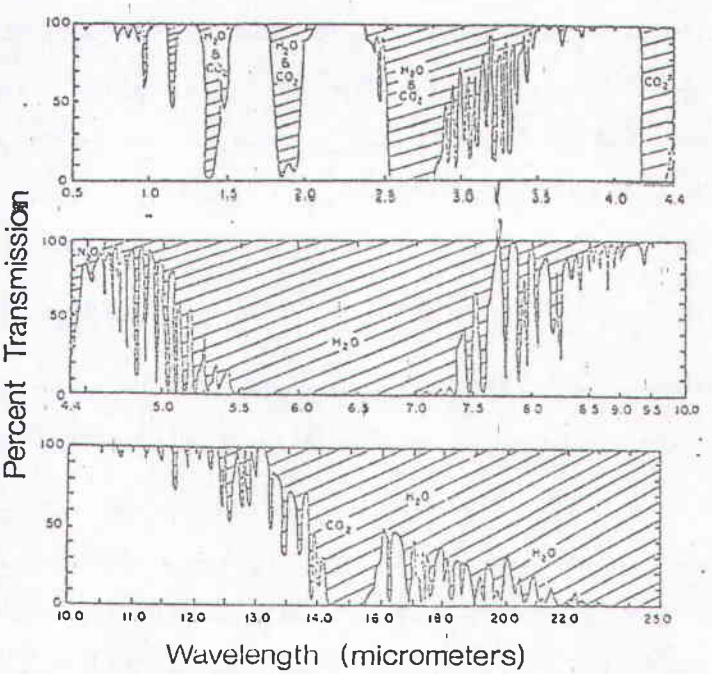
**ب- الممر الاشعاعي :**

لكي تتم عملية الاستشعار عن بعد لابد من وصول الاشعة الكهرومغنطيسية الساقطة من الشمس الى الاهداف المدروسة وهذا مايتم عبر مانسميه الممر الاشعاعي.

تتأثر الاشعة الساقطة بالجو المليء بالغازات وبخار الماء والمعلقات الاخري، لذلك تتعرض الاشعة للتبعثر الذي يكون شديدا ضمن المجالات الطيفية المنخفضة من الاشعة المرئية (الاشعة الزرقاء) لذلك نري السماء زرقاء في النهار، ويكون التبعثر شديدا لكافة الاشعة المرئية اذا كان الجو مليئا ببخار الماء مما يؤدى الى ظهور السماء قبل الغروب في فصلي الشتاء والخريف بالوان حمراء وارجوانية زاهية، كما يشكل الجو وسطا لامتصاص اطوال معينة من الموجات الكهرومغنطيسية لذلك يعمل كوسط محد لانتشار بعض الموجات بينما تستطيع بعض الموجات الاخري عبور الغلاف الجوي وهذه مانسميها النوافذ الجوية. لذلك تعرف النوافذ الجوية بأنها الجزء من الطيف الكهرومغنطيسي الذي تمر موجاته عبر الغلاف الجوي دون ان تكون عرضة للتغير او الامتصاص او التبعثر، وهذه النوافذ تكون عادة خالية ونظيفة من المواد والمعلقات

مثال على النوافذ الجوية المستخدمة في الاستشعار عن بعد هي :

- النافذة الجوية : ٠٫٥ - ١٫٤ ميكرومتر : اشعة مرئية و تحت حمراء قريبة
- النافذة الجوية : ٤٫٤ - ٥ ميكرومتر : اشعة تحت حمراء حرارية
- النافذة الجوية : ٨ - ١٤ ميكرومتر : اشعة تحت حمراء حرارية




شـــكل رقـــم - ٣ -

الجوية، وأهم هذه النوافذ المستخدمة في الاستشعار عن بعد هي :

- النافذة الجوية 0.5 - 1.4 ميكرومتر : أشعة مرئية وتحت حمراء قريبة.
- النافذة الجوية 4.4 - 5 ميكرومتر : أشعة تحت الحمراء حرارية.
- النافذة الجوية 8 - 14 ميكرومتر : أشعة تحت حمراء حرارية.

وتجدر الاشارة الى أن الموجات القصيرة ميكروويف لاتتأثر بالعوامل الجوية، وتخترق الغيوم ، وهذه من الميزات الاساسية لاستخدامها في الاستشعار عن بعد.

ج- الهدف :

يقصد به المادة المدروسة نفسها، حيث لايمكن ان تتم عملية الاستشعار عن بعد دون وجود مادة تكون هدفا للدراسة مثل الحقول الزراعية والتكوينات الجيولوجية والمسطحات المائية والمنشآت العمرانية وغيرها.

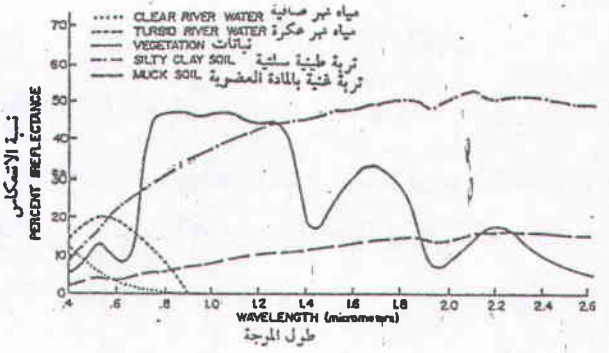
وهناك ثلاثة عوامل تجعل دراسة هذه المواد ممكنة بواسطة الاستشعار عن بعد،، هذه العوامل هي :

1- التباين الطيفي : يعتمد هذا العامل على كمية ونوعية الاشعة المنعكسة عن الاهداف المدروسة حيث تتميز كل مادة من المواد بعكس نوعية وكمية معينة من الاشعة الساقطة عليها، فالنباتات مثلا تعكس الموجات ذات الاطوال (0.6-1.4) ميكرومتر، بينما يعكس الماء الموجات ذات الاطوال (0.4-1.4) ميكرومتر. لذلك تظهر كل مادة بصورة تميزها عن بقية المواد وهذا مايدعي بالبصمة الطيفية، ولكن تجدر الاشارة الى أن هذه البصمة تتأثر بالفصل والموقع الجغرافي، لذلك عمليا من الصعب ان تكون هذه البصمة واحدة في كافة المناطق او معتبرة لكل فترات السنة. كما أنه لابد من الاشارة الى أنه عندما تسقط الاشعة على جسم معين فانها تتحول إما الى طاقة منعكسة او ممتصة او مخترقة وبذلك تكون الاشعة الساقطة مساوية الى :

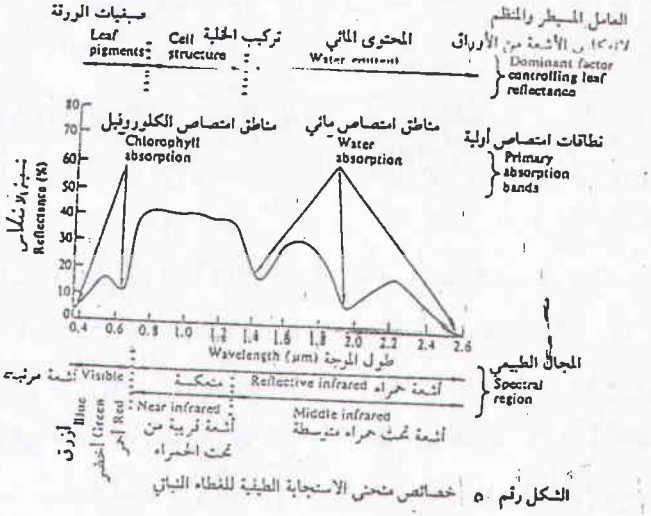
$$One = Ro + alfa + to$$

أو

$$1 = e + x + z$$




الشكل رقم ٤ منحنيات الانعكاس الطيفية لأجسام أرضية مختلفة




الشكل رقم ٥ خصائص منحنى الاستجابة الطيفية للغطاء النباتي

حيث : 1 : الاشعة الساقطة

. e : الاشعة المنعكسة

. x : الاشعة الممتصة

. z : الاشعة المخترقة

2- التباين الهيكلي : يتعلق هذا العامل بالمادة المدروسة ونمط ترتيبها، حيث تحافظ المادة على هيكلها وشكلها العام وتعطي نفس المظهر بشكل متواصل، فالاشجار والمنازل والطرقات والبحيرات وشبكات التصريف والانهار مظاهر خاصة تظهر بها على الصور الفضائية وتميزها عن باقي المواد المدروسة.

3- التباين الزمني : يتعلق هذا العامل بالوقت الذي سجلت فيه المعطيات الفضائية، فاذا كان لدينا حقل من الذرة او القمح فانه في مرحلة الانبات يعطي مظهرا يختلف عن مرحلة الاشطاء او النضج او الحصاد، وذلك بسبب اختلاف مراحل النمو واختلاف شكل النباتات وكثافتها.

## د- جهاز الاستشعار :

جهاز الاستشعار هو أداة يمكنها أن تستقبل وتسجل الاشعة المنعكسة عن المادة المدروسة او المنبعثة منها ضمن مجال طيفي واحد او عدة مجالات طيفية، وقد تم تصميم مستشعرات خاصة لدراسة الارض من الفضاء تتلاءم مع النوافذ الجوية. وفي حالات خاصة يتم تصميم مستشعرات نوعية تتلائم مع الجو او طبيعة الدراسة، ويمكن تقسيم المستشعرات الى مايلي :

1- كاميرات الفديو والتصوير : وهي كاميرات التصوير الجوي مثل :

(JENA ZEISS-CARL ZEISS-WILD HEERBRUG)

وكاميرات التصوير الفضائي مثل :

(EARTH TERRAIN CMERA-MATRIC CAMERA)

2- أجهزة قياس الاشعة (الراديومتر) التى تسجل الاشعة ضمن نطاقات طيفية معينة .

3- اجهزة قياس الطيف (سبيكترومتر) التي تسجل الاشعة ضمن مجال طيفي معين.

4- المواسح : مثل الماسح متعدد الاطياف M.S.S والماسح الفرضي T.M المحمولة على متن التوابع الصنعية لاندسات، هذه المواسح لاتستخدم افلام التصوير في تسجيل الاشعة ولكن تقوم بعملية مسح لمنطقة منتظمة من الارض، هذا النظام مكن من تسجيل المعطيات على أشرطة كومبيوتر ممغنطة باستخدام اعداد افتراضية تمثل مختلف الشدات اللونية للاهداف المدروسة، تتراوح قيمة هذه الشدات بين 0-255 درجة من اللون الرمادي لمختلف المجالات الطيفية، ويتم تسجيل شدة السطوع لاصغر مساحة يمكن تمييزها على الارض. ولابد أن نذكر ان لكل مستشعر اربعة قدرات تميز هي :

- قدرة التميز المكاني : هي أصغر مساحة يمكن ان يميزها المستشعر على سطح الارض وتدعى وحدة الصورة Pixl.
- قدرة التميز الطيفي : هي عدد النطاقات الطيفية التي يمكن ان يسجلها المستشعر.
- قدرة التميز الاشعاعي : أصغر كمية من الطاقة يمكن أن يسجلها المستشعر، والقيمة الاشعاعية او شدة سطوع وحدة الصورة البيكسل هي معدل القيمة الاشعاعية الواردة من كافة اجزاء البيكسل.
- قدرة التميز الزمني : هي المدة الزمنية الفاصلة بين المسح والاخر لنفس المنطقة. أي المدة الفاصلة بين الزيارة والاخرى لنفس المنطقة من التابع الصنعي.

# المنصات الفضائية
# المستخدمة في الاستشعار عن بعد

# المنصات الفضائية المستخدمة في الاستشعار عن بعد

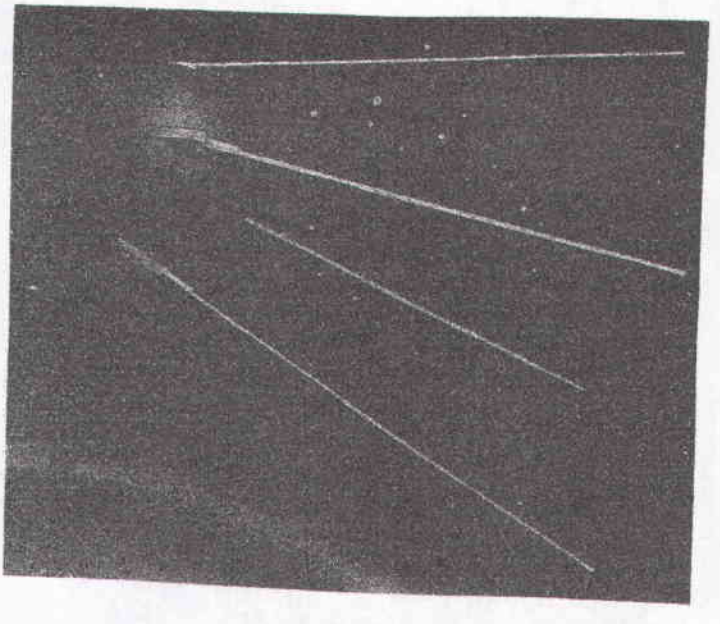
إعداد
الخبير مروان قضماني
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – دمشق – سوريا

## مقدمة :

يجوب الفضاء الان وعلى ارتفاعات مختلفة، العديد من المركبات الفضائية المأهولة وغير المأهولة مهمتها التحديق مليا في أرجاء الارض والكشف عن مواردها الطبيعية وثرواتها الدفينة، ولقد غدت هذه التوابع الصنعية الارضية بمختلف أنواعها مصدرا هاما للمعلومات يزود الباحثين بالمعطيات التي تساهم في فهم المسائل المتعلقة بكشف الموارد الطبيعية وفي تقييمها ومن ثم ادارتها واستثمارها . كما في الشكل (1).

## لمحة تاريخية :

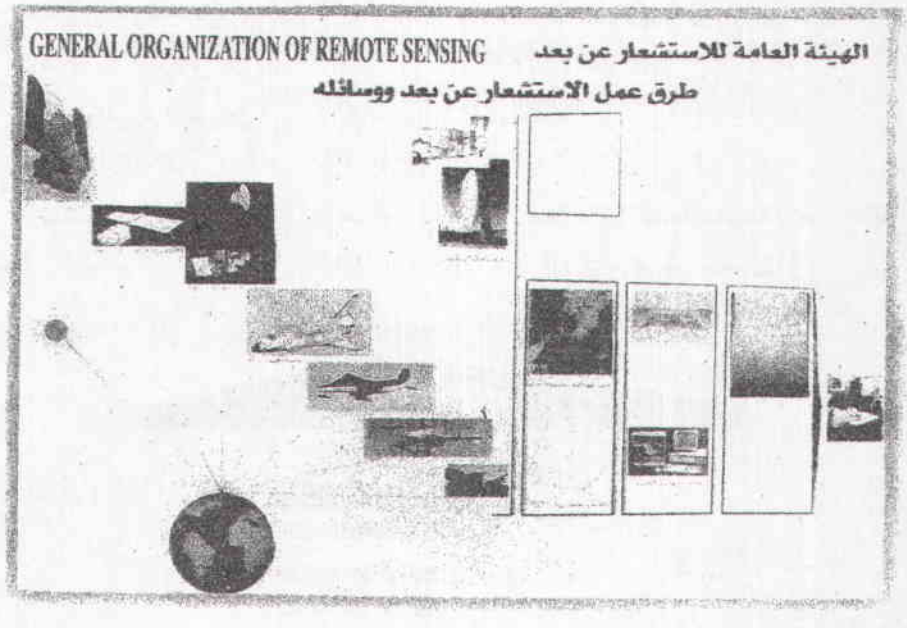
يرجع نشوء وأصل الاستشعار عن بعد غير التصويري الى الحرب العالمية الثانية حيث طور وحسن استخدام الرادار واستخدام أنظمة الكشف باستعمال الاشعة تحت الحمراء الحرارية، فقد قادت الحاجة الى تحسين وسائل الاستطلاع والتجسس العسكرية في الخمسينات من هذا القرن الى تطوير واستخدام أنظمة المسح الطيفي وآلات التصوير التلفزيونية والرادارات ذات الرؤية الجانبية. وقد اطلق الاتحاد السوفيتي اول تابع صنعي سبوتنيك (1) Sputnik في 4 تشرين الاول 1957 واستمر بعد ذلك التنافس بين الدول وخاصة الولايات المتحدة الامريكية في اطلاق العديد من التوابع الصنعية المختلفة كما في الشكل (2).



## تعريف الاستشعار عن بعد :

الاستشعار عن بعد Remote Sensing هو تقنية متقدمة للحصول على معطيات حول جسم ما أو ظاهرة دون أي تماس فيزيائي مع هذا الجسم أو الظاهرة بواسطة اجهزة الكترونية مركبة او ضوئية إما على رافعة أو منطاد أو على طائرات ذات ارتفاع منخفض او متوسط أو عالي أو مراكب فضائية أو توابع صنعية ...

ترسل المعطيات الاستشعارية الى محطات الاستقبال الارضية، حيث تعالج بواسطة الحواسب وطبقا لانظمة وبرامج خاصة يتم تقديمها إما على شكل صور فضائية أو أشرطة مغناطيسية CCTS أو أقراص ليزرية CD-Roms أو أشرطة 8mm Exabyte وللحصول منها على المعلومات تحلل إما بصريا أو عن طريق الحواسب والبرامج الجاهزة (المعالجة الرقمية) ويكون الناتج بشكل خرائط غرضية او معلومات احصائية او تقارير وصفية ومن ثم توزع على المستثمرين او متخذي القرار للاستفادة منها في التنمية والتخطيط . كما في الشكل (3) .



ويهدف الاستشعار عن بعد الى مسح الموارد الارضية ووضع خرائط عرضية (جيولوجية زراعية مائية تنظيمية ... الخ) وتكمن فوائده في الشمولية والتكرارية وقلة التكاليف وتوفير الوقت.

وقد قامت دعوات كثيرة من العلماء الى أهمية استخدام ودراسة المشكلات التي نتعرض لها في ثرواتنا الارضية واستخدام المعطيات التي نحصل عليها من أقسام واجزاء مختلفة من الطيف الكهرطيسي Electromagnetic Spectrum الذي يتألف من :

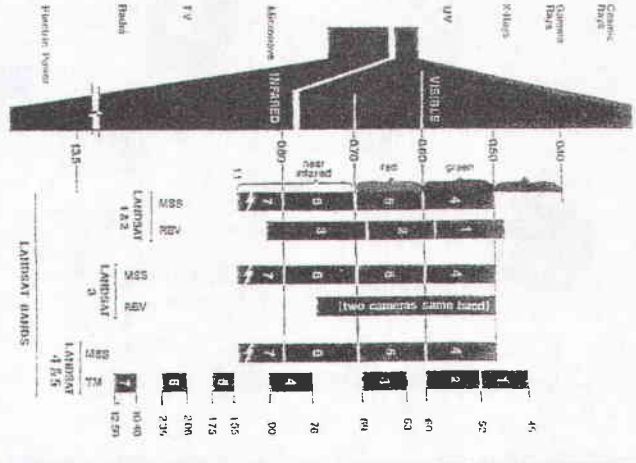
1- الاشعة الكونية Cosmic Rays
2- أشعة غاما Gamma Rays
3- الاشعة السينية X Rays
4- أشعة مافوق البنفسجية Ultraviolet Rays
5- الاشعة المرئية Visible Rays 0.4 - 0.7 ميكرومتر .

وتتألف من الالوان الرئيسية التالية :

* النطاق الازرق 0.4 - 0.5 ميكرومتر.
* النطاق الاخضر 0.5 - 0.6 ميكرومتر
* النطاق الاحمر 0.6 - 0.7 ميكرومتر.

6- أشعة تحت الحمراء المنعكسة 0.7-3 ميكرومتر Reflected Infrared Rays
7- أشعة تحت الحمراء الحرارية 3-100 ميكرومتر Thermal Infrared Rays
8- أشعة الميكروويف 1مم - 1000 م Microwave Rays
9- الراديو والتلفزيون 1م - 1000 T-V and Radio
10- الطاقة الكهربائية Electric Power

وتستخدم التوابع الصنعية نطاقات مختلفة من الاشعة مثل الاشعة المرئية وتحت الحمراء المنعكسة وتحت الحمراء الحرارية وأشعة الميكروويف (الرادارية) كما في الشكل (4).



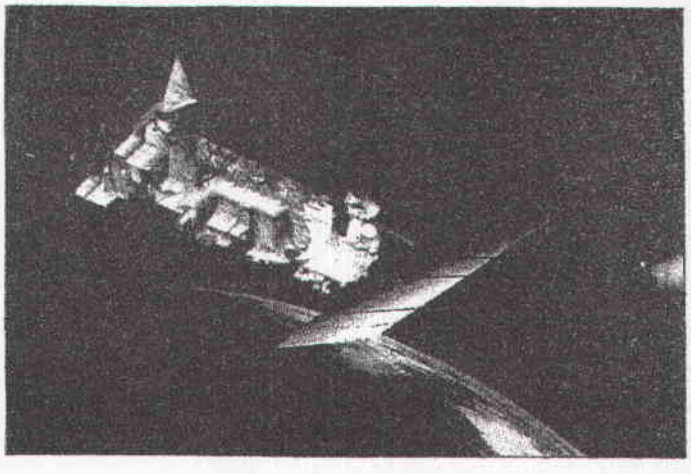
من خلال الاهتمام المتزايد بالمشكلات المتعلقة بالمصادر والثروات الارضية وبالمشكلات البيئية والحاجة الى مصادر حديثة للمعطيات والمعلومات ، فقد قامت وستقوم الدول التالية باطلاق توابع صنعية لمراقبة الارض :

1- **الولايات المتحدة الامريكية** :The United States of America

لقد اطلعت اميركا وستطلق التوابع الصنعية التالية :

1- التابع الصنعي الاميركي Television and Infrared Observation Satellite (TIROS)

ويتألف هذا البرنامج من عشر توابع صنعية بدأت في عام 1960 وماتزال حتي الان وكل تابع يحمل زوج من الكاميرات التلفزيونية الصغيرة ويدور في مدار قطبي على ارتفاع 840 كم ومتزامن مع الشمس. وبعدها أطلق TIROS-N في تشرين الاول 1978 ويحمل راديو متر متقدم وعالى في قدرة التمييز Advanced very High Resolution Radiometer (AVHRR) ويعمل ليلا ونهارا في المجال المرئي 0.6 ميكرومتر وتحت الاحمر 0.9 ميكرومتر وبقدرة تمييز 1 كم ويقيس درجات حرارة سطح البحر والجبال الجليدية في البحر ويعطي معلومات جيدة في مجال الهيدرولوجيا وعلم المحيطات والارصاد الجوية . ويحمل التابع أيضا TIROS Operational Vertical Sounder (TOVS) كما في الشكل (5).



## 2- التابع الصنعي الامريكي NIMBUS

ويتألف هذا البرنامج من سبعة توابع صنعية بدأ في عام 1964 باشراف NASA لمراقبة تلوث الغلاف الجوي ودراسة احوال المحيطات من حيث التلوث والغطاء الجليدي وقياس درجات الحرارة وكذلك توزع الاوزون 03 والميتان CH4 واحادي اكسيد الكربون CO وهي تدور بمدار قطبي ومتزامن مع الشمس على ارتفاع 955 كم والتغطية المتكررة كل 6 ايام وبقدرة تمييز 800م واجهزة الاستشعار المحمولة على متن هذا التابع هي :

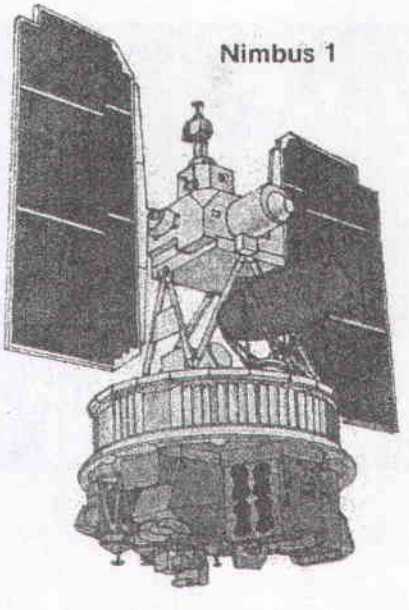
1- قياس أشعاع حراري (راديومتري).

2- رادار ميكروي وماسح متعدد الاطياف يغطي النطاقات التالية المجال المرئي 0.5-0.7 ميكرومتر.

3- وتحت الحمراء المنعكسة 0.7-1.1 ميكرومتر.

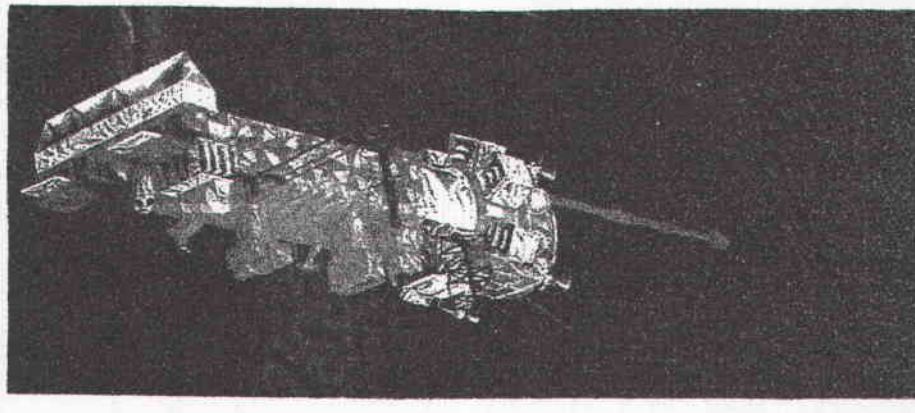
4- وتحت الحمراء الحرارية 10.5-12.5 ميكرومتر.

وقد اطلق NIMBUS-7 في 1978 ويحمل جهاز ماسح لوين للنطاق الساحلي Coastal Zone Color Scanner (CZCS) ويعمل ضمن ستة نطاقات طيفية تتراوح من المجال المرئي وتحت الاحمر القريب وتحت الاحمر الحراري بتغطية أرضية 1800 كم وقدره تمييز 800 م كما في الشكل (6).



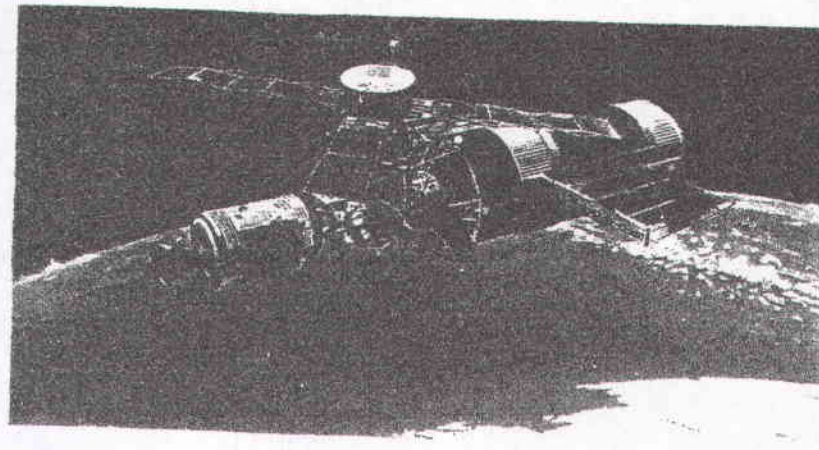
### 3- التابع الصنعي الامريكي NOAA :

وهو برنامج فضائي لدراسة احوال الطقس ويتألف من عدة توابع صنعية أطلق NOAA-1 في 11 كانون الاول 1970 وتدور بمدار قطبي متزامنة مع الشمس على أرتفاع 840 كم وتسجل المعطيات لنفس المنطقة مرتين في اليوم وقدرة التمييز 1كم وتحمل هذه التوابع اجهزة استشعار راديومترية من نوع Very High Resolution Radiometer (VHRR) وتحتوي على قناتين الاول في المجال الطيفي المرئي الاحمر 0.6-0.7 ميكرومتر والثانية في المجال الطيفي تحت الاحمر الحراري 10.5-12.5 ميكرومتر وتحمل توابع (NOAA) ايضا راديومتر لا يلتقط صورا وإنما يعطي رسما بيانيا لتغير درجات الجو Vertical Temperature Profiling Radiometer (VTPR) وقد اطلق NOAA في 8 تشرين الثاني 1984 ثم NOAA-9 في عام 1986 و NOAA-12 في ايار 1991 كما في الشكل (8).



4- محطة سكايلاب SKYLAB :

أطلقت أمريكا محطة SKYLAB-1 في شباط 1973 و SKYLAB-2 في 22 آيار 1973 و SKYLAB-3 في 28 تموز 1973 و SKYLAB-4 في 16 تشرين الثاني 1973 على أرتفاع 430 كم لمراقبة الارض واجراء التجارب العلمية . كما في الشكل (9).



5- التابع الصنعي الامريكي لاندسات LANDSAT :

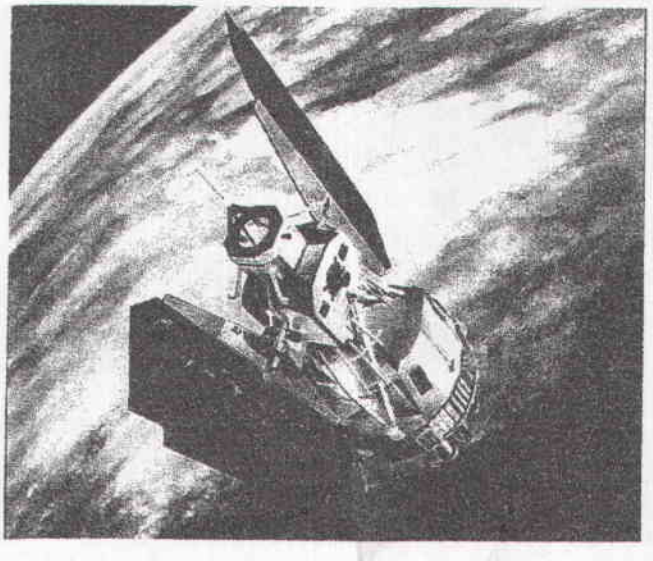
وكان يسمي هذا التابع بـ Earth Resources Technology Satellite (ERTS) وقد اطلقت امريكا LANDSAT-1 في 23 تموز 1972 حتي 6 كانون الثاني 1978 ثم LANDSAT-2 في 22 كانون الثاني 1975 حتي 25 شباط 1982 و LANDSAT-3 في 5 آذار 1978 حتي 31 آذار 1983 ويدور بمدار قطبي متزامن مع الشمس على ارتفاع 920 كم والتغطية المتكررة كل 18 يوم ويحمل كل منهم جهازي مسح.

أ- ماسح متعدد الاطياف Multispectral Scanner (MSS) ويسجل المعطيات ضمن أربع نطاقات طيفية وهي :

1- النطاق (4) 0.5-0.6 ميكرومتر ويستخدم في كشف تعكر المياه.

2- النطاق (5) 0.6-0.7 ميكرومتر ويستخدم في الطبوغرافيا والمسيلات المائية.
3- النطاق (6) 0.7-0.8 ميكرومتر ويستخدم في استعمالات الاراضي.
4- النطاق (7) 0.8-1.1 ميكرومتر ويستخدم للتفريق بين اليابسة والمياه.
وقدر التمييز 79 × 56 م التغطية الارضية 185 × 185 كم

ب- صمام الحزمة المرتدة Return Beam Vidicon (RBV) ويحوي ثلاث كاميرات في لاندسات 1 و 2 وقدرة التمييز 79 × 56 م وكاميرتين في لاندسات -3 وقدرة التمييز 40م والتغطية الارضية 185 × 185 كم وتسجل المعطيات ضمن ثلاث نطاقات طيفية وهي :
1- كاميرا حساسة للنطاق الطيفي 0.475 - 0.570 ميكرومتر
2- كاميرا حساسة للنطاق الطيفي 0.58 - 0.68 ميكرومتر
3- كاميرا حساسة للنطاق الطيفي 0.69-0.83 ميكرومتر . كما في الشكل (10).



لاندسات -4 أطلق من قبل NASA في 16 تموز 1982 ولاندسات -5 في 1 آذار 1984 على ارتفاع 705 كم والتغطية المتكررة كل 16 يوم ويحمل كل منهما جهازي مسح :

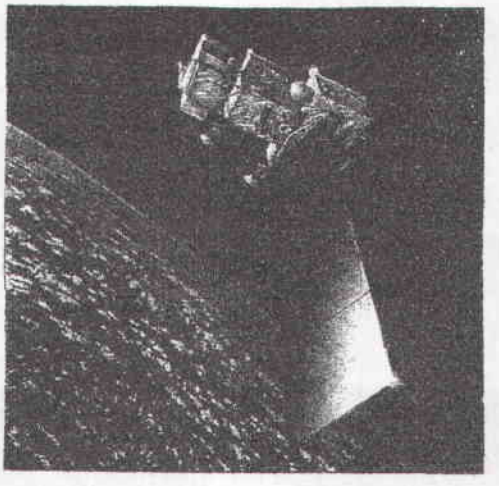
1- ماسح متعدد الاطياف MSS كما في لاندسات 1 و 2 و 3

2- ماسح غرضي Thematic Mapper (TM) ويجمع هذا الماسح بيانات راديومترية اشعاعية في سبع نطاقات طيفية : بقدرة تمييز 30 م عدا النطاق تحت الاحمر الحراري 120م والتغطية الارضية 185 × 170 كم . كما في الشكل (11).

لاندسات -6 أطلق في 1993 ولكن فشل في الاطلاق وكان يحمل جهازي مسح :

1- ماسح غرضي محسن ETM يعمل ضمن ثمانية نطاقات طيفية بقدرة تمييز 30 م في المجال المرئي وتحت الاحمر و 120 م في مجال تحت الاحمر الحراري و 15م في مجال البانكروماتيك.

2- ماسح Sea Wide - Field Sensor . كما في الشكل (12).

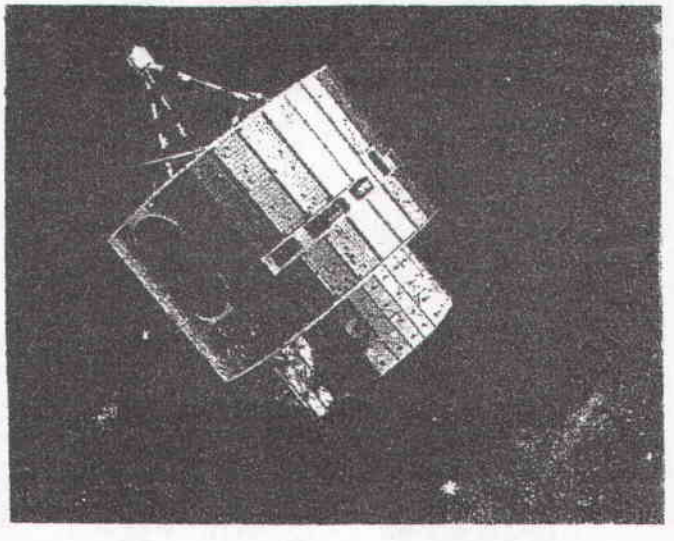


لاندسات -7 أطلق في 15 نيسان 1999 ويحمل ماسحين ماسح غرضي محسن بقدرة تمييز 30م في مجال تحت الاحمر و 60م في مجال تحت الاحمر الحراري و 15م في مجال البانكروماتيك والتغطية الارضية 185 كم . كما في الشكل (13).

### 6- التابع الثابت لدراسة الاحوال البيئية :

Geostatioary Operational Environmental Satellites (GOES)

وهو برنامج مشترك بين NOAA و NASA أطلق GOES-1 في 16 تشرين الاول 1975 على ارتفاع 35.600 كم ويحمل راديومتر Visible Infrared Spin-Scan Radiometer (VISSR) ويعمل ضمن نطاقين طيفيين في المجال المرئي وتحت الاحمر الحراري وبقدرة تمييز 800م و7.8كم ويستخدم للتصوير ليلا ونهارا وقد أطلق GOES-10 في 25 نيسان 1997 . كما في الشكل (14).

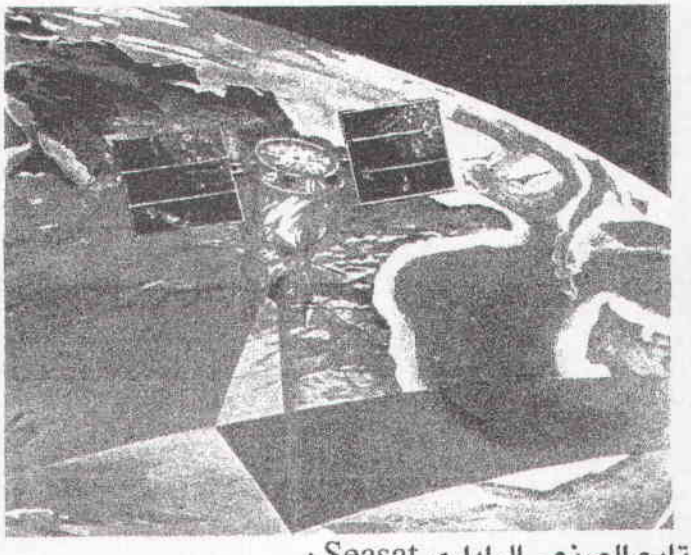


### 7- التابع الصنعي لمسح الاستطاعة الحرارية للأرض :

Heat Capacity Mapping Mission (HCMM)

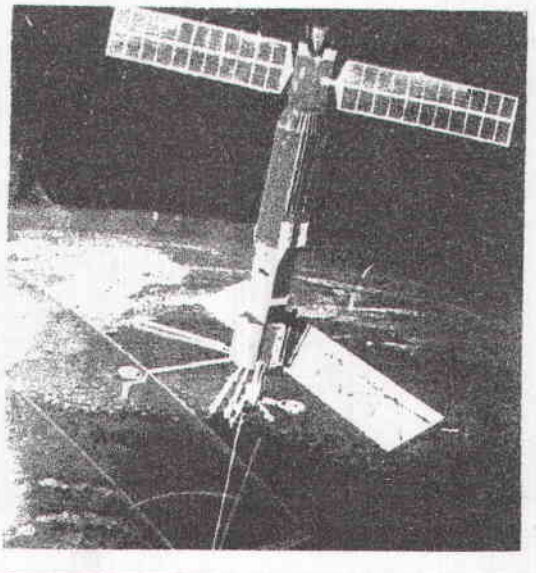
وقد أطلق HCMM في 16 نيسان 1978 حتى 1980 على أرتفاع 620 كم ويدور بمدار قطبي ومتزامن مع الشمس وبتغطية متكررة كل 16 يوم ويحمل راديومتر (HCMR) يعمل ضمن المجال المرئي وتحت الاحمر وتحت الاحمر الحراري بقدرة

تمييز 600م وتغطية أرضية 700 كم ويستخدم في الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية والزراعية كما في الشكل (15).



8- التابع الصنعي الراداري Seasat :

أطلق Seasat في 26 حزيران 1978 على أرتفاع 790 كم ويحمل الرادار SAR يعمل ضمن المجال الطيفي L أو 25 سم بقدرة تمييز 25م وتغطية أرضية 100 كم ويقدم معطيات فضائية في الليل والنهار. وأستمر بالعمل لمدة 106 يوم فقط في تغطية ديناميكية المحيطات وقياسها كما في الشكل (16).



## 9- مكوك الفضاء الامريكي Space Shuttle :

يعتبر مكوك الفضاء الامريكي Space Shuttle أحد أثمن التطورات في تكنولوجيا الفضاء حيث أن فائدته بالنسبة للاستشعار عن بعد تأتي كونه :

1- يمكن الاحتفاظ به سالما لاستعماله في المستقبل.

2- دوره كمنصة فضائية لاطلاق التوابع الصنعية المختلفة أو إصلاحها.

وقد بدأ برنامج المكوك الفضائي في عام 1981 وهو يتألف من ثلاثة اجزاء :

1- زوج من الصواريخ ذات الوقود الدفعي الصلب.

2- خزان كبير للوقود الدفعي السائل ويتألف من الهيدروجين والاوكسجين السائلين.

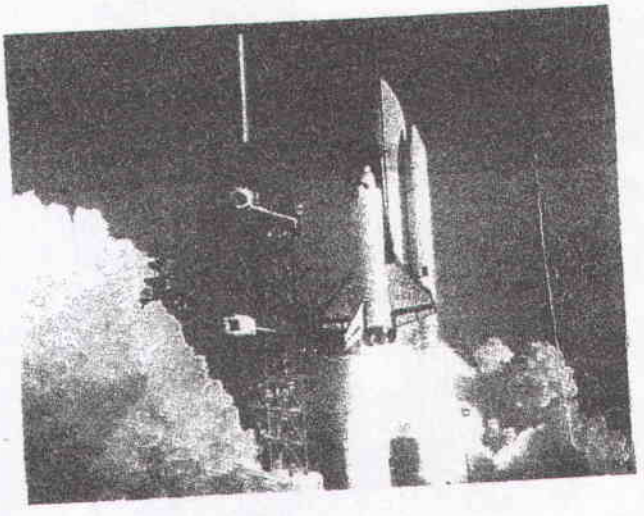
3- جسم المركبة وهو بحجم طائرة DC-9 ويحتوى مخبر فضائي Spaceleb ويبلغ الارتفاع الوسطي للمكوك 250 كم ويتسع (5-14) راكب ويمكن أن يبقي في الفضاء لفترة مابين أسبوع - 30 يوم.

ويحمل مكوك الفضاء الامريكي عددا من اجهزة الاستشعار عن بعد والتى تعمل بانظمة الرادار وفى مجال النطاق الطيفي المرئي وأنظمة المسح بأشعة تحت الحمراء الحرارية بالاضافة كاميرات عالية التصميم :

1- كاميرا Hasselblad بعدها المحرقي 50-250 مم.

2- كاميرا Aerolinhaf بعدها المحرقي 90-250 مم.

ونحل على الصور فضائية بقدرة تمييز 10-20م وهناك إمكانية الحصول منها على خرائط ذات مقياس 1/50.000 وتبلغ سرعة المكوك 27000 كم/سا ويدور يوميا 16 مرة حول الكرة الارضية ولدى الولايات المتحدة الامريكية أربعة مكوك فضاء وهي ديسكفرى وأنديفور واتلانتيس وكولومبيا بعد أن أنفجر مكوك الفضاء تشالينجر في 28 كانون الثاني 1986 . وقد وضعت المانيا الماسح MOMS-02-D على متن المكوك في عام 1993 ونحصل على صور فضائية بقدرة تمييز 4.5م في مجال البانكروماتيك و15م من الماسح متعدد الاطياف MSS . كما في الشكل (17)



10- التابع الصنعي الامريكي Space Imaging

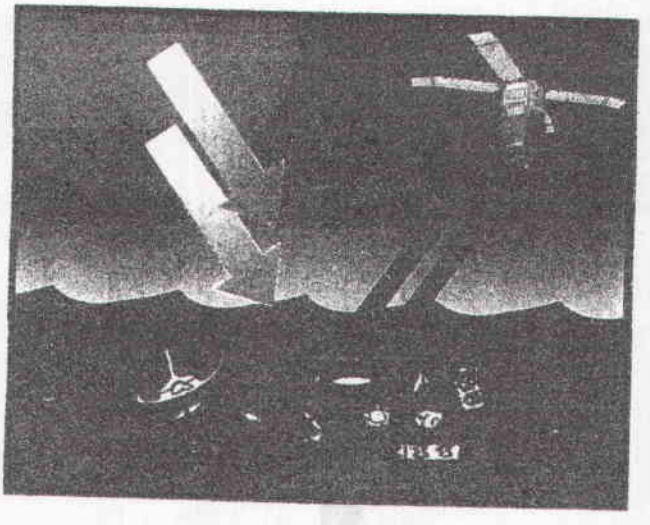
أطلق التابع الصنعي Space Imaging-1 في كانون الاول 1997 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 1م في مجال البانكروماتيك و 4م في الماسح MSS .

11- التابع الصنعي الامريكي Early Bird :

أطلق التابع الصنعي Early Bird من قبل شركة Earth Watch في 24 كانون الاول 1997 على أرتفاع 470 كم ويدور بمدار قطبي ومتزامن مع الشمس ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 3م في مجال البانكروماتيك و 15م في الماسح MSS والتغطية الارضية 6 و 30 كم لكن انتهي عمله بعد أربعة أيام من إطلاق.

12- التابع الصنعي الامريكي SEASTAR

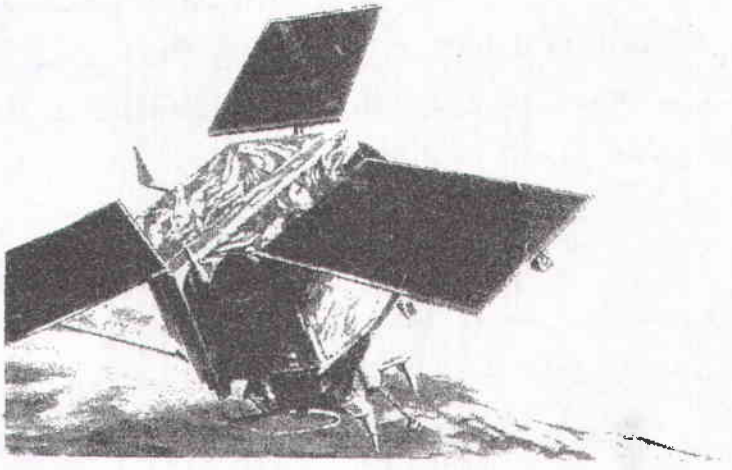
أطلع Sea Star في عام 1998 على ارتفاع 705 كم ويدور بمدار قطبي ويحمل ماسح Sea WiFs يعمل ضمن ثمانية نطاقات طيفية في مجال فوق البنفسجي وتحت الاحمر الحراري وبقدرة تمييز 1كم ومخصص لمراقبة لون البحار والمحيطات . كما في الشكل (18).



13-التابع الصنعي الامريكي IKONOS-1

أطلع IKONOS-1 في 28 نيسان 1999 من قبل شركة Space Imaging ويحلق على ارتفاع 680كم ويعطى صورا فضائية بقدرة تمييز 82سم في مجال البانكروماتيك و 4م في الماسح MSS وبتغطية ارضية 11كم . لكن انتهي عمله بعد

الاطلاق مباشرة وتجرى الاستعدادات لاطلاق IKONOS-2 فى أوائل تشرين الاول 1999 . كما في الشكل (19).

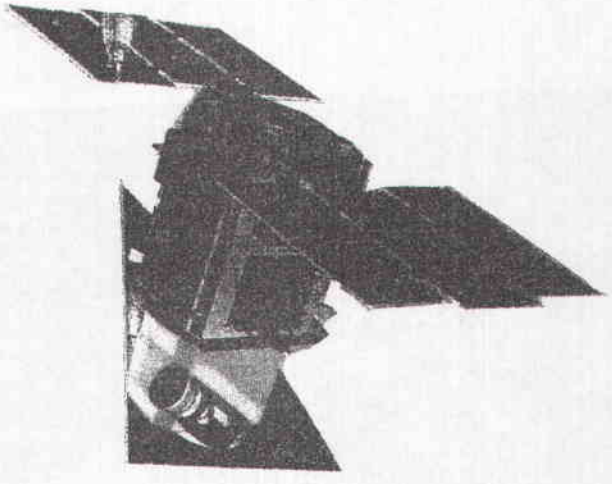


14- التابع الصنعي الامريكي ORBVIEW-3

من المحتمل اطلاق ORBVIEW-3 في عام 1999 من قبل شركة ORBIMAGE ويحلق على ارتفاع 470 كم ويعطى صورا فضائية بقدرة تمييز 1م في مجال البانكروماتيك و 4م في الماسح MSS وبتغطية أرضية 8كم والتغطية المتكررة كل 3 أيام . كما في الشكل (20).

15- التابع الصنعي الامريكي QUICK BIRD

من المحتمل إطلاق QUICK BIRD في عام 1999 من قبل شركة Earth Watch ويحلق على ارتفاع 600 كم ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 82 سم في مجال البانكروماتيك و 3.28 م في الماسح MSS وبتغطية أرضية 22كم والتغطية المتكررة كل 1.5 يوم . كما في الشكل (21) .



16- التابع الصنعي الامريكي EROS-B

من المحتمل اطلاق EROS-B في عام 1999 من قبل شركة West Indian ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 1.3 في مجال البانكروماتيك بتغطية أرضية 13.5 كم.

