المحاضرة الأولى

مفاهيم أساسية في الاستشعار عن بعد
Fondement de la télédétection
foundation of remote sensing

يجدر التنويه الى ان هذه المحاضرة مقتبسة بتصرف عن محاضرة الدكتور وسام الدين محمد عبده أستاذ علوم المعلومات الجغرافية والبيئة ـ جامعة الدمام بالعربية السعوديةـ عن مركز الأبحاث في التنمية المستدامة سنة 2015 م

عناصر المحاضرة

- ما هو الاستشعار عن بعد (What is remote sensing) ؟ Qu'est-ce que la télédétection
- الاشعاع الكهرومغناطيسي rayonnement électromagnétique (electromagnetic radiation)
- الطول الموجي longueur d'onde(Wavelength)
- الطيف الكهرومغناطيسي spectre électromagnétique (Electromagnetic spectrum)
- الطيف المرئي spectre visible (visible spectrum)
- طيف تحت الحمراء spectre infrarouge (infrared spectrum)
- طيف الموجات القصيرة spectre micro-onde (microwave spectrum)
- تاثير الغلاف الجوي effet de l'atmosphère (effect of the atmosphere)
- تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع مادة سطح الأرض interaction de l'energies électromagnétique avec la surface de la Terre (interaction of electromagnetic energies with the Earth's surface)

الهدف من المحاضرة

تهدف هذه المحاضرة الى تعريف الطالب بأساسيات الاستشعارـ عن بعد ومفهومه.

المعارف المكتسبة من المحاضرة

يكتسب الطالب من المحاضرة المعارفـ التالية:

- التعرف على الاستشعار عن بعد.
- التعرف على بعض الأساسيات في الفيزياء الضوئية.
- اكتساب معرفة قاعدية حول عملية التصوير الفضائي والجوي.

مقدمة:

يعتبر الاستشعار- عن بعد اليوم من أفضل وأدوات تحصيل المعلومات نظرا لمردوديته الكبيرة وفعاليته العالية، فقد أصبح يستعمل على نطاق جد واسع في مجال تحصيل المعلومات و مراقبة الظواهر- الجغرافية على اختلافها. وسنحاول في هذه المحاضرة الاحاطة و لو بإيجاز- بهذا الموضوع، و التعرف على ابرز حيثياته.

ما هو الاستشعار عن بعد (What is remote sensing) ؟ Qu'est-ce que la télédétection

- تستخدم عدة الفاظ للإشارة الى المصطلح الإنجليزي Remote Sensing منها: الاستشعار- من بعد، الاستشعار عن بعد، التحسس النائي، و الترجمة الثانية هي الأكثر شيوعا.
- جرى استخدام هذا المصطلح لأول مرة في خمسينيات القرن العشرين بواسطة إحصائية رسم الخرائط ايفيلين بروت Evelyn Pruitt لدى مكتب أبحاث الأسطول- البحري بالولايات الامريكية U.S. Office of Naval Research (ONR) .
- يستخدم هذا المصطلح للإشارة الى:
  - العلم الذي يهتم بمسائل استخدام تقنيات التصوير الجوي او الفضائي في مجال رسم و تحديث الخرائط.
  - العلم الذي يهتم بتفسير الصور- الجوية و الفضائية.
  - العلم الذي يهتم ب:
    - طرق- جمع البيانات عن الكائنات او الظواهر على سطح الأرض او سطح الأرض نفسه باستخدام مجسات بعيدة عن هذا السطح.
    - طرق- تحليل وتفسير- هذه البيانات.
    - تطوير- و تحسين أساليب جمع البيانات و كذلك تفسيرها.[1, 2;3 .p]

و قد عرف (Elachi et Van Zyl, 2006) الاستشعار- عن بانه العلم الذي يتم بواسطته الحصول على المعلومات المتعلقة بجسم ما بدون ان يكون هناك اتصال طبيعي معه، و يتم الحصول على تلك المعلومات عن طريق استكشاف و قياس التغيرات التي يفرضها الجسم الحقل المحيط به، سواءا كان حقل كهرومغناطيسي او صوتي او مكاني، و يتضمن ذلك وجود- حقل كهرومغناطيسي- ينعكس او ينبعث بواسطة الجسم، او موجات صوتية تنعكس بواسطة الجسم، او تأثير الجاذبية الأرضية او الحقل المغناطيسي- المحيط بالجسم.