17- التابع الصنعي الامريكي CIBSAT

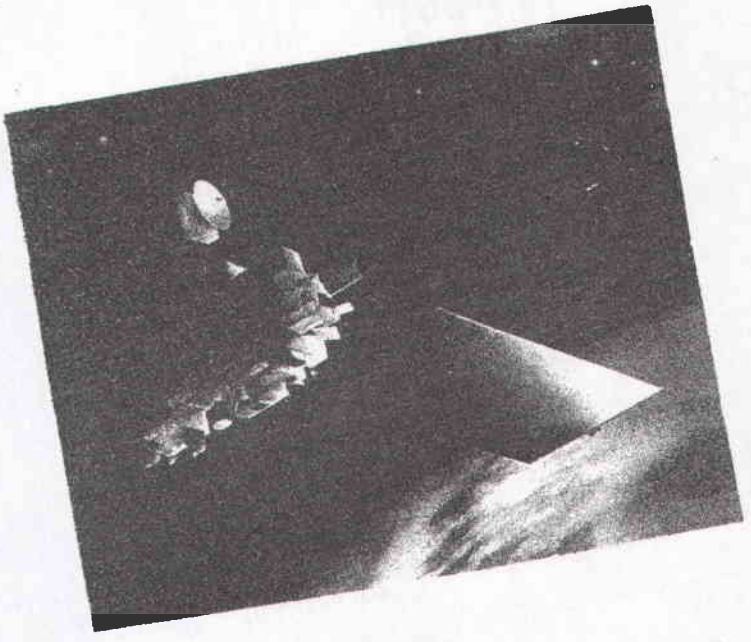
من المحتمل إطلاق CIBSAT في عام 1999 من قبل شركة Kodak ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 1م في مجال البانكروماتيك و 5م في الماسح MSS و 60 في المجال Hyperspectral وبتغطية أرضية 112 كم.

18- التابع الصنعي الامريكي GEROS

من المحتمل اطلاق GEROS في عام 1999 من قبل شركة West Indian ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 10 م في الماسح MSS.

19- التابع الصنعي الامريكي Earth Observation System (EOS) :

من المحتمل إطلاق EOS-1 فى عام 1999 على أرتفاع 705 كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن النطاقات الطيفية C.L.X ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 10م بالاضافة الى وجود ماسح MSS يعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 15م في المجال المرئي و 30م في مجال SWIR و 90م في مجال تحت الاحمر الحراري وبتغطية أرضية 60 كم . كما في الشكل (22).



20- التابع الصنعي الامريكي EYEGLASS :

من المحتمل إطلاق EYEGLASS في عام 1999 ويعطى صورا فضائية بقدرة
ييز 1 م في البانكروماتيك.

21- التابع الصنعي الامريكي LEWIS

من المحتمل اطلاق LEWIS في عام 2000 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز
ي مجال البانكروماتيك و 30م في مجالي VNIR و SWIR .

22- التابع الصنعي الامريكي CLARK

من المحتمل اطلاق CLARK في عام 2000 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 3م في مجال البانكروماتيك و 15م في مجال VNIR .

23- التابع الصنعي الامريكي RESOURCE-21

من المحتمل اطلاق RESOURCE-21 في عام 2000 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 10م في مجال البانكروماتيك و 20م في الماسح MSS و 100 م في مجال Hyperspectral والتغطية الارضية 205 كم.

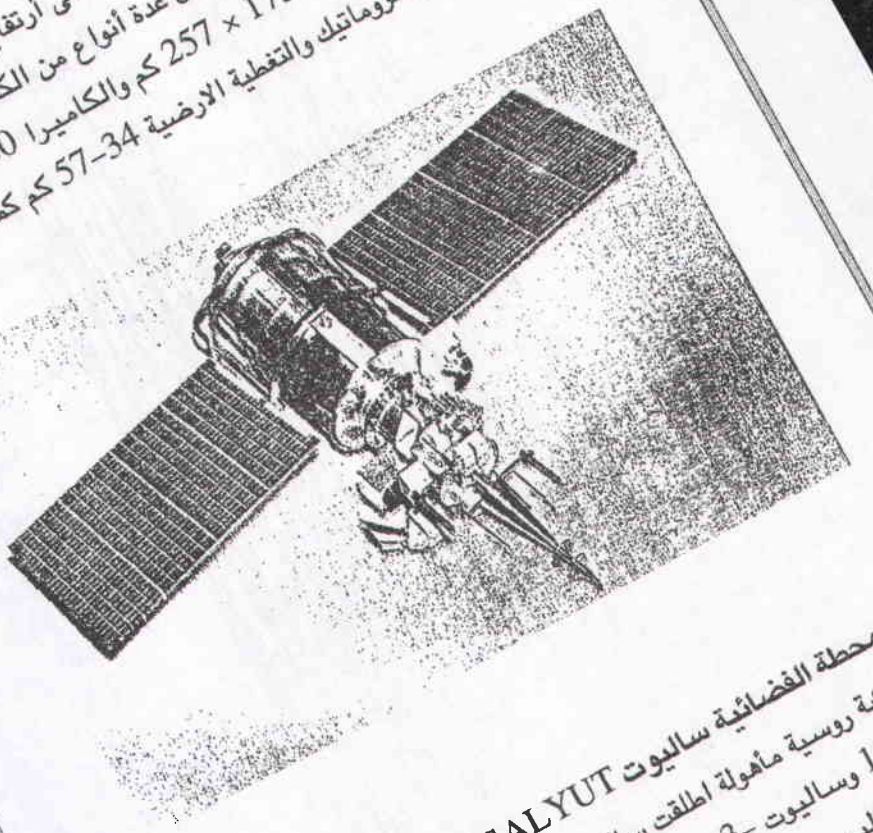
24- التابع الصنعي الامريكي Earth Observation System (EOS)

من المحتمل اطلاق EOS-2 في عام 2004 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 10م في مجال البانكروماتيك و 30م في الماسح MSS و 90م في مجال تحت الاحمر الحراري TIR والتغطية الارضية 60 كم.

## 2- روسيا RUSSIA

### 1- التابع الصنعي الروسي COSMOS

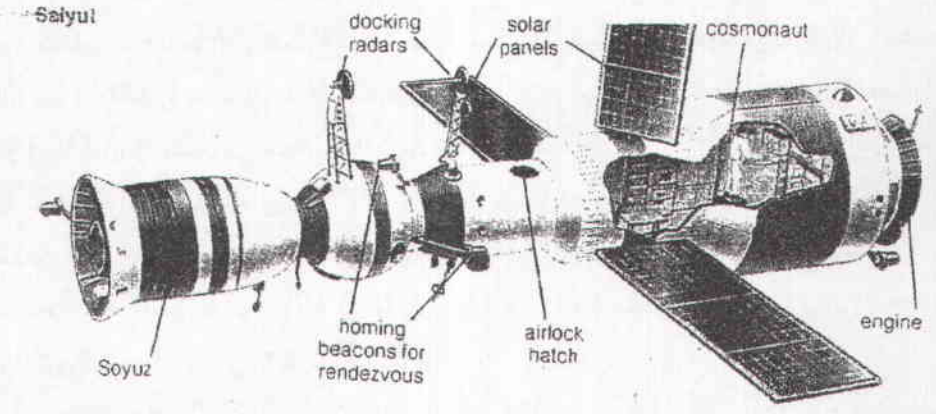
أطلق COSMOS-1 في آذار 1962 على أرتفاع 220 كم ثم اتبعه سلسلة من التوابع مخصصة لمراقبة الارض ويحمل عدة أنواع من الكاميرات مثل TK-350 بقدرة 5-10م والتغطية الارضية 175 × 257 كم والكاميرا KVR-1000 بقدرة تمييز 2-3م في مجال البانكروماتيك والتغطية الارضية 34-57 كم كما في الشكل (23).



### 2- المحطة الفضائية ساليوت SALYUT

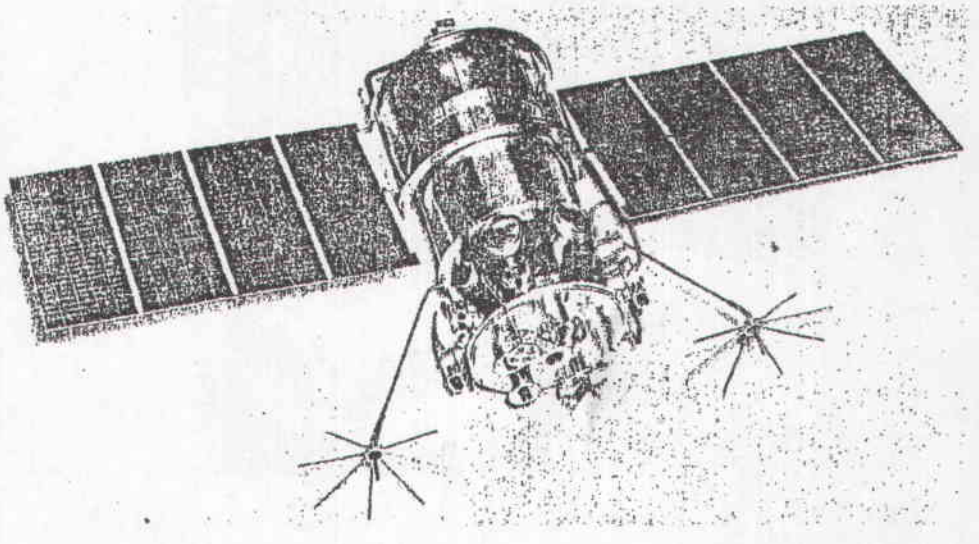
، مركبة روسية مأهولة اطلقت ساليوت -1 في 19 نيسان 1971 وساليوت -2
1973 وساليوت -3 في 20 حزيران 1974 وساليوت -4 في 26 كانون
وساليوت -5 في 22 حزيران 1976 على ارتفاع 265 كم . اطلقت
29 أيلول 1977 على ارتفاع 365-375 كم . اطلقت ساليوت -7 في
طة ساليوت عدة كاميرات مثل KATE-200 ، KATE-140 ،

MKF-6 لمراقبة الارض ، كما في الشكل (24).




## 3- التابع الصنعي الروسي METEOR

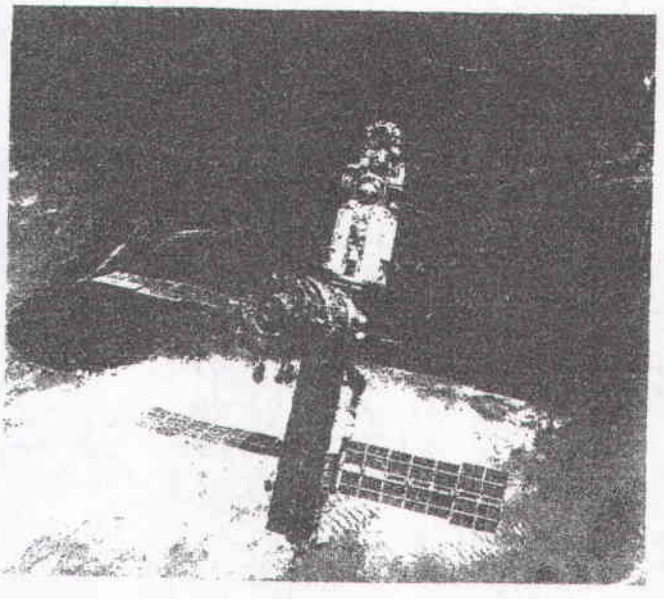
وهي سلسلة من التوابع الصنعية مخصصة للارصاد الجوية . اطلق Meteor-1 في تموز 1980 على ارتفاع 635 كم ويدور بمدار قطبي ويحمل ثلاث كاميرات MSU-SK و MSU-5 و Telemeter كما في الشكل (25).



## 4- المحطة الفضائية الروسية MIR

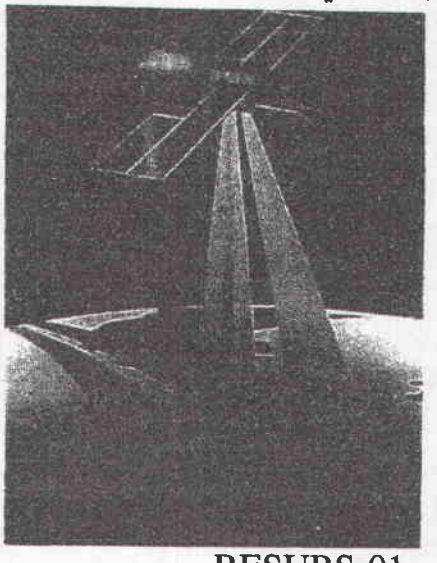
وهي محطة فضائية متطورة أطلقت في عام 1986 على ارتفاع 360 كم وتحمل عدة كاميرات مثل MKF-6M تعمل ضمن 6 مجالات طيفية مابين المرئي وتحت الحمراء بقدرة تمييز 20×20 م وتغطية ارضية 140 × 200 م والكاميرا KATE-140 تعمل في مجال البانكروماتيك بقدرة تمييز 60 × 60م والتغطية الارضية 335 × 335 كم والكاميرا KVA-1000 بقدرة تمييز 2م في مجال البانكروماتك وضعت في المحطة في عام 1992. ووضعت المانيا الماسح MOMS-02-P على متن المحطة MIR في عام 1996 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 6 م في مجال البانكروماتيك و 18م في الماسح MSS.

وقد التحمت المركبة سويوز – ت . م – 3 بتاريخ 22–30 تموز 1987 وكان على متنها الرحلة الفضائية السورية – السوفيتية المشتركة ومشاركة رائد الفضاء السوري محمد فارس واجراء عدة تجارب طبية وفيزيائية وكيميائية واستشعار عن بعد وقد انتهي عمل هذه المحطة في اوائل أيلول 1999 كما في الشكل (26).



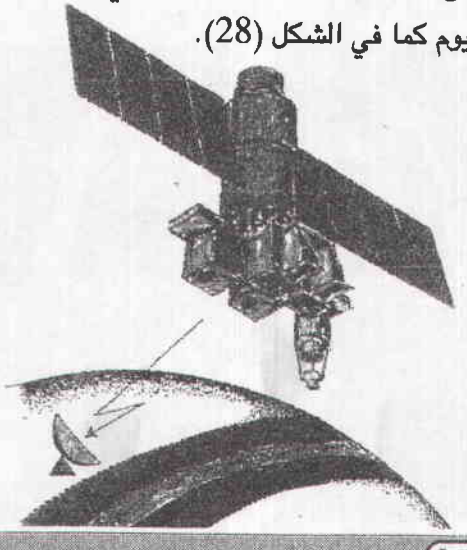
## 5- التابع الصنعي الروسي الراداري ALMAZ

أطلق ALMAZ-1 في 31 آذار 1991 على ارتفاع 300 كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن النطاق الطيفي L أي 10 سم ويمكن الحصول على صور فضائية رادارية بقدرة تمييز 15 م . كما في الشكل (27).



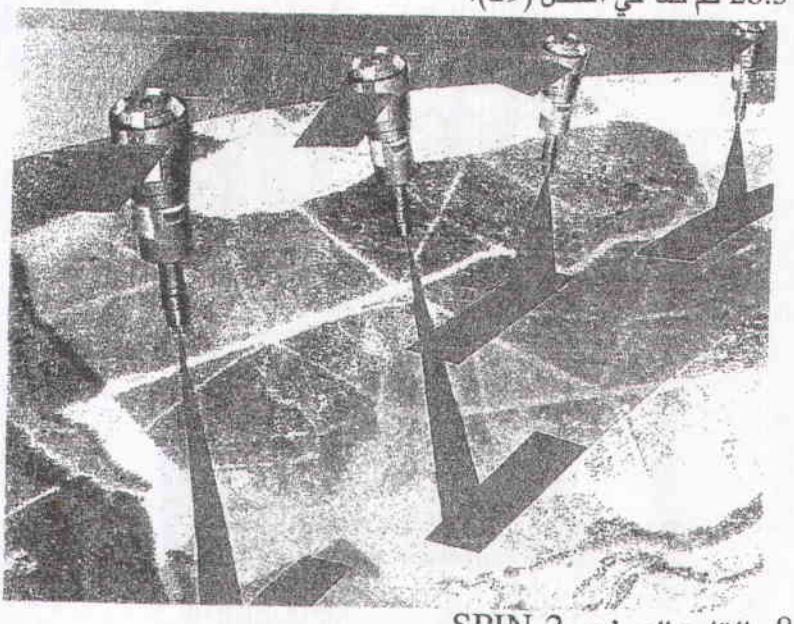
## 6- التابع الصنعي RESURS-01

أطلق RESURS-01 في 3 تشرين الثاني 1994 على أرتفاع 674 كم متزامن مع الشمس ويحمل الماسح MSU-SK بقدرة تمييز 160م فى المجال المرئي وتحت الاحمر القريب و 600م فى مجال تحت الاحمر الحراري وبتغطية أرضية 600 كم والتغطية المتكررة كل 21 يوم كما في الشكل (28).



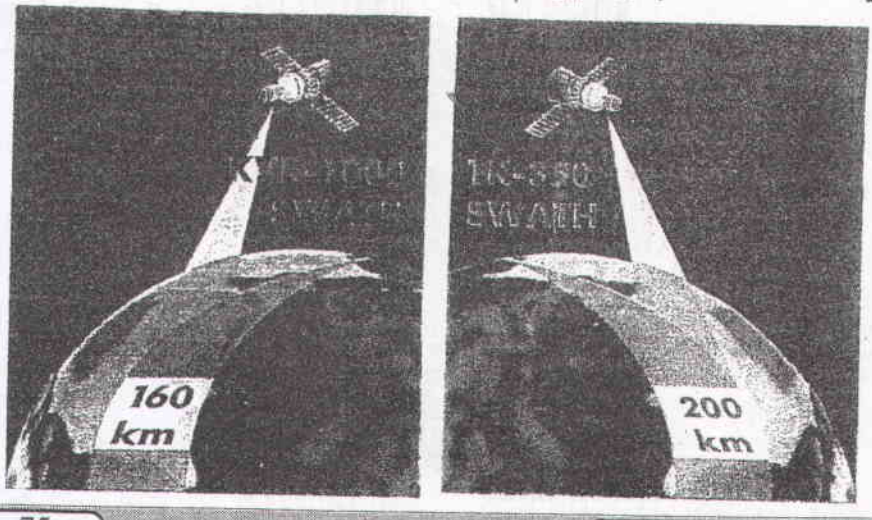
## 7- التابع الصنعي RESURS-DK

من المحتمل إطلاق RESURS-DK في عام 2000 على أرتفاع 350 كم ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 1م فى مجال البانكروماتيك و 2-3 م فى الماسح MSS وبتغطية أرضية 28.3 كم كما في الشكل (29).



## 8- التابع الصنعي SPIN-2

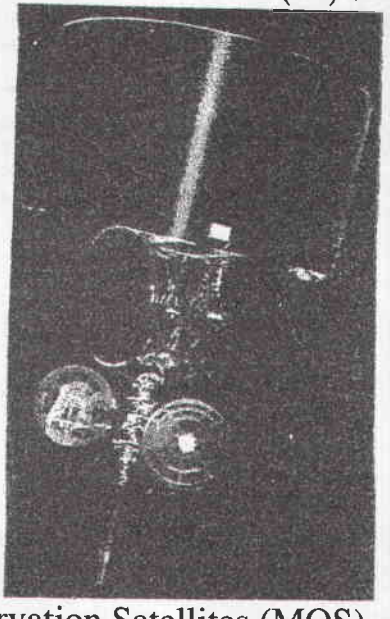
أطلق التابع SPIN-2 فى 17 شباط 1998 على ارتفاع 220 كم ويحمل كاميرتين : الكاميرا الاولى : TK-350 بقدرة تمييز 10 م وتغطية أرضية 200×300 كم . والكاميرا الثانية : KVR-1000 بقدرة تمييز 2م وتغطية أرضية 40×60كم . كما في الشكل (30).



3- اليابان JAPAN

1- التابع الصنعي Geostationary Meteorological Satellites (GMS)

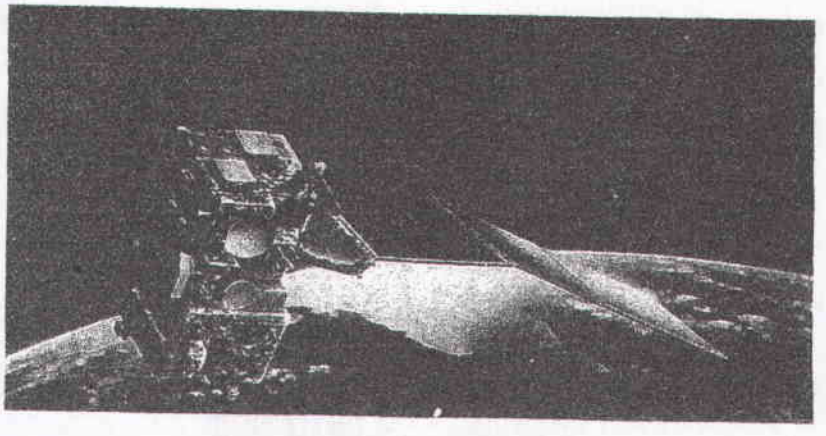
وهى سلسلة توابع صنعية يابانية مخصصة للارصاد الجوية. أطلق GMS-1 في تموز 1977 و GMS-2 11 آب 1981 و GMS-3 فـى 3 آب 1984 و GMS-4 في 1989 و GMS-5 في 18 آذار 1995 على أرتفاع 35.800 كم ويحمل راديومتر Visible and Infrared Spin-Scan Radiometer (VISSR) بقدرة تمييز 1.25 كم في المجال المرئي و 5كم في المجال تحت الاحمر وللتصوير في الليل والنهار وكل 30 دقيقة كما في الشكل (31).



2- التابع الصنعي Marine Observation Satellites (MOS)

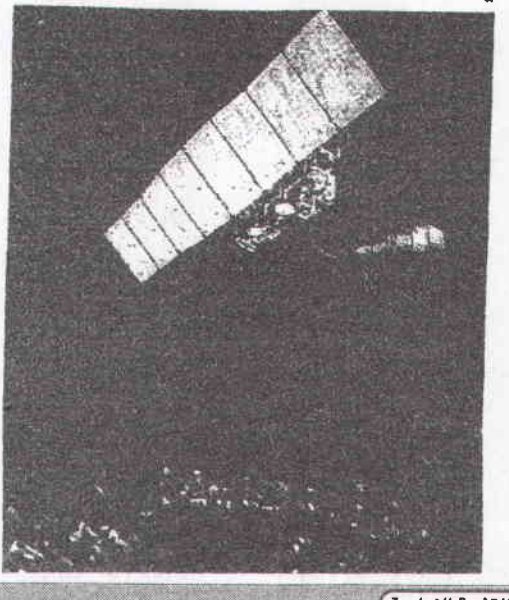
أطلق MOS-1A فـي 19 شـبـاط 1987 عـلـى أرتـفـاع 908 كـم وأطـلـق MOS-1B في 7 شباط 1990 ويحمل راديومتر Multispectral Electronic Self- Scanning Radiometer (MESSR) بقدرة تمييز 50م وتغطية متكررة كل 17 يوم وتغطية ارضية 200 كم وكذلك راديومتر Visible and (VTIR) Thermal Infrared Radiometer يعمل ضمن أربعة نطاقات طيفية في المجال المرئي بقدرة تمييز 90م والمجال تحت الاحمر الحراري بقدرة تمييز 2700م وتغطية أرضـيـة 1500 كـم والـجـهـاز الـثـالـث راديـومـتـر Microwave Scanning

Radiometer (MSR) يعمل في المجال 23.8 GHZ و 31 GH2 وبقدرات تمييز 22 و 32 م وتغطية أرضية 320 كم وهذا التابع مخصص لمراقبة البحار والمحيطات. كما في الشكل (32) .



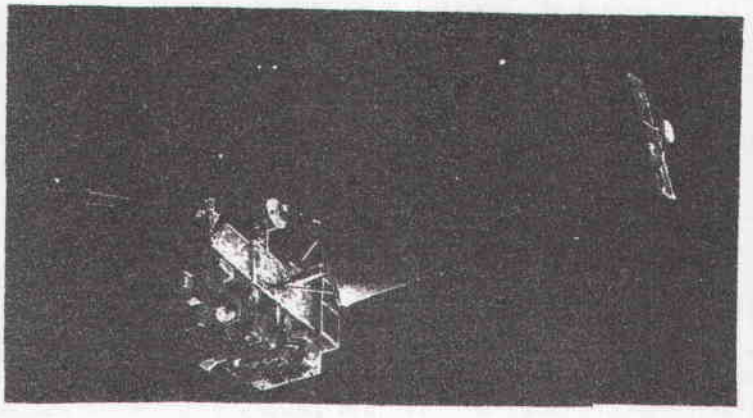
3- **التابع الصنعي الراداري** Japanese Earth Observation Satellite (JERS) :

أطلق JERS في عام 1992 على أرتفاع 570 كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن مجال L بقدرة تمييز 18م وتغطية أرضية 75 كم . وقد أنتهي عمله في 11 تشرين الاول 1998 كما في الشكل (33).



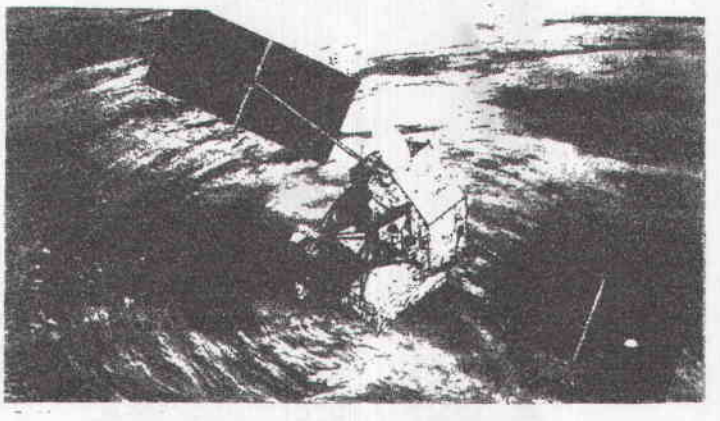
4- **التابع الصنعي** Advanced Earth Observing Satellites (ADEOS)

أطلع ADEOS-1 في 7 آب 1996 على أرتفاع 800 كم وهو متزامن مع الشمس ويحمل ماسح بقدرة تمييز 8م في مجال البانكروماتك و 10م في الماسح MSS وبتغطية أرضية 80 كم وقد انتهي عمله في حزيران 1997 ومن المحتمل إطلاق ADEOS-2 في عام 1999 وهو يشبه ADEOS-1 كما في الشكل (34).



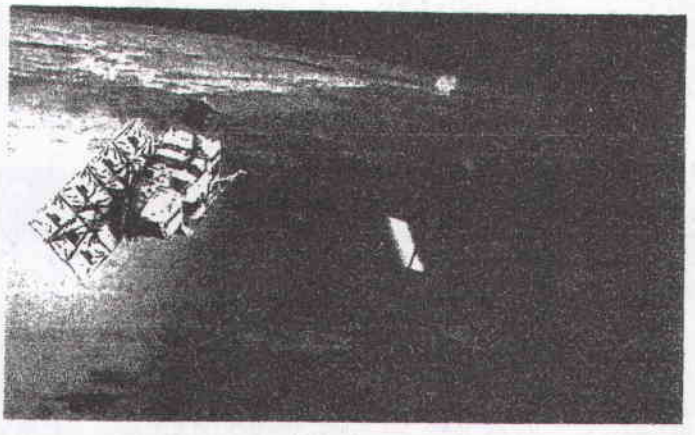
5- **التابع الصنعي** Tropicaal Rainfall Measuring Mission (TRMM) :

لقد أطلق TRMM من قبل NASDA,NASA في 28 تشرين الثاني 1997 على أرتفاع 380 كم . وهو مخصص لمراقبة ونقل المعطيات حول كثافة وتوزع الهطول المطري في المنطقة المدارية كما في الشكل (35)



6- **التابع الصنعي** Advanced Land Observing Satellite (ALOS)

من المحتمل إطلاق ALOS في عام 2002 ويعطى صورا فضائية بقدرة تمييز 2.5م . كما في الشكل (36).



5- **وكالة الفضاء الاوربية** EUPOPEAN SPACE AGENCY (ESA)

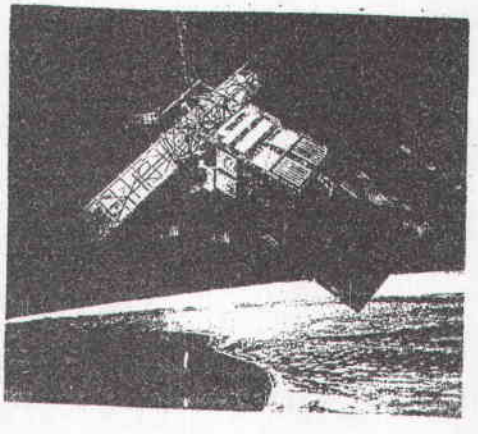
1- **التابع الصنعي** METEOSAT

أطلق ميتوسات -1 في 23 تشرين الثاني 1997 وميتوسات -2 في 19 حزيران 1981 وميتوسات -3 في حزيران 1988 وميتوسات -4 في 1989 وميتوسات -5 في 1991 وميتوسات -6 في 1993 وميتوسات -7 في 3 أيلول 1997 على ارتفاع 35.800 كم بقدرة تمييز 2.5 كم.

في المجال المرئي و 5 كم في المجال تحت الاحمر ويعطي صورة كل نصف ساعة وهو مخصص للارصاد الجوية وسيطلق ميتوسات -8 في عام 2000 كما في الشكل (37).

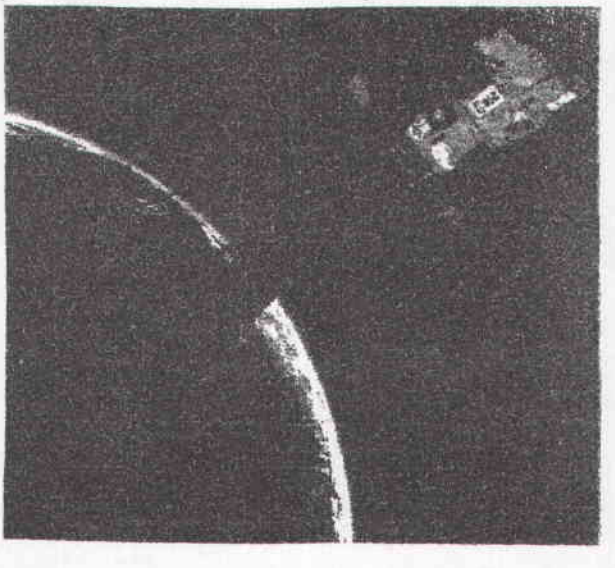
2- التابع الصنعي الراداري الاوربي European Remote Sensing (ERS)

أطلق ERS-1 في 17 تمـوز 1991 و ERS-2 في 21 نيسان 1995 على ارتفاع 785 كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن المجال C ويعطي صورا فضائية رادارية بقدرة تمييز 25-30 م وتغطية أرضية 100 كم ، كما في الشكل (38).



3- التابع الصنعي الاوربي ENVISAT

من المحتمل اطلاق Envisat في عام 1999 ويحمل رادار SAR ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 30 م وتغطية أرضية 100 كم كما في الشكل (39).



## 6- فرنسا FRANCE

### 1- التابع الصنعي الفرنسي سبوت Systeme Probatoire d'Observation de la Terre (SPOT)

أطلق SPOT-1 في 22 شباط 1986 بواسطة الصاروخ آريان و SPOT-2 في 22 كانون الثاني 1990 و SPOT-3 في 26 أيلول 1993 على ارتفاع 832 كم ويدور بمدار قطبي ومتزامن مع الشمس ويحمل جهازي استشعار :

### 1- الماسح الاول High Resolution Visible (HRVI)

تمييز مرئي عالي ويغطي النطاقات الطيفية الثلاثة التالية :

1- النطاق -1 0.59 - 5.0 ميكرومتر

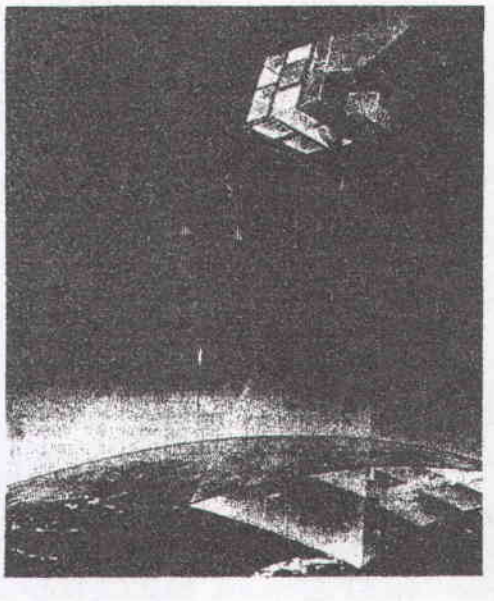
2- النطاق -2 0.68 - 0.16 ميكرومتر

3- النطاق -3 0.89 - 0.79 ميكرومتر

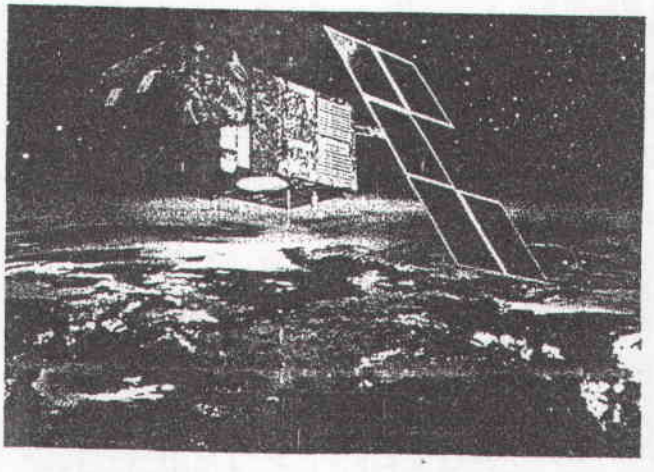
التغطية الارضية 60 × 60 كم وقدرة تمييز 20 × 20 م

### 2- الماسح الثاني High Resolution Visible (HRV2)

تمييز مرئي عالي ويغطي نطاق واحد لكامل الالوان 0.51 - 0.73 ميكرومتر بانكروماتيك التغطية الارضية 60 × 60 كم وقدرة التمييز 10 × 10 م وكل صورة تحوي 6000×6000 عنصر صورة pixel والتغطية المتكررة كل 26 يوم كما في الشكل (40).



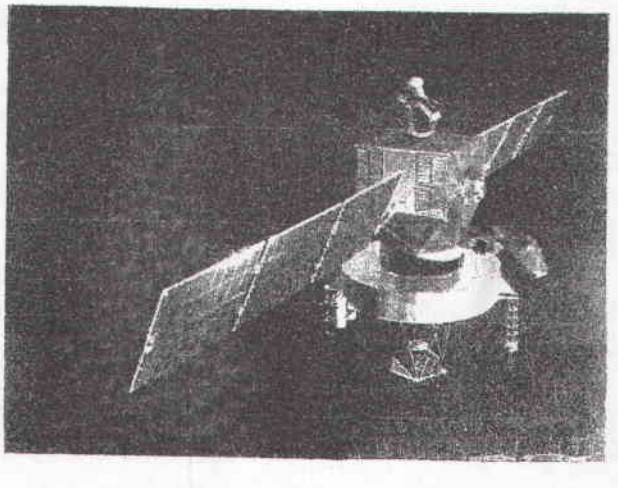
وقد اطلق SPOT-4 في 23 آذار 1998 وهو يشبه SPOT 1,2,3 ولكن أضيف نطاق طيفي تحت الاحمر للغطاء النباتي كما في الشكل (41).



وسيطلق SPOT-5A في عام 2002 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 2-3م في مجال البانكروماتيك و 10م في الماسح MSS والتغطية الارضية 60 كم وسيطلق SPOT-5B في عام 2004 وهو يشبه SPOT-5A .

2- التابع الصنعي TOPEX/POSEDON

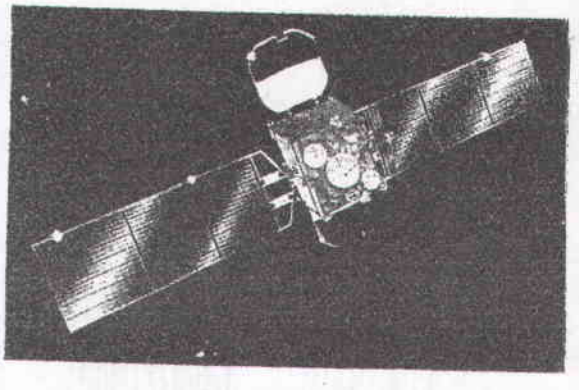
أطلق التابع Topex/Poseidon في تشرين الاول 1992 بالتعاون بين فرنسا وأمريكا لدراسة تيارات المحيطات كما في الشكل (42).



7- الهند INDIA :

1- التابع الصنعي Indian National Satellites (INSAT)

أطلق INSAT-1A فى 1980 و INSAT-1B في آب 1983 و INSAT-1C فى 1986 و INSAT-1D في 12 حزيران 1990 و INSAT-2A في تموز 1992 و INSA-2B في 23 تموز 1993 و INSAT-2C في 7 كانون الاول 1995 و INSAT-2D في 4 حزيران 1997 وهو مخصص للاتصالات والبث التلفزيوني والارصاد الجوية ويحمل راديومتر Very High Resolution (VHRR) Radiometer ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 2 كم في المجال المرئي و 8 كم في المجال تحت الاحمر كما في الشكل (43).



2- التابع الصنعي الهندي Indian Remote Sensing Satellites

أطلق IRS-1A في 17 آذار 1988 و IRS-1B في 29 آب 1991 على أرتفاع 904 كم ويدور بمدار قطبي متزامن مع الشمس ويحمل ماسحين :

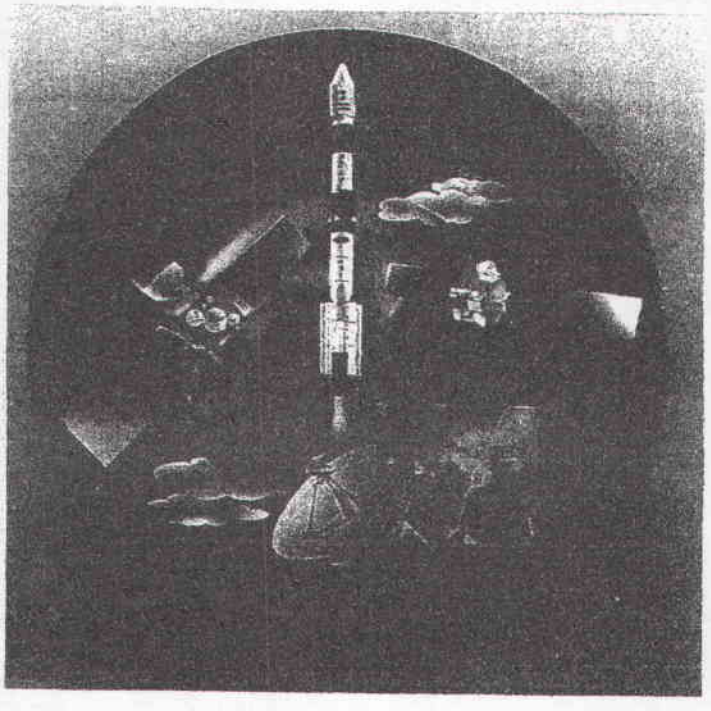
1- الماسح الاول Linear Imaging Self Scanning (LISS-1)

ويعمل ضمن أربعة نطاقات طيفية وهو ذات قدرة تمييز 72.5 م والتغطية الارضية 148 كم.

2- الماسح الثاني Linear Imaging Self Scanning (LISS-2)

وهو ذات قدرة تمييز 36.25 م والتغطية الارضية 145 كم والتغطية المتكررة كل 22 يوم ثم أطلق IRS-1C في 28 كانون الاول 1995 و IRS-1D في أيلول 1997 على أرتفاع 817 كم ويحمل ثلاثة مواسح الاول يعمل في مجال البانكروماتيك بقدرة تمييز 5.8م والتغطية الارضية 70 كم والثاني LISS-3 يعمل ضمن أربع نطاقات طيفية ثلاثة منهم في المجال

المرئي وتحت الاحمر VNIR بقدرة تمييز 23.5م وتغطية ارضية 141 كم والنطاق الرابع في مجال تحت الاحمر المتوسط (SWIR) بقدرة تمييز 70.5م وتغطية أرضية 148 كم والثالث Wide Field Sensor (WIFS) بقدرة تمييز 88.3 م وتغطية أرضية 810 كم والتغطية المتكررة مابين 5-24 يوم كما في الشكل (44).



ومن المحتمل اطلاق IRS-2 في عام 2000 و IRS-3 في عام 2004 .

### 3- التابع الصنعي الهندي CARTOSAT

من المحتمل اطلاق Cartosat-1 في عام 1999 و Cartosat-2 في عام 2002.

### 4- التابع الصنعي الهندي OCEANSAT

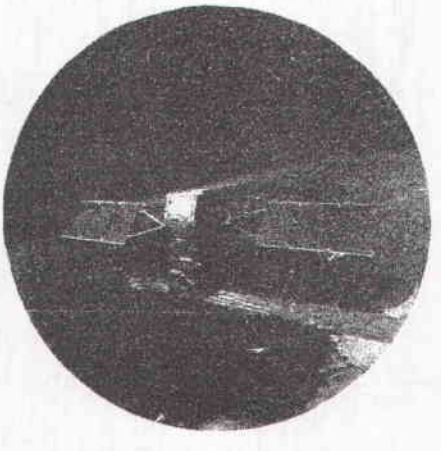
من المحتمل إطلاق Oceansat في عام 1999 لمراقبة المحيطات.

## 8- كندا CANADA

### التابع الصنعي الكندي RADARSAT

أطلق Radarsat-1 في 4 تشرين الثاني 1995 على ارتفاع 798 كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن المجال C بقدرة تمييز مابين 9–100م وتغطية أرضية مابين 45–100 كم والتغطية المتكررة كل 24 يوم ويعمل في الليل والنهار كما في الشكل (45).

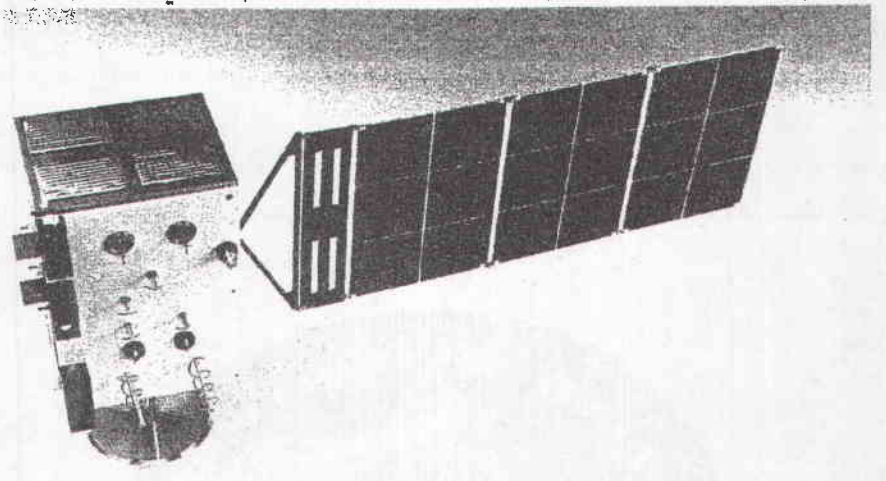
ومن المحتمل اطلاق Radarsat-2 في عام 2001 ويحمل رادار SAR ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 5 م كما في الشكل (46).



### 9- الصين والبرازيل CHINA and BRAZIL

**التابع الصنعي البرازيلي** China and Brazil Earth Resources Satellites (CBERS)

أطلق CBERS-1 في عام 1998 على أرتفاع 778 كم ويدور بمدار قطبي متزامن مع الشمس بالتعاون بين الصين والبرازيل ويحمل كاميرا تعمل ضمن عدة نطاقات طيفية بقدرة تمييز 20م في مجال البانكروماتيك و 20م في الماسح MSS و 160 م في مجال تحت الاحمر الحراري وبتغطية أرضية 120 كم والتغطية المتكررة كل 26 يوم كما في الشكل (47).



ومن المحتمل إطلاق CBERS-2 في عام 2000

### 10- كوريا KOREA

**التابع الصنعي الكوري** Korean Multipurpose Satellite (KOMPSAT)

من المحتمل اطلاق KOMPSAT-1 في عام 1999 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 10 م في مجال البانكروماتيك و 10م في الماسح MSS كما في الشكل (48).

ومن المحتمل إطلاق KITSAT-3 في عام 1999 ويعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 15 م في الماسح MSS.

11- تشيلي CHILE

اطلق FA Sat BRAVO في 10 تموز 1998 على أرتفاع 835 كم ويدور بمدار قطبي ومتزامن مع الشمس وهو مخصص لدراسة استنزاف طبقة الاوزون في طبقة الستراتوسفير فوق تشيلي بواسطة جهاز استشعار يعمل ضمن مجال فوق البنفسجي وكذلك دراسة الاراضي التشيلية بواسطة جهاز استشعار بصري يعمل ضمن المجال تحت الاحمر.

12- البرازيل BARZIL

اطلق SCD-2 في 22 تشرين الاول 1998 على أرتفاع 750 كم وهو مخصص للمراقبة البيئية والارصاد الجوية كما في الشكل (49).

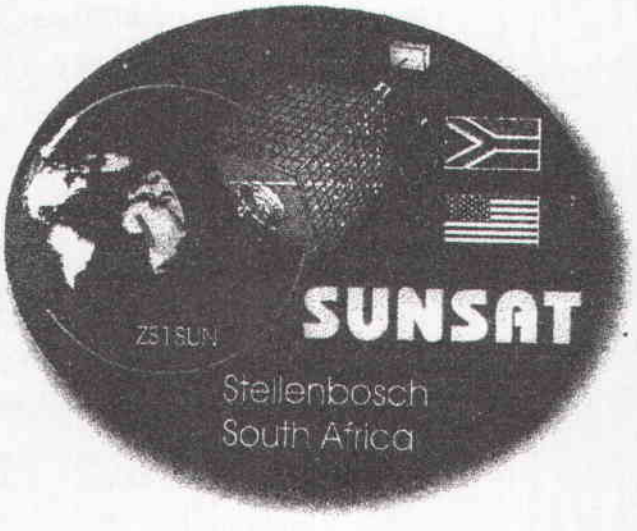
13- استراليا AUSTRALIA

التابع الصنعي الاسترالي Autralian Resources Information and Environment Satellite (ARIES)

من المحتمل إطلاق ARIES في عام 1999 على أرتفاع 500 كم ويدور بمدار قطبي ومتزامن مع الشمس وسيحمل سبيكترومتر يعمل ضمن مجالات المرئي وتحت الاحمر وتحت الاحمر القصير بقدرة تمييز 30 م وسيقدم التابع معطيات حول التنقيب عن المعادن ووضع الخرائط للموارد الارضية والمراقبة البيئية.

14- جنوب أفريقيا SOUTH AFRICA

أطلق Sunsat في 23 شباط 1999 على أرتفاع 650-850 كم بمدار قطبي بالتعاون مع أمريكا ويحمل جهاز استشعار يعطي صورا فضائية بقدرة تمييز 15 م كما في الشكل (50).



المراجع :

1- منشورات وكالة الفضاء الامريكية NASA
2- منشورات ادارة المحيطات والاجواء NOAA
3- منشورات شركة أيوسات EOSAT
4- منشورات شركة SPACEIMAGING
5- منشورات شركة EARTH WATCH
6- منشورات شركة SPIN-2
7- منشورات وكالة الفضاء الروسية
8- منشورات وكالة الفضاء اليابانية
9- منشورات مركز الاستشعار الياباني
10- منشورات وكالة الفضاء الهندية
11- منشورات وكالة الفضاء الاوربية
12- منشورات وكالة الفضاء الكندية
13- منشورات المركز الوطني الفرنسي للفضاء
14- منشورات شركة SPOT IMAGE
15- منشورات مركز الاستشعار عن بعد الكوري
16- منشورات مركز الاستشعار عن بعد في جنوب افريقيا

# الصور الفضائية
# مميزاتها - تحليلها - تفسيرها

# الصور الفضائية
# مميزاتها - تحليلها - تفسيرها

إعداد
مهندس زراعي / عبدالرحيم لولو
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – سوريا

## تحليل المعطيات الفضائية :

### 1- معالجة المعطيات :

تحمل بعض التوابع الصنعية أجهزة استشعار ذات أنظمة ماسحة Scanners مثل الماسح الغرضي Thematic mapper المحمول على متن التابعين الصنعيين لاندست 4 ولاندسات 5 أو الماسح الغرضي المحسن ETM الذي سوف يحمل على متن التابع الصنعي لاندسات 6 حيث يقوم الماسح بتسجيل الاشعة المنعكسة والمنبعثة من المواد الارضية ويبثها الى محطات الاستقبال الارضية.