اما ليلساند و آل (Lillesand et al,2004) فقد قدما تعريفا آخر للاستشعار- عن بعد بانه علم و فن كيفية الحصول على معلومات حول هدف او منطقة او ظاهرة ما، من خلال تحليل البيانات التي يتم جمعها و تسجيلها بواسطة مجسات التصوير بدون حدوث أي اتصال مباشر مع الهدف او المنطقة او الظاهرة الي يتم بحثها، و هذا التعريف- يتفق مع التعريف الذي قدمه المركز الكندي للاستشعار عن بعد (CCRS) بان الاستشعار عن بعد هو علم (او الى حد ما فن) اكتساب معلومات تتعلق بالاهداف الموجودة على سطح الأرض بدون ان يكون هماك اتصال مباشر- بها، بواسطة استخدام مجسات استشعار- تسجل الطاقة المنعكسة او المنبعثة من تلك الأهداف و معالجة و تحليل و تطبيق تلك المعلومات.

اما بويتن و كليفرس (Buiten et Clevers 1993) فقد ركزا في تعريفهما على المناهج و الوسائل و التقنيات المستعملة في هذا العلم، حيث ١كرا بان الاستشعار- عن بعد هو العلم الذي يتكون من الوسائل و التقنيات و المناهج المسخدمة لمراقبة سطح الأرض من مسافة بعيدة، كما يتضمن تفسير المرئيات او القيم العددية التي تسجلها المجسات بهدف الحصول على معلومات مفيدة للأهداف المحددة على الأرض.[2, 26 .p]

اما الدكتور- جمعة محمد داوود- فيعرفه كما يلي: الاستشعار عن بعد هو مصطلح يطلق على عملية جمع معلومات او بيانات عن ظاهرة او هدف معين دون تلامس مع هذا الهدف او الظاهرة. [3, 1 .p]

و تبقى التعريفات متشابهة في مجملها عدا بعض الاختلافات فيما يخص كيفية ايصال الفكرة و الوسائل و التقنيات المستعملة.

اما الفكرة الاساسية لجمع و تفسير البيانات حول سطح الأرض فهي تعتمد على تفاعل فيزيائي يحدث بين اشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض و سطح الأرض ذاته. حيث تتكون هذه العملية من سبعة عناصر هي :

- مصدر الطاقة A (source of energy) source de l'anergie :

تستلزم هذه العملية وجود مصدر طاقة ينتج اشعاعا كهرومغناطيسيا كعنصر رئيسي في النظام، و على اساس مصدر الطاقة هذا يتم تصنيف نظم الاستشعار عن بعد الى نظام فعال actif (active) و هو النظام الذي يملك مصدر طاقة خاص به مثل نظام الرادار، و الى نظام غير فعال passif (passive) و هو الذي يعتمد على الشمس كمصدرخارجي للطاقة الكهرومغناطيسية اي مصدر مستقل عن المجس.

- الاشعاع و الغلاف الجوي B (radiation and atmosphere) radiation et atmosphère :

يتفاعل الاشعاع الكهرومغناطيسي في رحلته من المصدر الى سطح الأرض و عدوته مع الغلاف الجوي مما يؤثر على تفاعله مع سطح الأرض.

- التفاعل مع مادة سطح الأرض (interaction with the earth's surface) C l'interaction avec la surface de la terre : يختلف تفاعل الاشعاع مع مادة سطح الأرض باختلاف التركيب الفيزيائي و الكيميائي و الظروف المحيطة بهذه المادة.
- المجس D (sensor) capteur : حيث يتم تسجيل الاشعاع الكهرومغناطيسي المرتد عن سطح الأرض.
- النقل و المعالجة E (transport and processing) transport et traitement: حيث يتم نقل قيم الاشعاع الكهرومغناطيسي المرتد عن سطح الأرض المسجلة من طرف المجس الى محطات الاستقبال الرضي.
- التفسير و التحليل F (interpretation and anlysis) interprétation et analyse : حيث يتم بواسطة اشخاص متخصصين و برمجيات حاسوبية خاصة.
- الاستخدام او الاستغلال (exploitation) exploitation : و هو استغلال الصور و المرئيات من طرف مختلف المتخصصين باستخدام برمجيات خاصة