بواسطة هذا النظام أمكن تسجيل المعطيات على أشرطة كمبيوتر ممغنطة CCTS واستخدام اعداد افتراضية تمثل مختلف الشدات اللونية للاهداف المصورة والتى يسجلها جهاز الاستشعار، ويتراوح عدد هذه الشدات بين 0-255 درجة من مستوى اللون الرمادي، ويتم تسجيل شدة السطوع لاصغر مساحة يمكن تمييزها على الارض من قبل جهاز الاستشعار وتسمي عنصر الصورة Pixel وبشكل اشارات كهربائية تفرغ على أشرطة عالية السعة HDT ومن ثم نقلها الى أشرطة الكومبيوتر الممغنطة. ولكن هذه المعطيات تكون مادة خام فيها الكثير من التشويش والتشويه. تجرى عليها مجموعة من العمليات لتصحيحها وتحسينها ومن ثم معالجتها، وفيما يلي أهم العمليات.

### التصحيح Correction :

عندما يتم استقبال المعطيات تكون مشوهة هندسيا واشعاعيا بسبب مجموعة من العوامل التي لايمكن التحكم بها، واهم هذه العوامل مايلي :

## العوامل المؤثرة على الحالة الهندسية :

ينتج التشوه الهندسي من تغير ارتفاع التابع الصنعي، وتغير سرعته، وحركة وسرعة المرآة المتذبذبة بالنسبة للماسح متعدد الاطياف، وكذلك تغير تضاريس المشهد المصور، ودوران الارض التي تتحرك 13 سم خلال تسجيل المشهد الواحد من مشاهد لاندسات (تقدر المدة الزمنية لتسجيل المشهد ب 28 ثانية) ولذلك لايتناسب المشهد الخام مع مثيله في الطبيعة.

قبل توزيع المعطيات تقوم شركة ايوسات المسؤولة عن برنامج لاندسات وشركة سبوت اماج المسؤولة عن برنامج سبوت باجراء بعض التصحيحات الهندسية الاولية، ومن ثم تجري على المعطيات تصحيحات أخرى للتخلص مما بقي من تشويش، ويتم باحدي شبكات الاحداثيات العالمية مثل شبكة ميركاتور هذه العمليات يمكن ان تتم من قبل المنتج بناء على طلب المستخدم، او تتم من قبل المستخدم نفسه بواسطة اجهزة المعالجة الرقمية، عموما فان هذه التصحيحات تتمخض عن صورة فضائية جديدة ناتجة من المعطيات الخام للتابع الصنعي اعتمادا على شبكة نقاط تحكم ارضية GCP والتى يتم تحديدها على الصورة الفضائية الخام والخارطة المرجعية للمنطقة المصورة (خارطة طبوغرافية) .

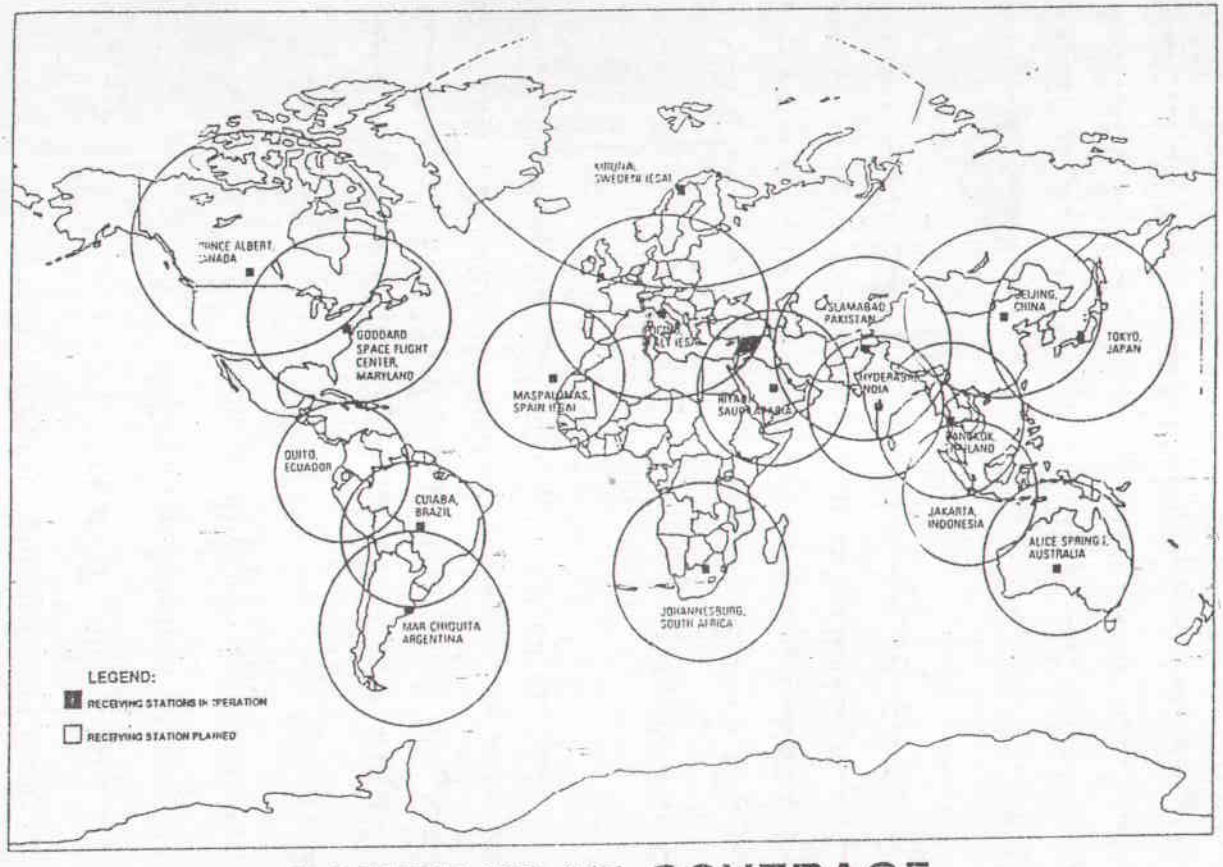
## العوامل المؤثرة على الحالة الراديومترية :

يعود التشوه الراديومتري (الاشعاعي) الى جهاز الاستشعار نفسه نتيجة التشويش او سوء المعايرة بين الكواشف عند تسجيل بعض خطوط المسح أو بسبب وجود الايروسولات والمواد المبعثرة الاخري، او بسبب المشهد نفسه لاختلاف التضاريس.

لذلك يجري على المعطيات قبل توزيعها مجموعة من التصحيحات الراديومترية الاولية لتلك التشوهات الناتجة عن جهاز الاستشعار، ومن ثم تجري التصحيحات الراديومترية الاخري، ويمكن ان تتم عمليات التصحيح من خلال عمليات التحسين والتعزيز.

## التحسين Ehhancement :

يتضمن تحسين المعطيات مجموعة من العمليات الرقمية او الترسيمية لتحسين




LANDSAT 4/5 COVERAGE

العرض البصري للصورة الفضائية ، هذه العمليات هي :

- تعزيز التباين Contrast enhancement
- الترشيح المكاني Spatial filtering
- تناسب النطاقات Bank combination
- التحليل التمايزي Discrimination anlysis

**تعزيز التباين :**

هذه الطريقة هي الاكثر شيوعا، وتعتمد على مبدأ أن قيم الشدات اللونية لمكونات الصورة لاتغطي كافة المقياس اللوني الرقمي من 0-255 درجة ، وان اهتمام المحلل ينصب على مستوي معين يمثل مظاهر محددة، لذلك تتم عملية مط القيم اللونية الممثلة في الصورة لتغطي كافة المقياس اللوني، كي يتم تعزيز الفرق بين المظاهر البصرية لمكونات الصورة.

**تناسب النطاقات :**

يمكن تطبيق كافة العمليات الرياضية على المعطيات الرقمية الفضائية الماخوذة ضمن عدة نطاقات طيفية، وبذلك يمكن تحضير نطاقات طيفية من جمع او طرح او ضرب او تقسيم القيم الرقمية للنطاقات الطيفية وخلق تناسب بينها، مما يساعد على تمييز وفصل بعض المكونات التي تتضمنها الصورة والتى لايمكن اظهارها مباشرة من المعطيات الاصلية .

أن أفضل مثال لذلك يسمي الدليل النباتي الذي يحسن التمييز الطيفي للغطاء النباتي ، فالنبات يتميز بعكس كمية قليلة من الاشعة الحمراء، وعكس كمية كبيرة من الاشعة تحت الحمراء القريبة، لذلك فانه يمكن الربط بين الكتلة الحيوية للنباتات وقيم الدليل النباتي الذي يحسب من تناسب نطاق الاشعة الحمراء ونطاق الاشعة تحت الحمراء القريبة من المعادلة التالية :

الاشعة تحت الحمراء – الاشعة الحمراء

الدليل البنياني VI = ———————————————

الاشعة تحت الحمراء + الاشعة الحمراء

$$VI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

**الترشيح :**

تستخدم مجموعة من المرشحات التي تؤثر على عناصر الصورة كمجموعة وليس بشكل افرادي ومن هذه المرشحات :

- المرشحات قليلة التمرير Low-Pass التي تعمل على اعطاء عنصر الصورة (البيكسل) القيمة الوسطية لمجموعة البيكسلات المحيطة (3×3 بيكسل)، والنتيجة تكون تنقية الصورة والغاء التباينات الخفيفة، ويمكن زيادة هذا الترشيح بزيادة عدد البيكسلات المعتمدة كنافذة لحساب القيمة الوسطية للسطوع.
- المرشحات عالية التمرير High-Pass والتى تستخدم لتعزيز التباين بين مكونات الصورة لتظهر بشكل اوضح مثل الانماط الجيولوجية والجيومورفلوجية والبنيات التحتية.

**التصنيف Clasification**

يعتمد تصنيف المعطيات الفضائية على حقيقة ان كل مادة من المواد تتميز بمجموعة من المعايير يمكن استخلاصها من هذه المعطيات، هذه المعايير تسمي العوامل التحليلية ، حيث يمكن الاعتماد على عامل او اكثر في تحليل المعطيات الفضائية ووضع الخرائط الغرضية منها.

ولكن عند التحليل الرقمي للمعطيات الفضائية فانه يعتمد على التحليل الطيفي للمعطيات الذي له علاقة باللون وقيمة السطوع، اما طرق التصنيف المتبعة فهي :

**التصنيف المراقب :**

في هذه الطريقة يقوم المحلل بتحديد مدى قيم السطوع لكل مادة من المواد المصورة، وذلك بناء على تحليل مناطق اختبار ممثلة لها، ومن ثم يقوم البرنامج الرياضي المخصص للمعالجة الرقمية بحساب قيم السطوع لعناصر الصورة وتصنيفها حسب معايير التصنيف المطلوبة. ويمكن ان يتم ذلك من خلال عدة طرق منها التصنيف الموشوري Parallelpiped Classififcation حيث تحدد كل فئة من فئات التصنيف بقيمة سطوع دنيا وقيمة سطوع عليا لكل نطاق طيفي، وفي حال حدوث تداخل، على المحلل تحديد قيمة الفصل بين الفئات ، وهناك تصنيف التوزع الحقيقي Real distribition classfication حيث كل فئة من فئات التصنيف تحدد بقيم سطوعها الحقيقية، وبما يتناسب مع التحقق الحقلي، كذلك هناك تصنيف التشابه الاعظمي Maximum liklihood classification حيث تقرب كل فئة من الفئات الى التوزع النظامي لها ، وهذا التصنيف يقود الى دقة أعلى من التصانيف السابقة.

**التصنيف غير المراقب :**

في هذا التصنيف توزع عناصر الصورة الى درجات طيفية اوتوماتيكيا ، وتتم هذه العملية من قبل الكومبيوتر وحسب قيم السطوع، ومن ثم يتم تصنيف الدرجات هذه الى فئات تصنيفية حسب موضوع الدراسة بعد اجراء التحقيق الحقلي علي مناطق مختارة وممثلة للدرجات الطيفية.

**2- مميزات الصور الفضائية :**

للصور الفضائية التي تلتقطها الكاميرات المحمولة على متن المركبات والمحطات الفضائية ، أو التى تحضر من المعطيات الفضائية الرقمية التي تسجلها المواسح، عدة مميزات نوردها فيمايلي :

**الشمولية :**

يمكن للصورة الفضائية ان تغطي مساحة واسعة لايتسني لعين الانسان او أية تقنية اخري الاحاطة بها، وهي مقسمة الى رقع مصورة تختلف من تابع الى اخر، فالصورة الفضائية الناتجة من معطيات التابع الصنعي سبوت تغطي 3600 كيلومتر

مربع والصورة الفضائية الناتجة من معطيات التابع الصنعي لاندسات تغطي (30000-34000 كم2) ، أما الصور الفضائية الملتقطة بواسطة الات التصوير المحمولة على متن المحطة الفضائية مير فتتراوح بين (5000-90000 كم2) حسب نوع الآلة، واعتمادا على هذه الشمولية يمكن مراقبة ودراسة مساحات واسعة تحت نفس الشروط وبنفس الزمن.

**قدرة التمييز المكاني :**

يقصد بقدرة التمييز المكاني أصغر بعد يمكن للمستشعر تمييزه وبالتالي أصغر مساحة يمكن تسجيلها على سطح الكرة الارضية، وتختلف هذه الميزة من مستشعر الى آخر، فهي بالنسبة للماسح متعدد الاطياف (80×80م) وللماسح الغرضي (30×30م) لكافة النطاقات ماعدا النطاق الاحمر الحراري فهو (120×120م)، وهي للمستشعر HRV المحمول على متن سبوت (20×20م) للنطاقات الطيفية (1 و2 و 3) و (10×10م) لنطاق البانكروماتيك ، اما بالنسبة للكاميرات الروسية فهي مختلفة وتتراوح بين (5-20م).

تسمي أصغر مساحة يمكن تسجيلها من قبل المستشعر بعنصر الصورة Pixel وتتكون الصورة الفضائية من ملايين العناصر المصفوفة قرب بعضها كالفسيفساء والتي تتوضح بشكل جلي عند تكبير الصورة وتتلاشي عند تصغيرها لتشكل الغطاء الارضي المصور من قبل التابع الصنعي او المركبة الفضائية، وكلما كانت قدرة التمييز المكاني اكبر كلما كانت امكانية تمييز الاهداف المصورة أفضل، وبالتالي تكون الصورة الفضائية ذات فائدة اشمل، لذلك تحاول المؤسسات الراعية لبرامج الفضاء دائما ان تحسن من التمييز المكاني للمستشعرات التي تصممها وتركبها على ظهور توابعها الصنعية، لان ذلك يدخلها دائرة المنافسة مع المؤسسات الاخري.

**التعددية الطيفية :**

تؤخذ الصور الفضائية ضمن مجالات طيفية متعددة تسمي النطاقات واهمها مجالي الاشعة المرئية وتحت الحمراء، بحيث يتم تسجيل الاشعاعات المنعكسة عن سطوح الاهداف المصورة او المنبعثة منها بشكل شدات لونية من مستوي رمادي تتراوح بين (0-255 درجة) مما يجعل تمييز الاهداف المصورة ممكنا نتيجة اختلاف الاجابات الطيفية لهذه الاهداف، حيث يعكس كل نوع منها كمية ونوعية من الاشعة الساقطة او يبث

اشعة حرارية تؤدى الى ظهوره بمظهر يختلف عن مظاهر الاهداف الاخري، وتعتبر هذه الميزة اساسية وهامة للصور الفضائية لانها تمكن الانسان من رؤية الاجسام مصورة بأشعة مختلفة حتي ضمن المجال الطيفي الذي لاتراه العين، كما يمكن الحكم على حرارة او برودة الاجسام المصورة من دراسة الصور الملتقطة لها ضمن مجال الاشعة تحت الحمراء الحرارية وبذلك يتم تطويع جزء من الطيف الكهرطيسي الذي لايمكن رؤيته بالعين المجردة.

كذلك يمكن اعتمادا على التعددية الطيفية تحضير الصور الفضائية الملونة فالصورة الواحدة هي تمثيل لمختلف الشدات اللونية، وبتخصيص الالوان الرئيسية (احمر – اخضر – ازرق) للنطاقات الطيفية يمكن الحصول على صور بالالوان، وعادة مايعطي اللون الاحمر للنطاق تحت الاحمر ، واللون الاخضر للنطاق الاحمر واللون الازرق للنطاق الاخضر، ويكون الناتج صورة بالالوان التركيبية ، ويمكن تحضير تراكيب مختلف من مختلف النطاقات الطيفية حيث تشكل كل ثلاثة نطاقات تركيبة معينة وتعطي الوانا مختلفة يمكن اعتمادا عليها تحليل وتفسير الصورة الفضائية.

## التكرارية الزمنية :

تتميز الصور الفضائية بامكانية الحصول عليها في فترات زمنية متكررة او دورية، وتختلف هذه التكرارية حسب التابع الصنعي فهي بالنسبة للتابع الصنعي لاندسات 5 (16) يوما وللتابع الصنعي سبوت (26) يوما و (4) أيام بالتصوير المائل وللتابع الصنعي الهندي ايرس (22) يوما، اما بالنسبة للتوابع الصنعية المخصصة للاحوال المناخية مثل ميتيوسات او جيوس فهي كل نصف ساعة كي تصل المعلومة المناخية الى المستخدم في وقت قصير ومناسب تترجم الى نشرات جوية نشاهدها على شاشة التلفزيون كل يوم.

وللتكرارية الزمنية التي تتميز بها الصور الفضائية أهمية خاصة لانها تعطي فكرة واضحة ومعلومات دقيقة عن التغيرات التي تطرأ على منطقة معينة خلال حقبة من الزمن تتراوح بين عدة أيام وعشرات السنين، وتمكن المستخدم من المراقبة المتكررة لاهداف معينة مثل تطور المحاصيل الزراعية والتوسعات العمرانية والتغيرات البيئية وغيرها من التطبيقات المتعددة للاستشعار عن بعد.

## مميزات الصور الفضائية لبعض التوابع الصنعية

| التابع الصنعي | المستشعر | التميز المكاني | التميز الطيفي | التميز الزمني | مساحة الصور |
|---|---|---|---|---|---|
| لاندسات | MSS | 80م | 4 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة | 16 يوما | 34000 كم2 |
| | T.M | 30م<br>120<br>لنطاق الحراري | 7 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء | 16 يوما | 30000 كم2 |
| سبوت | HRV | 20م<br>10<br>للبانكروماتيك | 3 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة ونطاق بانكروماتيك | 26 يوم<br>4 أيام للتصوير المائل | 3600 كم2 |
| IRS | LISSI<br>LISS 2 | 73م<br>37م | 4 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبه | 22 يوم | 21000 كم2 |
| نوي | AVHRR | 1000م | 3 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء | 12 ساعة | 2000000 كم2 |
| ميتوسات | راديومتر | 2.5م<br>5.0م | 3 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء | نصف ساعة | نصف سطح الكرة الارضية |

## مميزات الصور الفضائية المأخوذة بواسطة المجموع الفضائي سيوزمير

| آلة التصوير | مقياس المسح | التمييز المكاني | التمييز الطيفي | مساحة الصورة |
|---|---|---|---|---|
| KATE – 200 | 125000/1 | 30 م | 3 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة | 48400 كم2<br>220×220 كم |
| MKF –6 | 250000/1 | 20م | 6 نطاقات ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء | 28000 كم2<br>200×140 كم |
| KATE – 140 | 750000/1 | 60م | نطاق واحد ضمن الاشعة المرئية | 96100 كم2<br>310×310 كم |
| KFA–1000 | 250000/1 | 5م | نطاقين ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء | 5625 كم2<br>75×75 كم |

## 3- مباديء تحليل وتفسير الصور الفضائية :

يعتمد التحليل البصري للصور الفضائية وتفسيرها على أربعة مباديء أساسية هي:

1- الصور الفضائية هي تمثيل للواقع الارضي.

2- تتألف الصورة الفضائية من أنماط دليلية تعكس التركيب الفيزيائي والحيوي للاهداف المصورة.

3- الاهداف المتماثلة وتحت نفس الشروط تعكس نفس الواقع، والاهداف غير المتماثلة تبدو بواقع مختلف.

4- نوع وكمية المعلومات التي يتم الحصول عليها من الصورة الفضائية تتوقف على معرفة ومهارة وخبرة المحلل ودقة اختيار الصور.

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

### العوامل التحليلية :

يتم تحليل الصور الفضائية بشكل مباشر أو بالاعتماد على بعض طرق ووسائل التعزيز والتحسين مثل التكبير والتركيز والتلاعب بالالوان اعتمادا على التباين الطيفي والهيكلي والزمني للاهداف المصورة بالاضافة الى مجموعة من العوامل التي تسمي العوامل التحليلية وهذه العوامل هي :

### 1- اللون والشدة اللونية Tone and Color :

هذا العامل يتعلق مباشرة بكمية ونوعية الاشعة المنعكسة عن أو المنبعثة من المادة المصورة وكلما كانت الكمية اكبر كلما كانت شدة السطوع اكثر.

2- القوام Texture

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

3- النمط Pattern

يقصد به كيفية تكرار المظاهر او الترتيب الهيكلي للمواد المصورة وهذه الصفة تميز العديد من الاشياء المصنوعة من قبل الانسان مثل المنازل والمصاطب وقنوات الري.

4- الشكل Shape :

يقصد به الهيئة التي تظهر بها المادة على الصورة، هذه الصفة تساعد في التعرف على بعض المظاهر الارضية مثل الحقول المروية بالرش المحوري.

5- الحجم Size :

يقصد به طول وعرض وارتفاع المواد الموجودة علي الصورة.

6- الظل Shadow :

يمكن ان يساعد هذا العامل في التعرف على بعض المواد المصورة، ولكن تقل أهميته عندما يكون المقياس صغيرا وزاوية الشمس مرتفعة، وتعتبر هذه الصفة هامة عند التفريق بين الثلج والغيوم على الصورة الفضائية.

## 7- الموقع Location

ان معرفة مواقع بعض المواد المصورة ومقارنتها مع المظاهر الارضية يمكن ان يساعد في الحصول على تحليل دقيق للصور الفضائية.

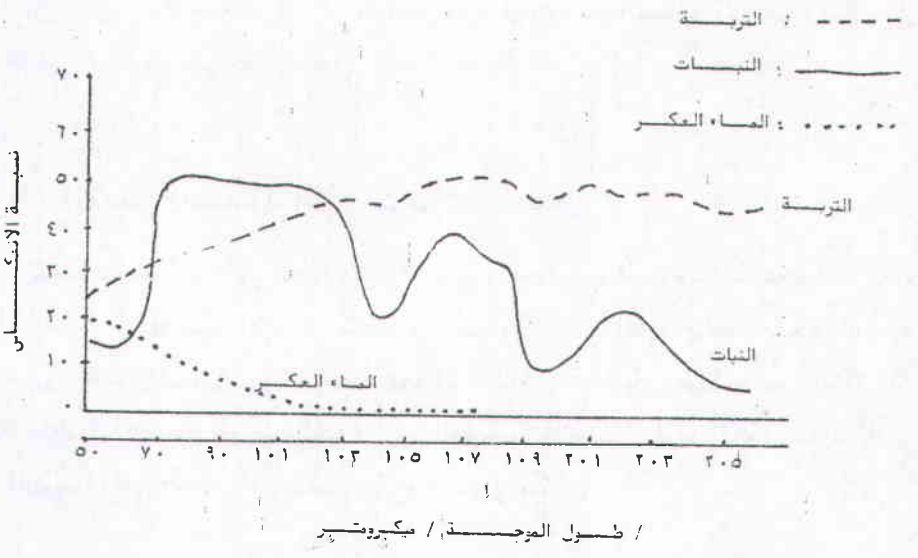
## 8- الابصار المجسم Stereoscopice vision

يقصد به الظاهرة التي تعين الانسان على رؤية المواد المدروسة بأبعادها الثلاثة، وهذا لايتأتي الا اذا نظر الانسان بالعينين معا الى نقطة واحدة، وتستخدم لذلك عدة أنواع من اجهزة الستيريو سكوب عند تحليل الصور الفضائية، ومن الجدير بالذكر انه لايمكن تطبيق الابصار المجسم على الصور الفضائية مالم تتوفر فيها تغطية بحدود 60٪ ليتم الحصول على الصور المسماة الازواج الستيريوسكوبية.

## التحليل الطيفي للصور الفضائية :

يتضمن التحليل المكاني للصورة الفضائية فصل الاهداف حسب النمط والشكل والحجم والعوامل التحليلية المكانية الاخري، اما التحليل الطيفي فيتضمن فصل الاهداف المصورة حسب اللون والشدة اللونية، وهذا التحليل هو الاهم عند اجراء التحليل البصري للصور الفضائية.

فمن دراسة الانعكاس الطيفي النسبي ومنحنيات الانعكاس الطيفي للاهداف المصورة، نلاحظ ان المواد الموجودة على سطح الكرة الارضية تختلف في طبيعة عكسها للموجات الاشعاعية الساقطة عليها، فانعكاس الموجات الاشعاعية ذات الطول (0.58-0.65) ميكرومتر يكون مرتفعا من قبل التربة الطينية ومتوسطا من قبل الماء العكر وقليلا من النبات ، لذلك تبدو التربة في هذا المجال اكثر سطوعا ثم الماء العكر ثم النبات، بينما انعكاس الموجات ذات الطول (0.72-0.92) ميكرومتر فيكون مرتفعا من قبل النبات ومتوسطا من قبل التربة وقليلا من قبل الماء العكر، اما انعكاس الموجات ذات الطول (2.0-2.6) ميكرومتر فهو مرتفع من قبل التربة ومتوسط من قبل النباتات وقليل جدا من قبل الماء العكر.




| المادة | طول الموجة / ميكرومتر | | |
|---|---|---|---|
| | 0.65-0.58 | 0.92-0.72 | 2.6 - 2 |
| النبات | قليل | مرتفع | متوسط |
| التربة | مرتفع | متوسط | مرتفع |
| الماء العكر | متوسط | قليل | قليل جدا |

| طول الموجة | النبات | التربة | الماء |
|---|---|---|---|
| 0.6 ميكرومتر | 12٪ عاتم | 27٪ متوسط | 15٪ عاتم |
| 1.0 ميكرومتر | 50٪ لامع جدا | 38٪ لامع | 5٪ عاتم جدا |
| 1.5 ميكرومتر | 29٪ متوسط | 50٪ لامع جدا | 0.5٪ عاتم جدا |

جداول ومنحنيات الانعكاس الطيفي والانعكاس الطيفي النسبي لبعض الاهداف

نتيجة لهذا الاختلاف في كمية ونوعية الاشعة المنعكسة، تظهر للاهداف المصورة اخيلة مختلفة الالوان او الشدة اللونية تعطيها طابعا معينا يميزها عن بقية المواد الاخري، وهذا مايسمي بالبصمة الطيفية، وقد اشير سابقا الى أن هذه البصمة تتأثر بحالة الجو وكمية الاشعة الساقطة وبالفصل من السنة وبالموقع الجغرافي.

وبناء على ماتقدم نستنتج مايلي :

1- عندما ينعكس اكثر من 50٪ من الاشعة الساقطة على الاهداف المصورة تبدو الاهداف لامعة جدا على الصورة.

2- تختلف نسبة الاشعة المنعكسة باختلاف طول الموجة.

3- كلما قلت نسبة الاشعة المنعكسة كلما ظهرت الاهداف بلون اعتم.

تطبيقات القنوات الطيفية للماسح متعدد الاطياف MSS

| هدف التحليل | القناة (4) | القناة (5) | القناة (6) | القناة (7) | صور ملونة |
|---|---|---|---|---|---|
| تحديد المياه السطحية | 4 | 3 | 2 | 1 | - |
| دراسة نوعية المياه | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
| مسح الغابات الحراجية | 3 | 1 | 2 | 2 | - |
| مسح الحشائش والمراعي | 3 | 1 | 3 | 2 | + |
| مسح الحقول الزراعية | 3 | 1 | 3 | 2 | + |
| مسح تصنيفات التربة | 4 | 1 | 3 | 2 | + |
| مسح الوحدات المورفولوجية | 4 | 3 | 2 | 1 | - |
| مسح الشبكة النهرية | 4 | 3 | 2 | 1 | - |
| مسح التراكيب الجيولوجية | 4 | 2 | 3 | 1 | - |
| مسح الطرقات والتجمعات السكانية | 4 | 3 | 2 | 1 | + |

الارقام من 1–4 تمثل مدى سهولة تحليل الصورة، 1 هي الافضل والاسهل في التحليل، 4 هي الاسوأ والاصعب في التحليل.

+ صالحة للتحليل – غير صالحة للتحليل

صلاحية نطاقات الماسح الغرضي لدراسة الاهداف المصورة

| المادة | النطاقات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| الاجسام المائية | سيء | سيء | وسط | جيد | جيد | جيد |
| مواصفات المياه | جيد | جيد | سيء | لايستخدم | لايستخدم | لايستخدم |
| انماط الصرف | سيء | سيء | وسط | جيد | جيد | وسط |
| تصنيف التربة | سيء | وسط | جيد | وسط | جيد | وسط |
| الغابات | وسط | وسط | وسط | جيد | جيد | وسط |
| الحقول الزراعية | سيء | وسط | وسط | جيد | جيد | وسط الى جيد |
| العمران | وسط الى جيد | جيد | جيد | سيء | سيء | سيء الى وسط |
| المقالع | سيء | سيء | سيء | جيد | وسط | وسط |

## تحليل الصور المحضرة بالالوان المركبة :

يتألف الطيف الكهرطيسي من مجموعة من الموجات الكهرطيسية ، اقصرها الاشعة الكونية واشعة غاما واطولها موجات الراديو، وتنحصر بين هذه الموجات الاشعة الاخري، وقد امكن استخدام مجموعة مختلفة من الموجات الكهرطيسية في الاستشعار عن بعد أهمها الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة، وذلك ضمن نطاقات طيفية متعددة، وكذلك امكن دمج اكثر من نطاق للحصول على الصور الملونة، وعادة ماتحضر الصور الملونة المركبة النظامية Fcc من دمج ثلاثة نطاقات طيفية هي الاشعة الخضراء المرئية والحمراء المرئية وتحت الحمراء القريبة، وباعتبار أن الاشعة تحت الحمراء القريبة غير مرئية فانه تحضر لتسجيلها اوراق او افلام حساسة لها وتجرى عملية ازاحة للالوان المرئية، فتعطي الاشعة تحت الحمراء القريبة اللون الاحمر والاشعة الحمراء اللون الاخضر والاشعة الخضراء اللون الازرق، لذلك تحضر الافلام الحساسة للاشعة تحت الحمراء القريبة من ثلاث طبقات صباغية الاولى حساسة للاشعة الخضراء والثانية حساسة للاشعة الحمراء والثالثة حساسة للاشعة تحت الحمراء القريبة، ولان الاشعة تحت الحمراء قليلة التأثر بالمعلقات الجوية فان الصور الناتجة تكون نقية جدا بالمقارنة مع الصور المحضرة ضمن مجال الاشعة المرئية فقط، وكذلك فان دمج الاشعة تحت الحمراء مع الاشعة المرئية ضمن مجال الاشعة المرئية فقط، وكذلك فان دمج الاشعة تحت الحمراء مع الاشعة المرئية يعطي نتائج حساسة ودقيقة في التمييز بين الالوان وهذا مايعزز التباين بين المواد الارضية المصورة حيث تبدو اكثر وضوحا ويمكن تمييزها عن بعضها بسهولة.

ولابد من الاشارة الى أنه يصعب علي المحلل الجديد تحليل الاطياف الموجودة على الصور المحضرة بالالوان التركيبية، وذلك بسبب ظهور المواد الارضية بغير الوانها الحقيقية لذلك تسمي هذه الصور بصور الالوان الكاذبة فمثلا النباتات التي تعكس نسبة عالية من الاشعة تحت الحمراء تظهر باللون الاحمر بدلا من اللون الاخضر، بينما تظهر التربة الحمراء باللون الاخضر بدلا من اللون الاحمر، والماء يظهر باللون الاسود او الكحلي بدلا من اللون الازرق لانه لامجال لتسجيل الاشعة الزرقاء في هذه الصور، اما المواد التي تعكس الاشعة الخضراء والحمراء بنسب متساوية فتبدو باللون الاصفر، واذا

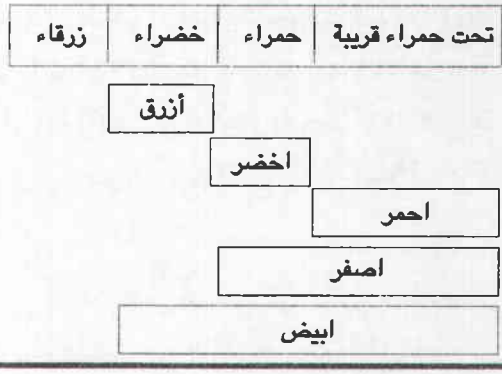
تم انعكاس كافة انواع الاشعة فيكون الانعكاس باللون الابيض.

وباعتبار أن النباتات هي اكثر الاهداف التي يمكن تمييزها على صور الالوان المركبة ، فانه من الاهمية بمكان فهم العلاقة بين النباتات والاشعة تحت الحمراء القريبة، هذا العلاقة ذو أسس فسيولوجية ، فكمية الاشعة تحت الحمراء المنعكسة تتعلق بعدد السطوح البنية والفراغات الواقعة بين خلايا اوراق النباتات وطبقة الخلايا الاسفنجية الموجودة في الاوراق، حيث ان الشكل غير المنتظم لتلك الخلايا يحدث العديد من السطوح البنية والفراغات الخلوية التي ينتج عنها مايسمي بالزاوية الحرجة وثبات هذه الزاوية هو الذي يؤدى الى انعكاس الاشعة تحت الحمراء بكمية معلومة، وعندما تتغير هذه الزاوية بسبب نقص الرطوبة او الاصابة بالامراض فان كمية الاشعة المنعكسة سوف تتغير ويتبدل مظهر النبات على الصورة.

كذلك يظهر الماء الصافي على الصورة باللون الكحلي بينما يظهر الماء العكر باللون الازرق، ولكما زادت كمية العكر زاد لمعان اللون الازرق وذلك بسبب أن الماء الصافي يمتص جميع الاشعة الساقطة او تخترقه الى الاعماق، بينما تعكس المواد المعلقة في الماء والمسببة للعكر نسبة معينة من الاشعة تزداد مع ازدياد العكر، ويمكن بالاعتماد على ذلك معرفة التغيرات التي تطرأ على مياه المجاري الموسمية والانهار.

العلاقة بين الالوان على الصور العادية والصور المحضرة بالالوان المركبة :

**العلاقة بين الالوان على الصور المحضرة بالالوان المركبة :**




**صلاحية الصور الملونة المركبة من نطاقات الماسح الغرضي للدراسات :**

| الدراسة | تركيب النطاقات ب (الازرق – الاخضر – الاحمر) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 432 | 321 | 532 | 543 | 453 | 345 | 743 |
| العمران | 2–1 | 6 | 5 | 4–2 | 1 | 2–1 | 3 |
| الترسبات المائية | 2 | 1 | 3 | 6–5 | 6–5 | 4 | 6–5 |
| الصرف | 1 | 6 | 2 | 5–3 | 2 | 4 | 3 |
| تحديد الحقول | 2 | 6 | 4 | 3 | 3 | 5 | 1 |
| تحديد الماء والغطاء النباتي | 2 | 6 | 5 | 3 | 1 | 4 | 3 |
| انواع الترب | 1 | 5 | 6 | 3–2 | 2 | 3–2 | 4 |
| الغابات | 2 | 6 | 5 | 1 | 1 | 4 | 3 |

المقياس 1–6 يمثل مدى سهولة تحليل الصورة، 1 هي الافضل والاسهل في التحليل، 6 هي الاسوأ والاصعب في التحليل.

## تحليل الصور الحرارية :

الصور الحرارية هي الصور المحضرة من المعطيات المسجلة ضمن النطاق الطيفي تحت الاحمر البعيد او الحراري، وقد استخدم التصوير الحراري بنجاح في الكثير من المجالات مثل الجيولوجيا لتحديد انواع الصخور وتركيبها وتحديد مناطق الفوالق الجيولوجية، وكذلك تحديد انواع الترب ورطوبة التربة وتحديد الخواص الحراية للبراكين وتحديد اماكن الينابيع الحارة ومراقبة خرائط الغابات.

عند تحليل الصور الحرارية ليس من الضروري معرفة درجة حرارة المواد المصورة، ولكن يمكن المقارنة نسبيا للتفريق بين مختلف الاجسام الموجودة في الصورة، ويفضل اختيار الوقت المناسب لاخذ الصور الحرارية بما يتناسب مع أهداف الدراسة، فعند دراسة منحنيات الاشعاع الحراري للتربة والصخور والماء يلاحظ أن التغيرات الحرارية من الحرارة الى البرودة يمكن ان تؤمن معلومات جيدة حول نوع وطبيعة وحالة المادة المدروسة.

يلاحظ أن المنحني الاشعاعي الحراري للماء يتميز عن منحني التربة والصخور لسببين اولهما ان التغيرات الحرارية الماء قليلة بالمقارنة مع اليابسة وثانيهما ان المنحني يصل الى الحرارة العظمي بعد ساعة او ساعتين من وصول منحنيات المواد الاخري، ونتيجة ذلك تكون درجة حرارة اليابسة أعلى من حرارة الماء في النهار واقل من الليل، كما أنه عند الصباح والغروب تتقاطع المنحنيات الخاصة بالماء والتربة والصخور، ويدعي هذا بالتقاطع الحراري، ويدل ذلك على أنه في هذا الوقت يكون الاشعاع الحراري للمواد

متقارب ولا ينصح باجراء التصوير الحراري في هذا الوقت لانه يصعب تفريق المواد على الصورة الحرارية.

في النهار يسخن ضوء الشمس المواد بدرجات مختلفة حسب خواص المادة الحرارية، حيث يتم امتصاص جزء من الاشعة الساقطة وينعكس جزء اخر عن الاهداف المصورة ويتم تسجيل هذا الجزء المنعكس ضمن الاشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة ولكن لايؤثر وجود ضوء الشمس المباشر على الصور الحرارية الماخوذة ضمن مجال الاشعة تحت الحمراء الحرارية لان المصدر الاساسي للاشعة المسجلة في هذه الحالة هو الاجسام المصورة نفسها لانها هي التي تبعث الاشعة الحرارية المسجلة بواسطة اجهزة الاستشعار.

وبصورة عامة عند تحليل الصور الفضائية الحرارية يجب الاخذ بعين الاعتبار ان الشدة اللونية لاتمثل درجة ونسبة الانعكاس وانما تمثل درجة الحرارة النسبية نتيجة ابعاث الاشعة تحت الحمراء الحرارية ، فالاجسام الاعتم في الصورة هي الابرد، والاجسام الافتح هي الاسخن.

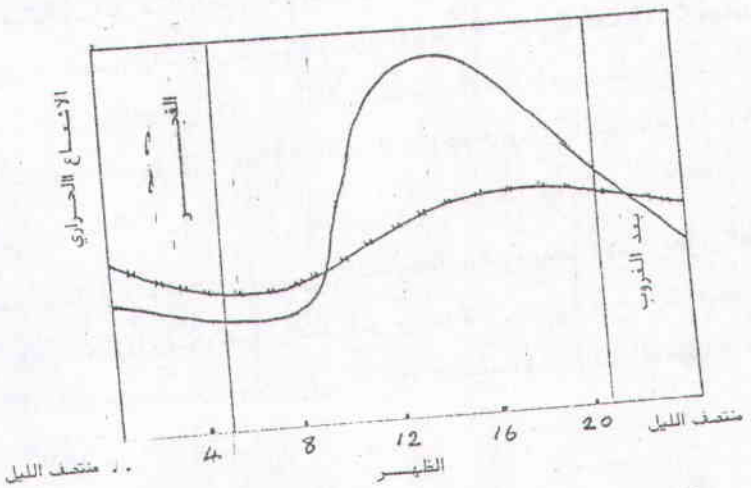
## تحليل الصور الرادارية :

تستخدم الصور الرادارية في عدد كبير من تطبيقات الاستشعار عن بعد مثل اعداد الخرائط الجيولوجية والغطاء النباتي وانماط وشبكات الصرف الصحي. كذلك تستخدم في دراسة ماتحت السطح لان أشعة الموجات القصيرة التي تستخدم في الرادار تستطيع اختراق السطح وقد ثبت فعلا اختراقها للسطح ولعمق 30 متر ، ويتوقف عمق الاختراق على ثلاثة عوامل هي :

1- طول الموجة : فكلما كانت الموجة أطول كان الاختراق اكبر.

2- نسبة الرطوبة : فكلما كانت الرطوبة اقل كان الاختراق اكبر.

3- قوام التربة : فكلما كان القوام اخشن كان الاختراق اكبر.




منحنيات الاشعاع الحراري خلال ٢٤ ساعة للتربة والصخور والماء

استخدمت اجهزة الرادار في مصر لكشف ماتحت السطح في البحث عن المياه الجوفية وقد اثبتت هذه الطريقة نجاحها في معظم الحالات خاصة في حال جفاف ماتحت السطح لان الرطوبة الزائدة او المياه توهن الاشارة الرادارية وتقلل من كمية الاشعة المرتدة مما يؤدى الى تسجيل الاشارة بشدة لونية عاتمة تدل على وجود المياه.

ان تحليل الصور الرادارية يشبه تحليل الصور الفضائية ولكن يجب ان نتذكر ان الصور الرادارية يتم الحصول عليها بالموجات القصيرة لذلك فان الصور الرادارية تمثل الصفات التي تؤثر على مقدرة المواد المصورة على عكس ترددات الموجات القصيرة، لذلك ربما يحصل عدم فهم هذه الصور بسبب ظهور بعض المواد المصورة فيغير مظهرها على الصور الفضائية العادية، فالصور الفضائية العادية تمثل الاشعة المنعكسة عن المواد المصورة والتي تتأثر بالعديد من صفات المادة. اما الصور الرادارية فتمثل خشونة او نعومة السطح، فاشارة الرادار المرتدة بقوة تظهر على الصورة بشدة لونية فاتحة وتدل على وجود مظاهر طبوغرافية مختلفة. اما الاشارة المتوسطة فتظهر بشدة لونية متوسطة فتدل على المناطق المفتوحة والحقول المنسبطة، اما الاشارة الضعيفة فتظهر بشدة لونية عاتمة وتدل على المظاهر الهيدرولوجية والاجسام المائية والسطوح الناعمة.

## خاتمة :

في الختام لابد من التأكيد انه خلال التحليل البصري للصور الفضائية يجب اعتبار كافة المعايير والعوامل التحليلية، بالاضافة الى مهارة المحلل للتفريق بين مختلف المواد المصورة والتي تتجلي في ثلاث نقاط هي :

1- مقدرة المحلل على التمييز البصري للبصمات الطيفية والعوامل التحليلية والرؤية التستريوسكوبية.

2- معرفة المحلل وخبرته في تفهم التباين او التفاعل بين المواد المختلفة.

3- استيعاب المحلل لموضوع الدراسة واختيار افضل الصور الفضائية اللازمة اخذا بعين الاعتبار قدرات التمييز وتركيب النطاقات واختيار افضل التواريخ للصور التى تتناسب وموضوع الدراسة.

كما يمكن الاستعانة بالتحليل الرقمي للمعطيات الفضائية لدعم التحليل البصري وذلك بانتاج صور محسنة ومصنفة.

وفي جميع الحالات لابد من التأكيد على ضرورة العمل الحقلي للتأكد من صحة التحليل والتفسير الاولي وذلك عن طريق تحديد مناطق اختبار يجري عليها الكشف والتأكد والتنسيق الحقلي.

# المعالجة الرقمية للصور الفضائية

# المعالجة الرقمية للصور الفضائية

إعداد
الدكتور محمد فوزي الحبش
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – سوريا

ملخص :

تعتبر المعالجة الرقمية للصور الفضائية من أهم التقنيات المستخدمة في مجال الاستشعار عن بعد ولقد ساعد في تسريع تطبيق هذه التقنية امكانية الحصول على معطيات التوابع الصنعية بشكل رقمي ولاطوال موجية متعددة من جهة، ومن جهة اخري التطور الكبير التي تشهده الحواسب الالكترونية من حيث سرعة معالجتها للمعطيات والامكانية الكبيرة على تخزينها . ومن المزايا الاساسية لطرق المعالجة الرقمية هي في تنوعها وامكانية تكرارها ومحافظتها على دقة المعطيات الاصلية.

هذا وتتركب الصورة الفضائية من مساحات صغيرة متساوية تدعي عناصر الصورة تكون مرتبة في خطوط وأعمدة منتظمة. كل عنصر يمثل لدينا مايدعي ال (Pixel) ومن الممكن وصف عنصر الصورة من خلال نظام ثلاثي الابعاد. حيث يمثل البعدين (X,Y) موضع عنصر الصورة بينما يمثل البعد (Z) شدة المقياس الرمادي لهذا العنصر.

# Digital Image processing

**Dr. M. Fouzi Al-Habash**
**General Organisation of Remote Sensing**
**Syria**

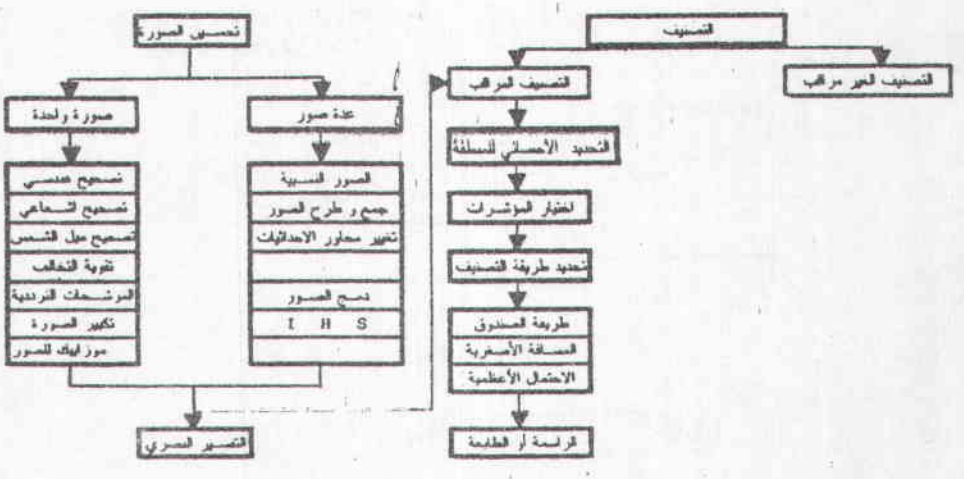
## Abstract

The digital Image processing is the most important of techniques that used in Remote Sensing. That assisted in fasting applying this techniques was ability of getting Satellite data in digital form for many wavelengths from one side. And from another side the large development with electronic computers by the velocity of processing of data and large ability of storing. The essential advantages for digital processing methods are in the variation and ability of repeating and conservation of exact of original data.

The space image composed of equal small areas named picture elements. Each element names (Pixel) and we may describe the picture element through three dimentions system. The two dimentions (X,Y) represents the situation of the image. But the dimention (Z) represents the grey scale intensity of that element.

## المعالجة الرقمية :

تتضمن المعالجة الرقمية للصور نوعين أساسيين (شكل رقم 1)



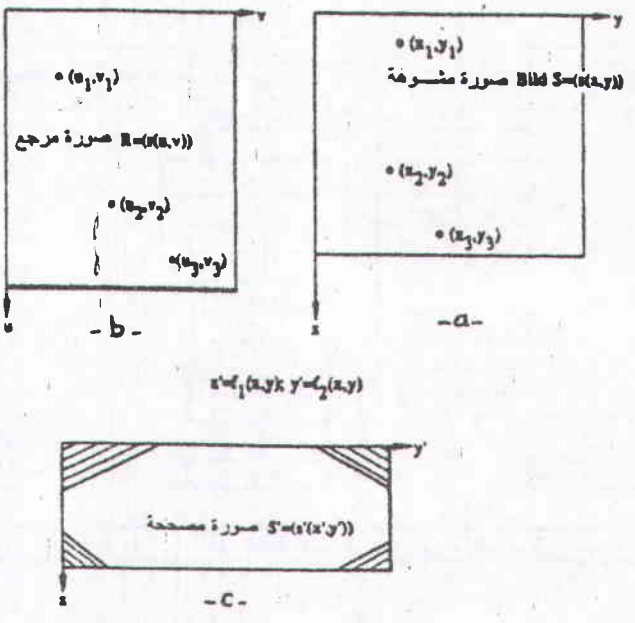

(شكل رقم ١) مخطط يظهر الخطوات المتبعة في المعالجة الرقمية للمعطيات الفضائية

### 1- تحسين الصور

وتهدف الى امكانية التوصل للعرض والاظهار الافضل لمحتوي الصورة من المعلومات . وحسب أنواع الصور المستخدمة في المعالجة يمكن تطبيق امكانيات تحسين وترميم مختلفة على قنال واحدة أو على مجموعة من الاقنية ذو الاطوال الموجبة المختلفة، ويعتبر تحسين الصور النقطة الاساسية من اجل التفسير البصري اللاحق وكذلك التصنيف الرقمي للصور المحسنة، ومن امكانيات التحسين المختلفة للصور.

- التصحيح الهندسي : تملك الصور الفضائية تشوهات هندسية رتيبة وغير رتيبة. من التشوهات الرتيبة انحراف الكنس scan والتغير في سرعة الماسح أما التشوهات الغير رتيبة فهي ناتجة عن تغيير في ارتفاع وسرعة المركبة الفضائية. يعتبر التصحيح الهندسي هام عند اجراء مطابقة بين الصور الفضائية التابعة لانظمة استشعار مختلفة ولاجراء التطابق بين الصور الفضائية والخرائط الغرضية باستخدام نقاط ربط بين

الصورة المشوهة والصورة المرجع (شكل رقم 2) ، وتحسب رياضيا معاملات التحويل والتي على أساسها يتم تصحيح الصورة، بعد ذلك يتم استكمال السويات الرمادية وذلك لكون الصورة الفضائية للمعالجة هي صورة رقمية تملك قيم صحيحة.



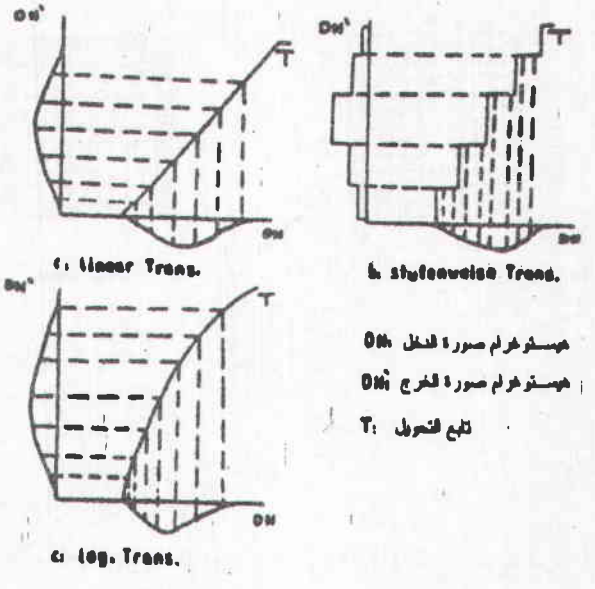

(شكل رقم 2) التصحيح الهندس – نلاحظ نقاط الربط بين الصورة المشوهة (a) والصورة المرجع (b) كذلك الصورة المصححة (c).

– التصحيح الاشعاعي : أن الاشعة الضوئية المرسلة من الشمس يطرأ عليها عمليات انتثار ضمن الغلاف الجوي، هذه الاشعة المنتثرة تضاف الى الاشعاع المنعكس من سطح الارض الى التابع الصنعي مما يسبب ذلك الاقلال من درجة التباين ضمن الصورة الفضائية . يهدف التصحيح الاشعاعي الى تعديل شدة الاضاءة من خلال حذف قيمة الاشعة المنتثرة من قيم عناصر الصورة، ويتم هذا التصحيح رياضيا باستخدام طريقة الارجاع.

– تعزيز التباين : يفيد في زيادة التباين اللوني بين عناصر الصورة خاصة تلك التى تملك شدات لونية متقاربة وذلك عن طريق نشر شدات الاضاءة للمشهد بحيث يغطي كامل المجال اللوني من اللون الاسود وحتي اللون الابيض (255-0) من التحسينات المطبقة لتعزيز التباين نذكر :

- التحسين الخطي
- التحسين اللوغارتمي
- التحسين الاسي
- **تقطيع الكثافة اللونية :**

شكل رقم (3) يبين بيانيا بعض التحسينات التي تطبق لتعزيز التباين .

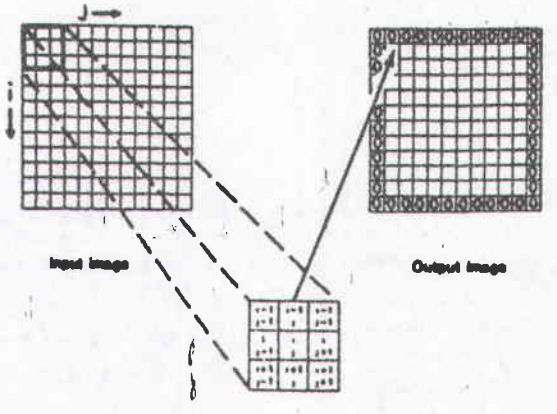



(شكل رقم 3) أمثلة مختلفة عن توابع التحويل المستخدمة لتعزيز التباين.

- المرشحات الترددية (أو المرشحات في المجال الحيزي) : أن الصور الفضائية تحتوي على اشارات ضجيج (ذو منشأ غير محدد) تؤدى الى حصولنا على صورة مشوهة. تهدف استخدام المرشحات الى الاقلال من قيم الضجيج في الصورة مما يساعد ذلك على امكانية التفسير الافضل لمحتوي الصورة من المعلومات (شكل رقم 4) . كذلك يفيد استخدام المرشحات في تمييز الاجسام في الصورة، حيث تمييز الاجسام الكبيرة من خلال امرار مجال ترددات منخفضة بينما الظواهر الخطية تملك مجال ترددات عالية، وحسب الاتجاه الذي تمرر به الترددات من خلال المرشح المطبق على الصورة يتم تعزيز الظواهر الخطية في ذلك الاتجاه.

من المرشحات المستخدمة نذكر :

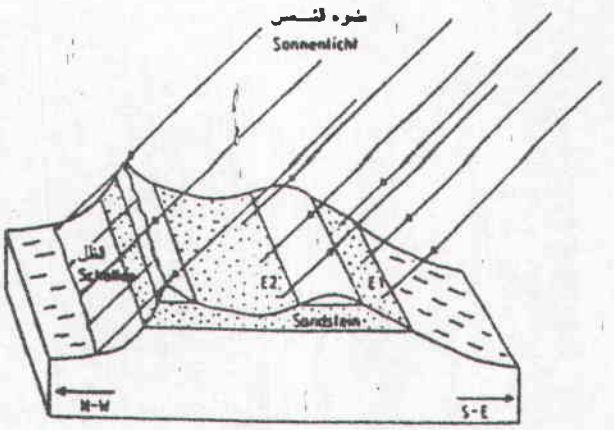
- توسيط الجوار
- الترشيح الاوسطي
- ترشيح الترددات المنخفضة.
- ترشيح الترددات العالية :




(شكل رقم 4) توسيط الجوار باستخدام نافذة ترشيح (3 × 3)

- موزاييك الصورة : حيث تملك الصور الفضائية تراكب جانبي، ومن خلال الموزاييك يتم ربط الصور المفرده المختارة من اجل الحصول على صورة واحدة، وتتم العملية باستخدام نقاط تمييز أرضية في مناطق التراكب بين الصور.

- تناسب قنوات الصور : يهدف التناسب الى الاقلال أو حذف الفروق الطبوغرافية بين الصور بحيث تملك الاجسام المتشابهة نفس النسبة بغض النظر عن التغييرات في الاضاءة (شكل رقم 5) . هذه العملية تعتبر مفيدة من اجل التمييز الافضل لانواع الصخور والترب على الصور الفضائية.

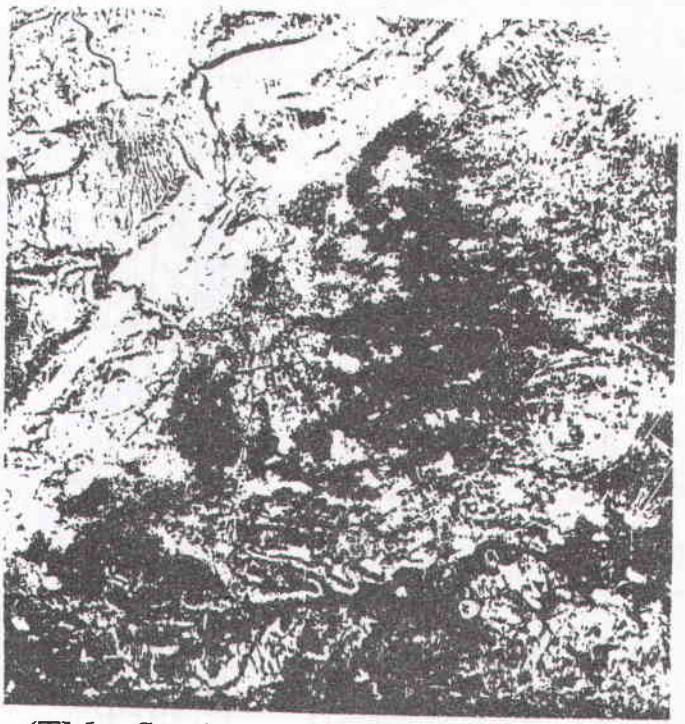



Sandstein Reflexion

| Beleuchtung الإضاءة | | Band 4 | Band 5 | Band 7 | Ratio 5/7 | Ratio 4/5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E1 | 27 | 70 | 82 | 0.85 | 0.38 |
| | E2 | 22 | 56 | 66 | 0.85 | 0.39 |
| الظل | Schatten | 11 | 25 | 29 | 0.86 | 0.44 |

(شكل رقم 5) تأثير الاضاءة على قيم الانعكاس من الحجر الرملي وتعديل هذه القيم باستخدام طريقة تناسب قنوات الصور الفضائية.

– الصور الملونة : تنتج الصور الملونة عن طريق مزج ثلاث أقنية ذو أطوال موجبة مختلفة من خلال اسقاطها عبر منابع ضوئية للون الازرق والاخضر والاحمر، حيث الصور الملونة تفيد في امكانية التمييز الافضل للتشكيلات والاجسام المحتواة في الصورة (شكل رقم 6).



(شكل رقم 6) صورة لمدينة دمشق (TM + Spot)

## 2- التصنيف الرقمي للصور :

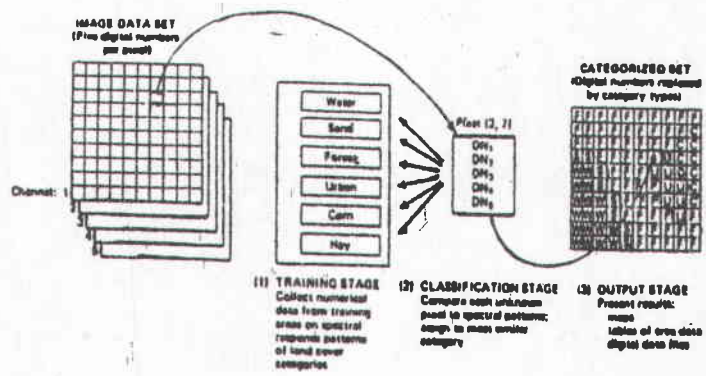
يتم من خلال اجراء تحليل للبصمات الطيفية لعناصر الصورة وتصنيفها الى فئات ذو بصمات طيفية متشابهة. حيث يختص كل عنصر من عناصر الصورة ببصمة طيفية والتي تحدد بالانعكاسات النسبية في مختلف أطوال موجات الاقنية. وهناك نوعين من التصنيف هما التصنيف المراقب والتصنيف الغير المراقب.

- التصنيف المراقب : يتم التصنيف هنا لظواهر ولفئات معينة ومعروفة يتم تحديدها عن طريق معرفة موقعها على مساحة الصورة أو من معرفة معطيات الانعكاسات الطيفية لها (شكل رقم 7) والتصنيف هنا يتم باستخدام طرق تصنيف مختلفة.

- طريقة الصندوق.

- طريقة المسافة الاصغرية

- طريقة الاحتمال الاعظمية




(شكل رقم 7) الخطوات الاساسية لعملية التصنيف المراقب

- التصنيف غير المراقب : يتم هنا استخدام الخصائص الاحصائية كأساس لعملية التصنيف وبالتالي فان الحاسب يحدد بمفرده عدد ونوع فئات التصنيف دون تدخل من قبل المحلل.

# الإعداد لمشروع
# في نظام المعلومات الجغرافي
# Outlining a GIS Project

# الإعداد لمشروع في نظام المعلومات الجغرافي
# Outlining a Gis Project

إعداد
م . لمياء العطار
م . م عماد الدين قدورة

قبل البدء بأي مشروع في نظام المعلومات الجغرافي يجب أتخاذ الخطوات التالية :

- تحديد الاهداف من المشروع
- بناء قاعدة البيانات.
- إنجاز عمليات التحليل.
- تحديد شكل تقديم النتائج.

## 1- تحديد الاهداف :

يجب على الجهة المستفيدة من المشروع أن تحدد تماما أهداف مشروعها آخذة بعين الاعتبار عدم وجود بدائل عن GIS لحل المسألة المطروحة بكلفة أقل ووقت أسرع. كما ويجب معرفة مدى تكرارية تحديث المعلومة في قاعدة البيانات أو التقرير الناتج، بالاضافة الى حصر منطقة الدراسة ضمن المقياس المطلوب والملائم للعمل.

## 2- بناء قاعدة البيانات :

وتتطلب الامور التالية :

- تحديد شرائح المعلومات المكانية.
- تحديد السمات المرتبطة بكل شريحة (مضلع، خط، نقطة).
- تحديد الصفات المرتبطة بكل سمة ورمزها.
- إنشاء ملف خاص بنظام الاحداثيات للنقاط المرجعية المسماة TICPIONTS

- ترقيم وترميز المخططات والشرائح.

- تأمين مساحات كافية للتخزين على الحاسب.

### 3- إنجاز عمليات التحليل والمعالجة :

ويتم ذلك من خلال :

1- جعل المعلومة المكانية ذات فائدة عبر بناء الطبولوجيا وتصحيح الاخطاء.

2- إقحام المعلومة الوصفية وربطها بالمعلومة المكانية بواسطة الجداول ومفتاح الربط المسمي IDENTIFIER (ID N.)

3- التحكم بالشرائح المختلفة وبناء العلاقات بين السمات في الشريحة الواحدة من جهة ومن ثم بينها وبين السمات في الشرائح الاخري وبالتالي تحقيق عملية التطابق بين المعطيات مختلفة المصادر من خلال النقاط المرجعيةTIC POINTS

4- التحليل والمعالجة وهنا تكمن القوة الحقيقية للنظام والمشغل من خلال ابراز القوة التخاطبية بينهما في اجراء التقاطعات بين المعطيات المختلفة وانشاء الخيارات والبدائل المتعددة بالاعتماد على شروط أمثلية للحل المقترح توضع من قبل المستثمر أو الجهة المستفيدة من الدراسة.

### 4- تحديد شكل تقديم النتائج :

ويتم في هذه المرحلة تصميم شكل الناتج النهائي هل هو خارطة غرضية او مخطط، وفي هذه الحالة يطلب معرفة نوعية المنتج من حيث الطباعة، الورق، المقياس ... الخ أو قد يكون الناتج النهائي على شكل تقارير او رسوم بيانية وفي كل الاحوال يتم تصميم شكلها من حيث عدد الحقول في الجدول الواحد او الجداول المتكررة أو المختلفة ومحتوياتها ... الخ.

# تدهور الأراضي والتصحر في الوطن العربي

# تدهور الأراضي والتصحر
# في الوطن العربي

إعداد : المنظمة العربية للتنمية الزراعية

## 1- مقدمة:

يحدث التوازن البيئي نتيجة لتفاعل العناصر الحيوية (الإنسان والنبات والحيوان والكائنات الحية الأخرى) ومجموعة العوامل غير الحيوية (كالماء والهواء والتربة والطبوغرافيا)، ويستمر هذا التوازن حتى يحدث خلل في أي عنصر من عناصره يترتب عليه حدوث نتائج مختلفة في درجة إستمرارها وتأثيرها.

وفي نطاقات المناخ الجاف وشبه الجاف وشبه الرطب تحدث عملية تدهور في التوازن البيئي إما بواسطة الإنسان والحيوان أو لحدوث فترات جفاف طويلة نسبياً ومتكررة، وكنتيجة متقدمة لهذا الخلل في التوازن البيئي فإنها تؤدي إلى تدهور الأراضي وحدوث ظاهرة التصحر.

وتتسبب موجات الجفاف المستمرة والمتكررة في حدوث هذا التدهور، حيث أن الجفاف كظاهرة طبيعية ينخفض فيها كمية هطول الأمطار إنخفاضاً ملحوظاً لتكون دون المستويات الطبيعية المعتادة، مما يسبب إختلالاً هيدرولوجيا يؤثر تأثيراً معاكساً على نظم الإنتاج لموارد الأراضي وتدهورها، وتشمل مقاومته الأنشطة المتصلة بالتنبؤ بحدوثه وتقليل تأثير المجتمع والنظم الطبيعية إزاء الجفاف، والجفاف ذو تأثير مؤقت رغم تكراره إذا تم التنبؤ به ووضع الحلول المناسبة لتلافي آثاره. بينما التصحر يعتبر نتيجة متقدمة للخلل في النظام البيئي، ووسائل مقاومته تحتاج إلى فترة زمنية أطول وأثره أكثر تأثيراً على النظام البيئ بشكل عام وعلى أهم عناصره وهو الإنسان والأراضي.

## 2- مفهوم التصحر وتدهور التربة:

التصحر (Desertification) هو أحد مظاهر التدهور البيئي الذي يعتري الأراضي المنتجة، عرفه مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر عام 1978 بأنه «إنخفاض أو تدهور قدرة الإنتاج الإحيائي للأرض مما يفضي في النهاية إلى خلق ظروف شبه صحراوية».

وعرفه البنك الدولي عام 1990 بأنه «عملية تدهور متواصلة للأرض (التربة والغطاء النباتي) في المناطق الجافة وشبه الجافة وتحت الرطبة، تنشأ جزئياً على الأقل بفعل الإنسان، وهي تقلل من إمكانيات إستعادتها وإنتاجها لدرجة لايتيسر معها علاجها بإزالة السبب أو يسهل إصلاحها بدون إستثمارات باهظة».

وقد عدل المدير التنفيذي لبرنامج الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية الذي عقد في ريودي جانيرو عام 1992 تعريف التصحر ليصبح «التصحر هو تدهور الأرض في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة. وينتج عن عوامل مختلفة تشمل تغيرات مناخية وأنشطة بشرية».

بينما إصطلاح تدهور التربة (Soil Degradation) يدل على الإنخفاض الكمي والنوعي في قدرات الإنتاج الإحيائي للأرض. وهي عملية مستمرة تهدد بفناء الموارد الأرضية (أرض - ماء - غطاء نباتي).

وقد عرفته منظمة الأغذية والزراعة عام 1979 بأنه التغير الكمي أو النوعي في خواص وصفات التربة الذي يؤدي إلى إنخفاض القدرة الحالية أو الكامنة للأرض على الإنتاج، وليس من الضروري أن يكون التدهور مستمراً بل قد يكون مؤقتاً، كما أنه حالة نسبية تقدر في إطار زمني.

### 3- الأراضي المتصحرة والمهددة بالتصحر في الوطن العربي:

يتصف الوطن العربي بقلة الأمطار لوقوع معظم أراضيه في بيئات جافة وشبه جافة، حيث تتلقى حوالي 66.5٪ من مساحته هطولاً سنوياً يقل عن 100 ملم، وهي لا تصلح للزراعة المطرية فيما عدا المنخفضات والوديان التي تتجمع فيها مياه المواقع المرتفعة، و 16٪ من المساحة تتلقى هطولاً سنوياً يتراوح بين 100-300 ملم. وفي هذا المدى تعتبر المساحات التي تتلقى معدلات تزيد عن 200 ملم في مناطق الأمطار الشتوية و 250 ملم في مناطق الأمطار الصيفية مواقع هامشية للزراعة المطرية وتصلح لزراعة المحاصيل إذا

لم تنخفض المعدلات عن هذين الحدين. ومما يزيد الأمر تعقيداً عدم وجود مواعيد محددة لبداية المطر أو إنحساره في المواسم المتعاقبة على موقع معين، بالإضافة لسوء توزيع الهطول أثناء موسم المطر.

والمناطق المتصحرة والمهددة بالتصحر في الوطن العربي تقع في هذه المناطق الجافة وشبه الجافة وتقدر بنحو 23.5٪ من مجموع المناطق الجافة وشبه الجافة على سطح الأرض ويوضح الجدول رقم (1) أنها تبلغ في مجموعها نحو 12.6 مليون كيلومتر مربع، أي نحو (89٪) من مساحة الوطن العربي، مما يشير إلى أن الوطن العربي هو أكثر المناطق في العالم تأثراً بالتصحر مع تفاوت المساحات المتأثرة من قطر لآخر. وتمتد هذه المناطق ما بين خط العرض 27 درجة شمالاً وخط الإستواء جنوباً وتشمل أربعة مناطق جغرافية كالتالي:

* منطقة البحر الأبيض المتوسط والتي تشمل شواطئ المحيط الأطلسي الممتدة ما بين شواطئ المحيط الأطلسي في مراكش حتى شواطئ البحر الأبيض المتوسط.
* المنطقة شبه الصحراوية البادية الممتدة جنوب غرب سوريا – الأردن – جنوب شرق العراق وشمال السودان.
* المنطقة الصحراوية جنوب البحر الأبيض المتوسط وشبه الجزيرة العربية.
* مناطق مراعي السافانا (حزام السافنا بما يشمل السودان والصومال).

### 4- درجات التصحر:

من المعلوم أن عناصر البيئة المختلفة في أي منطقة تتفاعل وتتكيف مع بعضها البعض إلى أن تصل عبر الزمن إلى نوع من التوازن الديناميكي مكونة ما يسمى بالأنظمة البيئية. ويظل كل نظام بيئي محافظاً على خصائصه المميزة له ما دامت التغيرات بين عناصره المختلفة ضمن الحدود الطبيعية. ويبدأ هذا التوازن بالإضطراب عند إستغلال عنصر أو أكثر من عناصر النظام البيئي بمعدل يفوق قدرتها الكامنة على التعويض، أو عند إستخدام أساليب لإدارة هذا النظام لا تتلاءم مع طبيعته وقدراته. وتبدأ تحت هذه الظروف سلسلة من التغيرات التدهورية تتولد عنها ظروف جديدة هشة وأكثر حساسية مما يهيئ الفرصة للعوامل البيئية المختلفة الأخرى وخاصة المناخية منها لمضاعفة تأثيراتها السلبية

المساحات المتصحرة والمهددة بالتصحر في الوطن العربي

| الاقليم | القطر | المساحة الكلية ألف كم2 | المساحة المتصحرة كم2 | المساحة المتصحرة % | المساحة المعرضة للتصحر كم2 | المساحة المعرضة للتصحر % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المغرب العربي | المغرب | 710850 | 455000 | 64.01 | 195.000 | 27.43 |
| | الجزائر | 238100 | 1.970000 | 82.74 | 230.000 | 9.66 |
| | تونس | 163610 | 65000 | 39.739 | 59.000 | 36.06 |
| | ليبيا | 1806530 | 1625877 | 0.00 | 180.653 | 10.00 |
| | موريتانيا | 1030700 | 618420 | 60.00 | 343.223 | 33.30 |
| المجموع | | 6.092960 | 4.734297 | 77.70 | 1.007876 | 16.54 |
| حوض النيل والقرن الأفريقي | السودان | 2.505813 | 725200 | 28.94 | 650000 | 25.94 |
| | الصومال | 638000 | 87000 | 13.64 | 534000 | 82.70 |
| | مصر | 1.100145 | 1.064145 | 96.73 | 36000 | 3.27 |
| | جيبوتي | 21786 | 20911 | 96.00 | 0872 | 4.00 |
| المجموع | | 4.265744 | 1.897256 | 44.48 | 1.220872 | 28.62 |
| المشرق العربي | سوريا | 185180 | 18500 | 9.99 | 109020 | 58.87 |
| | الأردن | 89206 | 71000 | 79.59 | 10000 | 11.21 |
| | لبنان | 10400 | – | – | – | – |
| | فلسطين | 21090 | 8500 | 40.30 | 4408 | 20.90 |
| | العراق | 437500 | 166687 | 38.10 | 237563 | 54.30 |
| المجموع | | 743276 | 264687 | 35.60 | 360991 | 48.56 |
| شبه الجزيرة العربية والخليج | اليمن | 536869 | 407182 | 75.84 | 89687 | 16.18 |
| | السعودية | 2.250000 | 2.080000 | 92.44 | 170000 | 7.56 |
| | عمان | 300000 | 267000 | 89.00 | 23000 | 7.67 |
| | قطر | 11.610 | 11.610 | 100.00 | – | – |
| | الامارات | 83.600 | 83.600 | 100.00 | – | – |
| | الكويت | 17.818 | 17.818 | 100.00 | – | – |
| | البحرين | 670 | 670 | 100.00 | – | – |
| المجموع | | 3.200567 | 2.867880 | 89.61 | 282687 | 8.83 |
| | المجموع الكلي | 14.302644 | 9.764120 | 68.37 | 2.872426 | 20.08 |

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، الدورة التدريبية لإدارة الموارد الأرضية ، الخرطوم 1994.

على النظام البيئي، وتؤدي في النهاية إلى فقدان الأرض لقدراتها الإنتاجية وتحولها إلى مناطق جرداء عقيمة أو شبه عقيمة.

وترتبط ظاهرة التصحر إرتباطاً وثيقاً بدرجة حساسية النظام البيئي ومستوى الإستثمار وأساليب الإدارة والعوامل المناخية، وهي ظاهرة ذات مضمون نسبي يعبر عن مراحل التدهور لمنطقة معينة بالمقارنة مع حالتها الطبيعية أو طاقتها الكامنة ويمكن توصيف هذه المراحل بما يلي:

أ- تصحر أولي خفيف:

وفيها يبدأ ظهور بوادر التدهور البيئي الموضعي ممثلاً في تغيير كمي ونوعي لمكونات الغطاء النباتي والتربة.

ب- تصحر متوسط:

وهو يمثل مرحلة معتدلة من التدهور البيئي ينعكس في إنخفاض التغطية النباتية وتغير في تركيب الغطاء النباتي، وتعرية وإنجرافات خفيفة للتربة بسبب الرياح والمياه، وإزدياد ملوحة التربة، ونقص في الإنتاج النباتي يصل إلى حوالي 25٪ من طاقتها، ويجب أن ينظر إلى هذه المرحلة بأنها حرجة ويجب أن يبدأ فيها تطبيق أساليب مكافحة التصحر بطريقة فعالة وإقتصادية لأن التأخير عن ذلك يعطي فرصة كبيرة للعوامل المناخية لزيادة معدلات التدهور.

ج- تصحر شديد:

وتتمثل هذه المرحلة بنقص واضح في نسبة النباتات المفيدة وتحل محلها نباتات أقل قيمة أو ضارة تسيطر على البيئة، وإزدياد معدل تعرية وإنجراف التربة ونقص كبير في إنتاجيتها (50٪) وإزدياد في الملوحة إلى درجة لا يمكن إستمرار زراعتها، ومما يهئ للعوامل المناخية فرصة كبيرة لمضاعفة تأثيراتها السيئة على الغطاء النباتي والتربة. ويعتبر إستصلاح الأراضي في هذه المرحلة عملية ممكنة ولكنها ستكون بطيئة وتكاليفها عالية.

د- تصحر شديد جداً:

وهي المرحلة القصوى للتدهور، تصبح فيها الأرض جرداء وتنعدم قدرتها الإنتاجية، لأن الأرض نفسها تكون قد تحولت إلى كثبان رملية أو حواف أو مناطق صخرية عارية، أو ملاحات .... ومن الصعب في هذه المرحلة إستصلاحها إلا بتكلفة عالية جداً في مساحات محدودة.

## 5- البيئات الرئيسية وإحتمالات التصحر فيها:

### أ- المناطق الصحراوية الحقيقية:

هي المناطق المتصحرة بفعل النظام الكوني، الأمطار فيها نادرة جداً، ويقتصر الوجود الإنساني فيها على مناطق الواحات.

### ب- المناطق شبه الصحراوية:

السكان المستقرون قليلون، تمارس الزراعة في الواحات وبعض المنخفضات، والإستغلال الرئيسي لها هو الرعي الترحالي وشبه الترحالي في مراعي فقيرة.

### ج- المناطق الجافة وشبه الجافة:

ذات كثافة سكانية متوسطة إلى مرتفعة والنشاط السكاني فيها عالي والإستغلال الزراعي متزايد بمعدلات تفوق قدراتها الطبيعية، ويشاهد فيها كافة درجات وأشكال التصحر.

### د- المناطق شبه الرطبة والرطبة:

معظمها عبارة عن مرتفعات وهضاب جبلية تتخللها بعض السهول في المناطق الساحلية، الكثافة السكانية فيها مرتفعة والإستغلال الزراعي مكثف، وعلى الرغم من بعدها عن المناطق الصحراوية فقد إنتشرت فيها أشكال مختلفة من التصحر ناجمة عن سوء إستغلال الإنسان لمواردها الطبيعية بالإضافة إلى تأثيرات تكوينها الطبوغرافي وطبيعة الهطول المطري فيها، وبإعتبار أن هذه المناطق تعتبر مساقط المياه لمعظم الموارد المائية فإن أخطار التصحر فيها تنعكس على المناطق الزراعية القريبة منها والبعيدة.

## 6- العوامل الرئيسية للتصحر وتدهور الأراضي في الوطن العربي:

### 6-1: العوامل المرتبطة بالأنشطة الإنسانية (إقتصادية وإجتماعية):

ترجع الأسباب الرئيسية للتصحر وتدهور الأراضي لسوء إستغلال الموارد الطبيعية وفشل العلاقة ما بين الإنسان والبيئة وهو يسعى لتحقيق حاجاته ومتطلباته بإدخال عناصر البيئة إلى دائرة الإستغلال التجاري والإقتصادي بدلاً من المحافظة عليها وصيانتها، ويمكن تلخيص هذه الأسباب فيما يلي:

أ- النمو السكاني السريع والمتزايد الذي يؤدي إلى تكثيف إستخدامات الأراضي وتغيير نمط إستغلالها، مما يؤدي إلى أنهاك التربة وسرعة إستنزاف الموارد المائية وتلوث التربة والماء بالكيماويات.

ب- التوسع الزراعي والزحف العمراني الأفقي غير المرشد على حساب البيئات الطبيعية.

ج- الرعي الجائر والمبكر الذي يؤدي إلى إزالة الغطاء العشبي نتيجة لإنحسار مساحات المراعي وطاقتها الإنتاجية.

د- القطع الجائر للغابات لتوفير الوقود ومواد البناء.

هـ- إنتشار الحرائق المدمرة عقب فترات الجفاف المتكرر والتي تدمر الغطاء الشجري بالغابات.

و- الحراثة الخاطئة (مع الإنحدار) وحراثة الأراضي الهامشية (التي يقل فيها المطر عن 200 ملم/ السنة) لأغراض الزراعة.

ز- عدم معالجة الأراضي الملوثة لتستعيد الغطاء النباتي.

### 6-2: العوامل الطبيعية:

بالرغم من أن الإنسان هو الأداة الرئيسية في إحداث ظاهرة التصحر وتدهور التربة، فإن المشكلة لا يجب أن ينظر إليها فقط من منظور الإنسان، إذ يجب تناولها من خلال أبعادها المختلفة والتي تشمل:

#### 6-2-1: تأثير التقلبات المناخية (الجفاف المتكرر):

إن عوامل المناخ السائد في منطقة معينة يعد من أهم العوامل المؤثرة على التصحر،

كما أن إختلاف معدلات الأمطار وإنعدامها خلال فترات الجفاف المتكرر تؤثر على نمو الغطاء النباتي والذي بإختفائه تتعرض التربة لعوامل التعرية المختلفة.

هذا كما وتعزي أيضاً ظاهرة الجفاف المتكرر إلى تقلبات حرارة المسطحات المائية، وإلى تزايد تركيز معدلات ثاني أكسيد الكربون في الجو نتيجة لإزالة الأغطية النباتية وبالتالي قلة إمتصاص ثاني أكسيد الكربون في عمليات التمثيل الضوئي.

وقد تسبب الجفاف الذي عم دول الساحل الأفريقي خلال الفترة 1969-1973 في نقص معدلات إنتاج الغذاء وإنتشار ظاهرة التصحر ونشوب ظاهرة المجاعة في هذه المنطقة.

### 6-2-2 : تدهور الغطاء النباتي (Vegetation cover):

إن تعمير الأرض الحديثة التكوين بانبات وتطور المجتمعات النباتية يأخذ أطوار مختلفة تعرف بالتعاقب النباتي (Plant Succession)، حيث تبدأ النباتات البدائية بغزو الأرض الحديثة إلى أن يتم إستبدالها بمجموعات أرقى، ويستمر التعاقب إلى أن يكتمل الترقي بسيادة نباتات القمة، وتعرف هذه العملية بتعاقب الترقي (Progressive Succession)، إن مراحل تعاقب الترقي يصحبها من الجانب الآخر مراحل بناء التربة.

أما في حالة تدهور المجتمعات النباتية، فإن الذي يحدث هو العكس لتعاقب الترقي، حيث يتم إستبدال نباتات القمة الراقية بالنباتات الدنيا، وهذا يعرف بتعاقب التدني (Reprogression) ويؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي في مراحله المتقدمة ثم إلى تدهور التربة وإنجرافها. ومن ظواهر تدهور الغطاء النباتي إحلال الحشائش مكان الغابات، والشجيرات مكان المراعي العشبية، والحوليات مكان الحشائش المعمرة، وظهور الجزر الأرضية العارية من الغطاء النباتي. ومن أسباب تدهور الغطاء النباتي ما يلي:

- التوسع الزراعي في الأراضي الحدية، حيث يتم تكثيف الزراعات التقليدية والزراعة الآلية الحديثة في المناطق الهامشية التي يقل معدل الأمطار فيها عن (150-200) ملم في العام دون الأخذ في الإعتبار خواص الأراضي بتلك

المناطق، ودون الإهتمام بمحاولة صيانة التربة أو حمايتها، مما يجعلها عرضة للإنجراف والتعرية.

- الرعي الجائر دون مراعاة القدرات التحميلية للمرعى وزيادة عدد الوحدات الحيوانية عن طاقة الرعي فتستهلك نباتات الرعي وتصير التربة معرضة للتعرية.
- القطع الجائر للغابات طلباً لأغراض الوقود أو لأغراض المباني والآثاثات، وذلك دون إعادة الغرس، مما يحدث آثاراً سلبية من تدهور التربة وإختلال توازن النظام البيئي.
- كما يتم تدمير الغطاء النباتي بإنتشار ظاهرة الحرائق المتكررة في المراعي والحراج فيزداد الضغط عليها ويزداد التدهور.

### 6-2-3: تدهور التربة:

يبدأ تدهور التربة مع تدهور الغطاء النباتي، فالغطاء النباتي يؤثر على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة. ويساعد إزالة النباتات من سطح التربة على تفككها مما يؤثر على حرارة التربة ومستويات الرطوبة بها، كما وأن إنعدام المادة العضوية يفقد التربة خصوبتها ويؤثر على الكائنات الحية بها. ومن ظواهر تدهور التربة تدني معدلات إنتاج المحاصيل وتكاثر النباتات الطفيلية.

### 6-2-4: الكثبان الرملية الزاحفة:

هي ظاهرة غزو الرمال للأراضي المجاورة المكشوفة التي ليس بها مصدات رياح، وهي آخر مرحلة في التصحر والتدهور، والتي لا يتيسر إعادتها إلى طبيعتها مرة أخرى. كما هو الحال في منطقة الربع الخالي بالأراضي السعودية، والرمال الزاحفة بمناطق شبه الصحراء بمناطق السافنا الشمالية بالسودان. وإن تفكك التربة وتحركها هي البداية في تكوين الكثبان الرملية التي تتحرك في إتجاه الرياح وتغطي مساحات شاسعة من الأراضي الحدية المنتجة وتحولها إلى أراضي غير صالحة للإنتاج النباتي.

### 6-2-5: التعرية (Erosion):

التعرية هي النمط الأساسي في تدهور التربة. فعندما ينحسر الغطاء النباتي وتنعدم المواد العضوية بالتربة ينهار البناء الداخلي في التربة ( Soil Structure )، حيث تتفكك التربة وتكون عرضة للإزالة والإنتقال بعوامل التعرية، المياه والرياح، وهي تنقسم إلى:

#### (أ) التعرية المائية (Water Erosion):

وتأخذ أشكالاً متعددة:

- التعرية السطحية ( Sheet Erosion ):

من أكثر أنواع التعرية المائية إنتشاراً وينتج عنها إزالة طبقة رفيعة السمك من سطح التربة بجانب حبيبات الطين والطمي الناعمة كعوالق في المياه المتحركة، ومع تكرار هذه العملية وتنكسر الحبيبات الخشنة على سطح التربة.

- التعرية الأخدودية (Gully Erosion):

تأخذ التعرية الأخدودية شكل قنوات عميقة تحفر فوق سطح التربة وتزداد عمقاً بتكرار نزول الأمطار.

- التعرية الكتلية (Mass Movement ):

يحدث هذا النوع من التعرية عند وجود طبقة طينية مشبعة بالماء فوق طبقة صلبة وغير منفذة للماء، ويتطلب تحريك الطبقة الطينية المشبعة توفر الشروط التالية:
وجود إنحدار كافي للتحرك، وجود الطبقة الصماء غير المنفذة، تشبع الطبقة الطينية بالماء.

- التعرية الموضعية (Internal Erosion):

وتطلق على التعرية الناتجة عن تساقط قطرات المطر فتثير جزيئات التربة وتقذفها الى السطح.

#### (ب) التعرية الريحية (Wind Erosion ):

وتأخذ أشكال عدة منها:

- الزحف السطحي (Surface Creep ):

حيث تتحرك حبيبات التربة فوق السطح عندما تهب الرياح بهدوء وتتحرك الجزيئات

الناعمة (الطين والغرين) زاحفة فوق سطح التربة فتزال الجزيئات الناعمة ويخشن سطح التربة.

- قذف الريح (Saltation):

ويحدث عندما يشتد هبوب الرياح في الأراضي الرملية المفككة، حيث تقذف حبيبات الرمل من مكان إلي آخر في إتجاه الريح، وتعتمد مسافة القذف على سرعة الرياح.

- العواصف الترابية (Dust Storm):

حيث تكون حبيبات التراب عالقة في الهواء بدرجات متفاوتة من الكثافة لدرجة أنها ربما تحجب الرؤيا وتحد من مدى النظر، ولها مواسم معينة عند بداية موسم الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتحمل الأتربة من مسافات بعيدة. وتعتبر العواصف الترابية في المناطق الجافة وشبه الجافة من مظاهر تدهور البيئة وتسبب مشاكل أطماء خزانات المياه وقنوات الري، زيادة على المضايقات التى يعيشها السكان في المناطق الجافة التى تعانى من تدهور البيئة، تتسبب التعرية أيضاً في فقدان خصوبة التربة عن طريق إزالة عناصر الخصوبة، الطين والدبال والقرين.

### 6-2-6: التدهور بالملوحة:

تتركز بالترب المالحة الأملاح الذائبة وبمعدلات تعيق النمو الطبيعي للنبات، ويحدث ذلك في المناطق الجافة وشبه الجافة لعدة أسباب منها:

- الإسراف في إستعمال مياه الري فتتبخر المياه الزائدة وتتراكم الأملاح في التربة.
- عدم وجود المصارف أو عدم كفاءة التصريف، ويُطيل بقاء المياه الزائدة بالتربة فتزداد آثار التملح والتغدق.
- إستعمال المياه الجوفية عالية الملوحة، وتعتبر التربة مالحة إذا زادت نسبة الأملاح الذائبة بها عن 0.1٪.

هذا وتصنف التربة المتأثرة بالأملاح إلى ثلاث مجموعات: هي التربة المالحة والتربة الصودية والتربة الصودية الملحية، ويعتمد هذا التصنيف على نوع الأملاح الذائبة، فالتربة الملحية هي زيادة تركيز الأملاح بصفة عامة وخاصة أملاح الكالسيوم والبوتاسيوم

التربة الصودية فهي التى يصل تركيز الصوديوم المتبادل بها إلى 15٪ أو
هذا النوع من التربة بإرتفاع المياه الجوفية إلى سطح التربة. ويؤدى التملح
صوديوم إلى إنخفاض نفاذية التربة للمياه كما يعوق تصريف مياه الري ويحدث
يزداد تدهور التربة. أما التربة الملحية / الصودية فهي تزيد معدل تدهور التربة.

وعلي الرغم من تفاوت النباتات في تحمل درجات الملوحة المختلفة إلا أن الفقد في
تاج النباتي بسبب ملوحة التربة بصورة عامة يتراوح مابين 10–100٪ ، ففي التربة
خفيفة الملوحة ينخفض الإنتاج النباتي بين 10–20٪، أما متوسطه الملوحة فينخفض بين
20–50٪ وفي شديدة الملوحة يصل إلى 50–80٪ حتى ينعدم الإنتاج النباتي تماماً إن
تجاوزت الملوحة حداً معيناً.

ولعل أكبر المشاكل التى تعاني منها الترب المروية المالحة هو سوء الصرف أو عدم
كفايته، حيث تصبح ظروف التربة غير ملائمة لنمو المزروعات لسوء تهوية التربة وسيادة
ظروف التغدق.

**6–2–7: التدهور بالغدق :**

تحدث حالة التغدق في الترب التى توجد بها طبقات صماء تعوق تصريف المياه داخل
التربة، وهنالك عدة أسباب تساعد في تكوين مثل هذه الطبقات. منها ماهو من خصائص
البيئة، مثل أراضى المناطق الجافة التي يكون أصل التربة فيها من مادة جيرية أو جبسية أو
سوء إدارة الترب المروية، أو وجود آفاق صودية أو طبقة طينية صلدة تعوق تصريف المياه
داخل قطاع التربة، كما تسوء حالة الغدق في منطقة الجذور.

**6–2–8: التدهور بالتصلب:**

تنشأ هذه الظاهرة في الأراضى الهامشية في المناطق الجافة نتيجة سوء إستعمال
الأراضى بأسلوب لايتناسب مع خواص الأرض، حيث تنهك الأرض بإستزراع محصول
واحد مع إنعدام إتباع الدورات المحصولية الملائمة، وإستعمال نظم الميكنة الزراعية غير

المناسبة فتتدنى خواص التربة الفلاحية وتقل خصوبتها وتتدهور إنتاجيتها فتترك الأرض بور لفترات طويلة، فتتعرض للتعرية وتزال الطبقة السطحية فتتكشف الطبقات تحت السطحية المتصلبة كسطح آخر للتربة.

### 7- الوسائل المستخدمة للحماية من تدهور الأراضي:

تمثل الموارد الأرضية الركيزة الأساسية للأمن الغذائي. فالأقطار العربية التى أدركت أهميتها قامت بمجهودات كبيرة للمحافظة عليها ولتنمية مواردها البيولوجية والمحافظة على تنوعها الحيوي من أجل تنمية مستدامة . هذا وينبغى في الوسائل المتبعة للتقليل أو للحد من تدهور التربة أن تحقق الأهداف التالية :

- المحافظة على البيئة وإعادة القدرة الإنتاجية للأراضى المتدهورة.
- مكافحة الإنجراف المائي والإنجراف بالرياح.
- تشجيع البرامج الشاملة لحماية الأراضى.
- المحافظة على المياه والإستغلال الأمثل لها .
- وقاية السهوب من التصحر بالإستغلال الأمثل للأراضى.
- تحسين الإجراءات التى من شأنها أن تعيد تنظيم النظام الزراعي والرعوي.
- بناء قاعدة معلومات لدرء ومكافحة تدهور الأراضى.
- إعداد إستراتيجيات وطنية وعربية لحماية التنوع الأحيائي والإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية.
- إيجاد وسائل تسمح بإعادة تأهيل النظم البيئية المتدهورة والمحافظة على الأصناف النباتية المهددة أو التى في طريقها للإنقراض.
- تطوير تقنيات أقل تلويثاً للموارد الأرضية.

ونسبة لإختلاف أنماط تدهور التربة وإختلاف الأسباب والعوامل المؤدية للتدهور، فإن هناك عدة وسائل للحد من تدهور التربة وتختلف بإختلاف نمط التدهور. وعموماً يمكن تصنيفها في الوسائل الآتية:

### 7-1: الوسائل الوقائية :

يتطلب العمل على إعادة تأهيل الأراضى المتدهورة لتحقيق التنمية المستدامة إستخدام تقنية متطورة ، إلا أن تنفيذها يستغرق زمناً طويلاً ويتطلب إنجازها تكلفة عالية،

فكما هو معلوم أن التصحر مثلاً يبدأ بمراحل تدهور الغطاء النباتي وتدهور خصائص التربة وينتهي بتكوين وزحف الكثبان الرملية . وعليه فإن معرفة تدهور البيئة المنتجة من خلال رصد مراحل التصحر يعد عملية هامة لدرء خطر التصحر، حيث منها إستخلاص المؤشرات والإتجاهات التى تسهل إتخاذ الخطوات الملائمة لوقف التدهور قبل إستفحاله .

وتتمثل مراحل رصد تدهور الأراضى بما يلي:

- رصد تدهور الغطاء النباتي : ويتم ذلك بتحديد مراحل التدهور النباتي عن طريق الدراسات وقياسات التعاقب النباتي للغطاء الشجري وتقدير الطاقة الإنتاجية وتحديد أبعاد التدهور.
- رصد الجفاف : ويتم إجراء القياسات والرصد المناخي فيما يتعلق بالأمطار والحرارة والنتح والتبخر والرطوبة النسبية والرياح والتغييرات المناخية وإجراء الدراسات الهيدرولوجية.
- رصد خصائص التربة : ويتم بتحديد خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية إضافة إلى تحديد إستعمالات التربة ومدى صلاحيتها للإنتاج المستدام.
- رصد التعرية أو الإنجراف : حيث تحدد فيه مظاهر إنجراف التربة وأشكاله تحت العوامل المختلفة وتحديد مراحل تكوين الغبار والعواصف الترابية.
- رصد زحف الرمال : وتحدد فيه مراحل تكون الكثبان الرملية وتحركها وسرعة وإتجاه زحف الرمال تحت العوامل المختلفة.

إن العوامل الأساسية في مسألة تدهور الأراضى ترجع لسببين هما التغييرات المناخية نحو الجفاف مما يؤدى لتدهور الغطاء النباتي، والإستغلال الخاطىء للأراضى وللغطاء النباتي من قبل الإنسان. وكما هو معلوم فإن حماية الموارد البيئية بما فيها التربة والغطاء النباتي تقلل من خطر التصحر وتدهور الأراضى. وعليه فإن الوقاية من الكثبان الرملية والتصحر تعتمد على:

- حماية الغطاء النباتي والمحافظة عليه، وأن يُنمى تنمية مستدامة ضمن إطار مكافحة التصحر ومكافحة تدهور الأراضى.
- معالجة مظاهر التدهور والتصحر في المراحل الأولى قبل تطورها لمراحل أكث خطورة.

مما سبق يتضح أن الوقاية من تدهور الأراضى والزحف الصحراوي تكمن في إت إجراءات جادة لمعالجة ومحاربة زحف الرمال ومن هذه الإجراءات:

- مقاومة التعرية بتخفيف سرعة الرياح وتقليل الطاقة الإنجرافية.
- تحسين الظروف البيئية بتقليل التبخر والمحافظة على الرطوبة الأرضية.
- معالجة خصائص التربة المحددة للإنتاج كإزدياد الحموضة أو القلوية أو الملوحة.
- معالجة تدهور الغطاء النباتي بعمليات الزراعة والتشجير.

بالإضافة إلى ماسبق، فإن الوسائل الوقائية تشمل الإجراءات التنظيمية من خلال القوانين والتشريعات بالإضافة إلى وسائل التوعية والإرشاد للحفاظ على البيئة ومنع تدهور الأراضى.