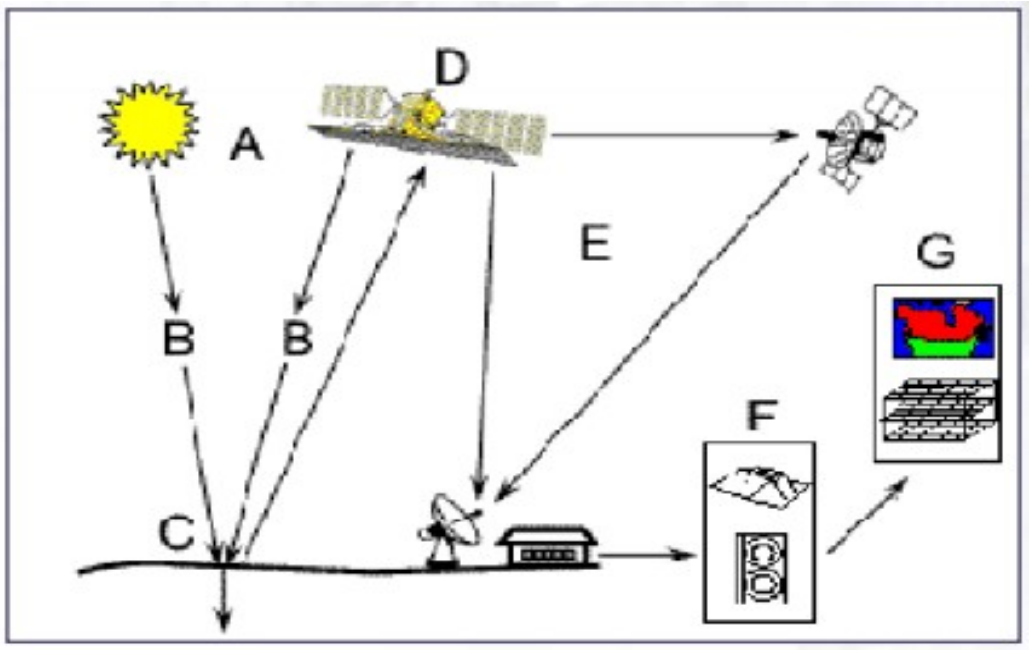

Figure 1: مركبات عملية الاستشعار عن بعد

الاشعاع الكهرومغناطيسي rayonnement électromagnétique (electromagnetic radiation)

في حالة وجود :

ـ حقل كهربائي champ electrique (Electrical Field) E يتغير في الشدة و في الاتجاه.

ـ حقل مغناطيسي champ magnétique (Magnetic Field) M : يتغير في الشدة و في اتجاه عمودي على اتجاه الحقل الكهربائي

ينشأ ما يسمى الاشعاع الكهرومغناطيسي كموجة تنتشر في الاتجاه العمودي (C) على المستوى الذي يضم الحقل الكهربائي و الحقل المغناطيسي.

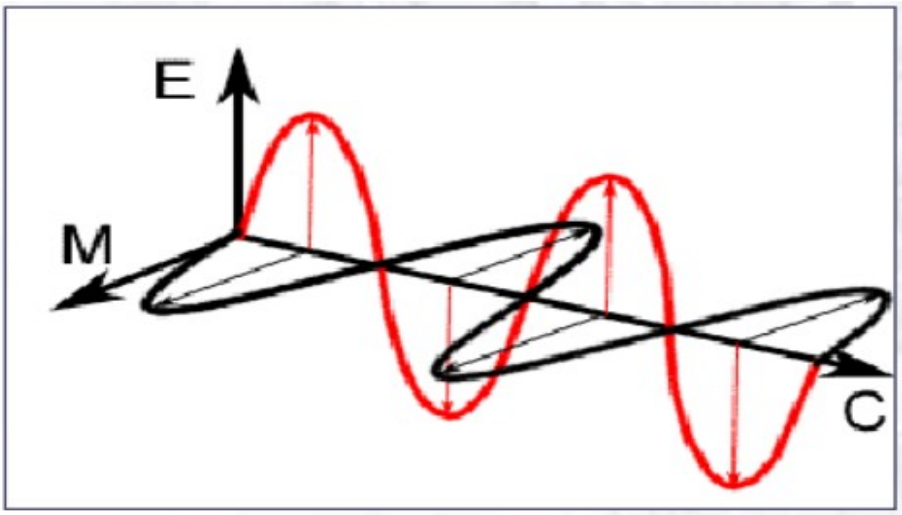

Figure 2: الحقل الكهرومغناطيسي

الطول الموجي longueur d’onde (Wavelength)

- يستخدم المتخصصين لفظ الطيف الكهرومغناطيسي spectre électromagnétique (Electromagnetic Spectrum) : للاشارة الى التصنيف الذي وضعوه لجميع انواع الاشعاعات الكهرومغناطيسية.
- يبدأ الطيف الكهرومغناطيسي من الاشعاعات ذات الطول الموجي القصير مثل اشعة جاما و الأشعة السينية و ينتهي عند الاشعاعات ذات الأطوال الموجية الكبيرة مثل الراديو و الرادار.
- جرت العادة في تقسيم الطيف الكهرومغناطيسي الى :

ـ الطيف فوق البنفسجي ultraviolet (ultraviolet)

- الطيف المنظور او المرئي visible (visible)
- الطيف تحت الحمراء infrarouge (infrared)
- طيف الميكرويف micro onde (microwave)

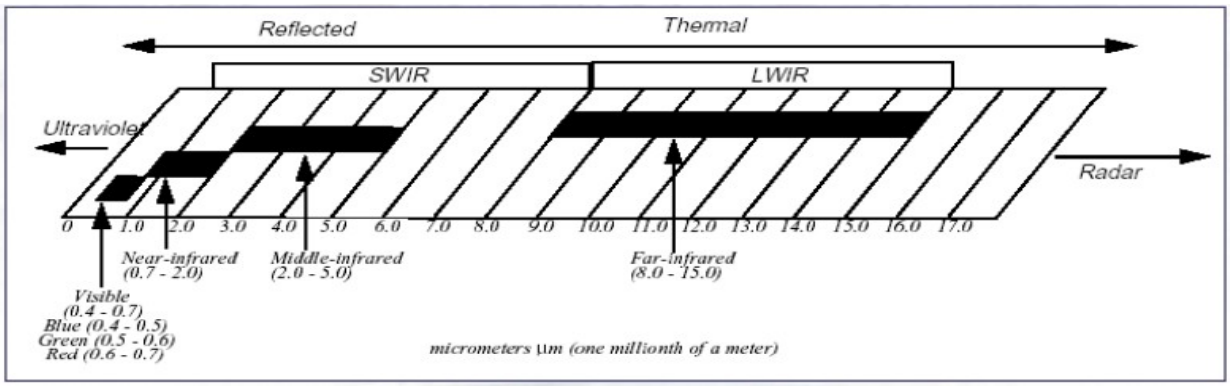

Figure 3: تصنيف الاطياف الكهرومغناطيسية

الطيف المرئي spectre visible (visible spectrum)

هو الطيف الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة او آلات التصوير العادية. و يمكن تقسيمه الى مناطق جزئية توازي الألوان التي يمكن للعين البشرية تمييزها، و هي :

- اللون البنفسجي : من 0,4 الى 0,446 µm
- اللون الأزرق : من 0,446 الى 0,5 µm
- اللون الأخضر : من 0,5 الى 0,578 µm
- اللون الأصفر : من 0,578 الى 0,592 µm
- اللون البرتقالي : من 0,592 الى 0,62 µm
- اللون الأحمر : من µm الى 0,7 µm

و قد وجد ان الألوان الأزرق و الأخضر و الأحمر هي الألوان الأساسية الحقيقية اما ما هو دونهم فهو تراكيب مختلفة النسب من هذه الألوان.