### 2-7 : الوسائل التشريعية :

قامت الكثير من الدول العربية بإصدار تشريعات وقوانين كثيره تهدف للحد من خطر التصحر وتدهور التربة وحماية الموارد الأرضية، كما أن معظم الدول العربية قد وقعت على الإتفاقيات العالمية الخاصة بالجفاف والتصحر ومنها إتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر في البلدان التي تعاني من الجفاف الشديد و/ أو التصحر. ومن أهم القوانين والتشريعات التى أصدرتها معظم الدول العربية لمكافحة التدهور:

* تشريعات وقوانين تتعلق بالإتفاقيات والبروتوكولات العالمية التي تحد أو تقلل من التدهور والتصحر والمحافظة على الموارد الأرضية.
* قوانين لحماية الغابات والموارد الطبيعية ومنع الرعي الجائر.
* قوانين المحافظة على الموارد المائية المتاحة.
* قوانين إقامة المحميات الطبيعية.
* قوانين إستخدام الأراضى.
* قوانين إنشاء أمانات للبيئة.
* قوانين لرصد التغييرات المناخية.
* قوانين لحفظ التنوع الأحيائي.
* قوانين منع تلوث الأراضى.

وعلى الرغم من كثرة القوانين التى تصدر حيناً بعد حين في الدول العربية، إلا أن تدهور الأراضى في إزدياد مستمر عاماً بعد عام، وقد يرجع ذلك للآتي:

- ضعف أجهزة المراقبة والمتابعة.
- عدم توفر المال اللازم للقائمين على أمر الأبحاث والإرشاد والمتابعة.
- تهاون الإدارات المسؤولة مسؤولية مباشرة عن إستخدام الأراضى.
- تعدد الجهات التى تصدر القرارات التى تخص البيئة وتدهور الأراضى وتعدد الجهات التنفيذية وتضارب الإختصاصات.
- ضعف الكادر الفني المسئول عن مراقبة حالة التدهور والتصحر في بعض الدول العربية.
- ضعف الوعي البيئي بين المواطنين.
- عدم وجود مواصفات دقيقة في القوانين واللوائح الخاصة بتقليل خطر التدهور.

### 3-7 : الوسائل الإرشادية :

لاشك أن التقدم العلمي السريع والهائل في مجال العلوم التطبيقية فيما يخص تدهور الأراضى قد أنتج وسائل تقنية حديثة صالحة للتطبيق المباشر في مجالات إستخدام المياه والإنتاج الزراعي، وتحتاج عملية إستخدام هذه التقانات في الوطن العربي إلى وجود كوادر فنية مؤهلة للقيام بهذا العمل وتوعية المواطنين بأهمية الموارد الأرضية وخطورة إزالة الغطاء النباتي ومخاطر التصحر وتدهور التربة ، وتشمل مهام الكوادر الفنية الإرشادية لمكافحة تدهور الأراضى الآتي:

- إدخال التقنيات والوسائل الحديثة لمناطق تدهور الأراضى بغرض إعادة تعميرها.
- توعية السكان والمواطنين بأهمية وجود الغابات والمراعى.
- مناشدة الدول للإهتمام بقضايا تدهور الموارد الأرضية.
- نشر وتعميم التقانات الناجحة.
- الترويج بين المزارعين للنماذج الناجحة من إستصلاح الأراضى المتدهورة.
- إقامة دورات وندوات ومعارض تثقيفية عن تدهور الأراضى.
- إعداد الكوادر القيادية من الإداريين والفنيين للقيام بالإشراف على مكافحة التصحر وتدهور الأراضى.
- رفع الكفاءة الإنتاجية للأراضى الهامشية.
- إدخال المؤسسات والأفراد والهيئات والجمعيات في حملات مكافحة تدهور الأراضى.

- إعداد دراسات حول الأوضاع الراهنة لتدهور الأراضى.
- إعداد برامج وخطط واضحة للبرامج الإرشادية وكيفية الإستفادة من كل ماهو متاح من أجهزة الإعلام.

### 4-7: الوسائل الإدارية والمالية :

تشكل الوسائل الإدارية في كثير من الدول العربية حجر عثرة أمام قيام المشاريع الخاصة بمكافحة تدهور الأراضى. وقد يُعزى ذلك لعدم وجود الكفاءات والكوادر المؤهلة في أماكن إتخاذ القرار . كما أن المشاكل البيئية مثل تلوث الأراضى وتدهورها قد لايعطى الأولوية المالية في كثير من الأحيان. وتتعلق الوسائل الإدارية بالإجراءات الوقائية لمكافحة تدهور الأراضى من جهة كما تتعلق بتطبيق التقنيات الحديثة من جهة أخرى. وتقوم الوسائل الإدارية المتعلقة بإجراءات وقاية التربة من التصحر والتدهور على حماية الغطاء النباتي وإستغلال الأراضى الإستغلال الأمثل بما يتناسب مع قابليتها الإنتاجية والموارد الطبيعية بشكل صحيح في المناطق البيئية الحساسة للمحافظة على التوازن بين المكونات البيئية الأخرى والعمل على إستدامة وإستمرارية هذا التوازن. وتتركز الإجراءآت الإدارية في المكافحة الوقائية على تنظيم نشاط الإنسان، بينما تهدف هذه الإجراءآت إلى تنظيم العلاقة بين الإنسان والنبات من جهة، وبين الإنسان والأرض من جهة أخرى . وكذلك على الجهات الإدارية توفير بدائل للطاقة بدلاً عن قطع الأخشاب، وإنشاء مراعى خاصة للحد من الرعي الجائر.

وتمثل الوسائل المالية العمود الفقري لكل وسائل مكافحة تدهور الأراضى أو معالجتها وإستصلاحها . ويمكن حل المشاكل المالية بتوفير التمويل اللازم للمشاريع التي تحد أو تقلل من تدهور الأراضى بالآتي:

- القروض من الجهات المانحة.
- بتبادل الخبرات في مجال مكافحة تدهور الأراضى.
- الإتفاقيات الثنائية بين البلدان.
- إنشاء مشاريع إستثمارية.
- التعاون مع الدول الأخري.

## 7-5 : تنمية القدرات البشرية :

تحتاج وسائل المكافحة والوقاية والوسائل التقنية لدرء مخاطر التصحر وتدهور الأراضى وتلوثها إلى ضرورة تنمية الموارد البشرية وتطوير المهارات التقنية والفنية للعاملين، وعليه يجب أن يتم الفهم الصحيح عن طريق الندوات الخاصة بإستخدام المعلومات والتقنيات الحديثة في دراسات ظاهرة التصحر وتلوث وتدهور الأراضى. كما يجب الإهتمام بالقدرات البشرية والمؤسسية في مجالات تنمية الموارد المائية والأرضية وطرق إستخدامها ، ويمكن عمل ذلك برفع مستوى وتأهيل وتدريب القطاعات العاملة في هذه المجالات كالمرشدين الزراعيين ومهندسي وخريجي كليات الغابات والمزارعين، بالإضافة إلى إجراء التجارب البحثية داخل حقول المزارعين. ولمكافحة تدهور الأراضى يمكن إقامة الدورات التدريبية التالية للمزارعين:

- تدريب المزارعين علي طرق وتقانات زراعة الأشجار الحراجية والمثمرة وطرق خدمة الأشجار المتميزة.
- تدريب المزارعين على حماية الأراضى الزراعية من الرعي الجائر.

أما الدورات التدريبية للفنيين والمختصين في مكافحة الأراضى وطرق إستصلاحها فتشمل:

* تربية وتنظيم وإدارة الغابات وإطفاء الحرائق.
* إستخدام الآليات اللازمة لإستصلاح الأراضى.
* تحديث الطرق والتقانات المستخدمة في إستصلاح الأراضى.
* المحافظة على الموارد المائية وبرمجة حفر الآبار.
* أهمية الإرشاد والتوعية في مكافحة تدهور الأراضى.
* طرق جمع البيانات الأولية وإستخدام الإنذار المبكر لتفادى كوارث تدهور الأراضى.

أما المواطنين وطلاب المدارس والجهات الفئوية فيمكن رفع وعيها وإدراكها لخطر التصحر وتدهور الأراضى بالآتي:

- إستغلال أجهزة الإعلام المقروءة والمسموعة والمرئية لتوعية المواطنين حول الخطر المحدق بالدول العربية من جراء تدهور الأراضى.
- مساهمة الفئات الشعبية والمؤسسات في التشجير ونظافة البيئة.

ويمكن الإستفادة من مرافق الإرشاد الزراعي القائمة في الدول العربية الآن في التوعية بتحسين إدارة الأراضى وحمايتها وإستصلاح المتدهور منها، وذلك بتطبيق الحزم التقنية بالوسائل الحقلية والإرشادية. وكذلك تعزيز مرافق الإرشاد القائمة لتنشيط الجهود المبذولة نحو التشجير الحراجي والتشجير المثمر والتشجير الرعوي في إطار البحوث المتعلقة بالتصحر وتدهور الأراضى.

### 7-6 : الوسائل التقنية :

تشمل أنماط تدهور التربة:

- تدهور الغطاء النباتي.
- التعرية الهوائية والمائية.
- الزحف الصحراوي.
- التملح.
- التصلب.

وبما أن هذه الأنماط من التدهور تختلف إختلافاً كبيراً فيما بينها، فإن سبل ووسائل معالجتها تقنياً أيضاً تختلف وتتعدد الطرق التقنية لكل نمط من أنماط التدهور. ولكل طريقة تقنية أيضاً مزايا وعيوب ويحكم ذلك حجم المشكلة والظروف البيئية السائدة والنشاط الإنساني الموجود بالمنطقة.

### 7-6-1 : وسائل الحد من تدهور الغطاء النباتي :

ويتم ذلك بإصدار القوانين والمراقبة الصارمة للحد من القطع الجائر للأشجار، وبإيجاد موازنة بين متطلبات الفحم في البادية وإيجاد وتوفير بدائل للطاقة، وإيجاد فرص عمل جديدة، والتوعية والتثقيف من خطر وتدهور الغطاء النباتي. ومن أهم الوسائل التقنية للحد من التدهور:

* إنشاء الأحزمة الخضراء وتكون أهدافها:
  - تكثيف الغطاء النباتي بالزراعة الحراجية والمثمرة والرعوية.
  - وقف تدهور الأراضى والتصحر.
  - وضع وممارسة أسس رشيدة لزراعة المحاصيل وإدارة المراعي.

- دفع عملية التنمية بالتركيز على دور الطلاب والمرأة في العملية الإنتاجية.
- الإستخدام الأمثل للأراضى من أجل تنمية مستدامة.

* إنشاء المحميات : وأن تكون أهدافها:
- تثبيت التربة ومنعها من الإنجراف بواسطة الرياح أو المياه.
- إعادة الغطاء النباتي وتحسين البيئة وتحسين المناخ.
- كسر حدة الرياح الشديدة الضارة والحد من التصحر.
- إعادة تأهيل الحياة البرية في المنطقة.
- الإستخدام الأمثل لتقنيات نشر وحصاد المياه والتنمية المستدامة للموارد الأرضية.

* الحد من الزراعة المتنقلة Shift cultivation وأن تكون أهدافها:
- إيقاف القطع المستمر للأشجار بغرض إنتاج الغلال.
- الإستثمار الحراجي من المنتجات الغابية.
- حماية بقايا الغابات والأشجار التى مازالت موجودة في مناطق الزراعة المطرية المتنقلة.
- مكافحة التصحر وتدهور الأراضى.
- توعية المواطنين للدور البيئي للغابات والأشجار.

* إدارة وتنظيم الغابات ، وأن تكون أهدافها:
- تحسين الصفات الإنتاجية للغابة كماً ونوعاً من أجل مردود خشبي بأحسن المواصفات.
- إعادة بناء الغابات المتدهورة عن طريق إدخال أصناف جديدة ملائمة للظروف البيئية المحيطة.
- إمداد الأسواق بالمنتجات الغابية على أسس مستدامة.
- تشجيع وضمان عملية التجديد الطبيعي.
- تقليل خطر نشوب الحرائق بالغابات.

- حماية المنطقة من خطر التصحر وإنجراف وتدهور التربة.
- تشجيع عملية التشجير وإشراك الأفراد والفئات والمؤسسات وطلاب المدارس في عملية غراس الأشجار الحراجية والمثمرة.

**7-6-2 : وسائل الحد من التعرية :**

يمكن الحد من أو تقليل التعرية بالآتي:

**7-6-2-1 : حماية التربة والعناية بها، وتشمل:**

1- خدمة الأرض : وتهدف إلى تهيئة وسط ملائم لنمو البذور وزيادة المحتوى المائي وتحسين بناء التربة وعدم تعرضها للإنجراف ويتم ذلك عن طريق:

أ - عدم الإفراط في حراثة التربة.

ب - إجراء الحراثة في درجة الرطوبة المناسبة.

ج - إضافة المواد العضوية لزيادة تماسك التربة.

د - إتباع الحزم التقنية الموصى بها.

2- الدورات الزراعية المتوازنة: حيث تعتبر الدورات الزراعية من الوسائل الفاعلة في صيانة التربة ومكافحة الإنجراف.

3- تخصيب الأراضى الزراعية: وذلك بإضافة الأسمدة العضوية مثل مخلفات الحيوانات وزرق الدجاج وغيرها، بالإضافة إلى الأسمدة الحيوية. ومن المعلوم أن الزراعة المتتالية للتربة بدون تخصيب تؤدى إلي إنخفاض خصوبة التربة فتقل أعداد النباتات المزروعة ومن ثم تترك التربة وتكون عرضة للإنجراف.

4- إستخدام أغطية للتربة: ويمكن صنعها من الآتي:

أ - غطاء من الأوراق أو المواد البلاستيكية.

ب - غطاء من القش وبقايا النباتات.

ج - غطاء من البترول أو الأسفلت.

د - الغطاء الطبيعي حيث تترك الحشائش على سطح التربة بعد قلعها.

5- إنتقاء المحصول الزراعي المناسب: ومن المعلوم أن المحاصيل تختلف في درجة إنهاكها للأراضى وتصنف المحاصيل الزراعية من حيث إنهاكها إلى أربع فئات تبعاً لحمايتها للتربة:

أ - المحاصيل المنهكة للتربة: تحتاج لعناصر غذائية بكميات كبيرة جداً.

ب - المحاصيل الحافظة للتربة: تقلل من تعرض التربة للإنجراف.

ج - المحاصيل المحسنة للتربة: تجدد خصوبة التربة.

د - محاصيل التغطية: تقلل من التعرية وتزيد من خصوبة التربة.

7-6-2-2 : **حماية التربة من الإنجراف بالماء**: ويشمل:

1- توجيه العمليات الزراعية تبعاً لخطوط التسوية ( خطوط الكنتور ): وهي طريقة جيدة للأراضى التى لايتجاوز إنحدارها 4٪.

2- الزراعة الشريطية، وتشمل الشرائط المتساوية للخطوط الكنتورية والشرائط المتناوبة العرضية المستقرة، ويعتمد عرض الشريط على إنحدار الأرض، ونفاذية التربة وإستجابتها للإنجراف، وكمية وشدة الأمطار. ولزيادة فاعلية الزراعة الشريطية المتناوبة في صيانة التربة المزروعة يجب إتباع نظام الدورات الزراعية.

3- إنشاء المصاطب المدرجة وتنقسم إلي :

أ- المصاطب ذات الجدران الحجرية أو المغطاة بالأعشاب: تنشأ بشكل أفقي أو مائل لتسهيل صرف الماء الزائد وبإتجاه عمودي على الإنحدار، وتفصل المصطبة عن الأخرى بجدار حجري أو بنباتات كثيفة.

ب- المصاطب الإمتصاصية: وتنشأ لمكافحة الإنجراف المائي وزيادة إمتصاص الماء من قبل التربة، وذلك عن طريق توزيع مياه الأمطار التى تلتقطها المصطبة على أكبر مساحة ممكنة.

ج- المصاطب التصريفية: تمتاز بأنها تمنع جريان الماء السطحي وترفع نسبة رشح الماء داخل التربة، كما أنها تقود الماء الزائد عن المصاطب بسرعة خفيفة للمصرف النهائي للماء.

د- المصاطب الحراجية : وتنقسم لقسمين : مصاطب حراجية مدرجة ومصاطب حراجية هلالية.

### 7-6-2-3 : حماية التربة من الإنجراف بالرياح :

تحمى المزارع والحقول والسهول من الرياح بإنشاء مصدات الرياح وهو تشجير وقائي ينشأ حول مساحات كبيرة أو صغيرة ويكون من صف أو صفين أو عدة صفوف . ومن أهم مزايا مصدات الرياح:

- وقاية الأراضى من الإنجراف بالرياح.
- تخفيف الأخطار الناتجة عن التأثير الميكانيكي للريح.
- خفض التبخر وزيادة محتوى التربة من الماء.
- خفض الجريان السطحي للمياه.
- زيادة الإنتاج والعائد الإقتصادي.
- تحسين خواص التربة وزيادة خصوبتها.

أما أهم عيوب مصدات الرياح فتتمثل في التالي:

- قد تظلل الأشجار النباتات أوالمحاصيل التى تحتها فيقل الإنتاج.
- إرتفاع رطوبة الجو في المناطق الرطبة مما قد يؤخر نضج الثمار.
- تحتل جزءاً من الأرض الزراعية.
- التنافس على المواد الغذائية في التربة في بعض الحالات.
- قد تصبح الأشجار ملجأ للفطريات والطيور وغيرها.

ينبغى أن تتوفر الشروط التالية في الأشجار التى تستخدم في مصدات الرياح:

- ملاءمتها مع المناخ السائد في المنطقة.
- ملاءمتها مع خصائص التربة.
- سريعة النمو نسبياً.
- مقاومة للجفاف والتملح.
- ذات إرتفاع كاف.
- كثيفة المجموع الورقي نسبياً.
- مقاومة للرياح.

- ذات فائدة إقتصادية للخشب أو العلف.
- قليلة المنافسة للمحاصيل التى تزرع معها.

يجب إتباع التقنيات والإرشادات العامة عند عمل مصدات الرياح كما يجب معرفة الآتي:

- الفرق بين حاجز الريح والستار الواقي.
- تأثير سرعة الرياح على المصدات.
- تأثير مصدات الرياح في منع الإنجراف بالرياح.
- أشكال وسمك المصدات حسب المنطقة ووفرة الماء ونوع المحاصيل المزروعة .
- كيفية إنشاء المصدات.
- أجود أنواع الأشجار التى يمكن زراعتها في المنطقة.
- كيفية ري الشجيرات والعناية بها بعد الإنشاء.

### 7-6-3 : وسائل الحد من الزحف الصحراوي :

إن التقنيات التي تستعمل في الحد من الزحف الصحراوي تتطلب المعرفة بالآتي:

- الإزدياد المستمر والمتقدم للكثبان الرملية لأنها عارية من النباتات.
- دراسة تفصيلية عن الموقع والمناخ وعوامله.
- كيفية الزراعة والتقنيات الزراعية والحزم التقنية في الأراضى الرملية.

أما طرق تثبيت الكثبان الرملية فتشمل:

#### 7-6-3-1: الطرق الميكانيكية:

وهي تهدف لمنع حركة وتقدم الرمال نحو الموقع المراد حمايته. وتعتمد هذه الطرق على تخفيف سرعة الرياح وخلق بيئة جديدة تصلح للغرس والنمو الطبيعي في حالة توفر المياه وتعتمد الوسيلة المختارة بالتثبيت الميكانيكي على عدة عوامل منها:

- شكل الكثبان وطرق حركتها.
- الهدف المراد حمايته من خطر زحف الرمال.
- سرعة الرياح وإتجاهها.
- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكثبان الرملية.

ومن الوسائل والأساليب الشائعة في الطرق الميكانيكية:

- الأسيجة النباتية : حيث تنسج الأغصان النباتية بشكل حزام متناسب الحجم ويثبت بالأسلاك الحديدية.
- الأوتاد الخشبية : حيث يتم تثبيت الأوتاد الخشبية والأغصان على أبعاد مناسبة (30 سم ) وتنسج بالأسلاك أو الحبال.
- طريقة الجسور : حيث تأمن أعمدة خشبية بطول 2 – 3 أمتار وعلى أبعاد 3-5 أمتار وتربط بالأسلاك المعدنية أو الحبال.
- الجسور المعدنية والمواسير الحديدية : وهي تشبه الطرق السابقة إلا أنها تختلف عنها في أنها مواد حديدية.
- ألواح الأسمنت وجدران المباني : حيث تضع الألواح الأسمنتية بطول 1 متر وبعرض 0.5 متر ويتم تركيزها على الكثبان.
- البراميل المستعملة : حيث تصف البراميل عند طرف الكثبان المواجهة للرياح بعد أن يعبأ جزء من البراميل بالأتربة لزيادة مقاومتها للرياح.
- السدود الترابية والكثبان الإصطناعية : يعتمد على الآليات في إنشاء السدود الترابية بشكل متعامد أو منحرف قليلاً مع إتجاه الرياح السائدة لتحويل الرياح المحملة بالرمال إلى مناطق آمنة لترسيب حمولتها الرملية لحماية المناطق الحساسة كالواحات ومناطق المياه والمرافق الحيوية.

### 7-6-3-2 : التثبيت الحيوي :

وهي تهدف لزراعة الأشجار والشجيرات المناسبة للنمو في الأراضى الرملية ويتم إختيار الأنواع بالمواصفات الآتية:

- مقاومة للجفاف.
- مقاومة للملوحة.
- تتحمل درجات حرارة عالية ومتباينة.
- سريعة النمو.

ومن أهم مميزات هذه الطريقة :

- صفة الإستدامة والإستمرار.
- تثبيت الرمال وحماية الأراضى الزراعية.

- تحسين خصائص التربة.
- توفير الأخشاب والمراعي وتجميل المنطقة.

أما الطرق المستعملة في التثبيت الحيوي، فتشمل :

- البذر المباشر: حيث تزرع البذور في التربة مباشرة.
- إستعمال الشتول الجاهزة وينبغي أن يراعى في ذلك تحضير الشتلة وإيصالها للمكان المناسب بطريقة علمية ، كما ينبغى أن تتوفر الرطوبة اللازمة لضمان إستمرارها.

### 7-6-3-3 : طرق تغطية وتثبيت الكثبان الرملية:

إتبعت في هذا المجال عدة طرق منها:

- التغطية النباتية : حيث يغطى سطح الكثبان الرملية وخاصة المعرضة منها للتعرية الشديدة بإستخدام أغصان وفروع الأشجار والشجيرات والقش وسعف النخيل بحيث تثبت هذه على الأسطح بشكل مائل مع إتجاه الريح.

- التغطية الترابية : المقصود بهذه الطريقة هو إضافة طبقة طينية على الكثبان الرملية وفرشها بسمك يتراوح بين 10-30 سم لتكوين طبقة تمنع تحرك الرمال . تستخدم في هذه الطريقة الآليات الثقيلة وتساعد هذه الطريقة على حفظ رطوبة التربة بحيث تسمح بنمو الحشائش والشجيرات . ومن أهم عيوبها أن هذه الطبقة قد تنجرف مع الأمطار.

- المواد الكيميائية : تضاف مواد كيميائية تساعد في تماسك ذرات الرمل وتمنع تحركه، ومن المواصفات لهذه المركبات الكيميائية :
  * أن تكون لها قوة لصق وتماسك عالية.
  * أن تكون ثابتة في الماء ولاتتفتت مع الأمطار.
  * أن لاتكون سامة للنباتات.

ومن أكثر المواد الكيميائية شيوعاً وإستعمالاً في تثبيت الكثبان الرملية:

- Polyvinyl alcohol ( PVA )

- Sodium Polyacrylate ( SPA )
- Polyacrylamide ( PAM )
- Poly urethane ( PU )
- Partially hydrolysed Polyacrylonitrile ( HPAN )
- Potassium Polystyrene Sulphomate ( PPS )

وقد أثبتت التجارب الحديثة جدوى وقيمة هذه المواد الكيميائية في تثبيت وتقليل حركة الكثبان الرملية.

- التغطية بالمواد النفطية : تهدف الطريقة إلى رش الكثبان الرملية المتحركة بمشتقات نفطية أو مركبات كيميائية تعمل على تماسك السطح إما بتكوين طبقة رقيقة بين المادة وذرات الرمال أو تفاعل تلك المادة كيميائياً مع سطح الرمال وتكوين قشرة وبقائها لمدة كافية حتى تتمكن الأشجار المغروسة من النمو وتكوين الغطاء النباتي. وتعتمد هذه الطريقة على رش مشتقات النفط في درجة حرارة حوالي 50°م وتحت ضغط بين 100-120 رطل في البوصة المربعة. وتقدر إحتياجات الهكتار الواحد من المادة النفطية بين 3-5 طن تبعاً للمساحة السطحية الفعلية للكثبان الرملية. في هذه الطريقة يجب مراعاة مايلي حتى تكون الطريقة أكثر كفاءة:
  * توزيع النفط توزيعاً متجانساً على سطح الرمال.
  * تفادى تأثير إتجاه الرياح على عملية الرش.
  * تقليل التكلفة وزيادة كفاءة الأداء من أجل عائد إقتصادي مجزي.

### 7-6-4 : تقانات المحافظة على المياه :

إن إزدياد الزحف الصحراوي إضافة إلى ندرة المياه في المنطقة العربية وعدم ترشيد إستخدام الموارد الزراعية سيزيد من الفجوة الغذائية في الوطن العربي وتهدد الأمن الغذائي. ويتطلب الأمر البحث عن تقنيات بديلة للمحافظة على الماء وتقليل مخاطر الزحف الصحراوي، ومن أهم التقانات المستخدمة في زيادة وفرة المياه :

* **تقانات حصاد مياه الأمطار:** حيث تتم تنمية موارد مياه الأمطار بإجراءات فنية

وهندسية وذلك بهدف تجميع ونثر وتحويل المياه الناتجة بطريقة تتناسب مع الظروف المحلية وإستخدامها مباشرة عند الحاجة إليها في فترات الجفاف، ويتم ذلك بالأتى :

- تنظيف المنحدرات من الحجارة لزيادة سيل المياه.
- معالجة التربة بمواد كيميائية لتقليل نفوذيتها للماء ومن ثم تجميعه.
- إقامة السدود الترابية وإستخدام الحرث الشقاق مع الحواجز الكنتورية.
- عمل الحفائر لتجميع المياه.

* **تقانات جمع المياه السطحية** : المياه السطحية في الوطن العربي أهمها أنهار : النيل، دجلة، الفرات، الأردن، اللطياني، بردي، والكلب. وعلى الدول العربية مراجعة إتفاقياتها وحل الإشكاليات حول ترتيب حصص تقسيم المياه ، وتعديل الإتفاقيات بناء على معدلات الإستهلاك وزيادة السكان. أما المياه الموسمية المتعددة في الوطن العربي فهي نتيجة لتجمع مياه الأمطار أو ذوبان الثلوج في بعض الدول. وهذه الموارد تحتاج لرصد ومتابعة دورية للمتغيرات. ومن أهم التقانات المستخدمة لهذه الموارد: إقامة الخزانات والسدود والإستفادة من الطمي والكهرباء والأسماك من البحيرات خلف الخزانات.

* **تقانات المياه الجوفية** : تتباين المياه الجوفية بالمنطقة العربية كما تتباين درجة كميتها ونوعيتها، ويؤدي الإستنزاف الزائد للمياه الجوفية خصوصاً غير المتجددة إلى تدهور حالة التربة وتدهور الغطاء النباتي، وعليه فإن ترشيد إستخدام هذه المياه ضرورة في ظل محدودية الموارد.

* **تقانة إعادة إستخدام المياه العادمة** : التزايد المستمر للطلب على المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي جعلت من أمر إعادة إستعمال المياه أمراً ضرورياً. وتحتاج إعادة إستعمال المياه لتقنيات عالية. كما يجب أن تطابق المياه المستعملة بعد المعالجة للمواصفات العالمية لإستخدام المياه العادمة.

* **تقانة إزالة الملوحة** : حيث يتم تحلية مياه البحار والمحيطات في الوطن العربي وإعادة إستخدامها في الحياة اليومية وفي الإنتاج الزراعي.

* **تقانة تحسين كفاءة الإستخدام** : وتشمل تقنيات حفر الآبار وتقويمها، وتقانات

رفع المياه بإستخدام الطاقة البديلة مثل الطاقة البشرية والحيوانية والبترولية والكهربائية والشمسية والغازية والمائية. وكلها تهدف لرفع وتحسين كفاءة إستخدام مياه الري.

* **تقانات الري الحقلي** : وهي الوسيلة أو النظام الذى يمد الأرض بالقدر المطلوب من مياه الري التى تحفظ في التربة لإمداد النبات بإحتياجاته المائية دون فاقد في التربة مع كفاءة في قدرة التشغيل، ومن أهم هذه التقانات:
  - تقنية الري بالتنقيط.
  - تقنية الري بالرش.
  - تقنية الري السطحي.
  - تقنية نظم الري الذاتي للحقل.

### 7-6-5 : وسائل الحد من التملح :

تحتاج مكافحة تملح الأراضى إلى مستويات عالية من التكنولوجيا والوسائل التقنية المكلفة، وتتطلب معالجة تملح الأراضى معرفة الأتى:

- إحتياج التربة للغسيل.
- نفاذية التربة.
- نوع الأملاح الموجودة بالتربة ( مالحة ، صودية ، صودية - مالحة ) .
- كمية ونوعية المياه المتوفرة.
- خصائص صرف المياه في الأراضى ومستوى الماء الأرضى ونوعيته.
- النمط الزراعي.
- تصميم شبكات الري الخاصة.

وإستصلاح الأراضى المالحة يمر بالمراحل الأربع التالية:

- الدراسات الأولية.
- إزالة الملوحة ( الإستصلاح ).
- الإستزراع.
- الإستثمار.

تشمل مرحلة الدراسات الأولية إنتقاء الأراضى ودراسة مستوى الماء الأرضى وإقامة شبكة من المصارف، أما إزالة الملوحة فيمكن أن تتم بالتقنيات التالية:

* **الحراثة وتحضير التربة :** تعتمد عمليات غسيل التربة إلي حد كبير على طريقة التحضير والحزم التقنية المتبعة. حيث تتم تسوية التربة بشكل عام للتخفيف من ظهور البقع الملحية. كما ينبغي أن تكون التربة ذات مسامية جيدة بفعل الحرث التحتي لتسهيل مرور الماء.
* **غسيل التربة :** حيث يتم إزاحة وغسيل الأملاح الزائدة داخل التربة لتصل إلى أعماق أبعد من منطقة إمتداد الجذور، تجرى عمليات الغسيل في نهاية الموسم أو عندما يكون التركيز الملحي السطحي في أعلى حد، ويجب إستخدام مياه غزيرة خالية من الأملاح، كما يجب ترك التربة رطبة بعد عمليات الغسيل.
* **التحكم في الري :** وهو من أنجح سبل التخلص من الملوحة، إذ تقلل فترات الري وكمية الماء في المشاريع المروية وذلك لخفض تركيز الأملاح حول الجذور . وتساعد تقليل فترات الري في:
  - تنظيم حركة الماء بحيث تحل المياه العذبة تدريجياً محل المياه المالحة.
  - المحافظة بإنتظام على ميزان دائم للمياه والأملاح.
  - التحكم في كفاءة إستخدام المياه.
* **إستخدام الجبس والكبريت :** توصى كثير من الأبحاث بإستخدام الجبس والكبريت في معالجة الأراضى الصودية (القاعدية)، ومن الضروري أن تكون التربة رطبة بإستمرار لتنشيط التفاعل. يؤدى إستخدام الجبس أو الكبريت للإحلال مكان مجموعة الكربونات وتتحول إلى كبريتات الصوديوم القابلة للغسيل، إلا أن ذلك يتطلب وجود مصارف.
* **التسميد بالمواد العضوية :** إن إضافة الأسمدة الكيميائية قد تزيد من كمية الملوحة في التربة. وقد أثبتت التجارب أن إضافة مخلفات الدواجن والأسمدة العضوية الأخرى يزيد من إنتاجية الأراضى المالحة والقلوية ( القاعدية ) ويقلل من التأثير الضار للأملاح. كما ينصح بإستخدام الأسمدة الخضراء.
* **زراعة الأصناف المقاومة للملوحة :** تختلف الأصناف من المحصول الواحد في تحملها للملوحة، وعليه يجب أن يتم إختبار الأصناف المقاومة للملوحة من أجل

زيادة الإنتاج. كما يمكن الإستفادة من أخصائي تربية النبات في إيجاد عينات وأصناف محسنة تتحمل الملوحة بإستخدام تقانة الهندسة الوراثية.

* **إنشاء مصدات رياح :** وذلك لتقليل الأملاح بالآتي :
  - زراعة أشجار مقاومة للأملاح بحيث تمتص جزءاً منها.
  - تقلل المصدات من التبخر مما يقلل تركيز الأملاح.

### 7-6-6 : وسائل الحد من تصلب التربة :

التصلب ظاهرة من ظواهر تدهور التربة وغالباً ماتظهر في الأراضى الطينية التي تتعرض للجفاف لفترات طويلة بعد أن تكون قد أستغلت في الزراعة لفترات متتالية دون ترشيد، كأن تستغل في زراعة محصول واحد وبدون دورة زراعية مما يفقدها خصوبتها وتتعرض للتعرية ويصبح سطحها متصلباً كطبقة الأسمنت. وتعالج هذه الأراضى بحذر شديد لتفادى تفككها مما يعرضها للمزيد من التعرية. ومن أهم التقانات التي تستخدم لمعالجة هذه الأراضى:

- إستخدام الآلات المناسبة للتربة.
- الحراثة العميقة ولأبعاد مختلفة.
- إستخدام الأحماض ( مثل حمض الفوسفوريك ).

### 7-6-7 : رصد وحصر الموارد الأرضية :

نظراً للتطور السريع في الدول العربية من حيث التزايد السكاني والعمراني والصناعي الذى تسبب في تدهور وإستنزاف الموارد الطبيعية وإخلال التوازن البيئي، فإنه يستوجب حصر الموارد الطبيعية وتقويمها للعمل على وقف تدهورها. ويهدف حصر ورصد المعلومات إلى حصر وتقييم الثروات الطبيعية ووضع الخطط المناسبة لإستثمارها مع المحافظة عليها تحقيقاً لمبدأ التنمية المستدامة، وذلك من خلال عمل تحليل وتفسير المعطيات من خلال تقانة الإستشعار عن بعد ( Remote Sensing ) وتطبيق نظام المعلومات الجغرافي (Geographical Information System ) ونظام تحديد المواقع العالمي ( Global Position System ) وتقنية النماذج الرياضية (Mathmatical models). ومن هذه النظم والنماذج ينبغي معرفة الآتي:

- تقويم الإنتاجية في المشاريع المروية والمطرية.
- تقويم إستعمالات الأراضي.
- حصر وتصنيف الموارد الأرضية والمائية والطبيعية.
- توفير معلومات مفصلة عن الأتربة والرياح.
- تحديد المشاكل البيئية.
- معرفة خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية.
- معرفة الغطاء النباتي.
- تقدير فقد التربة بالإنجراف والتعرية.
- حصر الموارد البشرية والنشاط السكاني والمستوى الصحي.
- تغييرات المناخ والأمطار والفيضانات والسيول.

يحتاج هذا الحصر إلى الوسائل العلمية والتقنية الحديثة، بالإضافة إلى المعلومات الإقتصادية والإجتماعية والصحية لدراسة الأثر والمردود البيئي لتدهور الأراضى، وللوصول إلي أدق المعلومات والنتائج عن تقييم الآثار البيئية وبما يضمن حيازة التكنولوجيا المناسبة لرصد التصحر والجفاف، ويحتاج هذا العمل للتعاون الدولي بإعتبار أن التصحر وتدهور الأراضى ظاهرة ديناميكية لاتعرف الحدود السياسية، وعليه لابد من تنسيق النشاط بحيث يتم على المستوى الإقليمي توحيد منهجية مكافحة التصحر وتدهور الأراضى . وعلي الصعيد الدولي لابد من الإستفادة من خبرات البلدان المتقدمة خاصة في مجال تطبيق المعلومات الجغرافية ومعالجة المعلومات والبيانات ووضع النماذج الخاصة بالتخطيط طويل الأجل. كما يمكن الإستفادة من مصادر التمويل المخصصة لمكافحة التصحر ومواجهة الجفاف تحت مظلة الإتفاقية الدولية لمكافحة التصحر.

## 8- إستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد في مراقبة التدهور والتصحر:

### 8-1: تقنيات الإستشعار عن بعد المستخدمة في مراقبة التدهور و التصحر:

تستخدم عدة تقنيات للإستشعار عن بعد في مراقبة التدهور والتصحر أهمها ما يلي:

#### 8-1-1: التحليل البصري للصور الفضائية:

يتم تحليل الصور الفضائية وصور الأقمار الصناعية لمراقبة عمليات التصحر بشكل

مباشر أو بإستخدام بعض طرق ووسائل التعزيز والتحسين مثل التكبير والتركيز، وذلك إعتماداً على المميزات العامة للمعطيات الفضائية والتي تنحصر في:

- الشمولية: حيث تغطي مساحات واسعة في وقت واحد.
- قدرة التمييز الطيفي: وهو القدرة على تسجيل الإشعاعات المنعكسة من مكونات البيئة في مجالات طيفية متعددة طبقاً للخواص الفيزيائية والكيمائية للتربة.
- قدرة التمييز الزمني: حيث يمكن الحصول على المعطيات الفضائية في وقت محدد كل يوم وبطريقة دورية ومكررة.
- قدرة التمييز المكاني: وهي تختلف حسب نوع المستشعر المستخدم في الدراسات البيئية.

### 8-1-2: التحليل الرقمي للمعطيات الفضائية:

تحمل مجموعة الأقمار الصناعية المخصصة لمراقبة الأرض أجهزة إستشعار ذات أنظمة ماسحة Scanners.

ويمكن بإستخدام هذا النظام وإستخدام برامج الحاسوب الآلي المتطورة تسجيل المعطيات على أوساط رقمية مختلفة منها الأشرطة الممغنطة والأقراص الليزرية، مما يساعد على معالجة تلك المعطيات بالسرعة المطلوبة تجعل منها مصدراً للمعلومات يتيح فرص متابعة التغيرات البيئية أولاً بأول.

## 8-2: إستخدام الإستشعار عن بعد في مراقبة التدهور والتصحر:

إعتماداً على مميزات المعطيات الفضائية الإستشعارية، تتم مراقبة ورصد وتتبع عمليات التدهور والتصحر المختلفة، وذلك بالإستفادة من التعددية الطيفية والتكرارية الزمنية وشمولية ودقة تلك المعطيات، وذلك على الشكل التالي:

### 8-2-1: مراقبة تدهور الغطاء النباتي:

تستخدم تقنيات الإستشعار عن بعد في مراقبة الغطاء النباتي وتقدير حالته العامة ودرجة تدهوره نتيجة الجفاف والرعي الجائر، وذلك من خلال علاقة الأشعة المنعكسة من سطوح النباتات وحالتها العامة الطيفية، وإعتماداً على هذه الظاهرة يمكن إكتشاف ومراقبة

تدهور الغطاء النباتي من حيث النوع أو الكثافة مع الإشارة إلى أن كمية الأشعة تتناقص طردياًمع شدة تدهور النبات.

### 8-2-2: الإنجراف:

تتم مراقبة عمليات إنجراف التربة بواسطة الإستشعار عن بعد من خلال التغيرات التي تطرأ على كمية ونوعية الأشعة المنعكسة من سطح التربة بسبب فقدان المكونات الرئيسية والطبقات السطحية منها، كما يعتمد في مراقبة عمليات الإنجراف على دراسة أنماط شبكة الصرف السطحي ووجود الأخاديد التي تظهر على الصور الفضائية وتعطي مؤشراً على مدى تعرض التربة للإنجراف.

وبشكل عام فإن الإنجراف الشديد يزيد من نسبة الأشعة المنعكسة في المناطق المتصحرة، وذلك بسبب ضياع التربة السطحية المحتوية على المادة العضوية.

### 8-2-3: زحف الرمال:

تظهر الكثبان الرملية على الصور الفضائية المحضرة بالألوان التركيبية باللون الأصفر ومشتقاته ويستدل عليها كذلك من أشكالها المميزة على الصور الفضائية، وإعتماداً على هذه الظاهرة يمكن تحديد المساحات التي تغطيها أو تنتشر فيها الكثبان الرملية.

كما تتم مراقبة حركة وزحف هذه الرمال بدراسة التغيرات الطيفية التي تحصل للمناطق المراقبة، وذلك بالإستفادة من التكرارية الزمنية والتعددية الطيفية للمعطيات الإستشعارية، أي بدراسة صور فضائية ملتقطة في فترات زمنية مختلفة وضمن مجالات طيفية متعددة، أفضلها ما كان ضمن مجال الأشعة المرئية الخضراء والحمراء، والأشعة تحت الحمراء القريبة.

### 8-2-4: دراسة التعرية الريحية:

تتعرض التربة للتعرية الريحية عندما تتفتت حبيباتها نتيجة لسوء إستغلالها وتعريتها من غطائها النباتي وتوافر ريح كافية لنقل حبيبات التربة من مكان لآخر. ويمكن تمييز المناطق المعرضة للتعرية بواسطة كافة المعطيات الفضائية، ذلك لأن الرمال تعكس معظم الشعاع الساقط عليها، كما يمكن تمييزها بالكثبان الرملية المختلفة الأشكال، كما تقل

النباتات في المناطق ذات الرمال المتحركة، وأيضاً تقل فيها مجاري المياه نتيجة لإمتصاص الماء بواسطة الرمال، أما إذا كانت الرمال رطبة كتلك التي على شواطئ البحار فإن الشعاع المنعكس يقل قليلاً نتيجة لإمتصاص الشعاع بواسطة الرطوبة.

### 8-2-5: دراسة التعرية المائية:

تحدث التعرية المائية عندما تقل نفاذية التربة ويقل الغطاء النباتي، وتعتمد درجة التعرية على نوعية التربة ودرجة الإنحدار وإستخدام الأرض وكمية المياه. وعادة ما تتسبب التعرية بواسطة المياه في إزالة الطبقة الداكنة العليا (Topsoil) من التربة وإنكشاف التربة السفلى (Subsoil) ذات اللون الفاتح وهي قليلة المادة العضوية (Humus)، وهذا التغير في اللون هو المفتاح لتمييز المناطق المعرضة للتعرية بواسطة المعطيات الفضائية، حيث أن التربة السفلى تعكس مزيداً من الشعاع الساقط عليها.

كما يمكن تمييز هذه المناطق على الصور الفضائية بمعرفة شكل المجرى حيث أن المجاري القصيرة ذات الشكل (V) تدل على التربة الخشنة (Gravel)، بينما الشكل (U) يدل على الأراضي السلتية (Siltysoil)، والمجاري ذات الشكل المنحدر (Gently Sloping) تدل على الأراضي الطينية، وبمعرفة نمط وشكل المجاري يمكن التنبؤ بمخاطر هذه التعرية على المناطق المتأثرة بها.

### 8-2-6: دراسة الأراضي المالحة:

تؤثر الملوحة على الخواص الفسيولوجية للنبات وبالتالي تؤثر على معدل نموه وإنتاجيته، وفي حالة الملوحة العالية تنعدم النباتات من على وجه الأرض أو تنشأ فقط تلك النباتات القادرة على مقاومة الملوحة (Halophytic plants)، ويمكن تمييز الأراضي المالحة من خلال تمييز هذا النوع من النباتات. أما في حالة إنعدام النبات فإن الأراضي المالحة تعكس مزيداً من الشعاع الساقط عليها مقارنة بما حولها من الأراضي، وتظهر عادة في شكل بقع ساطعة تزيد سطوعاً بزيادة طول الموجة (Wavelength).

### 8-2-7: مراقبة تدهور المراعي:

أستخدمت الصور الفضائية بكثرة لمراقبة المراعي ودراسة حالتها العامة خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

وعملياً تستخدم المعطيات الإستشعارية لوضع خرائط التقييم البيئي للمناطق الرعوية ومن هذه الخرائط يمكن الحصول على المعلومات المطلوبة عن أشكال الأرض والتربة والعشائر النباتية والوضع الهيدرولوجي، كما تستخدم المعطيات الإستشعارية الفضائية المسجلة بواسطة المستشعرات المحمولة على متن التوابع المصنعة لمراقبة الدورة الفصلية أو السنوية لمناطق الرعي وتقييم التغيرات التي تطرأ عليها.

وبهذه الطريقة يمكن أيضاً مراقبة الحالات الطارئة على المراعي مثل إنجراف التربة أو نشوب الحرائق أو عمليات الرعي الجائر ومراقبة وضبط خطة الرعي وتقدير الحمولة الرعوية.

## المراجع

1- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة تقويم الآثار البيئية المترتبة على تلوث وتدهور الأراضي في الوطن العربي، الخرطوم، يونيو (حزيران) 1999.

2- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جهود وإهتمامات المنظمة العربية للتنمية الزراعية في مجال تطوير التقانات المستخدمة لمكافحة التصحر وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة في الوطن العربي، ورقة مقدمة للمؤتمر العربي الأول عن المياه والتصحر، القاهرة، 17-19 أبريل (أيار) 1999.

3- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الندوة القومية حول تطبيق أنظمة الإستشعار عن بعد في مجال التنمية الزراعية، القاهرة، 2-1999/3/4، الخرطوم، فبراير (شباط) 1999.

4- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي، العدد الرابع، السنة السادسة عشر 1997.

5- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة برنامج العمل الوطني لمكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف في المملكة الأردنية الهاشمية، الخرطوم، سبتمبر (أيلول) 1996.

6- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جهود المنظمة العربية للتنمية الزراعية في مجال مكافحة التصحر في الوطن العربي، الخرطوم، أغسطس (آب) 1996.

7- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة حول المراعي المتدهورة في الوطن العربي والمشروعات المقترحة للتطوير، الخرطوم، أكتوبر (تشرين أول) 1995.

8- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الآثار المتبادلة بين البيئة والتنمية الزراعية، الخرطوم، ديسمبر (كانون أول) 1994.

9- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الندوة القومية في مجال الحفاظ على الموارد البيئية العربية في الوطن العربي، الدوحة - قطر 31/10-3/11/1994، الخرطوم، ديسمبر (كانون أول) 1994.

10- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، التصحر وزحف الرمال في الوطن العربي - طرق ووسائل معالجتها، الخرطوم، أكتوبر (تشرين أول) 1994.

11- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الآثار البيئية للتنمية الزراعية في الوطن العربي، الخرطوم، ديسمبر (كانون أول) 1991.

12- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، رؤية عربية في مجال مكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف في الوطن العربي، يوليو (تموز) 1995.

# إستخدام المستشعرات الفضائية في رصد ومراقبة التصحر

# إستخدام المستشعرات الفضائية في رصد ومراقبة التصحر

إعداد
المهندس ناجي أسد

## مقدمة :

تعتبر مشكلة التصحر من أهم التحديات التي تواجه العالم خصوصا في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم.

لما لهذه الظاهرة من منعكسات سلبية على مختلف نواحي الحياة والتطور.

من هذه التأثيرات نذكر :

- الغطاء النباتي والمحاصيل الزراعية
- الغابات والمراعي الطبيعية.
- الترب والانجراف الريحي للترب.
- الوضع السكاني والاجتماعي.
- الوضع البيئي
- شبكة الطرق والمواصلات
- الخ ....

تلك بعض من أهم الآثار السلبية لهذه الظاهرة ولامجال لذكر التأثيرات الكلية لهذه الظاهرة. والان كيف يمكن العمل على الحد من الآثار السلبية لهذه الظاهرة ؟ .

للقيام بذلك لابد من الاجابة على عدة تساؤلات هامة لتوضيح الآثار السلبية والنتائج بشكل ملموس ودقيق لاصحاب القرارات ليصار الى اتخاذ القرار والاجراء المناسب للحد ما أمكن من هذه الظاهرة ومن هذه التساؤلات :

- كيف يمكن الحصول على معلومات محددة ودقيقة وخرائط توضح الآثار السلبية المختلفة لهذه الظاهرة وتحليلها ؟
- كيف يمكن مراقبة هذه الظاهرة وتتبع التغيرات التي تطرأ عليها وبالوقت المناسب ؟
- كيف يمكن الحصول على خرائط ومعلومات احصائية دقيقة تعكس الواقع الحالي والحقيقي الدقيق بعد اتخاذ الاجراءات الحقلية التي تحد وتكافح هذه الظاهرة ؟.
- هل الاجراءات التي اتخذت حقليا وميدانيا ناجعة وأدت الغرض منها ؟ .
- هل هناك تجاوزات ومخالفات لقرارات أتخذت للحد من هذه الظاهرة والاشارة اليها وتحديد موقعها ومساحتها وبشكل دقيق وسريع ؟ .

بقراءة بسيطة لتلك التساؤلات وكيف يمكننا الاجابة عليها بشكل محدد ودقيق نلاحظ وجود طريقتان .

*** الطريقة الاولي :**

وتعتمد على العمل الميداني الحقلي من خلال إجراء المسوحات الحقلية وهي طريقة تتطلب الكثير الكثير من الجهد والوقت والكادر البشري عوضا عن أن النتائج غالبا ما تأتي متأخرة بالاضافة الى أنه لايمكن الاجابة على بعض التساؤلات السابقة من خلال هذه الطريقة.

*** الطريقة الثانية :**

وهي طريقة تعتمد على استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد باستخدام معطيات استشعارية متخصصة حيث تقدم لنا هذه الطريقة الاجابة الاسرع والادق وبالوقت الانسب لما لهذه التقنية من مزايا وخواص تعتمد فى الاجابة على تلك التساؤلات على برامج حاسوبية متخصصة ومتطورة ضمن مجال علمي ودقيق يعرف بـ المعالجة الرقمية للمعطيات الاستشعارية.

الان لنتعرف لماذا نعتمد هذه التقنية وكيف نستخدم هذه التقنية في التحليل والتفسير والحصول على خرائط غرضية ومعلومات إحصائية محددة حيث أنه لكل مادة أو

هدف على سطح الارض بصمة طيفية خاصة تميزه عن غيره وذلك تبعا للاشعة الكهرمغناطيسية الناتجة عن الشمس والساقطة على سطح الارض.

وبالواقع أن أهمية هذه البصمة الطيفية لكل هدف أرضي تنبع من خلال تفسير وتحليل المعطيات الاستشعارية رقميا وبالتالي تأسيس قواعد معلوماتية حديثة لمختلف أنواع المناطق والمواقع المراد مراقبتها وإدارتها بهدف القيام بأي مشروع استراتيجي يهدف الى تطوير إدارة الموارد الطبيعية الموجودة في المنطقة ومراقبتها وتتبع التغيرات التي تطرأ عليها وبشكل دوري من خلال الحصول على خرائط غرضية مختلفة وجداول احصائية منها :

- خرائط استعمالات الاراضي.
- خرائط توزع الترب وانواعها.
- خرائط التجمعات السكنية وتطورها.
- خرائط التغيرات الطارئة.
- خرائط توضح توزع الكتلة الحيوية للنبات PVI,NDVI
- الخ ...

بالاضافة الى معلومات إحصائية متكاملة عن تحليل تلك المعطيات وتفسيرها.

وبناء عليه يتم تأسيس قاعدة معلوماتية حديثة لمنطقة ما ويصار الى تخزين تلك المعلومات في بنك معلومات متطور وحديث وبالتالي تساعد على اتخاذ القرار السليم والمناسب بأسرع وقت ممكن عند التصدى لاي مشروع إستراتيجي ومن هذه المشاريع مشروع رصد ومراقبة التصحر.

**ماهي الصور الفضائية الرقمية ؟ ...**

بعد تسجيل قيم الانعكاس الطبيعي للاهداف الارضية رقميا تبث هذه القيم مباشرة الى محطات استقبال أرضية خاصة.

وتتراوح هذه القيم بين (255-0) حيث يمثل الرقم 0 أقل كمية من الطاقة المنعكسة أو المنبعثة من الجسم.

أما الرقم 255 فيمثل أكبر قيمة من الطاقة المنعكسة أو المنبعثة وهذه الاجسام تعكس كامل الاشعة الساقطة عليها.

وبناء على ماسبق فان جميع الاهداف الارضية تتراوح الوانها بين الابيض والاسود ما يعرف بـ Gray Scale

وتتألف عادة الصور الفضائية من عدد كبير من وحدات تسمي وحدتها عنصر صورة (بيكسل) ولكل عنصر صورة قيمة رقمية خاصة به تعكس بالواقع طبيعة الهدف وصفاته وبالتالي يمكن تفسير وتحديد هوية الارض من قيمته الرقمية الطيفية ومن هنا نحصل على الخرائط المختلفة.

أنواع المعطيات الاستشعارية :

يوجد العديد من أنواع المعطيات الاستشعارية ولكلا منها خواص تميزها عن بعضها البعض منها :

- الصور الجوية.
- الصور الفضائية.
- الصور الرادارية.

ولكلا من تلك المعطيات السابقة استخدامات تبعا لميزاتها التقنية وخصائصها.

ماهي المراحل الاساسية لمعالجة وتحسين وتفسير الصور الفضائية ؟

**أولا : استيراد المعطيات الاستشعارية :(Data Import)**

أي الحصول على المعلومات (الصور الفضائية) وإدخالها الى النظام أو البرنامج المتخصص للمعالجة.

**ثانياً : التصحيح الاشعاعي : (Radiometric Correction)**

حيث تجري هنا عملية تصحيح لقيم الانعكاس الطيفي للمعطيات الاستشعارية ومعايرها لازالة التأثير السلبي للغلاف الجوي على قيم الانعكاس الصادر عن الهدف (Haze Correction).

وبعد ذلك يتم معايرة الصورة وفقا لمنحنيات انعكاس طيفية ثابتة للاهداف الارضية حيث انه لكل هدف منحني ثابت وخاص به مايدعي بـ (Calibration).

**ثالثا : التصحيح الهندسي :** (Geometric Correction)

ويتم هنا إجراء عملية إسقاط وإعادة توجيه الصورة الى جملة إحداثيات عالمية (lat./long.-Lambert-UTM ..... ) نستخدم لذلك جهاز (GPS) نظام تحديد المواقع الشامل من خلال تحديد نقاط ثابتة ومحددة وإدخالها على البرنامج وإضافة الاحداثيات الخاصة بهذه النقاط مباشرة .

**رابعاً : تعزيز وتحسين الصور الفضائية :**(Image Enhancement)

وتفيد في توضيح وتعزيز التباين اللوني للاهداف الموجودة في الصورة وذلك لاجراء عمليات التفسير والتحليل بشكل دقيق من خلال سحب لقيم الكثافة اللونية ومطها لتغطي كامل المنحني الطيفي (0-255) وهناك العديد من الطرق للحصول على ذلك تفيد في تعزيز الحدود والحواف بين المجموعات المختلفة والاهداف المتنوعة للصورة الفضائية وبالتالي نصل الى التفاصيل بشكل أدق وأوضح واكثر تجانس.

**خامسا : التصنيف :** (Classification) :

المقصود من هذه العملية هو تصنيف الصورة الفضائية وبشكل دقيق وذلك وفقا لطبيعة الاهداف ونوعها والقيم الرقمية الطيفية لكل هدف أرضي بحيث نحصل بالنتيجة على الخرائط التصنيفية العرضية ويتم ذلك بأخذ عينات ومناطق تمثل قيم انعكاس لمنطقة متجانسة لها نفس القيم الرقمية الطيفية بحيث تغطي هذه العينات جميع الاهداف الموجودة على الصورة الفضائية ثم بعد ذلك نجري عملية التصنيف فنحصل بذلك على الخرائط الغرضية منها :

( توزع ترب – غطاء نباتي – صخور – طرق – استعمالات الاراضي – تجمعات سكنية – توزع رمال – الخ ...).

**سادسا : إخراج الخرائط الغرضية :** (Map Composer)

وهو قسم خاص بإخراج الخرائط الفرضية وإضافة شبكة الاحداثيات وجدول المصطلحات واتجاه الشمال والمقياس .

ومما تقدم يتضح لنا إمكانية الاجابة المحددة والدقيقة على جميع التساؤلات آنفة الذكر لما تتميز به هذه البرامج التخصصية في معالجة المعطيات الاستشعارية بانواعها المختلفة وانه وباستخدام المعطيات الفضائية الاستشعارية والبرامج التخصصية المتطورة يتيح لنا تأسيس قواعد معلوماتية حديثة ومتطورة ناتجة عن التحليل الدقيق والتفسير للصور الفضائية يمكن من خلالها مراقبة التغيرات الطارئة على مختلف الموارد الارضية والاشارة الى أماكن الخلل وبشكل مباشر وسريع لوضع أصحاب القرار تجاه مسئوليتهم لاتخاذ القرار السليم والمناسب للحد من أي ظاهرة تستنزف الموارد الطبيعية ومن هذه الظواهر هي ظاهرة التصحر.

## حالة دراسية لمنطقة مختارة من البادية السورية لرصد ومراقبة التصحر باستخدام المستشعرات الفضائية :

إن من أهم الاسباب التي دعت الى تطبيق هذه التقنية في مثل هذا المشروع هو الحاجة الماسة والضرورية الى الحصول عن صورة تعكس واقع التدهور الحاصل والزحف الصحراوي الذي حول الحياة في تلك المنطقة الى جحيم دائم نتيجة مايعرف بـ (ظاهرة العجاج) حيث ان عدد حالات هذه الظاهرة كان يحدث لاكثر من 15 مرة بالشهر الواحد في احد المواسم كما وصل عدد أيام العواصف الغبارية (عجاج) لاكثر من 28 يوم بالشهر الواحد. ويعود السبب الحقيقي لنمو وتزايد هذه العواصف الغبارية لان بعض الفلاحين في تلك المناطق قاموا بالفلاحة العشوائية لمعظم أراضي المنطقة زراعتها بشكل غير منظم وكون طبقة التربة في تلك المناطق سطحية ونتيجة لعدم حصول الهطول المطري الكافي أدى ذلك الى تزايد كثيف في هذه الظاهرة حيث كانت احيانا هذه الرمال تؤدى الى إغلاق سكة الحديد بوجه القطارات التي تربط التجمعات السكنية في تلك الاماكن وذلك نظرا لكثافتها ولصعوبة الرؤيا.

وأفادت المعطيات الاستشعارية وتفسيرها في تلك الاوقات باعطاء صورة حقيقية ودقيقة عن الآثار السلبية الكبيرة لهذه الظاهرة من خلال خرائط محددة عن كثافة ونسبة الرمال المنجرفة وتماوت الغطاء النباتي الطبيعي ومعلومات احصائية تحليلية دقيقة عن الاثار السلبية لهذه الظاهرة حيث سلمت هذه الخرائط والمعلومات الى أصحاب القرار السياسي وبتشجيع من المنظمات الفلاحية وبدعم من الحكومة تم اتخاذ قرار واصدار

قانون منع الفلاحة للبادية السورية وتطبيق بعض الاجراءات التي من شأنها الحد من ظاهرة التصحر ومراقبتها وبشكل دوري والحصول على معلومات وخرائط غرضية دورية تعكس صورة الواقع ومدى تنفيذ الجهات المحلية والسلطات لمثل هذه القرارات والتعليمات بالاضافة لتشكيل محميات طبيعية على نطاق واسع في البادية السورية تهدف الى تنمية وتطور وإعادة تأهيل تلك المناطق من الناحية الطبيعية (إعادة النبت الطبيعي) وتثبيت التربة – وتنمية وتأهيل المراعي في تلك المحميات) وزراعة بعض الاشجار من البيئة المحلية في تلك المحميات .

ويوجد مثال تطبيقي عن مشروع تأهيل الاراضي الرعوية في البادية السورية في كلا من محميات التليلة – العباسية – آراك – المنبطح ....

ونفذ هذا المشروع المتكامل بالاستفادة من المعطيات الفضائية وتحليلها ومن نظام المعلومات الجغرافي (GIS) وعمليات المسح الحقلي وسيتم عرضه والحديث عنه لاحقا.

أما بالنسبة لمشروع رصد ومراقبة التصحر في المنطقة المختارة من البادية السورية فقد تم الاستفادة من معطيات فضائية وصور مختلفة التواريخ ومتنوعة الخصائص حيث تم الاستعانة بالمعطيات التالية :

| Sttelite Data | Special Resolution | Data |
|---|---|---|
| Landsat Mss | 75m | 05/1975 |
| Landsat TM | 30m | 07/1985-06/1986-06/1990 06/1993-05/1997 |
| Spot XS | 20m | 06/1994 |
| Spot PAN | 10m | 06/1994 |
| IRS XS | 23m | 10/1996-03/1997 |
| IRS PAN | 5m | 10/1996-03/1997 |

مما سبق نلاحظ أن توفر العديد من أنواع الصور والمعطيات الاستشعارية وبفترات زمنية مختلفة وبمواسم متغيرة يتيح لنا القيام بعمليات المتابعة والمراقبة الدورية المستمرة لمنطقة المشروع.

وبالواقع فلقد تم تحليل ومعالجة جميع المعطيات السابقة بهدف الحصول وبشكل محدد ودقيق على تحديد نسب ومساحة الوحدات التصنيفية المختلفة وتباين هذه النسب من فترة الى اخري وخاصة تحديد مساحة ونسبة توزع الرمال والترب في منطقة الدراسة والمراقبة للاجراءات التي أتخذت هل كانت مفيدة أم لا وهل كانت هناك تجاوزات أو مخالفة للقرارات المتخذة للحد من هذه الظاهرة.

وكذلك تم الحصول على خرائط تحدد نسبة الغطاء النباتي أو الكتلة الحيوية للنبات (NNVI) . ويفيدنا ذلك لمعرفة نسبة توزع الاراضي المفلوحة والتي تستخدم للزراعة المروية او حتي الزراعات البعلية في المنطقة ومن ثم تحديد نسبة هذه الاراضي وبشكل دوري لتحديد مقدار الفائدة من الاجراءات والقرارات المتخذة من قبل الجهات المعنية.

ولقد ارسلت جميع الخرائط والمخططات الناتجة عن تحليل المعطيات الاستشعارية السابقة الى نظام المعلومات الجغرافي (GIS) وذلك بهدف اجراء عمليات الـ (OVERLAY) التطابق لجميع المعطيات وحسب اختلاف التواريخ وتباينها بغية الحصول على مقدار أكبر من الدقة والتحليل للمعلومات ومن خلال مقارنة النتائج وتحليلها وحساب مساحات التغطية بالرمال تبين أنه كانت التغطية بالرمال في عام 1975 متوسطة وتعتبر ضمن الحدود المقبولة ولكن الذي حدث أنها ازدادت كثيرا في عام 1985 وأصبحت في عام 1993 كثيرة جدا وذلك بسبب السماح بفلاحة بعض المناطق في البادية السورية مما أنعكس سلبيا على الوضع البيئي والزراعي والاجتماعي في المنطقة وأدي الى حدوث عواصف غبارية قلبت حياة السكان في تلك المناطق الى عذاب وغبار دائم مما أدى ببعض سكان المنطقة الى الهجرة وبشكل كامل الى مناطق أخرى وعندما تم اتخاذ القرار الاهم في حياة البادية السورية وهو وقف فلاحة البادية وتنفيذ توصيات لجنة الاشراف والمتابعة للمشروع، وبدعم من الجهات المحلية والسلطات المختصة في المنطقة، وعند تحليل نتائج الصور الفضائية المأخوذة عام 1997.

تم ملاحظة أن نسب وكثافة الرمال في تلك المنطقة قد تناقصت وبشكل جيد وان

نسبة العواصف الغبارية قد انخفضت وبشكل كبير وبأن الحياة الطبيعية لاهالي المنطقة قد بدأت تعود وبشكل تدريجي مما انعكس ايجابا على الغطاء النباتي الطبيعي واصبحت المنطقة وبتنظيم ومراقبة دورية من المناطق الرعوية والمناسبة للجمعيات الغنامية مما سمح لمعظم أهالى المنطقة بالعودة الى أرضهم.

هذا وتم الاستفادة من الصور الفضائية للحصول على خرائط ومخططات الكتلة الحيوية للنبات NDVI للاعوام السابقة ويهدف ذلك الى مقارنة ومتابعة كثافة الغطاء النباتي وتحديد مساحته ونسبته في كل عام ليصار الى اتخاذ الاجراء المناسب.

كما وتمت الاستفادة من معطيات التابع الصنعي الهندي IRS PAN نو قدرة التميز المكاني 5m بتحديد ومتابعة بعض النشاطات البشرية للسكان في منطقة المشروع وذلك لمعرفة انعكاس وتحسن الواقع الرعوي والمعيشي للمشروع حيث ان المنطقة قد كانت في وقت ما خالية من المراعي مما أجبر سكانها الى الترحال الى مناطق اخري يتوفر منها الكلاء والمرعي وفي الصورة الاخيرة لمنطقة المشروع التي اخذت من التابع الهندي IRS PAN عام 1997 لوحظ وجود بعض التجمعات لبيوت الشعر الخاصة بسكان المنطقة مما يشير الى عودة الحياة الطبيعية الى المنطقة تدريجيا ويؤكد بأن الاجراءات التي اتخذت كانت مفيدة في الحد ما أمكن من انتشار وتوسع ظاهرة التصحر في تلك المنطقة.

مما تقدم وبعد القراءة المعمقة والمناقشة الموضوعية العلمية نلاحظ أن استخدام هذه التقنية يفيدنا في الاجابة المحددة والدقيقة وبأسرع وقت ممكن من التساؤلات التي تم طرحها في البداية وبعد الاجابة المحدد هذه يمكننا ذلك من وضع صورة حقيقية واقعية عن الوضع الحالي والرهن للمنطقة وذلك باستخدام معطيات قديمة نلاحظ التغير الحاصل ونسبته وبالتالي نستطيع ان نؤسس بنك معلوماتي متطور لمراقبة التغيرات الحاصلة في مواردنا الطبيعية الواجب علينا تنميتها وتطويرها والحد ما أمكن من تدهورها والاشارة على مواضع الخلل مباشرة وبالشكل المناسب لرصد ومراقبة هذا الخلل ومن ثم اتخاذ القرار الاسلم والاسرع لمحاصرة هذا التدهور الحاصل وهذا يتيح لنا مراقبة مختلف الظواهر الطبيعية التي تنعكس سلبا على مواردنا الطبيعية وبالنتيجة يتم وضع سياسة تنموية شاملة.

ولرب قارىء لهذا الموضوع يقول ما أسهل وأنجع استعمال هذه الطريقة لمتابعة ولرصد مختلف الظواهر السلبية التي تهدد الموارد الطبيعية المتاحة لنا.

نقول هنا وبمنتهي الوضوح والدقة إن سهولة الكتابة والقراءة لمثل هذه المواضيع لا يعكس أبدا الواقع الحقيقي لهذه التقنية الحديثة.

إذا المشكلة هنا هي ليست بالنتائج والمعلومات التي توفرها لنا المعطيات الاستشعارية المختلفة بعد معالجتها وتحليلها وتفسيرها. وبلا أدني شك إن هذه النتائج تعكس وتوضح الواقع الحالي للمنطقة المدروسة وبشكل دقيق ومحدد، وفي حقيقة الامر إن استعمال مثل هذه التقنيات الحديثة يحتاج الى عوامل أساسية لنجاحها وللحصول منها على نتائج دقيقة .

وتتلخص هذه العوامل بمايلي :

- الحصول على المعطيات الاستشعارية بالوقت المناسب والمحدد وبالمواصفات والميزات المطلوبة.
- توفر البرامج الحاسوبية القوية والمتطورة والتي تقدم المزيد من النتائج الدقيقة والمفيدة في تحليل مختلف أنواع المعطيات الاستشعارية.
- توفر التجهيزات المخبرية (حاسبات - طابعات - مرقمات آلية - الخ ...) المتكاملة والمتطورة مع مثل هذه البرامج القوية
- وأخيرا ضرورة توفير العامل الاهم لانجاح جميع عمليات المعالجة والتفسير والتحليل الدقيق للمعطيات الاستشعارية الا وهو الكادر البشري المؤهل والمدرب بشكل جيد للتعامل مع جميع انواع المعطيات الاستشعارية والتصدي لمختلف أنواع المشاريع التنموية.

# رصد تحركات الجراد الصحراوي في الوطن العربي

# رصد تحركات الجراد الصحراوي في الوطن العربي

إعداد : المنظمة العربية للتنمية الزراعية

## 1- مقدمة:

يعتبر الجراد الصحراوي من أخطر الآفات التي واجهت الإنسان منذ بدأ يفلح الأرض في العصور القديمة، ومن قديم الأزل وهو يسبب العديد من الكوارث والمجاعات بفضل مقدرته على الهجرة السريعة من مكان إلى آخر وقدرته على التكيف على بيئات مختلفة، وتكاثره بكثافة عالية مكوناً أسراباً ضخمة تهاجم كافة المحاصيل الزراعية والأشجار والمراعي، مخلفة ورائها الكثير من الدمار والخراب مهدداً حياة الإنسان والحيوان.

ولتلافي مخاطر الجراد الصحراوي، فإن أكثر الأساليب فعالية لذلك تلك التي تعتمد على مكافحته في مراحل مبكرة من أطوار نموه، وعلى رصده ومتابعته لمواجهته قبل وصوله لأهدافه في الحقول والمزارع حيث يصعب علاج ما يسببه من أضرار. وكلما كانت أساليب الرصد والمتابعة مبكرة من مراحل تحرك وأطوار هذه الآفة، كلما كان تلافي أضرارها أكثر فعالية وأقل جهداً وتكلفة، وأقل إستخداماً للمواد الكيماوية الضارة بالبيئة والإنسان.

## 2- الأهمية الإقتصادية للجراد الصحراوي:

من الصعب إمكانية تقدير الخسائر الإقتصادية التي تسببها هذه الآفة نتيجة عدم بقائها في بلد واحد أو منطقة واحدة أو مكان واحد، حيث أن حركتها السريعة أو هجرتها إلى أماكن مختلفة ومتباينة يجعل من الصعب تقدير الخسائر الناتجة عنها. وحيث أن للحشرة الكاملة القدرة على الطيران لمسافة 15-19 كيلو متر/ ساعة حسب سرعة الرياح. فإن ذلك يمكنها من إتلاف الكثير من النباتات والزراعات التي قد تكفي لإطعام الملايين من الناس لعام كامل.

ولو علمنا أن متوسط وزن الجرادة الكاملة يبلغ نحو 2 حجم وأنها تلتهم ما يعادل وزنها يومياً من المادة الخضراء، فإننا نجد أن سرب من الجراد الغير ناضج جنسياً والذي

يبلغ عدد أفراده نحو ألف مليون جرادة يلتهم يومياً حوالي 2000 طن من المادة الخضراء. لذا نجد أن مليون جرادة تزن حوالي 2 طن تلتهم ما يكفي لغذاء 500 نسمة من المادة الخضراء يومياً. ويلاحظ أن الضرر الناتج عن السرب الواحد هو ضرر تراكمي من موقع لآخر وكذلك من بلد لآخر، الأمر الذي يضاعف من الخسائر الناتجة.

وقد أثبتت التجارب التي أجريت لتقدير الأضرار الناتجة عن غزو الجراد أن 8٪ من الأضرار تسببها النطاطات (الأطوار الصغيرة أو العتاب، والحوريات)، 69٪ تسببها أسراب الجراد البالغ الذي لم يكتمل نموه الجنسي (الأسراب الحمراء)، و 23٪ تسببها الأسراب البالغة المكتملة النمو (الأسراب الصفراء). ويلاحظ أن نسبة الأضرار التي تسببها النطاطات بسيطة إذا ما قورنت بالأضرار التي تسببها الأسراب الأخرى، ويرجع ذلك لتوالد الجراد في المناطق التي تقع غالباً خارج المناطق الرئيسية لزراعة المحاصيل.

### 3- مخاطر وأضرار الجراد الصحراوي:

تنتشر هذه الآفة في مساحات كبيرة من دول العالم تشمل نحو (60) دولة تمتد من الهند شرقاً إلى سواحل المحيط الأطلنطي غرباً، ومن سواحل أسبانيا على البحر المتوسط شمالاً إلى تنزانيا في القارة الأفريقية جنوباً. وتغطي هذه المساحة حوالي 29 مليون كم مربع أي حوالي 20٪ من مساحة الكرة الأرضية تتباين كثيراً في ظروفها الجوية وتضاريسها وتربتها وكذلك في أنواع نباتاتها.

وتتركز طبيعة الضرر الذي يلحقه الجراد بالنبات في الآتي:

أ- التدمير الكامل للنباتات في مراحل الإنبات والبادرة.

ب- تكسير سيقان وأجزاء النباتات المختلفة ميكانيكياً بالتجمع مؤقتاً عليها.

ج- إتلاف أجزاء النباتات الغضة بأجزاء فمها القارض عند التغذية وسقوط الأوراق وأجزاء النباتات الأخرى نتيجة لذلك.

د- تتغذى على الحبوب بالإضافة إلى إتلافها.

وفي ضوء الطبيعة الصحراوية لمعظم الإمتداد الجغرافي العربي، فإن الجراد الصحراوي يعد من الآفات بالغة الخطورة التي تهدد الحاصلات الزراعية والغطاء النباتي بشكل عام في معظم الدول العربية. ويكتسب الجراد خطورته كآفة زراعية لما يتميز به من

عنصر المفاجآة والدورات الوبائية غير المنتظمة أو المتوقعة، وسرعة وجسامة الأثر التدميري الذي يحدثه أسراب الجراد، كما تتسع وتتعدد أنواع الحاصلات التي يدمرها الجراد دون تمييز خلال مراحل تطوره المختلفة.

## 4- تحركات الجراد الصحراوي:

### 4-1: الظروف البيئية المؤثرة على تحركات الجراد:

#### 4-1-1: إتجاه الرياح:

تتوقف نشاط وهجرة الحشرة تماماً على الرياح إتجاهاً وشدة. حيث تتم تحركات أسراب الجراد في إتجاه الرياح السائدة من أماكن إفتراقها إلى أماكن تجمعها، أي من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض التي تتميز بهطول الأمطار وتبلغ مساحتها مئات الكيلومترات المربعة، ويكون الهواء الصاعد منها لأعلى أكثر من الداخل إليها وعندما يصعد الهواء إلى أعلى فإنه يبرد وتتكثف أبخرة الماء المحمولة فيه مكونة السحب.

ولما كان الإتجاه العام لتحركات الأسراب مع إتجاه الرياح، فإن أسراب الجراد تصل في النهاية إلى أماكن التجمع الهوائي التي تتلاقى فيها الرياح وهذه المناطق يمكن تحديدها على خرائط الرصد الجوي بإنتظام وعلى مدار السنة، وبالإستعانة بهذه الخرائط يمكن التنبؤ بالأماكن التي يحتمل تواجد الجراد بها أو وفود الأسراب إليها، ففي الصيف تميل الأسراب إلى التجمع في المنطقة المعروفة بمنطقة التجمع الهوائي وهي المنطقة التي تتجمع فيها الرياح الشمالية (من نصف الكرة الشمالي) مع الرياح الجنوبية (الآتية من نصف الكرة الجنوبي) إلى خط الإستواء.

والرياح المؤثرة على إتجاهات هجرة الجراد هي تلك الواقعة بين خطي عرض 30° شمالاً وجنوباً (الرياح التجارية). ويضعف أثر الرياح التجارية في منطقة الركود الإستوائي حيث تنشط بها التيارات الهوائية الصاعدة. وفي المنطقة الواقعة بين خطي عرض 10، 30 شمال وجنوب خط الإستواء توجد بصفة دائمة مناطق للضغط العالي.

### 4-1-2: درجة الحرارة:

الجراد حشرة من ذوات الدم البارد يتأثر نشاطها بحرارة الجو المحيط وأشعة الشمس، ففي غياب أشعة الشمس يكون الطيران المستمر للجراد على درجة 23° م، لكن عندما تكون الشمس ساطعة فإن الأسراب تطير وترحل في درجة حرارة منخفضة تصل إلى 15° م وذلك لأن جسم الجراد في هذه الحالة يكتسب الحرارة بسرعة.

أما إذا تجاوزت درجة الحرارة 40° م فإن نشاط الجراد يقل كثيراً ولا يمكنه الطيران ويموت كثيراً منه وذلك لفقدان الماء من جسمها.

### 4-1-3: الرطوبة الجوية:

الرطوبة الجوية هامة جداً لنمو وفقس البيض وأساسها الأمطار. ومناطق إنتشار الجراد تتضمن مناطق صحراوية وشبه صحراوية تمتد غرباً من المحيط الأطلنطي حتى أواسط الهند شرقاً - ومن خط الإستواء جنوباً حتى تركيا وسواحل البحر الأبيض شمالاً، ونطاق الإنتشار الواسع للحشرة يشتمل على مناطق صحراوية تسقط أمطارها في بعض السنين ولا تسقط في سنوات أخرى.

والمناطق التي تقع شمالاً في منطقة الإنتشار أمطارها شتوية ربيعية. أما المناطق التي تقع في الجنوب فأمطارها صيفية.

### 4-1-4: الغذاء:

يتغذى الجراد على كل ما هو أخضر، إلا أنه مثل أي حشرة لها تفضيل غذائي. والغذاء بالنسبة للجراد هو النباتات الحولية والمستديمة التي تنمو في منطقة إنتشاره.

ويعتبر توفر النباتات المفضلة للجراد في مكان محدود من أماكن إنتشار الحشرة عاملاً هاماً للمساعدة على تجمع أعداداً كبيرة منها في مساحة محدودة، مما يساعد على تحول الحشرات من المظهر الإنفرادي إلى المظاهر الإنتقالية في إتجاه المهاجر حتى تصل إلى المظهر المهاجر.

كذلك عند إجراء الدراسات على البيئات النباتية وعلاقتها بالجراد الصحراوي، وجد أن أسراب الجراد تفضل وضع البيض في المناطق الجرداء التي تجاور المناطق ذات الخضرة المناسبة. ويلزم أن تكون حقول وضع البيض رطبة بدرجة مناسبة لنمو الجنين داخل البيض وتمام الفقس، وأن تكون طبيعة التربة مفككة ليسهل على الإناث الحفر ووضع كتل البيض داخل التربة.

### 4-2: سلوك أسراب الجراد عند الهجرة:

الحشرات الكاملة حديثة التجنح القرمزية اللون تبدأ بعد أسبوع في ممارسة عمليات الطيران لمسافات قصيرة حتى تقوى عضلات الأجنحة لتكون بعد ذلك قادرة على الطيران لمسافات بعيدة. وتستطيع الحشرة الطيران المستمر لمدة قد تصل إلى 20 ساعة وذلك بإستخدام الدهون المخزونة في أجسامها وتحويلها لقوة دافعة.

وفي الصباح الباكر وعند ظهور الشمس تعرض الحشرات أجسامها لأشعة الشمس حتى ترتفع درجة حرارة أجسامها لتتمكن بعد ذلك من إستعمال عضلات الطيران. وعند وقت الإقلاع تتجه الأفراد نحو إتجاه الريح الذي تحدد إتجاهه بواسطة شعيرات توجد في مقدمة الرأس، تقلع الأفراد أولاً عكس إتجاه الريح ثم لا تلبث أن تتجه في طيرانها مع الريح عند إرتفاعها عن سطح الأرض.

ويتكون سرب الجراد من مجموعات كثيرة، ولكل مجموعة إتجاه موحد تتبعه يختلف كثيراً عن إتجاه المجموعات الأخرى، ونتيجة لتلك الإختلافات في الإتجاهات فإنه عند مرور سرب جراد يختلط الأمر على المشاهد في تحديد إتجاهه ولكن لعدم الخطأ يجب أن يكون التقدير متمشياً مع إتجاه الرياح السائدة في المنطقة. ويتراوح حجم السرب من أقل من كيلو متر مربع إلى عدة مئات من الكيلومترات المربعة. ويتراوح أعداد الجراد في السرب الواحد من بضعة مئات من الملايين إلى عشرات آلاف الملايين بمتوسط كثافة 50 مليون جرادة في الكيلو متر المربع الواحد، ويختلف عمق السرب بإختلاف شكل طيرانه فقد يكون:

**سرب ركامي:** عند وجود تيارات هوائية صاعدة في جو مشمس، حيث يصل إرتفاع السرب لعدة آلاف من الأقدام.

**سرب طبقي:** عند إنعدام التيارات الهوائية الصاعدة أو عند هبوط السرب قريباً من سطح الأرض، ولا يتجاوز إرتفاع السرب في هذه الحالة عن 300 قدم عن سطح الأرض.

* تطير أسراب الجراد نهاراً وتستقر على الأعشاب والأشجار للتغذية بشراهة أثناء الليل.
* شوهدت أسراب من الجراد تطير في الليالي القمرية ذات الجو الحار الجاف في وجود رياح تساعد على الهجرة الطويلة، حيث لوحظت هذه الظاهرة في قطاع الشلاتين خلال غزوات جراد سنة 1968.
* عند الهجرة والطيران على إرتفاعات قريبة من سطح الأرض تسلك الأفراد السلوك الدائري في التغذية والعودة لمؤخرة السرب.
* سرعة طيران الأسراب تختلف كثيراً وهي من 1.50 إلى 18 كيلو متر في الساعة وتستطيع الأسراب أن تقطع مسافة من بضع كيلو مترات يومياً إلى مائة كيلو متر في اليوم وحوالي 3500 كيلو متر في الشهر.

### 4-3: مناطق التكاثر والهجرة في الجراد:

#### 4-3-1: منطقة التكاثر الصيفي والهجرة الصيفية:

منطقة التكاثر الصيفي تشمل حزام ضيق نسبياً يمتد من الغرب إلى الشرق وسط القارة الأفريقية، وذلك نتيجة تجمع الأسراب المهاجرة في منطقة تلاقي الرياح الآتية من شمال وجنوب خط الإستواء.

هناك أيضاً توالد صيفي في الأجزاء الشمالية الغربية من الهند، وفي المناطق الجنوبية الشرقية للباكستان. بالإضافة لبعض الأجزاء الجنوبية من شبه الجزيرة العربية في اليمن وخليج عدن.

التكاثر الصيفي يتم في أشهر يولية وأغسطس وسبتمبر، وعند تكوين الأسراب الغير ناضجة جنسياً في أواخر الصيف تبدأ في الهجرة إلى أماكن التكاثر الشتوي.

تهاجر الأسراب من البلدان الأفريقية الموجودة حول البحر الأحمر للشمال والشمال الشرقي لتغزو الجزيرة العربية وقد تصل إلى إيران، بينما تتجه أسراباً أخرى نحو الجنوب الشرقي ناحية الصومال والذي قد تصله أيضاً أسراباً ناتجة عن التوالد الصيفي جنوب الجزيرة العربية (اليمن وخليج عدن).

هذا وتساعد الرياح المتجهة ناحية الشمال الشرقي في منطقة القرن الأفريقي خلال الفترة من يونية حتى أواخر سبتمبر في الهجرة إلى الجزيرة العربية. (خريطة رقم 1).

وهناك هجرة صيفية من مناطق التكاثر الصيفي بالهند والباكستان (والتي تكون عادة نحو الغرب) بإتجاه إيران والجزيرة العربية، وتساعد في هذه الهجرة الرياح الآتية من ناحية الشرق.

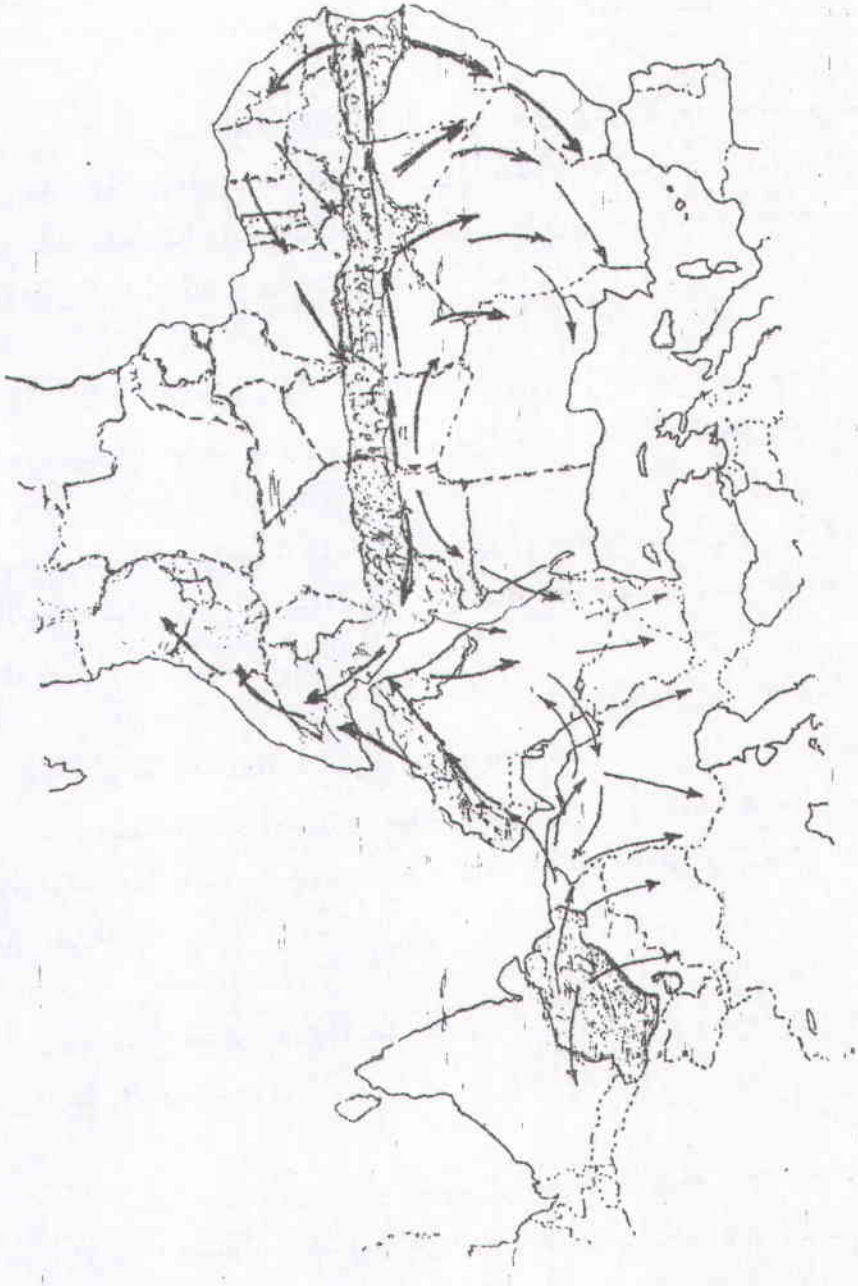
### 4-3-2: منطقة التكاثر الشتوي والهجرة الشتوية:

تشمل منطقة التكاثر الشتوي الصومال وشواطئ البحر الأحمر لليمن والسعودية وإريتريا والسودان ومصر وعمان وساحل إيران على الخليج العربي. ويتم خلال الفترة من أكتوبر حتى فبراير.

يحدث التكاثر الشتوي على الأمطار الشتوية للبحر الأحمر التي تصاحب منخفضات البحر الأبيض المتوسط.

الأسراب المتكونة من التكاثر الشتوي في المناطق المحيطة بالجزء الجنوبي للبحر الأحمر والأجزاء الشمالية من الصومال في الفترة من أواخر نوفمبر إلى نهاية يناير تتجه غالباً شمالاً وشمالاً شرقياً إلى شبه الجزيرة العربية وبعض بلاد الشرق الأوسط كالأردن

خريطة رقم (1) : مناطق تكاثر الجراد الصحراوي وحركة الأسراب في فصل الصيف



والعراق وقد تصل إلى إيران وأفغانستان والباكستان، وهذه الفترة من السنة هي فترة مرور منخفضات جوية من الغرب إلى الشرق فوق منطقة البحر الأبيض وتبعاً لذلك فالرياح الجنوبية التي تصاحب مرور تلك المنخفضات يمكن أن تدفع الأسراب شمالاً، أما الرياح الغربية التي تدور حول المنخفضات الجوية من الناحية الجنوبية غالباً ما تحمل الأسراب شرقاً نحو إيران والباكستان.

هناك أسراب أخرى قد تتكون في منطقة التوالد الشتوي لجمهورية الصومال وربما الجزء الشرقي من أثيوبيا، وقد تهاجر بعض تلك الأسراب شمالاً نحو الجزيرة العربية والأخرى جنوباً لتغزو كل من كينيا وتنزانيا وهذه الأسراب تحملها الرياح المتجهة جنوباً فوق منطقة القرن الأفريقي والمتجهة نحو منطقة تجمع الهواء بين المدارين. (خريطة رقم 2).

هجرة جميع تلك الأسراب تكون نحو منطقة التوالد الربيعي. وبعض الأسراب تبقى في نفس أماكنها لتواصل تكاثرها الربيعي في نفس المنطقة.

### 4-3-3: منطقة التكاثر الربيعي والهجرة الربيعية:

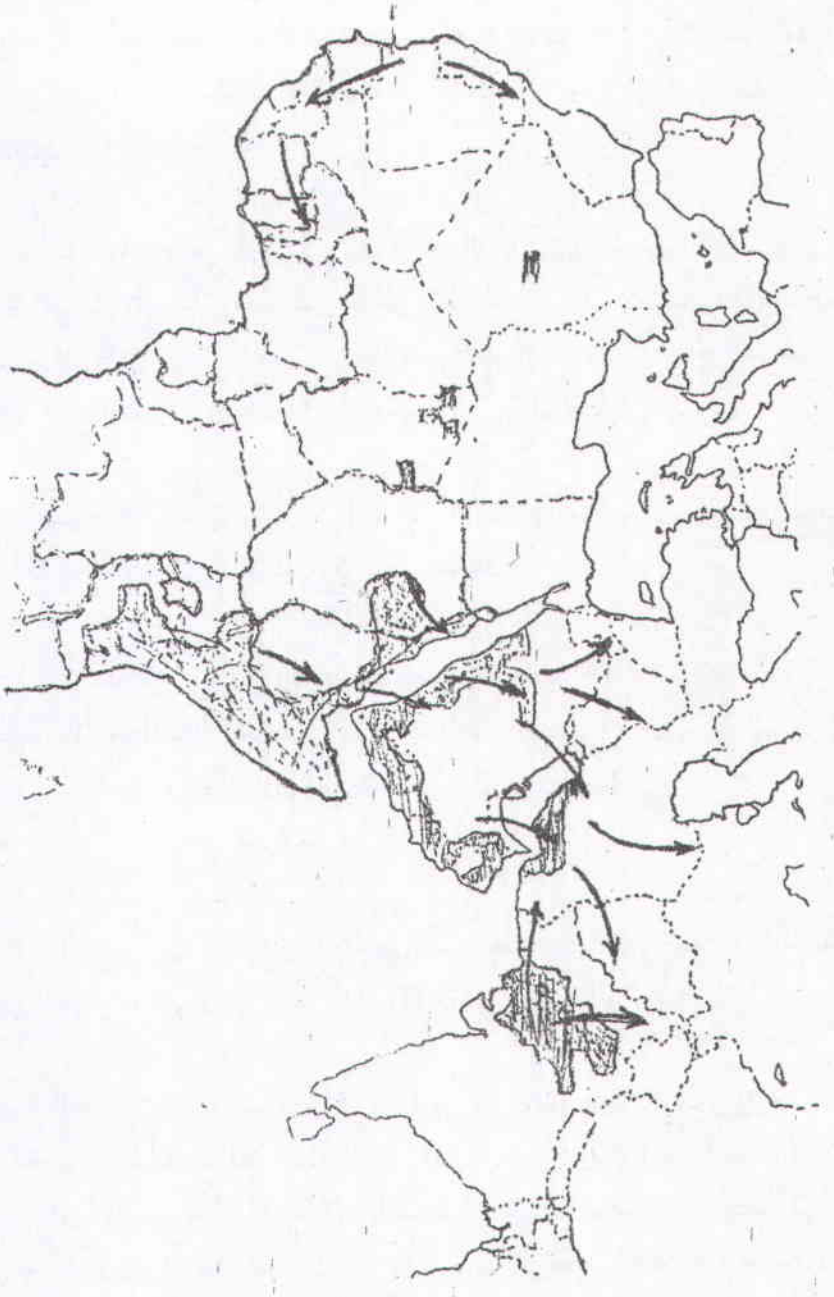
تشمل منطقة التكاثر الربيعي بلاد شمال أفريقيا وبلاد الشرق الأوسط وإيران وأفغانستان وشبه جزيرة الصومال وسواحل البحر الأحمر الجنوبية.

يتم التكاثر الربيعي في الفترة من مارس حتى يونية.

ويحدث التكاثر على أمطار البحر الأبيض المتوسط الشتوية التي تصاحب المنخفضات الجوية في الجزء الشمالي وعلى أمطار البحر الأحمر في الجزء الجنوبي.

عندما تتكون الأسراب نتيجة التكاثر الربيعي في أواخر مايو ويونية ويولية في منطقة الجزيرة العربية والأقطار الواقعة شمالاً، تتجه الأسراب جنوباً وجنوباً غربياً بمساعدة الرياح المتجهة جنوباً والتي تهب حول منطقة الضغط الجوي المنخفض الموجودة في الجزء الجنوبي من الجزيرة العربية، فتحمل الرياح الأسراب إلى جنوب الجزيرة العربية والأقطار الأفريقية الموجودة حول البحر الأحمر وخليج عدن (الصومال وأثيوبيا).

خريطة رقم (2) : مناطق تكاثر الجراد الصحراوي وحركة الأسراب في فصل الشتاء



وفي منطقة شرق أفريقيا (كينيا وتنزانيا) تتجه الأسراب عادة شمالاً نحو الجزء الشمالي من الصومال والجزء الشمالي الشرقي من أثيوبيا، حيث يحتمل أن تقابل وتمتزج مع الأسراب التي تغزو تلك المناطق من الجزيرة العربية. وهذه الهجرة من كينيا وتنزانيا نحو الشمال تكون في إتجاه الرياح المتجهة شمالاً نحو منطقة إلتقاء الرياح بين المدارين.

الأسراب التي تنتج من التوالد الربيعي شمال غرب أفريقيا وعند إرتفاع درجة الحرارة في تلك المنطقة تتجه جنوباً وخاصة نحو الجنوب الغربي من القارة الأفريقية لتبقى في منطقة الحزام الأفريقي الممتد من الغرب إلى الشرق وهي نفس المنطقة التي تلتقي فيها الرياح الآتية من المدارين، وبعض هذه الأسراب تتجه ناحية الشرق لتغزو السودان.

كذلك الأسراب الآتية من الجزيرة العربية والمناطق الشمالية تتجمع في الجزء الشرقي من أفريقيا حول منطقة إلتقاء الرياح، وربما يتجه بعضها غرباً ليغزو بلدان غرب أفريقيا. (خريطة رقم 3)

بعض الأسراب التي تتكون في المنطقة الشمالية للجزيرة العربية والشرق الأوسط والتي تتكون في المنطقة الممتدة من إيران إلى غرب الباكستان يمكن أن تتجه شرقاً وجنوباً شرقياً مع الرياح المتجهة إلى أماكن التوالد الصيفي بالهند والباكستان.

ونتيجة لكل هذه الهجرات فإن الأسراب تتمركز بعد ذلك في أماكن التكاثر الصيفي. كما أنه نتيجة لدراسة التكاثر والهجرة وعلاقتها بالرياح، يتبين أن أي جزء من منطقة الإنتشار يكون معرض لغارات أسراب من الجراد ناتجة في مناطق قد تبعد عنه مسافات كبيرة، وقد تسبب الأسراب أضرار بمناطق العبور خلال هجرتها.

خريطة رقم (3) : مناطق تكاثر الجراد الصحراوي وحركة الأسراب في فصل الربيع

## 5- الأساليب المستخدمة لرصد واستكشاف الجراد الصحراوى :

طبقاً لما هو معروف عن خصوصية الجراد الصحراوى، فإن الوقاية من مخاطره قبل وقوعها هى أنجع أساليب مواجهة تلك المخاطر بل ربما كانت الأسلوب الوحيد لذلك، حيث أن مجرد وقوع الخطر الناجم عن غزو الجراد قد لايجدى معه أى أسلوب للمقاومة أو تلافى ما يحدثه من أضرار، من هنا فقد إعتمدت مختلف الدول التى تواجه مخاطر الجراد الصحراوى على وسيلة أو أخرى للمسح والاستكشاف والرصد والملاحظة لأوضاع الجراد، سواء فى مناطق تكاثره، أو فى مسارات تحركه، وذلك لتوفير المعلومات اللازمة لاتخاذ الاجراءات الكفيلة بمواجهة الخطر المحتمل فى مهده أو قبل وصوله الى حيث يخشى ضرره فى مناطق الزراعات المختلفة.

وبطبيعة الحال فإن عنصر الوقت يظل هو العامل الزمنى الحاسم فى درء المخاطر المحتملة للجراد، حيث تكون الوقاية من تلك المخاطر أكثر فعالية وأقل كلفة وأشد تأثيراً كلما تم ذلك فى فترات مبكرة من مراحل التكاثر، ويقل الأثر تدريجياً وترتفع التكلفة تصاعدياً كلما تأخرت مرحلة الكشف والرصد والمعرفة المبكرة.