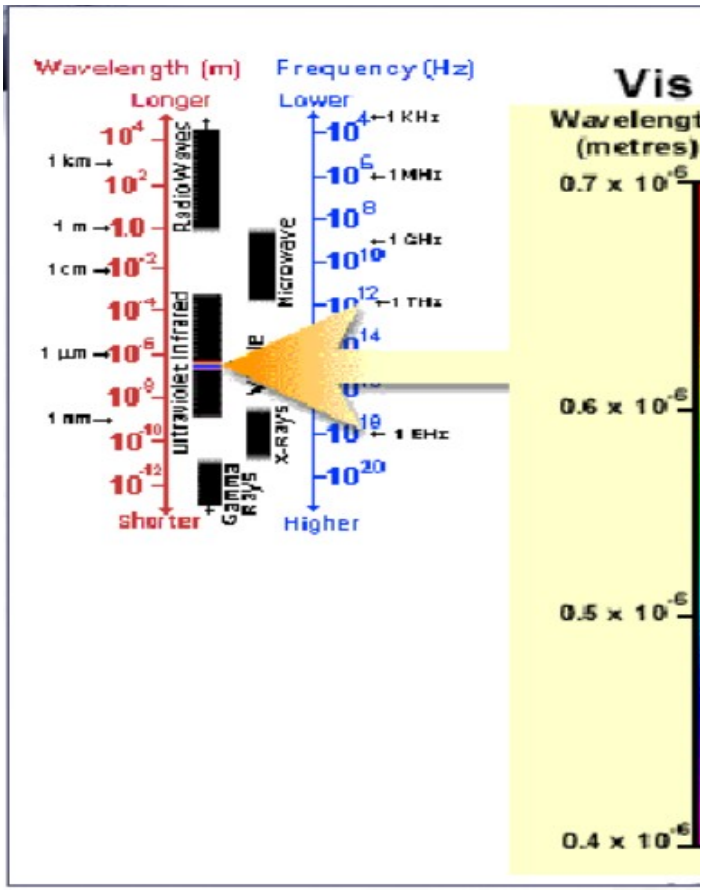

Figure 4: الطيف المرئي

spectre infrarouge (infrared spectrum) طيف تحت الحمراء

تتغير منطقة الطيف ما تحت الحمراء بين الطول الموجي 0,7 الى 100 µm و تقسم هذه المنطقة الى منطقتين فرعيتين :

- تحت الحمراء المنعكسة infrarouge réfléchie (reflected infrared) : يبلغ طول موجتها ما بين 0,7 الى 3 µm .
- تحت الحمراء الحرارية infrarouge thermique (thermal infrared) : و يبلغ طول موجتها بين 3 الى 100 µm .

الاشعاعات الصادرة في منطقة تحت الحمراء المنعكسة تمون منعكسة عن مادة سطح الأرض و صادرة عن مصدر طاقة، اما الاشعاعات الصدرة في منطقة تحت الحمراء الحرارية فهي صادرة عن اي مادة تزيد درجة حرارتها عن الصفر المطلق.

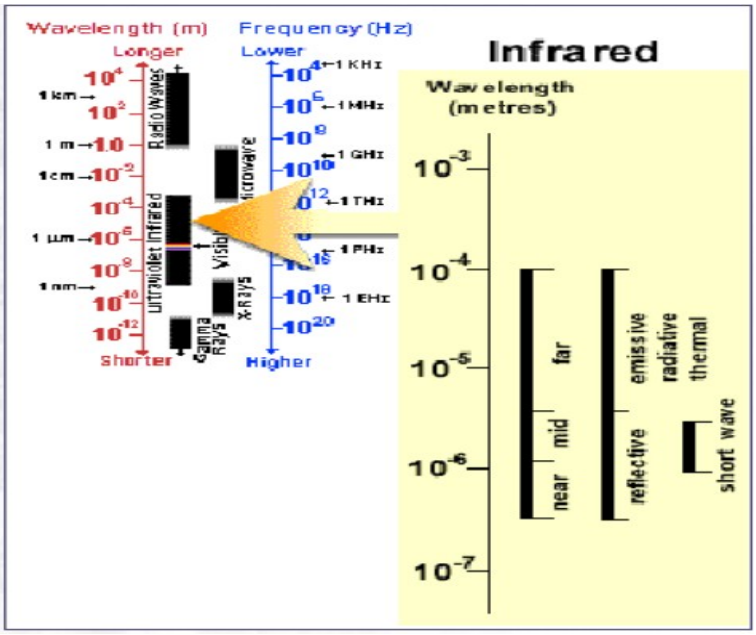

Figure 5: الطيف ما تحت الحمراء

spectre micro-onde (microwave spectrum) طيف الموجات القصيرة

تشغل منطقة الموجات القصيرة ما بين 1ملم الى 1متر، و هي تشبه موجات تحت الحمراء الحرارية، و غالبا ما تكون انظمة الاستشعار عن بعدالعاملة في نطاق الموجات القصيرة من النوع الفعال، و لها اهمية خاصة في البلدان الشماليةمثل كندا حيث تكثر السحب و يصبح من الصعب الاعتماد على انظمة الاستشعار عن بعد التي تعمل في نطاق الطيف المرئي و ما تحت الحمراء، و تختلف اشعة الموجات القصيرة عن الطيف المرئي و ما تحت الحمراء حيث ان مردودها لا يعتمد على التركيب الفيزيائي و الكيميائي لمادة سطح الأرض بقدر ما يعتمد على الشكل.

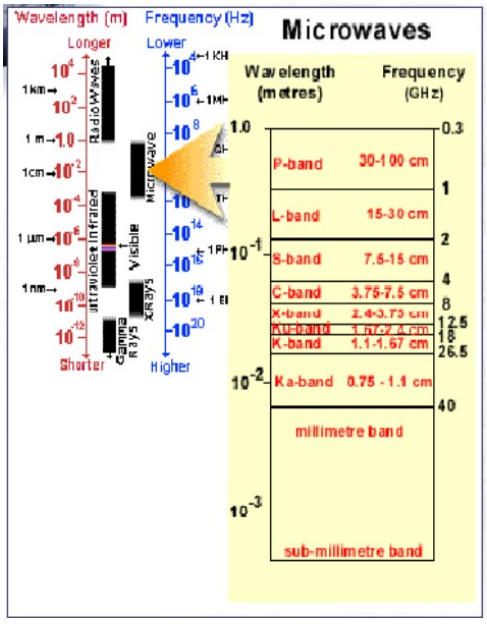

Figure 6: طيف الموجات القصيرة

effet de l’atmosphère (effect of the تاثير الغلاف الجوي atmosphere)

الغلاف الجوي هو عبارة عن مزيج من الغازات تغطي الكرة الأرضية بسمك منتظم تقريبا يبلغ 1200 كلم، حيث تتمثل هذه الغازات في : 21 ٪ من الاكسيجين و 78 ٪ من النيتروجين و نسب ظئيلة من ثاني اكسيد الكربون و بخار الماء و غازات اخرى خاملة.

و ينقسم الغلاف الجوي الى :

- troposphère التروبوسفير
- stratosphère الستراتوسفير
- mésosphère الميزوسفير
- ionosphère الآيونوسفير
- exosphère الاكسوسفير