وقد إتبع الإنسان العديد من الوسائل والأساليب عبر الزمن ليتمكن من استكشاف الخطر قبل وقوعه والوقاية منه قبل فوات الأوان، ومن بين أهم الطرق المتبعة فى هذا المجال ما يأتى :

### 5-1 طرق الرصد والاستكشاف والمتابعة الأرضية :

ويتم ذلك بواسطة فرق العمل التى تقوم بعملية الاستكشاف، أما سيراً على الأقدام، أو باستخدام السيارات، وذلك لكشف وتحديد أماكن الإصابة أو تحركات أسراب الجراد، والتقدير العددى لها، وتحديد أطوارها، والظروف المواتية لنموها وتكاثرها.

#### 5-1-1: الاستكشاف سيراً على الأقدام:

يتم بواسطة فرق عمل (جماعية) تقوم بالسير على الأقدام فى المناطق المحتملة لوجود الجراد أو مساراته. ويتم السير فى صفوف يفصل بين كل فردين نحو (10) أمتار ولمسافة حوالى (100) متر، ويحمل كل منهم عصاً طويلة يثير بها الأرض أو الغطاء النباتى لاثارة

الجراد، حيث يقوم كل فرد بعد الحشرات المثارة على جانبيه لمسافة 20 متراً. وفى هذه الحالة يتم حساب عدد الجراد فى الهكتار الواحد وفقاً للمعادلة التالية :

$$\text{عدد الجراد/الهكتار} = \frac{(\text{اجمالى عدد الجراد الذى تم عده}) \times 50}{\text{عدد القائمين بعملية العد}}$$

### 5-1-2: الاستكشاف بالسيارات:

تقوم السيارة بالسير فى الاتجاه المعاكس للرياح وفى خط مستقيم، بينما يقوم المستكشف بعد الحشرات التى تثيرها حركة السيارة وصوتها وعجلاتها على جانبى السيارة، ولمسافة مترين من كلا الجانبين، ويستخدم لذلك عداد يدوى، ولكن من عيوب هذه الطريقة أنها لا تستطيع مسح كامل أجزاء المنطقة خاصة المناطق الوعرة وأعالى الجبال وباطن الوديان. ويقدر عدد الجراد في الكيلو متر المربع الواحد لهذه الطريقة وفقاً للمعادلة:

$$\text{عدد الجراد فى الكيلو متر المربع} = \frac{(\text{اجمالى عدد الجراد الذى تم عده}) \times 20}{\text{عدد القائمين بعملية العد} \times \text{مسافة السير بالكيلومترات}}$$

### 5-2: الاستكشاف والرصد الجوى:

تستخدم هنا الطائرات لرصد تحركات الجراد أو أماكن استقراره، كما يتم رصد تجمعات الحوريات وبخاصة فى الأعمار المتقدمة وبالأعداد الكبيرة، وفى المساحات الواسعة حتى يسهل تمييزها من الطائرة بوضوح. وتحلق الطائرات عادة على ارتفاعات منخفضة، ويتم الطيران لمسافات تتراوح بين 0.5 الى 2.0 كيلو متر فى حالات استكشاف أسراب الجراد، وأقل من ذلك اذا كان المراد دراسة الغطاء النباتى أو البحث عن الحشرات الجاثمة على سطح الأرض. وفى حالة الأسراب المتحركة، فإن الطائرة تتحرك فى الاتجاه المعاكس للريح وفى أوقات الظهيرة مابين الساعة الحادية عشر الى الساعة الرابعة بعد الظهر، ويحلق الطيار إما فوق مستوى السرب أو دونه ليتمكن القائم بالاستكشاف من تحديد حجم السرب.

ومن أهم طرق الاستكشاف والرصد الجوى لأسراب الجراد الصحراوى ما يلى :

### 5-2-1: طريقة الطيران فى خطوط متوازية:

يتم بهذه الطريقة الاستكشاف فى خطوط متوازية، يبعد كل منها عن الآخر مسافة 5 كيلو مترات بالعرض، بحيث يراعى عند تحديد نقطة البداية أن يكون إتجاه الشمس إلى الخلف حتى لاتعوق الرؤيا، وألا يزيد إرتفاع الطيران عن 100 متر عن سطح الأرض.

### 5-2-2: طريقة المربعات :

هنا تحلق الطائرة على إرتفاع نحو 100 قدم، ويتم الطيران من مركز المنطقة المحددة فى شكل مربع، يتسع تدريجياً حتى يتم تغطية كامل المنطقة وبالتالي إنتهاء الحصر.

### 5-3: الإستكشاف بإستخدام الرادار :

فى الحالات التى لاتكون فيها أسراب الجراد مبعثرة عند طيرانها وتكون فى أماكن مكشوفة وخالية من العوائق الجبلية التي تعترض الرصد، فانه بالإمكان إستخدام الرادار فى عملية الإستكشاف حيث يظهر السرب كنقطة مضيئة كبيرة وغير متحركة، لأن سرعة تحرك السرب تعتبر صغيرة جداً مقارنة بسرعة الطائرات التى صمم الرادار أصلاً لإكتشافها.

وفى جميع الأحوال السابقة، فإن مايتم الحصول عليه من معلومات بأى من طرق الاستكشاف والرصد، يتم ابلاغها الى الجهات المسؤولة المحلية والدولية بوسائل الاتصال السريعة كالتليفون أو الراديو أو اللاسلكى، وذلك لمتابعة الموقف واتخاذ القرار المناسب فى الوقت المناسب بشأن الاجراءات الواجب اتباعها وقائياً أو للمكافحة. ومن أهم المعلومات التى يتم الابلاغ عنها ما يتعلق بكل بما يأتى :

- وصف الاصابة من حيث نوع وطور الحشرات (أسراب - حوريات - حشرات حديثة الانسلاخ).
- تاريخ ومكان أو أماكن الاصابة.

- كثافة الحشرات وارتفاع طيران أسرابها.
- تقدير حجم الاصابة والأسراب وإتجاه تحركاتها.
- حجم المنطقة المصابة بالحوريات.
- الأنماط المتواجدة بمنطقة الإصابة.
- نشاط وسلوك الاصابة.

## 5-4: الأساليب الحديثة المستخدمة فى رصد واستكشاف الجراد الصحراوى:

نظراً للأهمية الحيوية لعنصر الوقت فى درء وتلافى أخطار الجراد الصحراوى، فإن الأساليب الحديثة المستخدمة فى الكشف عن الجراد وتحركاته، تعتمد على عنصر المبادرة المبكرة التى لاتهتم فقط برصد واستكشاف أماكن الجراد أو تحركاته فى أى طور من أطواره، وإنما تتعرف على الاحتمالات المستقبلية لتكون جماعاته ونموها، وذلك برصد وتحليل المتغيرات والعوامل البيئية المختلفة التى تهيىء ظروفاً مواتيه لتكون جيل جديد من هذه الآفة.

وتعتبر أساليب التنبؤ والاستشعار عن بعد من الأساليب التى بدىء فى تطبيقها حديثاً فى بعض الدول والمناطق، لمواجهة الخطر المرتقب لمثل هذه الآفة قبل أن يستفحل وتستحيل مواجهته، أو أن تتطلب تلك المواجهة من الجهد والنفقات ما قد يتعذر توفيره بالقدر الكافى وفى التوقيت المناسب. هذا فضلاً عما تحدثه الكميات الضخمة من المبيدات التى تستخدم فى مكافحة أسراب الجراد من أضرار بيئية وصحية لايستهان بها.

هذا وتقع مختلف تقانات الانذار المبكر ضمن أساليب التنبؤ التى تعطى المعلومات عن الحدث قبل وقوعه، ومع التطورت الهائلة فى مجال نظم وأدوات القياس والرصد والتحليل والاستشعار عن بعد باستخدام الطائرات أو الأقمار الصناعية، فقد حدثت تطورات موازية فى مجالات التنبؤ بأوضاع الجراد الصحراوى فى كل مراحله وأحواله وسلوكه، وما قد يطرأ عليها من تغيرات، بدءاً من التكاثر والنمو إلى التجمع والتحرك والغزو.

ويعتبر الاستشعار عن بعد من التقنيات التى تستهدف ملاحظة ورصد وقياس التغيرات التى تحدث على سطح الأرض، وتقدير وتحليل هذه التغيرات، سواء تم ذلك بواسطة الطائرات أو الأقمار الصناعية التى أصبحت شائعة الاستخدام فى مجالات عديدة للاستشعار. وتلعب هذه التقنيات دوراً أساسياً فى مجال متابعة الجراد وتحركاته والمناطق الصالحة لتكاثره وهبوطه. وبمساعدة التطورات الكبيرة فى مجالات اعداد الخرائط وجمع وتحليل ومعالجة البيانات والصور الفضائية، فإنه يمكن أن يلعب الاستشعار عن بعد والإنذار المبكر دوراً ايجابياً بالغ الفعالية، ليس فقط في مكافحة الجراد الصحراوى، وإنما فى الوقاية من ويلاته وهجماته الشرسة والقضاء على الخطر فى مهده.

وبما أن غارات الجراد لا تعترف بالحدود السياسية ولا تخص بلداً دون آخر، فقد اصبح من الواجب توفير المعلومات اللازمة عن مدى إنتشار هذه الآفة، وعن اماكن تواجدها وعن تحركاتها، مما يقود الى دعم عمليات المقاومة والإستعداد في وقت مبكر قبل أن يستفحل الأمر. ولكي يتم التنبؤ بتحركات الجراد الصحراوي لا بد من معرفة العوامل التي تؤثر في نشاط الجراد الصحراوي والتي يمكن إيجازها فيما يلي:

أ- **الامطار** : أن زيادة الرطوبة الأرضية تساعد في وضع وفقس البيض، كما أن الحشائش والمزروعات بعد الامطار يوفران الغذاء الرئيسي للحوريات بعد الفقس وايضاً للجراد الطائر. كما وأن عدم سقوط الامطار يقود لتلاشي الجراد وتلف كثير من حقول البيض.

ب-**الحرارة**: لقد أثبتت التجارب أن أنسب درجة حرارة لنمو الحوريات هي بين 20-30 درجة مئوية، وتطول أعمار الحشرات إذا كانت الدرجة أقل من ذلك، أما اذا كانت أكثر، فإن ذلك يقود لهلاكها.

ج- **الرياح**: تنتقل أسراب الجراد لمسافات بعيدة بفعل الرياح أي من مناطق الضغط الجوي العالي الي مناطق الضغط المنخفض.

### 5-4-1: أساليب التنبؤ:

يعرف التنبؤ على أنه التعرف المبكر نسبياً على إحتمال حدوث تكاثر أو تحركات أو سلوك ما للجراد فى أحد أو بعض المناطق فى فترة زمنية قادمة فى المستقبل القريب.

...ذلك على حالة أوضاع الجراد وقت التنبؤ، والتغيرات المتوقعة فى تلك الأوضاع. ويمكن من حيث البعد الزمنى التمييز بين نوعين من حالات التنبؤ، تنبؤ للمدى القصير، وآخر للمدى الطويل، ويمتد النوع الأول إلى عدة ساعات أو أيام قليلة، وعادة ما يتم اجراؤه فى فترة الحملات التى تستهدف وضع خطة عمل يومية. ويعتمد هذا النوع من التنبؤ على عناصر الأحوال الجوية، وقد تأخذ صورة التحذير لدولة ما أو منطقة ما خالية من الجراد ومن المحتمل غزوها.

وأما النوع الطويل المدى من التنبؤ، فيمتد أفقه الزمنى الى عدة أسابيع أو لجيل من أجيال الجراد، ويعطى تقديراً للتغيرات المتوقعة فى الموقف نتيجة للظروف الجوية السائدة خلال فترة التنبؤ، حيث يعتمد فى ذلك على تحليل واستقرار بيانات الأرصاد لمدة طويلة.

وتتطلب عمليات وأساليب التنبؤ توافر رصيد مناسب من البيانات للفترة الزمنية الماضية، حول العديد من العوامل والمتغيرات ذات العلاقة بأوضاع الجراد وأطوار نموه وسلوكه وتحركاته، كما تتطلب آخر المستجدات والأوضاع والتقديرات الخاصة بتلك البيانات والمعلومات، فضلاً عن التقديرات المتوقعة بها فى الأفق الزمنى المستقبلى. وقد يستخدم فى مجال التنبؤ بعض النماذج الرياضية أو الاحصائية التى تعالج علاقات التأثير المتبادل بين مختلف العوامل والمتغيرات.

وبطبيعة الحال تتطلب عمليات التنبؤ الى جانب وفرة ودقة البيانات والمعلومات، عناصر ذات خبرة وتدريب مناسب فى هذا المجال، بالاضافة إلى بعض الأجهزة والمعدات التى من بينها الحاسبات الآلية والبرمجيات المناسبة.

### 5-4-2: الاستشعار عن بعد:

تعتبر أساليب الاستشعار عن بعد أحد أهم وسائل الانذار المبكر فى العديد من ...جالات، والتى من بينها رصد سلوك وتحركات الجراد الصحراوى. وتعمل فى تعاون وثيق ...الأجهزة المعنية بالمكافحة. كما ترتبط أجهزة الاستشعار عن بعد بالمراكز والهيئات ...ة بإعداد التنبؤات، وكلاهما يرتبط بالوسائل المناسبة لنشر المعلومات التحذيرية ...عداد للإحتمالات القادمة.

وباستخدام الوسائل المتقدمة للإستشعار عن بعد، يتم ملاحظة التغيرات فى الظواهر والعوامل ذات العلاقة التى تحدث على سطح الأرض، إما باستخدام الطائرات أو بالأقمار الصناعية، التى أصبحت من الوسائل الهامة فى هذا المجال فى الوقت الحاضر. ومن خلال المعلومات والبيانات التى يتم رصدها، يجرى تحليل وتقويم التغيرات الحادثة وتفسير النتائج بواسطة الخبراء المتخصصين، وإبلاغها للجهات المسؤولة وذات العلاقة.

وتلعب أساليب الاستشعار عن بعد في الوقت الحاضر دوراً هاماً فى الرصد والمتابعة والتنبؤ والانذار المبكر بتحركات الجراد الصحراوى والمناطق الصالحة لتكاثره وهبوطه، وأطوار نموه، وأنماط سلوكه. ومن المعلومات والظواهر الهامة التى يتم رصدها ومتابعتها فى هذا المجال ما يلى:

- أماكن سقوط الأمطار ومعدلاتها وكمياتها.
- الأماكن المحتملة لاستقبال الأمطار ومواسم سقوطها.
- تحديد إتجاهات الرياح وسرعتها والعوامل المؤثرة فيها.
- تحديد مناطق العواصف.
- تحديد أماكن انتشار الأعشاب الخضراء بصورة كبيرة.
- درجات الحرارة والرطوبة فى الأماكن المحتملة لنمو وتكاثر الجراد وبخاصة الرطوبة الأرضية.

وبمساعدة هذه المعلومات يتم عمل خرائط توضح المواقع المحتملة لتوافر مجموعة العوامل البيئية التى تهيىء ظروفاً مواتية لنمو وتكاثر الجراد. ويتم مراقبة هذه المواقع واستمرار متابعة المتغيرات التى تطرأ عليها، كما يتم توجيه مجموعات الاستكشاف الى مثل تلك المناطق للتحقق من الأوضاع السائدة بها في الواقع واتخاذ التدابير المناسبة للوقاية أو المكافحة المبكرة، أو الاستعداد للغارات القادمة.

هذا وقد أثبتت تقنية الإستشعار عن بعد أنها تقنية فعالة في دراسة العوامل التي تؤثر في تحركات الجراد الصحراوى، وتوفير المعلومات اللازمة للأجهزة المختصة قبل وقت كاف من تحرك أسراب الجراد الصحراوى وبدء غزواته، مما يساعد على الإستعداد لمقاومة هذه الآفة.

## 6- تطبيقات الإستشعار عن بعد في التنبؤ بتحركات الجراد الصحراوى:

نسبة للتقدم المضطرد في تقنيات الإستشعار عن بعد، فقد أمكن عن طريق إستخدام المستشعرات المختلفة في التنبؤ بحركة الرياح وهطول الامطار ودراسة الغطاء النباتي والتمييز بين انواع النباتات المختلفة، وكذلك المظاهر المختلفة لسطح الارض والتعرف على أسراب الجراد وجماعاته عندما يكون في أعداد كبيرة تغطي مساحات شاسعة من الارض.

ففي حالة التنبؤ بحركة الرياح وهطول الامطار، فان كثيراً من أجهزة الإنذار المبكر تستخدم صور أقمار المناخ (نوا ومتيوسات) وذلك لأنها تحمل مستشعرات تعمل في مجال الطيف الحراري (THERMAL BANDS). إذ يعطي المتيوسات درجة الحرارة كل (1/2) ساعة، بينما يعطي نوا درجة الحرارة كل (12) ساعة. وبمعرفة درجات الحرارة يمكن تحديد اماكن الضغط الجوي العالي وأماكن الضغط الجوي المنخفض، وبالتالي التنبؤ بحركة الرياح التي تساعد على تحركات الجراد. أما هطول الامطار فالتنبؤ به يتم عن طريق رصد السحب وخصائصها. ومن أشهر البرامج العالمية في هذا المجال برنامج منظمة الأرصاد العالمية (WMO) المسمى بمشروع دراسة المناخ بواسطة الأقمار الصناعية التي ترصد السحب (SCCP) والذي بدأ عام 1986. وتعتمد الاسس النظرية لهذا المشروع على أن فرص هطول الامطار تزيد كلما زاد الأتي :

- سطوع السحب (CLOUD BRIGHTNESS).
- سمك السحب (THICKNESS).
- إرتفاع السحب (HEIGHT).

وعادة ما تُدخل المعلومات المأخوذة من المعطيات الفضائية في أجهزة حاسوب عالية القدرة، ليتم تدقيقها ومقارنتها بالمعلومات المأخوذة من محطات الأرصاد الجوية، ثم تبث لأجهزة الأرصاد والإنذار المبكر المختلفة للإستفادة منها.

أما دراسة النبات بواسطة تقنية الإستشعار عن بعد وإستخدام المعلومات المستنبطة في التنبؤ بتحركات الجراد الصحراوي، فهي مبنية على منحنى الإنعكاس الطيفي

(SPECTRAL REFLECTION) للنبات، والذي يعتبر أحد الوسائل الهامة والمفيدة في تحليل البيانات الرقمية التي تمكن من تمييز النباتات وكثافتها وقياس المساحات التي تغطيها. وكما هو مبين في الشكل رقم (4)، فإن الجزء الواقع بين0.4-2.5 مايكرومتر من الحزمة الضوئية هو الذي يستخدم في دراسة النبات.

هذا ويمكن تقسيم المجالات التي تستخدم في رصد النبات الأخضر داخل هذا الجزء كالأتي :

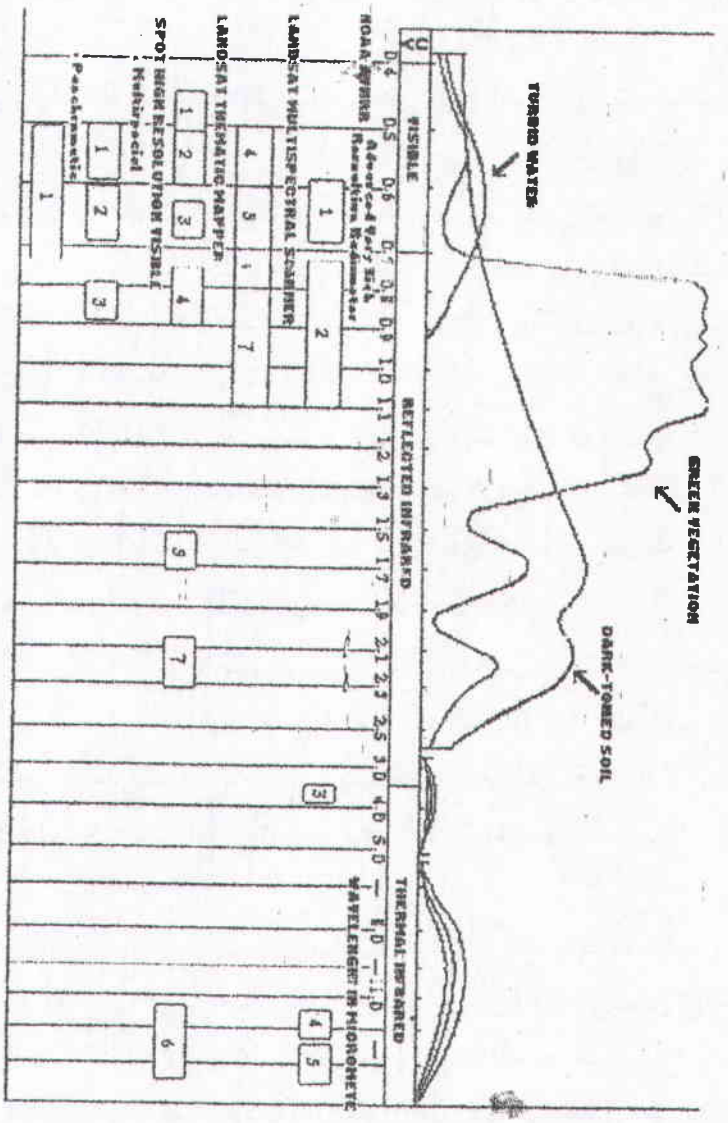
- المجال بين 0.4-0.7 مايكرومتر : وفيه قمة إنعكاس الضوء من النبات عند المدى الطيفي0.62-0.68 مايكرومتر. وتسود هذه المنطقة الصبغة النباتية (PLANT PIGMENT)، التى تمتص الضوء الأزرق والأحمر بواسطة الكلوروفيل، وذلك بغرض إمداد النبات بالطاقة اللازمة لعملية التمثيل الضوئي.
- المجال بين 0.74-1.1 مايكرومتر : وفيه قمة الإنعكاس عند المدى الطيفي 0.79 - 0.9 مايكرومتر. ويسود هذه المنطقة نسيج النبات (PLANT STRUC-TURE) وتركيبه ويقل الإنعكاس في هذا المدى تبعاً لعمر النبات، وذلك لإنعكاس جزء من أشعة الضوء المرئي التي ليس لها تأثير معنوي.
- المجال بين 1.3-2.5 مايكرومتر : وفيه قمة الإنعكاس عند المدى الطيفي 1.55 - 1.75 و 2.1-2.3 مايكرومتر، ويؤثر في هذه المنطقة البناء الداخلي للورقة ويظل الإنعكاس الطيفي كبيراً لكنه محكوم بمحتوى أنسجة الورقة من الماء السائل والذى يحدث أقل قيم له عند الطول الموجي 1.5، 1.9 مايكرومتر.

وكما هو واضح من المنحنى في الشكل رقم (5)، أن النبات الاخضر له إنعكاس طيفي يبلغ نحو 20٪ أو أقل في مدى الضوء المرئي ونحو 60٪ في مدى الاشعة التحت حمراء، وتتغير نسبة الإنعكاس من نبات لآخر حسب طبيعة النبات وبيئته، كما تتغير بالنسبة لتطور ونضج المحاصيل المختلفة، وذلك وفق تغير الكلوروفيل أو زيادة الصبغات الأخرى.

ويمكن إستخدام الإنعكاسات الطيفية في إنتاج خرائط الغطاء النباتي للتنبوء بتحركات الجراد الصحراوي بطرق عديدة من أهمها:

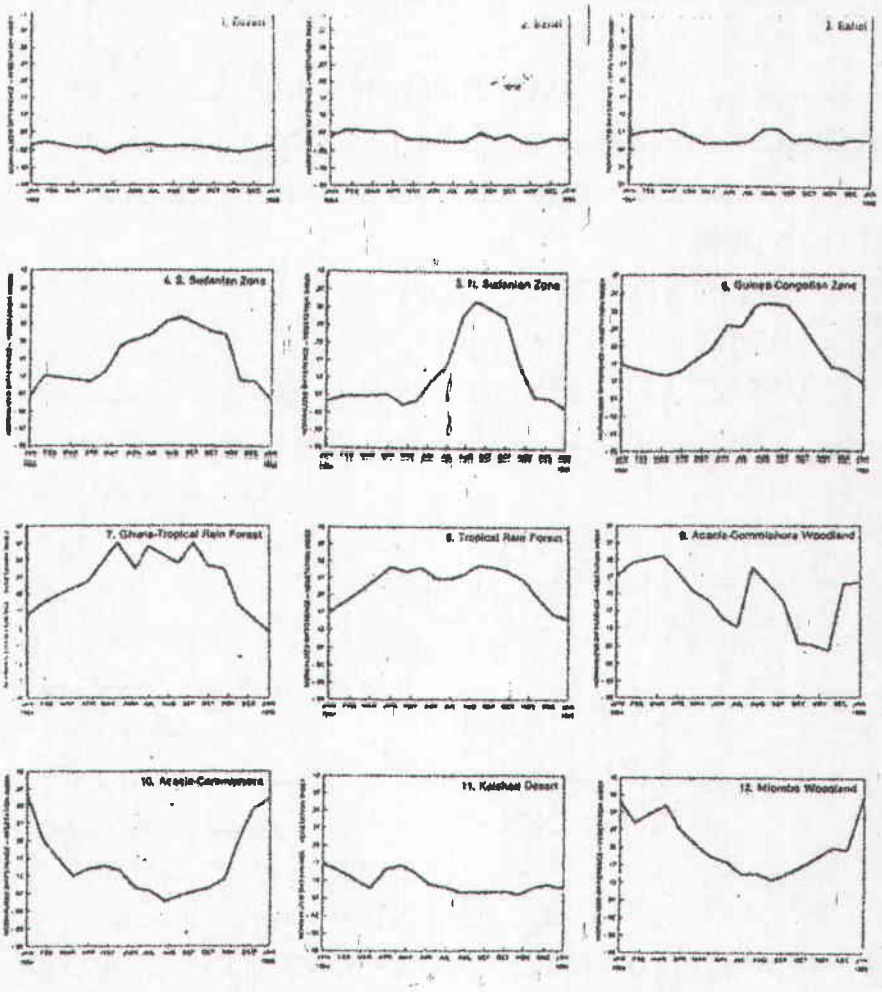
شكل رقم (4)

منحنى الإنعكاس الطيفي للنبات الأخضر والتربة الداكنة والماء العكر وأجزاء الحزمة الضوئية التي يغطيها القمر الصناعي نوا (AVHRR) ولاندسات (MSS) ولاندسات (TM) والقمر الفرنسي (SPOT)



شكل رقم (5)

منحنى الإستجابة والدليل الخضري (NDVI) لبعض النباتات في البيئات المختلفة في أفريقيا وذلك خلال شهور السنة (85/84)




المصدر :

NDVI curves for characteristic cover types of Africa. From : Townshend and Justice (1986) .

أ- إستخدام مجموع الإنعكاسات الطيفية للقنوات المختلفة المستخدمة في مستشعرات الأقمار الصناعية للدلالة على وجود الغطاء النباتي.

ب- إستخدام النسب بين قيم الإنعكاسات الطيفية للقنوات المختلفة ومن أكثرها شيوعاً:

- النسبة البسيطة (SIMPLE RATIO - SR)، وهى عبارة عن النسب بين قيم الإنعكاسات الطيفية عند طول قناتين، مثل نسبة قيم الإنعكاسات الطيفية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء بتلك التي عند الأشعة الحمراء

SR = NIR/R

SR = TM4/TM3 (TM - لاندسات )

SR = B2/B1 ( AVHRR - نوا )

- إستخدام الدليل الخضري (VEGETATION INDEX - VI)، وهو عبارة عن الفرق بين قيم الإنعكاسات الطيفية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء والأشعة الحمراء

V1 = NIR - R

V1 = TM4 - TM3 (TM - لاندسات)

V1 = B2 - B1 (AVHRR - نوا)

ومن إستخدامات الدليل الخضرى :

EV1 = NIR -R (الدليل الخضري للبيئة)

CV1 = NIR - R (الدليل الخضري للمحصول)

GIN = NIR - R (دليل مؤشر الإخضرار)

(GREEN INDEX NUMBER)

- إستخدام الدليل العادي للاختلافات الخضرية

(NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX - NDVI).

وهو عبارة عن النسبة بين الفرق بين الإنعكاسات الطيفية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء الي مجموع قيم الإنعكاسات الطيفية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء والأشعة الحمراء.

NDVI = (NIR - IR) / (NIR + R)

NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)

NDVI = (B2 - B1) / (B2 + B1)

وفي كل المعادلات السابقة فأن :

NIR = الانعكاس الطيفي عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء.

R = الانعكاس الطيفي عند الطول الموجي للأشعة الحمراء للضوء المرئي.

TM4 = القناة (4) للماسحة الموضوعية - لاندسات.

TM3 = القناة (3) للماسحة الموضوعية - لاندسات.

B1 = القناة الاولى لاقمار نوا.

B2 = القناة الثانية لاقمار نوا.

ويعتبر ال NDVI اكثر حساسية للكميات القليلة من النبات، وتنحصر قيمته بين (-1) و (1)، والقيم القليلة تدل على قلة النبات كما هو واضح في الشكل (5)، حيث ان قيمة هذا الدليل قليلة جداً في الصحاري عنها في الغابات الإستوائية، ويمكن إنتاج خرائط الغطاء النباتي بإستخدام ال NDVI، وذلك وفق الحاجة للتنبؤ بتحركات الجراد، إذ يمكن إنتاج هذه الخرائط أكثر من مرة في اليوم بإستخدام صور القمر الصناعي منيوسات ونوا وكل 16 يوم بإستخدام صور اللاندسات، وكل 22 يوم بإستخدام صور القمر الصناعي الهندي، وكل 26 يوم بإستخدام صور القمر الصناعي سبوت (راجع جدول1). ويتحكم في مقياس رسم الخريطة بجانب التكاليف حجم الوحدة الارضية للقمر الصناعي (PIXEL) او قدرة التمييز المكاني (SPATIAL RESOLUTION). فمقياس الرسم بالنسبة للماسح متعدد الاطياف (MSS) بين 1/ 150000 الي 1/ 350000 وبالنسبة للاندسات الخرائط الموضوعية بين 1/ 50000 الي 1/ 120000 وبالنسبة للاسبوت (XS) بين 1/ 40000 لي 1/ 80000 وبالنسبة لاسبوت (P) فهو بين 1/ 1850 إلى 1/ 40000.

ولقد اوضحت نتائج الدراسات أن إستخدام أقمار لاندسات تقلل من تكاليف إعداد خرائط النبات بمقدار 20/1 . ويمكن إعداد خرائط الغطاء النباتي بإستخدام البيانات في شكلها الرقمي على شرائط كهرومغناطيسية، يمكن معالجتها بواسطة الحاسوب عن طريق برامج التحليل الرقمي للصور.

جدول رقم (1)

ميزات المعطيات الفضائية التى توفرها بعض الأقمار الصناعية

| الميزة | لاندسات MSSS | لاندسات (TM ) | سبوت (SPOT) | نوا (AVHHR) | القمر الهندي (IRS) | متيوسات (METEOSAT) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| قدرة التمييز المكاني متر | 80 | (15) 30 (120) | 20–10 | 1100 | 72.5 36.25 | 2500 5000 |
| قدرة التمييز الزمني (يوم) | 16 | 16 | 26 | يومياً | 22 | 1/2 ساعة |
| الشمولية (التغطية) بالكلم 2 | 34000 | 34000 | 3600 | 2000000 | 74148 | 7.500.000 |
| المجال الطيفي مايكرومتر | 1.1–0.5 | 2.35–0.45 12–10.45 | 0.9–0.5 | 1.1–0.58 12–3.4 | 0.86–0.46 | 11–0.4 7.1–5.7 12.5–10.5 |

المصدر : وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) ، 1986 .

وبتحسين طرق ووسائل الإستشعار عن بعد وطرق التحليل المتعددة، يتم الحصول على البيانات في مختلف الأزمنة ولمساحات شاسعة. و تسعى بعض المنظمات مثل منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO) لتحسين الأنشطة في هذا المجال لرصد تحركات الجراد الصحراوي، وذلك من خلال مشاريع إقليمية ونظام للإنذار المبكر عن الجراد الصحراوي، وذلك بهدف تقليل الفاقد من النبات وحماية مجتمعات بأسرها من المجاعات والكوارث.

لقد أثبت هذا المشروع أن البيانات التي يمكن الحصول عليها من المعطيات الفضائية يمكنها المساهمة وبطريقة فعالة في مساعدة الدول لإحتواء هذه الآفة الخطيرة بالإضافة الى أنها تساعد وتفيد في تخطيط عمليات الطوارئ الخاصة بمكافحة الجراد الصحراوى والتي يتم تمويلها عالمياً. إن المعرفة الدقيقة والمبكرة لتحركات الجراد الصحراوى تتطلب إجراء دراسات فنية وميدانية لمعرفة طبيعة الإنعكاس الطيفي الحقلي لمختلف النباتات وعمل شبكة معلومات للإنذار المبكر يستفاد منها على نطاق العالم العربي وتستخدم تحت الظروف المحلية لكل دولة عربية وهذا ما تسعى اليه المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

## المراجع

1- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة قومية لحصر وتحديد الإمكانات والإحتياجات التدريبية المناسبة لإستخدام تقانات الإنذار المبكر في مجال رصد تحركات الجراد الصحراوي في الوطن العربي، الخرطوم، ديسمبر (كانون أول) 1997.

2- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضي (معهد بحوث وقاية النباتات)، مجموعة محاضرات الدورة التدريبية القطرية في مجال الجراد الصحراوي، الوادي الجديد، مصر، 25-31 ديسمبر (كانون أول) 1996.

3- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الدورة التدريبية في مجال مكافحة الجراد الصحراوي، جيبوتي، 27/9-1996/10/2، الخرطوم، سبتمبر (أيلول) 1996.

4- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الدورة التدريبية القطرية في مجال مكافحة الجراد الصحراوي، الخرطوم، السودان، 1995.

5- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، اللقاء القومي حول إستراتيجية مكافحة الجراد الصحراوي في الوطن العربي، دمشق، 11-1994/9/13، الخرطوم، ديسمبر (كانون أول) 1994.

6- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دورة تدريبية في مجال مكافحة الجراد الصحراوي بالوطن العربي، الخرطوم، 15-1989/8/30، الخرطوم، نوفمبر (تشرين ثاني) 1989.

# إستخدام المستشعرات الفضائية في رصد ومراقبة الجراد الصحراوي

# إستخدام المستشعرات الفضائية في رصد ومراقبة الجراد الصحراوي

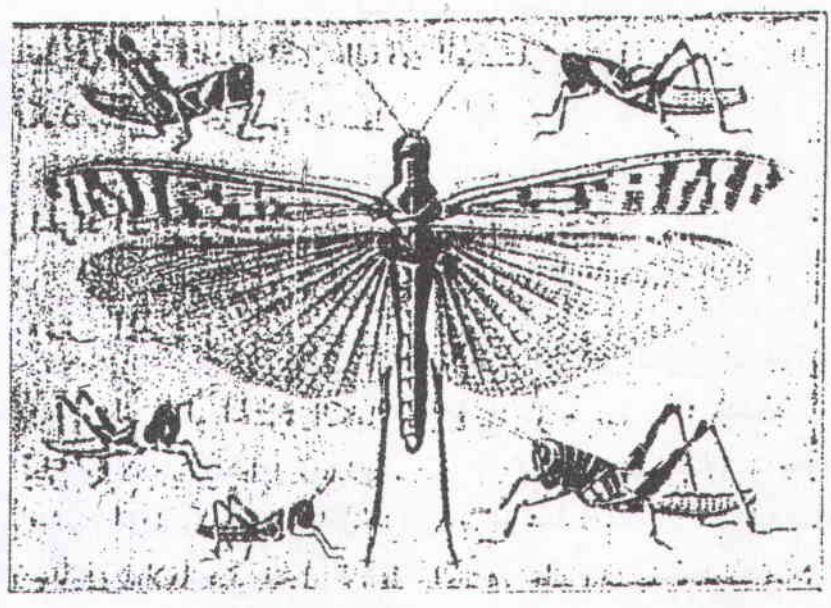
إعداد
مهندس زراعي / عبدالرحيم لولو
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – سوريا

حمل الجراد الصحراوي الاضرار للجنس البشري على مر التاريخ وبخاصة لمنطقة تزيد مساحتها على 30 مليون كم2 تمتد من شاطيء الاطلسي غربا الى بنغلاديش شرقا ومن تنزانيا جنوبا حتي الجمهوريات الجنوبية للاتحاد السوفيتي السابق شمالا، وذلك بتعرض المحاصيل الزراعية والعلفية والنباتات الرعوية وبقية الثروات الزراعية للتلف في خمسة وخمسين دولة يعيش فيها حوالى 850 مليون نسمة يعتمد معظمهم على الزراعة.

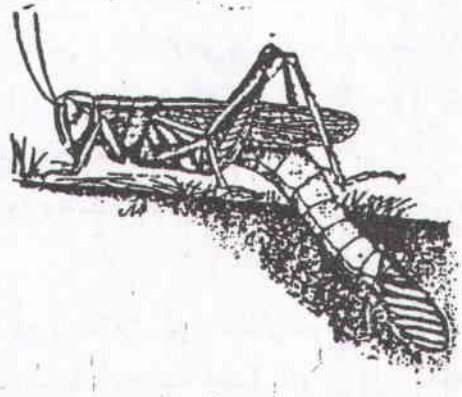
## دورة الحياة :

يتبع الجراد الصحراوي رتبة الحشرات مستقيمة الاجنحة فصيلة الجراد التي تتضمن أنواعاً كثيرة من الجراد والجنادب ويتميز الجراد عن الجنادب بالهجرة من مكان الى آخر، وقد اعتمد بعض الباحثين في التمييز بينهما على أن الجراد يطلق على الانواع التي تميل في طور الحرية والحشرة الكاملة الى التجمع والهجرة، أما الجنادب فلاتكون لها هذه الصفة. يبلغ طول حشرة الجراد الصحراوي 5.4 – 5.5 سم ، الاجنحة أطول من البطن عليها مربعات صغيرة ذات لون غامق، لونها قبل البلوغ أحمر يتحول الى أصفر بعد البلوغ.

ومن العوامل التي تساعد على التكاثر تعاقب عدد من السنين يكون فيها هطول المطر اكثر من المتوسط حيث تتم عملية التزاوج ويبدأ الجراد بوضع البيوض وأثناء عملية الوضع يطول البطن الى ثلاثة أمثال طوله، تضع الانثي بيوضها في التربة الخفيفة السلتية والرملية بمعدل 80-150 بيضة على دفعتين أو ثلاثة وعلى عمق يتراوح بين 5-10 سم وعندما تتوفر الرطوبة الحرة في التربة يكتمل تطور البيوض وتفقس بعد حوالى (14) يوم ويكون لون الحورية بعد الفقس أخضر وطولها (7-11) مم . وبعد أن



الجراد الصحراوي : الحشرة الكاملة والحوريات



انثى الجراد أثناء وضع البيض

تتغذي يصبح لونها أسودا مبقعا بالاخضر المائل للصفرة، وفي الطور الثاني تظهر الالوان على الجسم ويزيد الطول الى (11-12) مم ويزداد الى (14-16) مم في الطور الثالث وتظهر عليه بعض التبقعات الحمراء أو البرتقالية وتظهر نتوءات الاجنحة ، وفي الطور الرابع يتحول اللون الى الاصفر الباهت ويصل الطول الى (26-32) مم وتبدأ الحوريات في الحركة بشكل جماعات هائلة ويزداد ضررها وفي الطور الخامس يصل طولها الى (39-43)مم وتكبر الاجنحة ثم تنسلخ هذه الحوريات وتظهر الحشرة الكاملة ويبدأ الجراد البالغ هجرته لعدة أسابيع او أشهر حتي يجد منطقة أخرى يمكن ان تكون بعيدة عدة الاف من الكيلومترات يكون قد هطل فيها المطر وكثر فيها النبات وبذلك تكون الظروف ملائمة للتغذية والتكاثر من جديد.

**كيفية تطور آفة الجراد :**

يظهر الجراد الصحراوي في مناطق الغزو أو التراجع بمظهرين، المظهر القطيعي والمظهر الانفرادي، ويحدث الانتقال من المظهر الانفرادي الى المظهر القطيعي خلال توفر الشروط البيئية المناسبة الناتجة عن الهطول الواسع للمطر والتطور المتلاحق للنبات.

عندما يكون عدد الحشرات قليلا فانها لاتسبب أية مشكلة، ولكن فيما اذا تحولت الى النمط القطيعي وكثرت أسرابها نتيجة التناسل الناجح لعدة أجيال وزادت كثافة الغطاء النباتي، فانه من المتوقع حدوث آفة تتجلي بالاضرار الناجمة عن غزو الحشرات للحقول والاراضي الزراعية، أثناء هذه الآفات التي تتميز بأعداد هائلة من أسراب الجراد القافز يمكن أن يحصل تلف كامل أو جزئي للثروات الزراعية وللسيطرة عليها لابد من استخدام المبيدات الكيميائية على نطاق اقليمي ومحلي ولابد من الاشارة الى أن تأمين المبيدات العضوية والصناعية وتطور تقنيات الرش على ارتفاع منخفض منذ عام 1950 قد ساعد على التخلص من آفات الجراد والاقلال من تجددها، ونتيجة لذلك ومنذ آخر أهم آفة في عام 1963 كان هناك آفة واحدة فقط عام 1968 بينما كانت 83 سنة وبائية من أصل 103 سنوات سابقة ولكن تبقي الحقيقة ماثلة أمامنا، وهي أن الخطر الناجم عن انتشار الجراد الصحراوي بعيد عن السيطرة التامة وهذا ماتبين من الارتفاع المفاجيء والهام لاعداد الجراد وأسرابه عامي 1977-1979 في أقاليم التراجع الشرقية والوسطي وخلال عامي 1980-1988 في أقاليم التراجع الغربية.

## طرق وتقنيات الاستشعار عن بعد المستخدمة في مراقبة الجراد الصحراوي:

تعتمد طرق مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ بنشاطه علي تحليل المعطيات المجموعة بواسطة التوابع الصنعية الخاصة بدراسة الموارد والمظاهر الطبيعية مثل لاندسات وسبوت ونوي والتي تحمل مستشعرات ذوات أنظمة ماسحة Scanners مثل الماسح متعدد الاطياف MSS والماسح الغرضي TM المحمولين على متن التابع الصنعي لاندسات 5 ، يتم تسجيل المعطيات المجموعة بواسطة هذه المستشعرات بشكل إشارات كهربائية ضمن عدة مجالات طيفية وترسل مباشرة الى محطات الاستقبال الارضية، أو يتم تسجيلها ومن ثم ارسالها الى تلك المحطات، هذه الطريقة جعلت من الممكن تسجيل تلك المعطيات على أوساط كومبيوترية رقميا باستخدام اعداد افتراضية تمثل مختلف الشدات اللونية التى يسجلها جهاز الاستشعار ، بحيث يتم تسجيل شدة السطوع لاصغر مساحة يمكن تمييزها على الارض ويمكن معالجة تلك المعطيات بواسطة الكومبيوتر بعد اجراء مجموعة من عمليات التصحيح والترشيح والتحسين.

تعتمد استراتيجية منع الآفة على تحديد المناطق التي هطل فيها المطر ومراقبة تزايد تعداد الجراد وتقنية الاستشعار عن بعد من التوابع الصنعية هي الوسيلة الاحدث والوحيدة التي يمكن بواسطتها مراقبة 16 مليون كم2 التي تشكل منطقة تراجع الجراد الصحراوي بالكامل وبشكل متكرر وبتكلفة معقولة.

إن رطوبة التربة والنبات الاخضر ضروريان لفقس البيوض وتطور الحشرة لذلك فان تقنيات المراقبة يمكن أن تعتمد علي ظاهرتي هطول المطر والجريان السطحي في منطقة التراجع حيث يمكن استشعار رطوبة التربة عن بعد في الاقاليم الصحراوية بواسطة المستشعرات التي تعمل ضمن نطاق الموجات الطيفية القصيرة، أو بالاعتماد على تقنيات المسح الحراري كما أن الاستشعار عن بعد للحوادث الارصادية المسببة لتغيرات رطوبة التربة التي لها علاقة بتطور وتزايد تعداد الجراد يمكن أن تتم من خلال دراسة معطيات التوابع الصنعية الارضية الثابتة مثل التابع الصنعي لافريقيا والشرق الادني المسمي متيوسات (METEOSAT) فالتكرار الزمني السريع (صورة كل نصف ساعة) لهذه المعطيات المجموعة ضمن نطاق الاشعة المرئية وتحت الحمراء تسمح بمراقبة مفصلة لنظام الطقس الذي يسبب هطول المطر اللازم لبدء تناسل الجراد، كما أن التحاليل المتكررة للسحب وتقدير الهطول المتوقع تسمح بكشف المواقع التي يجب توجيه نشاطات المسح اليها في منطقة التراجع.

خارطة مناطق غزو وتراجع الجراد الصحـــــــراوي

## التنبؤ بنشاط الجراد الصحراوي :

عند مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ عن نشاطه لابد من دراسة الكتلة الحيوية للنبات في مناطق الغزو والتراجع ويمكن ذلك عن طريق استشعارها عن بعد وهذه تقنية متطورة جدا حيث يعتبر النبات من الاهداف التي تجمع عنها المعطيات من توابع صنعية متعددة وهي تتلخص بقياس الاشعة المنعكسة والناجمة عن التفاعل بين النبات والاشعاع الطيفي الساقط عليها، ومن الجدير بالذكر أنه يمكن أخذ هذه القياسات من على ارتفاع فوق سطح الارض 1م ، 100 ، 500 ، 1000 كم ... الخ حسب نظام الاستشعار المتبع من الرافعة او الطائرة أو المركبات الفضائية، وهذا يتطلب استخدام نطاقين طيفيين هما نطاق الاشعة الحمراء (0.6 - 0.7) ميكرومتر والاشعة تحت الحمراء القريبة (0.7-1.3) ميكرومتر مع الاخذ بعين الاعتبار اختلاف أطوال هذه الموجات بشكل طفيف بين العاملين في هذا المجال وتجدر الاشارة هنا الى أن نطاق الاشعة الحمراء ذو علاقة وثيقة بمنطقة الامتصاص الكلورفيلي للنبات، هذه العملية تحتاج الى طاقة تمتصها من الاشعة الطيفية ويكون هذا الامتصاص أعظميا في نطاق الاشعة الحمراء، وكلما كانت عملية التركيب الكلورفيلي أكثر كان الامتصاص اكبر وبالتالي نسبة الاشعة المنعكسة أقل، أي كتلة النبات أكثف ، يتضح من هذا أن هناك علاقة عكسية بين نسبة الكلورفيل ونسبة الاشعة الحمراء المنعكسة المسجلة بواسطة المستشعر، أما بالنسبة لنطاق الاشعة تحت الحمراء القريبة فهو النطاق الذي يتناسب فيه الانعكاس طرديا مع كثافة النبات، فمن المعروف أن النباتات الخضراء تعكس نسبة كبيرة من الاشعة تحت الحمراء القريبة الساقطة عليها وكلما كانت كثافة النبات أكثر كلما كانت كمية الاشعة المنعكسة أكبر ومن حساب النسبة بين الاشعة الحمراء وتحت الحمراء القريبة المسجلتين بواسطة المستشعر يمكن حساب قيمة القرنية النباتية (NDVI) التى تعبر عن كثافة الكتلة الحيوية للنبات، وتحسب هذه القيمة من العلاقة التالية :

$$\text{القرينة النباتية} = \frac{\text{نسبة الاشعة تحت الحمراء القريبة} - \text{نسبة الاشعة الحمراء}}{\text{نسبة الاشعة تحت الحمراء القريبة} + \text{نسبة الاشعة الحمراء}}$$

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

ولكما كانت هذه القيمة اكبر كلما كانت نسبة النبات اكثف

وبالاعتماد على هذه القيمة يمكن حساب عامل النشاط المحتمل لتناسل الجراد وذلك من العلاقة التالية :

$$\text{عامل النشاط المحتمل لتناسل الجراد} = \frac{أ \times 10 + ب \times 10^{1} + ج \times 10^{2} + د \times 10^{3}}{ت}$$

حيث :

أ- عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة القرينة النباتية لها أقل من 0.04

ب- عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة القرينة النباتية لها بين 0.04-0.1

ج- عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة القرينة النباتية لها بين 0.1-0.16

د- عدد عناصر الصورة الفضائية التي تكون قيمة القرينة النباتية لها أكبر من 0.16 .

ت = أ + ب + ج + د .

وضعت هذه العلاقة وجربت من قبل السيد (جيل هلكما) من مركز الاستشعار عن بعد في منظمة الاغذية والزراعة الدولية (FAO) وكلما كانت قيمة هذا العامل أكبر دل ذلك على زيادة النشاط للجراد الصحراوي.