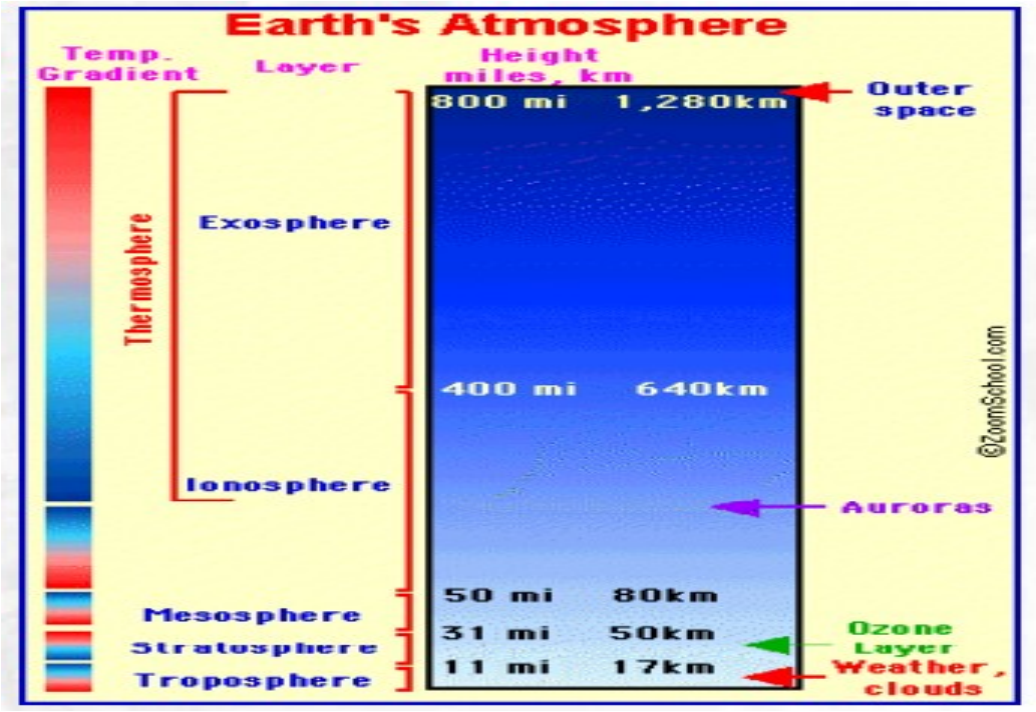

Figure 7: الغلاف الجوي للأرض

و تجدر الاشارة الى ان هناك تفاعل يحدث بين الغلاف الجوي للأرض و الاشعة الكهرومغناطيسية، الذي قد يؤثر على المعلومات المستقاة، و يمكن تقسيم هذا التفاعل الى نوعين رئيسيين هما :

- التبعثر (Scattering) diffusion :

التبعثر هو تشتت الاشعاع المار عبر الغلاف الجوي نتيجة اصطدامه بالجزيئات التي يحملها الجو، و يوجد ثلاثة انواع منه :

ـ تبعثر رايلي Rayleigh Scattering

و يحدث عند تشتت الاشعاع الكهرومغناطيسي الساقط بفعل جزيئات صغيرة الحجم مقارنة بالطول الموجي للاشعاع الساقط، كما يحدث هذا النوع في الطبقات العليا من الغلاف الجوي، و يعتبر هو المسؤول عن تلون السماء باللون الأزرق حيث تتشتت الاشعاعات الزرقاء القصيرة في الطبقات العليا لتضفي لون ازرق على القبة السماوية، اما في وقت الفجر و الغروب فيكون التشتت كامل للون الزرق و تصل الى الأرض الالوان الحمراء و البرتقالية فقط.

ـ تبعثر ماي Mie Scattering

و يحدث عند تشتت الاشعاع الساقط بفعل جزيئات مقاربة في الحجم لطول موجة الاشعاع الساقط.

ـ التبعثر الانتقائي Non selective Scattering

و يحدث عند تشتت الاشعاع الساقط بفعل جزيئات اكبر حجما من طول موجة الاشعاع الساقط، و يؤثر على كل الاطوال الموجية، حيث يسبب عدم وضوح الرؤية.

- الامتصاص (absorption) absorption :

و هو عبارة عن امتصاص طاقة الاشعاع الكهرومغناطيسي من طرق جزيئات الجو، و التي من ابرزها جزيئات الاوزون و ثاني اكسيد الكربون و بخار الماء، الا ان هناك مناطق من الطيف الكهرومغناطيسي لا يحدث فيها امتصاص بواسطة الغلاف الجوي و من ثم فان اشعاعات هذه المناطق هي التي يمكنها العبور عبر الغلاف الجوي ، و لذلك فان هذه المناطق هي التي تستعمل في الاستشعار عن بعد و يطلق عليها النوافذ الجوية les fenêtres atmosphériques (Atmospheric windows)

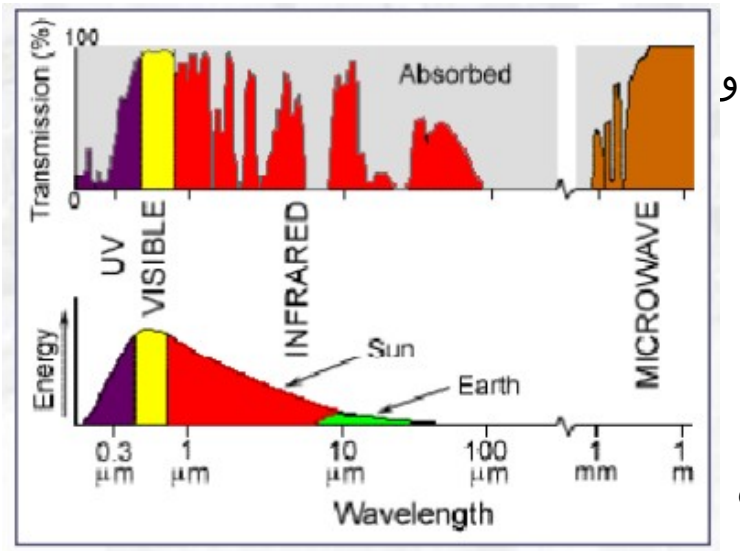

Figure 8: ظاهرة الامتصاص

تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع مادة سطح الأرض interaction de l’energies électromagnétique avec la surface de la Terre (interaction of electromagnetic energies with the Earth's surface)

عند سقوط الاشعاع الكهرومغناطيسي على مادة سطح الأرض فانه يتفاعل معها بثلاث طرق هي الامتصاص ، المرور، الانعكاس.