إن اختيار توابع صنعية مناسبة في مشاريع الاستشعار عن بعد يعتمد على قدرة التمييز المكانية والطيفية والاشعاعية للمستشعرات المحمولة على متنها، مع ملاحظة الاعتبارات المدارية والصفات الزمنية والمكانية والطيفية للاهداف المراد مراقبتها، فمراقبة مواطن الجراد الصحراوي تتطلب تابعا صنعيا باستطاعة مستشعراته كشف وجود الكتلة الحيوية للنبات مع قدرة تمييز مكانية مناسبة في آن واحد وفوق مناطق شاسعة بينما تحافظ على الاختلافات الطيفية للاهداف المدروسة خلال فواصل زمنية متكررة مثال ذلك الماسح متعددة الاطياف MSS والماسح الغرضي TM المحمولين على متن التابع الصنعي لاندسات والتجهيزات عالية الدقة HRV المحمولة على متن التابع الصنعي سبوت وجهاز الراديو متر المتقدم جدا (AVHRR) المحمول على متن التابع الصنعي نوي. بالاعتماد على هذه التوابع الصنعية ومستشعراتها يمكن مراقبة

منحنى الانعكاس الطيفي النباتات الخضراء
نسبة الانعكاس ٪
٤٠
٣٠
٠
٠ر٤
٠ر٦
٠ر٨
١
١ر٢
١ر٤
١ر٦
١ر٨
طول الموجة / ميكرومتر
الأشعة تحت الحمراء القريبة
الأشعة الحمراء منطقة الامتصاص الكلوروفلي

واستشعار مواطن الجراد الصحراوي مع العلم أنها تختلف عن بعضها ببعض المواصفات مثل ارتفاع المدار وقدرة التمييز المكانية وحقل الرؤيا وعرض الرقعة وتكرار المراقبة ما هو موضح في الجدول.

هذا وقد تم تقييم معطيات التابع الصنعي لاندسات المجموعة بواسطة الماسح متعدد الاطياف في مسح ومراقبة مواطن الجراد الصحراوي من قبل (بيدجلي 1973 وهيلكما) وأظهر هذا التقييم أن معطيات الماسح متعدد الاطياف تستطيع كشف وجود النبات ومراقبة ديناميكيته بدقة ولكن الحاجة الى عدد من صور الماسح متعدد الاطياف لتغطية منطقة تراجع الجراد الصحراوي تجعل المراقبة لفترة زمنية طويلة صعبة وتكمن أهميتها في تصنيف ومسح المواطن المختلفة في مناطق التراجع والغزو خاصة على المستوي المحلي وذلك بالاعتماد على تضاريس الارض ومواصفات التربة والنبات.

أما من اجل المراقبة الروتينية لمناطق واسعة مثل منطقة التراجع، فيعتبر التابع الصنعي نوي الحامل للمستشعر (AVHRR) ذو قدرة التمييز المكانية 1 كم و 4 كم مثاليا لانه يمكن تغطية كافة المنطقة بسبعة صور فضائية فقط.

ولبيان فوائد الاستشعار عن بعد من التوابع الصنعية في مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ بنشاطه أجريت دراسة شاملة من قبل منظمة الاغذية والزراعة الدولية تضمنت اختيار مناطق شاملة على أساس تكرار تكاثر الجراد، وتم الحصول على معطيات الماسح متعدد الاطياف ومعطيات المستشعر (AVHRR) المجموعة فوق مالي والجزائر وصحراء ثار الهندية مع العلم أن حجم مواطن التكاثر يحدد نوعية التابع الصنعي المناسب للمراقبة، نتيجة هذه الدراسة وجد أن التكاثر يتم في شكلين جيومورفولوجيين، الشكل الاول هو قنوات الصرف السطحي او الوديان حيث لوحظ تطور النباتات الخضراء في مناطق يتراوح عرضها بين 100-300م وهذا يؤكد ضرورة استخدام معطيات التابع الصنعي لاندسات أو المعطيات الفضائية الاخري وقدرة التمييز العالية لتحديد أماكن هذه الاودية التي يمكن أن يحدث فيها تزايد تعداد الجراد . أما الشكل الثاني فهو المسطحات التي يغطي فيها النبات مساحة في حدود 20 كم2 أو أكثر وتوجد نماذج لهذا الشكل في موريتانيا والسعودية والسودان وفي هذه الحالة يمكن الاعتماد على معطيات المستشعر (AVHRR) ذو قدرة التمييز المكاني 4 كم التي يمكن الحصول عليها بفواصل زمنية أقصر وكلفة أقل.

## أهم مميزات التوابع الصنعية والمستشعرات المحمولة على متنها والمستخدمة في مراقبة نشاط الجراد الصحراوي

| التابع الصنعي | ارتفاع المدار/كم | المستشعر | المجالات الطيفية | قدرة الفصل المكاني | التكرار | مساحة الصورة /كم2 | عدد الصور أو المدارات اللازمة لتغطية منطقة التراجع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لاندسات | 705 | الماسح متعدد الاطياف MSS | أشعة خضراء حمراء – تحت حمراء قريبه | 80 متر | 16 يوما | 34000 | 700 |
| | | الماسح الغرضي TM | أشعة زرقاء-خضراء حمراء تحت حمراء قريبه ومتوسطة وحرارية | 30 متر | 16 يوما | 30000 | 700 |
| سبوت | 832 | HRV | أشعة خضراء – حمراء تحت حمراء قريبه بانكروماتيك | 10 متر 20 متر | 26 يوما | 8500 | 2800 |
| نوي | 1450 | AVHRR | أشعة مرئية – تحت حمراء قريبه – تحت حمراء حرارية | 1 كم | 12 ساعة | 2000000 | 7 مدارات |
| ميتيوسات | 35800 | | أشعة مرئية – تحت حمراء متوسطة – تحت حمراء حرارية | 2.5 كم 5 كم | نصف ساعة | | |

نتيجة هذه الدراسة تم وضع برنامج أثنا عشري يتضمن معلومات عن 6 مليون كم2 من منطقة تراجع الجراد الصحراوي وجرى دمج للمعطيات المستقاة من مستشعرات مختلفة تغطي تشاد والسودان وشبه الجزيرة العربية وباكستان والهند ومالي والجزائر، وعولجت هذه المعطيات في المركز الرئيسي لمنظمة الاغذية والزراعة الدولية في روما ودمجت مع المعطيات المناخية وقدمت تقارير شهرية عن مراقبة ونشاط الجراد الصحراوي للدول التي يمكن أن تتأثر به.

## النتيجة :

مما تقدم نستنتج أنه يمكن مراقبة الجراد الصحراوي والتنبؤ بنشاطه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، وذلك على المستويات العالمية والاقليمية والمحلية، ويعتمد ذلك علي اختيار التابع الصنعي والمستشعر المناسب الذي يستشعر الظروف والبيئة الملائمة لنشاط الجراد الصحراوي.

# التفسير البصري للصور الجوية وصور لاندسات من أجل المسح الجيومورفولوجي وتحليل التعرية في محدب جبل عبدالعزيز - شمال شرق سوريا

# التفسير البصري للصور الجوية وصور لاندسات من اجل المسح الجيومورفولوجي وتحليل التعرية في محدب جبل عبدالعزيز - شمال شرق سوريا

إعداد
صالح نصري
الهيئة العامة للاستشعار عن بعد

ملخص :

الصور الجوية التقليدية أبيض / أسود والصور الفضائية للتابع الصنعي لاندسات والمغطية لمنطقة جبل عبدالعزيز (شمال شرق سوريا) قدمت أساسا للتفسير الجيومورفولوجي ، حيث أمكن التعرف على الاشكال الارضية ذات المنشأ البنيوي والتحاتي والفيضي، كما أمكن تصنيفها في زمر مختلفة تختلف أشكالها باختلاف الصخور المؤلفة لها.

لقد تم إظهار توزع وحدات الاشكال الارضية في خريطة جيومورفولوجية مقياسها 50000 : 1 كما تم التحقق من هذه الوحدات واختبارها في الحقل قبل إعداد الخريطة النهائية.

إن الخريطة الجيومورفولوجية الاولية الموضوعة في هذه الدراسة اعتمادا على تفسير الصور الجوية التقليدية أبيض / أسود والصور الفضائية، تعتبر أداة مفيدة في المسح الاستطلاعي للاشكال والمعالم الارضية وتسمح بالتعرف على معظم عناصر هذه الاشكال في منطقة جبل عبدالعزيز.

ولقد استعملت الخريطة الجيومورفولوجية الموضوعة في عمليات التقصي عن خصائص السطوح الارضية وعلاقتها بالانواع الليتولوجية والتراكيب الجيولوجية وتصنيفات الترب وتأثير ذلك على اختلاف درجات تدهور الاراضي وتعريتها.

## منطقة الدراسة :

يقع جبل عبدالعزيز في الجزء الشمالي الشرقي من سوريا ضمن سهول الجزيرة ويعتبر جبل عبدالعزيز طية محدبة ومميزة ذات اتجاه شمال شرق وتبعد مسافة 30 كم جنوب غرب مدينة الحسكة.

هذه البنية المحدبة تتمثل بمجموعة تلال جبلية ترتفع تقريبا بمقدار 500 متر من السهول المتموجة الموجودة الى الشمال والجنوب من هذه الطية. ان معدل ارتفاع هذه السهول عن سطح البحر يبلغ 400 متر ، وتعتبر النقطة الطبوغرافية في مرقب عالي هي أعلى نقطة في هذا الجبل.

تتمتع منطقة جبل عبد العزيز بمناخ شبه جاف يمتاز بصيف حار وجاف وبشتاء بارد ورطب . يبلغ معدل درجة الحرارة في الشتاء 8 درجات مئوية وفي الصيف 33 درجة مئوية.

تتغطي معظم التلال المرتفعة باشجار الفستق وبالشجيرات ذات الكثافات المختلفة. وتستخدم السهول اللحقية والتراكمية في زراعة الحبوب (القمح والشعير) وفي تربية الحيوانات (الماعز والاغنام).

## المواد المستخدمة وطرق الدراسة :

استخدمت في هذه الدراسة الصور الجوية مقياس 50000 : 1 والخرائط الطبوغرافية والجيومورفولوجية المتوفرة وكذلك الصور الفضائية لاندسات المأخوذة بواسطة الماسح متعدد الاطياف.

اعتمدت هذه الدراسة على التحليل البصري التقليدي الذي يستند على :

- تحليل اختلاف وتنوع الدرجات اللونية والقوام للاراضي.
- اختلاف درجات التعرية نتيجة اختلاف الانواع الصخرية.
- تحليل أنماط المسيلات المائية التي تشير الى الجريان السطحي والرشح المائي والانواع المحتملة للمواد الصخرية.
- شكل المنحدرات ودرجة انحدار سطوحها.

## الفيزيوغرافيا والستراتغرافيا :

يحاط جبل عبدالعزيز بسهول قليلة التموج تعترضها احيانا تلالا منخفضة الارتفاع. يتراوح ارتفاع السهول الشمالية من 400–450 متر فوق سطح البحر في حين يتراوح ارتفاع السهول الجنوبية من 250–300 متر فوق سطح البحر. يعترض السهول المنبسطة تلالا منخفضة يبلغ ارتفاعها 5–8 أمتار ويعتقد بأنها تلالا قديمة من صنع الانسان. تقطع سطوح هذه السهول اودية جافة.

تمتاز الاودية الجافة بشكل عام بطولها الواضح (حتي 50 كم) وجوانبها لطيفة الانحدار ، تقطع السهول المنبسطة أربعة أودية رئيسية تدعي محليا (ثنيات) ويبلغ عمقها حوالى 10 أمتار ولها جوانب شديدة الانحدار.

إن جبل عبدالعزيز هو طية محدبة ذات اتجاه طولاني يتجاوز امتدادها ال 58 كم ويتراوح عرضها بين 8 و 15 كم . هذا الجبل من النمط غير المتناظر إذ أن له سفوحا شمالية شديدة الانحدار تبدو احيانا على شكل جدر صخرية يبلغ ارتفاعها 40 او 50 مترا وتخترقها الاودية العميقة ، في حين ان سفوحه الجنوبية اقل انحدارا وتمتاز بطبوغرافية أقل وعورة بالمقارنة مع السفوح الشمالية.

يبلغ ارتفاع جبل عبدالعزيز عن السهول المحيطة به 400 الى 600 متر.

يتميز نظام المسيلات المائية في جبل عبدالعزيز بالادوية الجافة، وتؤدى الفيضانات الشديدة وغير المنتظمة التي تكثر خلال الفترة الممتدة من كانون الثاني وحتي آذار الي زيادة الجريانات السطحية في هذه الاودية.

إن معظم السهول الواقعة الى الشمال والشمال الشرقي وكذلك الى الجنوب والجنوب الشرقي من التلال السفحية لجبل عبدالعزيز هي مغطاة بالرسوبيات الرباعية الرخوة، وهذه الرسوبيات مؤلفة بشكل رئيسي من التوضعات اللحقية والتراكمية المكونة من الصخور الكربوناتية والغضارية والطينية والجصية.

تتكشف الصخور الكربونية في نواة محدب جبل عبدالعزيز تتألف هذه الصخور بشكل أساسي من الحجر الكلسي الكتلي المدلمت ذو اللون البني او لرمادي ومن الغضار والمارل الابيض.

توجد رسوبيات الباليوجين في الجزء المركزي من جبل عبدالعزيز . تتألف هذه الرسوبيات من الحجر الكلسي العضوي المتراص وتتكشف في السفوح الشمالية لهذا الجبل وعلى مسافة 500 متر الى الشمال الشرقي من النقطة الطبوغرافية 686 . تشكل هذه الرسوبيات جدرا مرتفعة مؤلفة من الحجر الكلسي الكتلي الرصيفي الحاوي على عقد صوانية عضوية سيليسية .

توجد كذلك الرسوبيات البالوجينية في السفوح الجنوبية لجبل عبدالعزيز وتتمثل بالحجر الكلسي النيموليتي ذو اللون الابيض وبالحجر الكلسي المارلي.

تتكشف الرسوبيات النيوجينية في الاجزاء الشرقية والجنوبية الغربية من جبل عبدالعزيز . تتألف هذه الرسوبيات من الحجر الكلسي والمارل وتداخلات جصية سميكة، تلاحظ هذه الصخور في السفوح الشرقية القريبة من النقطة الطبوغرافية 835 .

## التحليل الجيومورفولوجي :

يبين التحليل الجيومورفولوجي ان أراضي المنطقة المدروسة تتألف من عدة اشكال ارضية مختلفة المنشأ. لقد تم إظهار وحدات الاشكال الارضية في خريطة جيومورفولوجية بمقياس 50000 : 1 وفي مايلي وصفا لهذه الوحدات كما هو مبين في جدول مصطلحات الخريطة :

### 1- اشكال أراضية فيضية المنشأ :

### المراوح الفيضية :

توجد المراوح الفيضية عند الحد الفاصل المميز بين البنية المحدبة لطية جبل العزيز والسهول المحيطة بها . تختلف هذه المراوح فيما بينها من حيث الشكل والابعاد والامتداد والانحدار وكثافة المسيلات المائية والغطاء النباتي والانواع الصخرية.

ويمكن القول بشكل عام بأن النقل والترسيب هما من العمليات الشائعة في هذه الوحدة من الاشكال الارضية.

## 2- اشكال أرضية تحاتية المنشأ :

سهول أقدام الجبال : تغطي سهول أقدام الجبال الجزء الاعظمي من المنطقة المدروسة ويمكن تصنيف هذه السهول الى السهول الشمالية والسهول الجنوبية حيث توجد هذه السهول عند سفوح جبل عبدالعزيز . تمتاز هذه السهول بأراض متموجة مؤلفة من الغضار والسيلت والرمال والحصي .

## 3- أشكال أرضية بنيوية / تحاتية المنشأ :

### المنحدرات الشمالية :

تحتل هذه الوحدة السفوح الشمالية من جبل عبدالعزيز. تمتاز هذه السفوح بانحدارها الشديد وبوجود جدر صخرية ذات حواف ناتئة. وهذه الجدر سهلة التمييز على الصور الجوية المحللة وفي الحقل. هنالك بعض الظواهر المرافقة لهذه الجدر كالانزلاقات الصخرية والانهيالات وعمليات الحت الخطي.

### المنحدرات الجنوبية :

تحتل هذه الوحدة السفوح الجنوبية من جبل عبدالعزيز. تمتاز هذه السفوح بانحدارها اللطيف وبانتشار الحت الكارستي والتعرية السطحية.

### الطيات السنامية :

تمتد هذه الاشكال الارضية على طول السفوح الشمالية لجبل عبدالعزيز . تمتاز هذه الطيات بانحدارها الشديد وهي مؤلفة بشكل رئيسي من الحجر الكلسي الغضاري القاسي ومن الحجر الكلسي المدلمت الذي تتخلله طبقات مارلية.

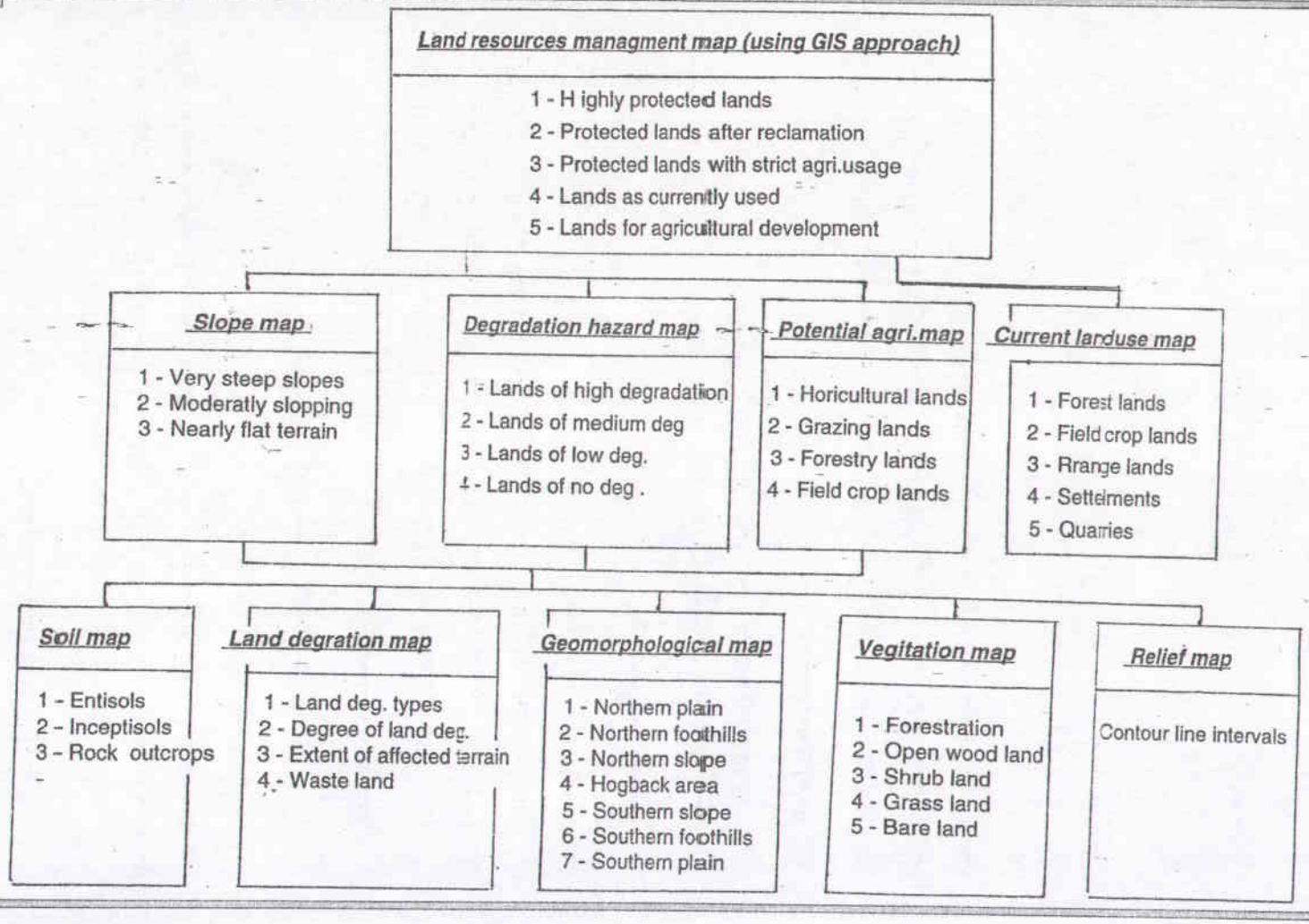
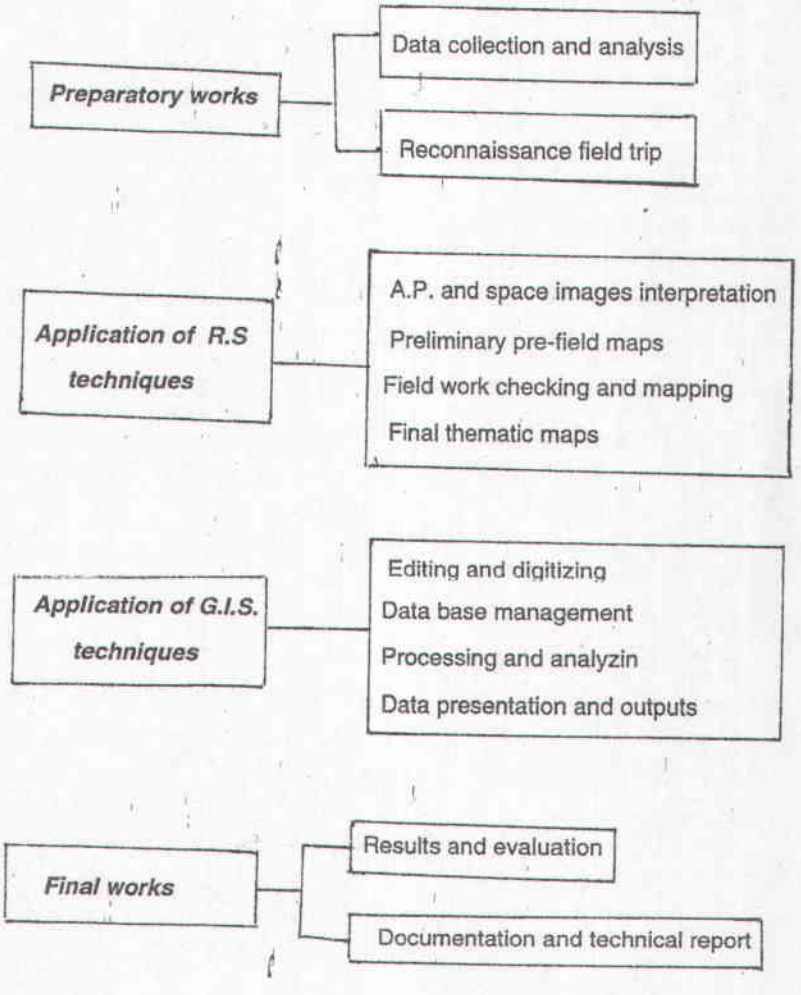

Land resources managment map (using GIS approach)
1 - H ighly protected lands
2 - Protected lands after reclamation
3 - Protected lands with strict agri.usage
4 - Lands as currently used
5 - Lands for agricultural development
Slope map
1 - Very steep slopes
2 - Moderatly slopping
3 - Nearly flat terrain
Degradation hazard map
1 - Lands of high degradation
2 - Lands of medium deg
3 - Lands of low deg.
4 - Lands of no deg .
Potential agri.map
1 - Horicultural lands
2 - Grazing lands
3 - Forestry lands
4 - Field crop lands
Current landuse map
1 - Forest lands
2 - Field crop lands
3 - Rrange lands
4 - Settelments
5 - Quarries
Soil map
1 - Entisols
2 - Inceptisols
3 - Rock outcrops
Land degration map
1 - Land deg. types
2 - Degree of land deg.
3 - Extent of affected terrain
4 - Waste land
Geomorphological map
1 - Northern plain
2 - Northern foothills
3 - Northern slope
4 - Hogback area
5 - Southern slope
6 - Southern foothills
7 - Southern plain
Vegitation map
1 - Forestration
2 - Open wood land
3 - Shrub land
4 - Grass land
5 - Bare land
Relief map
Contour line intervals

DIAGRAM SHOWING THE PROCEDURE OF THE WORK



# كلمات الافتتاح

# كلمة
# معالي المهندس يوسف الاحمد
# وزير الدولة بالجمهورية العربية السورية - راعي الندوة

أيها الاخوات والاخوة

في المواقف العلمية المهيبة تتزاحم الافكار والخواطر وفي هذا الموقف بالذات وأنا التقي هذه الكوكبة العلمية من الاختصاصيين في مجال من أهم مجالات البحث العلمي وقد عودتني الهيئة العامة للاستشعار عن بعد على مثل هذه اللقاءات، أجد نفسي راغبا بالتعبير عما يجول بخاطري وشريط من لاينتهي يمر امام عيني من الندوات والدورات وورشات العمل قامت وتقوم بها الهيئة تعبيرا عن نفسها وعن جهد علمي خالص يجب الاعتراف بخصوصية وهو يبحر بكل شموخ من مرفأ الهيئة الى حيث الفائدة العامة للدولة والامة والشعب.

فبكل الاعجاب والتقدير والاحترام نصغي لايقاعكم .. ونتابع بحوثكم العلمية وقد أضحت فيض القريحة والارادة رغم عمق واتساع مساحة المشكلات المحيطة الامر الذي يفرض علي القول بأنني لن أستطيع اعطاء كل ماقمتم به وتقدمون حقه من الاشارة والتفصيل وعذري في هذا وذاك أن الامر ينطوي على تكثيف غير مسبوق لنتائج جديرة بالتدوين. ونحن أيها الاخوة في حالة تحد حقيقي يتمثل في قدرتنا على زيادة كفاءة عالية مؤسساتنا العلمية التي تشكل نوافذنا العصرية على النهوض الشامل الذي يحققه العلم بما يمكن هذه المؤسسات من استخدام التقنيات الحديثة في أبحاثها وعلومها.

أيها الاخوات والاخوة

إن هذه الدورة التدريبية القومية على استخدام الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية في مراقبة التصحر والجراد الصحراوي بالتعاون بين الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في سورية والمنظمة العربية للتنمية الزراعية التابعة لجامعة الدول العربية هي فرصة متاحة لفتح حوار واسع حول مسائل هامة تتصل بالتنمية والمستقبل المنظور او المحسوب على الاقل، والحوار هو الوسيلة المطلوبة لتجسيد الافكار والاصلاح هو الوسيلة الدائمة لتجسيد التنمية أفعالا ..

والتعاون بين الهيئة العامة للاستشعار عن بعد والمنظمة العربية للتنمية الزراعية يجب أن يحقق تكاملا يضعنا على عتبة نقلة نوعية نحو عمل متطور وتحقيق نتائج ملموسة.

ومثل هذا التعاون يجب أن يتأكد بل يقود عملنا الهادف لانه يضعنا على الطريق الصحيح الى تحقيق تكامل متوازن وفعال بين مختلف قطاعات حركتنا ونهوضنا محليا ومتطلبات تحويلها الى فعل عربي قومي . على أسس العلم والعقل والمعرفة وعلى وقع التوجيه السياسي لقائد أمتنا وشعبنا الرئيس المناضل حافظ الاسد الذي رسم مستقبلنا المشرق شامخا وراسخا ثم انبري يحمي أمجاد الامة ، ويدفعها الى تشييد صروحها على أسس حضارية راسخة.

أيها الاخوات والاخوة

إن هذه اللقاء بين الهيئة العامة للاستشعار عن بعد والمنظمة العربية للتنمية الزراعية يشكل لنا جميعا حافزا لحث جميع قطاعات الدولة للتعاون والتنسيق مع المنظمات العربية والدولية المتقدمة والافادة من خبرتها ومما وصلت اليه وهي مستمرة فيه من تعامل مجد وفعال مع تقنيات العصر.

ونحن في سورية وفي ظل القيادة الرائدة للرئيس حافظ الاسد كنا على الدوام في مقدمة الدول العربية التي تحرص على العمل العربي المشترك وتلتزم بقرارات مؤسساته وتسعى الى ترسيخ هذه القرارات كآليات هامة على طريق وحدة الموقف والكلمة في مواجهة مايعترض مسيرة أمتنا العربية من عقبات وتحديات وانطلاقا من هذا الحرص فقد درجت الهيئة العامة للاستشعار عن بعد على إقامة فعالياتها العلمية بما يتلاءم والبعد القومي لهذه الفعاليات وبما ينسجم مع قداسة الرسالة العلمية التي تضطلع بها.

أيها الاخوات والاخوة

بفيض من مشاعر الفرح والسعادة الغامرة أرحب بالاخوة العرب المشاركين في هذه الدورة مدربين ومتدربين. أرحب بهم في بلدهم سورية متمنيا لهم طيب الاقامة في ربوعها والتوفيق والنجاح في عملهم، ولايفوتني في هذا المقام الاشارة الى الجهد الموصول الذي يقوم به الدكتور يحيى بكور المدير العام للمنظمة العربية للتنمية الزراعية والتطور الكبير الذي حققته المنظمة تحت قيادته .. خالص تهانينا له بما تحقق وشديد ترحيبنا به بين أهله وخلانه.

أيها الاخوات والاخوة

إنني وأنا أرعي أفتتاح أعمال هذه الدورة التدريبية القومية أراها متميزة في قيمتها ومعناها.

هي متميزة في قيمتها لانها تجيء متزامنة في غمرة أعياد الفرح التي تعيشها أمتنا العربية وهي تعانق الذكري السادسة والعشرين لحرب تشرين التحريرية. يوم انتصب جيشكم العربي السوري الباسل مع شقيقه الجيش المصري البطل كالمارد في العدوان الاسرائيلي

موفرا بعزم جنوده وضباطه وحكمة وقيادة الرئيس المناضل حافظ الاسد ماجعله قادرا على اقتحام الطريق واجتياز الدرب ونسج من آمال وأحلام الشعب العربي النصر التشريني الخالد فثأر للكرامة العربية التي طعنت في حزيران 1967 وأعاد للعروبة القها وهيبتها ونضرتها التي شهد لها التاريخ على مر الزمن ولقن الصهاينة درسا لم يكونوا يتوقعونه وأجبرهم على اعادة حساباتهم واعادة النظر في معادلاتهم. وكما نعانق اليوم ذكرى هذا النصر نستعد في أيام قليلة قادمة لنعانق الذكري التاسعة والعشرين للحركة التصحيحية المجيدة التي شكلت المنطلق والضمان الحقيقيين لجميع نجاحاتنا وانجازاتنا وانتصاراتنا والتي جعلت من سورية منارة هدي ومكمن عز وموطن فخار عصية الجانب ، خفاقة الراية، واحة أمن واستقرار مكللة بالعطاء الموصول .. قاعدة صمود وتصدي موكب امجاد العروبة وتحتمل الامها وتتناسب مع مسيرة آمالها واحلامها.

أما عن تميز هذه الدورة في معناها، فهو هذا الفعل العربي المشترك المتمثل بتواجد أشقاء عرب من أرجاء الوطن العربي في محاولة جمع ذاكرة أمسنا لتكون رصيد يومنا في معركة توجهنا نحو المستقبل.

أيها الاخوات والاخوة

إننا نأمل أن يكون لقاؤكم هذا موفقا وناجحا في تحقيق الاهداف التي تم من اجلها. أكرر التحية لكم والترحيب بكم جميعا في سورية التي تبقي دائما قلب العروبة النابض، والتى يلفحك في كل زاوية في حاضرها وكل لحظة من تاريخها عطر العروبة.

كما أتوجه بالشكر والتقدير الى الهيئة العامة للاستشعار عن بعد والى كل الذين ساهموا في الاعداد لهذه الدورة وحسن تنظيمها .. وأخص بالثناء والتنويه المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

أتمني لدورتكم التوفيق والنجاح

والسلام عليكم.

# كلمة
# معالي الدكتور يحيى بكور
# المدير العام للمنظمة العربية للتنمية الزراعية

معالي الاستاذ يوسف الاحمد المحترم

وزير الدولة

أصحاب السعادة السفراء وممثلوا المنظمات العربية والدولية

أصحاب السعادة المدراء العامون للمؤسسات الوطنية

الاخوة الخبراء وموفدو الدول العربية

أيها الحفل الكريم

يسعدني ويشرفني أن أرحب بكم جميعا اجمل الترحيب في حفل افتتاح الدورة التدريبية القومية في مجال تطبيقات الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية في مراقبة التصحر وتحركات الجراد الصحراوي التي تعقدها المنظمة العربية للتنمية الزراعية بالتعاون مع الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في الجمهورية العربية السورية، وهي احدي المؤسسات العريقة العاملة في هذا المجال الحيوي والهام في الوطن العربي الكبير.

وأحييكم أطيب تحية وانتم تجتمعون في رحاب دمشق الاسد، دمشق العروبة والتاريخ مهد الحضارات وصانعة الامجاد، وملتقي الاشقاء الذين يؤمونها طلبا للعلم، واستزادة من الخبرة وشوقا الى أهلها ، وتقديرا لقائد مسيرتها السيد الرئيس حافظ الاسد، سورية الاسد التي قررت دخول القرن الحادي والعشرين، متمسكة بالعلم والمعلومات ، والتقانات التي تدفع مسيرة البناء والتحديث، ومؤهلة الكوادر العلمية والخبرات العملية القادرة علي الاستثمار الامثل للموارد والطاقات، والادارة السليمة للاقتصاد ومؤسساته الفاعلة، وضمان استدامة التنمية بما يوفر الموارد اللازمة للاجيال القادمة.

وأقدر من القلب الانجازات العظيمة التى تحققت في سورية العربية في جميع المجالات، سواء أكانت في قطاع الزراعة وتحقيق الامن الغذائي بفضل التفاعل الخلاق بين عناصر الانتاج والسياسات المشجعة للانتاج التي انتهجتها الحكومة بتوجيه من قائد المسيرة ونظرته الثاقبة لاهمية الزراعة وانتاج الغذاء على ضمان استقلال القرار السياسي، وسواء أكانت هذه الانجازات في مجال الصناعة والطاقة والبنية الاساسية او الاتصالات والمعلومات، حيث نجدها جميعا متطورة لدرجة تجعل سورية الاسد نموذجا تنمويا يحتذي في جميع المجالات.

ويشرفني أن أشكر وأرحب بشكل خاص بمعالي الاخ والصديق الاستاذ يوسف الاحمد راعي دورتنا هذه، والمشرف على أعمال الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، والعامل على متابعة التطوير في مجالات هامة خطت سوريا فيها خطوات كبيرة ومقدرة، وإننا نتطلع بشوق الى كلمته التوجيهية التى سنستفيد من مضمونها في تطوير عملنا في هذا المجال الحيوي والهام.

والشكر والتقدير موصول الى الاخ الدكتور حسين ابراهيم المدير العام للهيئة العامة للاستشعار عن بعد، علي تعاونه الدائم مع الاشقاء، وعلى الاستعداد الذي يبديه لوضع خبرات هذه المؤسسة النموذجية في خدمة الاشقاء العرب، وعلى كل ماقدمه للتنمية الزراعية من بحوث ودراسات تخدم الوطن العربي الكبير.

أيها الحفل الكريم

يعتبر المتاح من الموارد الارضية واستخداماتها المختلفة، والموارد المائية ومصادرها، من أهم محددات الانتاج والانتاجية الزراعية في منطقتنا العربية، كما أن استغلال هذه الموارد بكفاءة عالية يتوقف على توفر المعلومات والبيانات الدقيقة والشاملة باعتبارها حجر الزاوية لاعداد وتنفيذ خطط وبرامج استغلال هذه الموارد لتحقيق التنمية الزراعية المتواصلة.

وفي ظل الثورة المعلوماتية الهائلة التي يعيشها عالم اليوم، نجد أنها ساهمت بفاعلية في توسع نطاق التقانات المعلوماتية والمعارف التكنولوجية المستخدمة في رصد وبث هذه المعلومات، ومن بين هذه التقانات التي برهنت عن جدوي استخدامها وفعاليتها في القطاع الزراعي بشكل علمي وتطبيقي ، تقانات الاستشعار عن بعد وما تنتجه من

معطيات فضائية تعد إحدى الركائز الرئيسية في عالم المعلومات، والتي يتم معالجتها باستخدام البرمجيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية للحصول على البيانات واستخلاص المعلومات والتحليلات اللازمة لتوجيه وتحقيق الاستخدام الامثل والرشيد للموارد الزراعية التي تتمتع بندرة نسبية في وطننا العربي الكبير.

إن التوسع في استخدام هذه التقانات في العديد من التطبيقات الزراعية، كمراقبة وادارة الموارد الطبيعية. والعناصر البيئية الموجهة ، والمؤثرة على تحقيق التنمية الزراعية، وما تتمتع به هذه التقانات من شمولية المعطيات الفضائية الناتجة عنها، وتخطيها للحدود الاقليمية بين الدول، فانها ستؤدى الى مزيد من التنسيق والتعاون العربي في كافة المجالات التي تستخدم تطبيقات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية خاصة في مجال الانتاج الزراعي والمجالات الداعمة له.

ولقد حرصت المنظمة العربية للتنمية الزراعية على مواكبة التطورات المتسارعة في تقنيات المعلومات، وعملت على اتاحتها ونشرها في كافة الاقطار العربية، وذلك من خلال خططها وبرامجها التي تضمنت انشاء العديد من قواعد البيانات والمعلومات المتخصصة، وتنفيذ العديد من الانشطة الدراسية والبحثية في هذا المجال، والعمل على عقد الدورات التدريبية المتخصصة والندوات واللقاءات القومية والاقليمية والقطرية، إيمانا منها بضرورة مواكبة ومسايرة التطورات المتسارعة في هذا المجال، ومدى أهمية نقلها وتوطينها في الوطن العربي.

كما حرصت المنظمة على تأهيل الاطر الفنية العربية في مجال الاستفادة من تقانات الاستشعار عن بعد وتطبيقاتها الزراعية ، فأعدت برامج تدريبية وندوات تأهيلية في هذا العام منها ثلاثة على المستوي القومي والعديد من المستوي القطري وطبقا لما اقترحته الدول العربية في هذا المجال.

ورغبة من المنظمة تعظيم الفائدة من مثل هذه الدورات فقد أعدت برامج ومناهج متطورة، وتعاونت مع مؤسسات عريقة مثل الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في سورية، واستفادت من خيرة الخبراء والاخصائيين العرب الذين يتمتعون بخبرات وقدرات متميزة.

ورجونا أصحاب المعالي الوزراء لايفاد من يريدون الاستفادة من التقانات الحديثة، والمواظبون على حب متابعة الحديث في مجال المعلومات، والراغبون في الاستزادة من

علم محاضريهم وخبراتهم الثرة، والمتعاونون مع أشقائهم لتبادل الخبرات، ومناقشة المشاكل ووضع الحلول اللازمة لها.

ختاما أكرر الشكر والتقدير الى سورية العربية رئيسا وحكومة وشعبا، وأخص بالشكر معالي المهندس يوسف الاحمد على رعايته لدورتنا هذه وحضوره معنا، وعمله من اجل رفعة شأن العمل العربي المشترك.

والشكر موصول الى كل من عمل على إنجاح هذه الدورة وتحقيق أهدافها سواء مدير عام أو خبراء الهيئة العامة للاستشعار عن بعد أو المدربين والمتعاونين معها.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

## كلمة الدكتور المهندس حسين ابراهيم
## المدير العام
## للهيئة العامة للاستشعار عن بعد

السيد وزير الدولة المهندس يوسف أحمد - راعي الندوة

السيدات والسادة

اذا كانت هذه المناسبة هي الاولي من نوعها .. بيننا وبين المنظمة العربية للتنمية الزراعية فإن الاتصال والتواصل لم ينقطعا بين هيئتنا والمنظمة .. ناهيك عن أن نشاط الهيئة العامة للاستشعار عن بعد يتماشي في أكثر من جهة واتجاه مع نشاط هذه المنظمة العربية .. وقد أخذ الطرفان على عاتقهما توفير أحدث الاساليب العلمية والمتطلبات الفعالة للنهوض بالزراعة ودرء الاخطار عنها وبالتالى تنميتها.

وقد خصصت هيئتنا منذ قيامها عام ستة وثمانين أكثر من ثلث نشاطاتها ودراساتها في تطبيقات الاستشعار عن بعد لتفعيل العمل الزراعي وتنمينه .. واذا أخذنا الدراسات التطبيقية المائية بعين الاعتبار فان هذه النسبة قد تصل الى النصف تقريبا .. وقد ركزنا بصورة أخص على الموضوع الذي تتناوله هذه الدورة اليوم حول التصحر ومايترتب عليه من آفات .. وتجدر الاشارة الى مايلي :

1- لقد قمنا منذ عام واحد وتسعين بالاشتراك مع كلية الزراعة في جامعة دمشق بدراسة أراضي وغابات المنطقة الساحلية وتحديد مواقع التربة المتدهورة وذلك باستخدام أساليب الاستشعار عن بعد وتقنياته .. وتجب الاشارة هنا الى أن تدهور الاراضي الزراعية هو أحد مظاهر التصحر المدمرة للزراعة ونموها.

2- ونظمنا في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في عام ثلاثة وتسعين الندوة الدولية الثالثة حول تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية في مراقبة التصحر والحد منه.

3- وفي عامي ثلاثة وتسعين وأربعة وتسعين نفذنا أيضا بالتعاون مع المركز الدولي للبحوث الدولية في المناطق الجافة (ايكاردا) مشروع تقييم موارد الاراضي في منطقة جبل عبدالعزيز / شمال شرق سورية .. ووضع خرائط تدهور الاراضي وقابلية التربة

للانجراف في تلك المنطقة.

السيد الوزير راعي الندوة ... السيدات والسادة.

لن أدخل في شيء من تفاصيل موضوع هذه الدورة فهذا ماسيتناوله الخبراء والمحاضرون خلال أيام الدورة الاربعة ... إلا أنه قد تنفع الاشارة الى أن تحليل الصور الفضائية التي تغطي مساحات هائلة بتعدد الاطياف وتفسير معطياتها تسقط الضوء على الاماكن المتصحرة أو المهددة بالتصحر .. عن طريق الحت والانجراف المائي أو الريحي للتربة أو بتدهور الغطاء النباتي الرعوي .. ويمكننا الاستشعار عن بعد بتكرارية صورة من مراقبة هذه الظواهر والتغيرات وتشخيصها واتخاذ الاجراءات الوقائية ضدها. بمافى ذلك مراقبة الجراد الصحراوي وتحديد انتشاره والتنبؤ المبكر لنشاطه المحتمل.

وقد حصل الاستشعار عن بعد على رديف فعال هو نظام المعلومات الجغرافي لانه يوفر جمع وتحليل مختلف المعلومات المتعلقة بالتربة والمناخ والغطاء النباتي والنشاط البشري حيث تنتج على شكل بيانات وإحصائيات وخرائط غرضية .. مما يتطلب من واضعي الخطط ومراكز اتخاذ القرار معاملة هذه المعطيات لاستخلاص النتائج ووضع خطط تنمية سليمة.

ولابد من التكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد وتقنيات نظام المعلومات الجغرافية لتحقيق السرعة والدقة في معالجة الكم الهائل من المعلومات واجراء عمليات المقارنة والاستخلاص للوصول الى نتائج ايجابية واختصار المراحل الزمنية اللازمة لمراقبة التصحر وماقد ينتج عنه من آفات للتخفيف من آثاره الضارة بالزرع والضرع.

أيها السادة : هكذا نحن في عملنا الدؤوب في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد منذ قيامها عام ستة وثمانين .. نجتهد في الحصول على أحدث التقنيات الاستشعارية وروافدها لنشرها أفقيا وسبرها شاقوليا لتحقيق الفائدة منها في كل الابعاد . وفي مستقبل غير بعيد ستحصل الهيئة على المعطيات الفضائية والبيانات الرقمية بوسائلنا الخاصة لتخضع في مخابرنا للتحليل والمعالجة والتفسير ودعم اتخاذ القرار على جميع المستويات.

4- وفي عام أربعة وتسعين أيضا نفذنا بالتعاون مع كلية الزراعة في جامعة تشرين

مشروع مراقبة انجراف التربة بواسطة المياه في المنطقة الساحلية وذلك بالتكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد والتقنيات الحقلية .. ووضع خرائط الانجراف وقياس فاقد التربة.

5- ووضعنا كذلك خرائط تدهور الاراضي ومقترحات لاعادة تأهيلها لتعاونيات الارك والمنبطح والعباسية المحيطة بمحمية التليلية قرب تدمر .. وذلك بالتعاون مع ادارة مشروع محمية التليلية .. من منظمة الاغذية التابعة للامم المتحدة ووزارة الزراعة والاصلاح الزراعي.

6- وقمنا كذلك منذ عام ستة وتسعين بالتعاون مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة (أكساد) ووزارة الزراعة والاصلاح الزراعي وجهة المانية خبيرة في تنفيذ مشروع مراقبة التصحر ومكافحته في البادية السورية / منطقة جبل البشري، وقد أنتهت المرحلة الاولي من هذا المشروع ونحن بصدد التوسع في المرحلة الثانية لتطبيق ما أكتسب من خبرة في إعادة تأهيل مناطق أخرى في البادية السورية بالتعاون مع وزارة الزراعة وأكساد.

وسنكون سعداء لتعزيز التعاون مع هاتين الجهتين في تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية خاصة لتأهيل بعض مناطق البادية السورية الشاسعة.

هذا التركيز في عمل هيئتنا على هذا القطاع الهام وتفعيل تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد وروافده فيه ... هو تركيز لقناعتنا بخطورة التصحر كآفة بيئية تهدد الموارد الزراعية في مختلف أصقاع العالم وتؤدى الى الانخفاض المستمر في انتاجية الارض ومن ثم خروجها نهائيا من الاستثمار.

وتأتي تقنيات الاستشعار عن بعد في ربع القرن المتناهي الان لتتصدر جميع التقنيات في دراسة الموارد الطبيعية ومسحها وبالتالى تنميتها ... فدقة هذه التقنيات وشموليتها ومرونة معطياتها تنسجم مع تغيير الغطاء النباتي وتنوع الثروات الزراعية حيث تمس الحاجة دائما لوضع الخطط الدقيقة لادارتها وتنميتها وصيانتها لتبقي مصدر العطاء للاجيال الحاضرة والمقبلة.

ونحن في هذا وذاك نسير في الضوء الخالد المنتشر من تشرين : كل عام نقتبس

ه شيئا فتنفتح لنا آفاق ومطلات .. ونثبت قدما في مسيرة لا أشد ثباتا ولا أنقي
سالة.. يقودها حاضرا ومستقبلا سيد الرجال وقائد المناضلين والامين على ميراث
لعروبة عزة وكرامة وإباء :

السيد الرئيس حافظ الاسد.

شكرا السيد الوزير راعي الدورة وأهلا وسهلا بالمشاركين فيها من البلدان العربية
الشقيقة ... وشكرا سابقا للمحاضرين والمساهمين فيها ... ولكم جميعا.

والسلام عليكم ورحمة الله

# أسماء المشاركين

| الاسم | الدولة |
|---|---|
| 1- مهند الكلالدة | الأردن |
| 2- أيمن بريك عيد الحديد | الأردن |
| 3- محمد مصطفى محمد الملا | الإمارات |
| 4- مبروك التومي | تونس |
| 5- طارق بن فرجاني الفزاني | تونس |
| 6- نجمة رحماني | الجزائر |
| 7- عبدالرزاق شاوش | الجزائر |
| 8- عبيد الله محمد العجمة دخيج | السعودية |
| 9- نادر عبدالحميد محمد | السودان |
| 10- عبدالرزاق النقطة | سوريا |
| 11- منصور قومان | سوريا |
| 12- رادا كاسوحة | سوريا |
| 13- ملك كمال الدين | سوريا |
| 14- روزا قرموقة | سوريا |
| 15- فاديا عبدالنور | سوريا |
| 16- ميادة سعد | سوريا |
| 17- سناء حداد | سوريا |
| 18- قيس فؤاد الأسد | سوريا |
| 19- وعد يوسف إبراهيم | سوريا |
| 20- أبو بكر حسين حسن | الصومال |
| 21- فرقد محمد كاظم | العراق |
| 22- منير حسين علي اللواتي | سلطنة عمان |
| 23- صافيناز سعد الله بدر | فلسطين |
| 24- عيد محمد الدوسري | قطر |
| 25- جلال عبدالمحسن علي | الكويت |
| 26- محمد علي أبو ضاهر | لبنان |
| 27- بلعيد عمر بلعيد | ليبيا |
| 28- محمد إسماعيل سيد أحمد | مصر |
| 29- بنموسى موسى | المغرب |
| 30- اليامني محمد | المغرب |
| 31- ماجد عبدالرحيم محمد القطايري | اليمن |