بيانات الاستشعار عن بعد هي تسجيل الاشعاع المنعكس عن شطح الأرض، و لكل مادة في الكون نمط مميز من الاشعاعات المنعكسة تسمى البصمة الطيفية empreinte spectrale (spectral signature) حيث تستخدم هذه البصمة لتمييز مختلف مواد سطح الأرض عن بعضها.

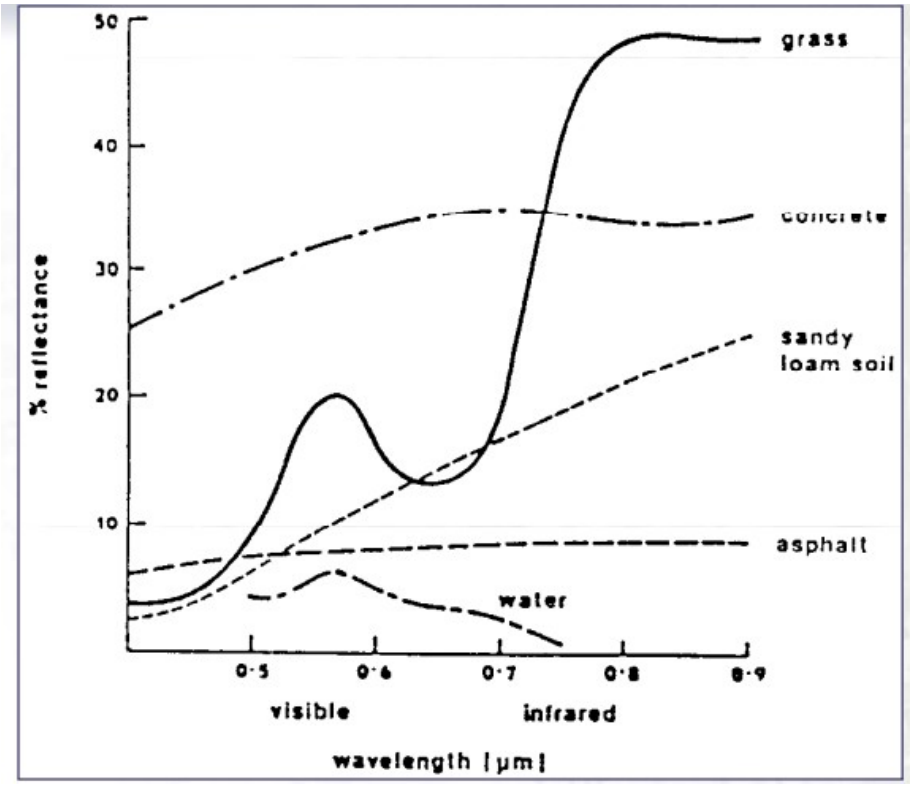

Figure 9: تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع سطح الأرض

➔ نموذج من تفاعل الطاقة مع سطح الأرض (النبات)

نتيجة لوجود الكلوروفيل في النباتات فان النباتات تمتص الأطول الموجية الحمراء و الزرقاء، و يرتد عنها الطول الموجي الأخضر و من ثم تظهر للعين المجردة باللون الأخضر. في اوقات الصيف و الربيع تكون كمية الكلروفيل عالية مما يعني امتصاص كامل للأطوال الموجية و لهذا يظهر لون النبات اخضر زاهي، اما في الخريف و الشتاء فان نسبة الكلوروفيل تكون في ادنى نسبتها ل١لك تقل الكمية الممتصة من اللون الأحمر و تبدأ في الانعكاس و تظهر النباتات باللون الأصفر(الاحمر و الأخضر)

المراجع

-

[1] .و. ا. م. عبده, مفاهيم اساسية في الاستشعار عن بعد. المملكة العربية السعودية: مركز ابحاث التنمية المستدامة

[2] د. م. ا. مياس, أسس الاستشعار عن بعد, الاولى. دار جامعة صنعاء للطباعة و النشر . الجمهورية اليمنية. صنعاء, 2013.

[3] .د. ج. م. داوود, اسس و تطبيقات الاستشعار عن بعد, الاولى. 2015